



PREVENÇÃO CONTRA EXPLOÇÃO

Sumário

1	Princípios Básicos de Prevenção de Incêndio...	7
1.1	Introdução.....	7
1.2	Princípios Básicos do Fogo ...	7
1.2.1	Combustível ...	7
1.2.2	Comburente.....	7
1.2.3	Calor.....	7
1.2.4	Condições propícias ...	7
1.3	Triângulo do Fogo ...	8
1.4	Características dos elementos essenciais do fogo ...	8
1.4.1	Combustíveis ...	8
1.4.2	Comburente.....	9
1.4.3	Fonte de Calor ...	9
1.5	Técnicas de Prevenção	10
1.5.1	Armazenagem de material	10
1.5.2	Manutenção adequada... ..	10
1.5.3	Ordem e Limpeza... ..	10
1.5.4	Instalação de pára-raios... ..	10
1.6	Método de Extinção ...	11
1.6.1	Classes de Incêndio	11
1.6.2	Agentes Extintores ...	11
2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO ...	13
2.1	Introdução.....	13
2.2	Propriedades básicas das substâncias inflamáveis ...	14
2.2.1	Ponto de Fulgor (Flash Point)	14
2.2.2	Limites de Inflamabilidade ...	16
2.3	Densidade ...	16
2.4	Temperatura de Ignição ...	17
2.5	Classificação de uma Área ...	17
2.5.1	Introdução ...	17
2.5.2	Conceituação Conforme Prática Americana ...	18
2.5.3	O Conceito de Divisão para a Classe I.....	20
2.5.4	Conceituação Conforme Prática Brasileira/Internacional.....	21
2.6	Extensão das Áreas Classificadas (volumes de risco).....	21
2.6.1	As Figuras de Classificação de Áreas	22

Princípios Básicos de Prevenção de Incêndio

1.1 Introdução

Deve-se conhecer os dois aspectos básicos da Proteção Contra Incêndio, para própria segurança.

O primeiro aspecto é o da prevenção de incêndios, isto é, evitar que ocorra fogo, utilizando-se certas medidas básicas, que envolvem a necessidade de se conhecer, entre outros itens:

- a) características do fogo;
- b) propriedades de riscos de materiais;
- c) causas de incêndios;
- d) estudo dos combustíveis.

Quando, apesar da prevenção, ocorre um princípio de incêndio, é importante que ele seja combatido de forma eficiente, para que sejam minimizadas suas consequências. Para tanto, é necessário:

- a) conhecer os agentes extintores;
- b) saber utilizar os equipamentos de combate a incêndios;
- c) saber avaliar as características do incêndio, o que determinará a melhor atitude a ser tomada.

Com este trabalho, pretende-se enfocar os aspectos principais que devem ser conhecidos por todos os trabalhadores, de qualquer nível.

1.2 Princípios Básicos do Fogo

Pode-se definir o fogo como consequência de uma reação química denominada combustão, que produz calor ou calor e luz.

Para que ocorra essa reação química, deve-se-á, ter no mínimo dois reagentes que, a partir da existência de uma circunstância favorável, poderão combinar-se.

Os elementos essenciais do fogo são: - combustível;
- comburente;
- calor.

1.2.1 Combustível

Em síntese, combustível é todo material, substância que possui a propriedade de queimar, ou seja, de entrar em combustão.

Os combustíveis podem apresentar-se em três estados físicos:

- sólido (madeira, papel, tecidos, etc);
- líquido (álcool, éter, gasolina, etc);
- gasoso (acetileno, butano, propano, etc).

1.2.2 Comburente

Normalmente, o oxigênio combina-se com o material combustível, dando início à combustão.

O ar atmosférico contém, em sua composição, cerca de 21% de oxigênio.

1.2.3 Calor

É o elemento que possibilita a reação entre o combustível e o comburente, mantendo e propagando a combustão, como a chama de um palito de fósforos.

Note-se que o calor propicia:

- a) elevação da temperatura;
- b) aumento de volume dos corpos;
- c) mudança no estado físico das substâncias.

Há casos de materiais em que a própria temperatura ambiente já serve como fonte de calor.

1.2.4 Condições propícias

É importante notar que, para o início da combustão, além dos elementos essenciais do fogo, há a necessidade de que as condições em que esses elementos se apresentam, sejam propícias para o início do fogo.

Pensando em um escritório iluminado com uma lâmpada incandescente de 10 watts, tem-se no ambiente:

- a) combustível - mesa, cadeira, papel, etc.;
- b) comburente - oxigênio presente na atmosfera;
- c) calor - representado pela lâmpada incandescente ligada.

Caso se aproxime, porém, uma folha de papel da lâmpada, quando esta estiver acesa, haverá o aquecimento do papel e este começará a liberar vapores que, em contato com a fonte de calor (lâmpada), combinarão com o oxigênio e ocorrerá a combustão.

Portanto, somente quando o combustível apresenta-se sob a forma de vapor ou gás, ele poderá entrar em ignição. Se esse combustível estiver no estado sólido ou líquido, haverá a necessidade de que seja aquecido, para que comece a liberar vapores ou gases.

Esquemáticamente, pode-se considerar vários casos:

1. aquecimento
 - a) sólido vapor
exemplo: papel.
2. aquecimento aquecimento
 - b) sólido líquido vapor
exemplo: parafina
3. aquecimento
 - c) líquido vapor
exemplo: óleos combustíveis
 - d) gás apresenta-se no estado físico adequado à combustão
exemplo: acetileno

Quanto ao oxigênio, ele deverá estar presente, no ambiente, em porcentagens adequadas.

Se ele estiver reduzido a porcentagens abaixo de 16%, diz-se que a mistura combustível-comburente está muito rica, e não haverá combustão.

1.3 Triângulo do Fogo

Quando os três elementos apresentam-se em um determinado ambiente, sob condições propícias, tem-se o chamado triângulo do fogo.



Existem variações nesta forma de apresentação, considerando-se por exemplo, uma pirâmide com o acréscimo do termo “condições propícias”.

1.4 Características dos elementos essenciais do fogo

1.4.1 Combustíveis

Todo material possui certas propriedades que o diferem de outros, em relação ao nível de combustibilidade. Por exemplo, pode-se incendiar a gasolina com a chama de um isqueiro, não ocorrendo o mesmo em relação ao carvão coque. Isso porque o calor gerado pela chama do isqueiro não seria suficiente para levar o carvão coque à temperatura necessária para que ele liberasse vapores combustíveis.

Cada material, dependendo da temperatura a que estiver submetido, liberará maior ou menor quantidade de vapores. Para melhor compreensão do fenômeno, definem-se algumas variáveis, denominadas:

- ponto de fulgor;
- ponto de combustão;
- temperatura de ignição.

Ponto de Fulgor

É a temperatura mínima em que um combustível começa a desprender vapores que, se entrarem em contato com alguma fonte de calor, incendiam-se. Só que as chamas não se mantêm, não se sustentam, por não existirem vapores suficientes. Se pedaços de madeira forem aquecidos, dentro de um tubo de vidro de laboratório, a uma certa temperatura a madeira desprenderá vapor de água. Este vapor não pega fogo. Aumentando-se a temperatura, num certo ponto, começarão a sair gases pela boca do tubo. Aproximando-se um fósforo aceso, esses gases transformar-se-ão em chamas. Por aí, nota-se que um combustível sólido (a madeira), numa certa temperatura, desprende gases que se misturam ao oxigênio (comburente) e inflamam em contato com a chama do fósforo aceso. O fogo não continua porque os gases são insuficientes, formam-se em pequena quantidade. O fenômeno observado indica o “ponto de fulgor” da madeira (combustível sólido), que é de 150°C. O ponto de fulgor varia de combustível a combustível: para a gasolina corresponde a - 42°C; já para o asfalto é de 204°C.

Ponto de Combustão

Na experiência da madeira, se o aquecimento prosseguir, os gases continuarão a sair pelo tubo e, entrando em contato com o calor da chama do fósforo aceso, incendiar-se-ão e manter-se-ão. Agora a queima não pára. Foi

atingido o “ponto de combustão”, isto é, a temperatura mínima em que esse combustível sólido, a madeira, sendo aquecido, desprende gases que em contato com fonte externa de calor incendeiam-se, mantendo-se as chamas. No ponto de combustão, portanto, acontece um fato diferente, ou seja, as chamas continuam.

Temperatura de Ignição

Continuando-se o aquecimento da madeira, os gases, naturalmente, continuarão a se desprender. Num certo ponto, ao saírem do tubo, entrando em contato com o oxigênio (comburente), eles pegarão fogo sem necessidade de chama do fósforo. Não há mais necessidade da fonte externa de calor. Os gases desprendidos do combustível, só pelo contato com o comburente, pegam fogo e, evidentemente, mantêm-se em chamas. Foi atingida a “temperatura de ignição”, que é a temperatura mínima em que gases desprendidos de um combustível inflamam-se, pelo simples contato com o oxigênio do ar. O éter atinge sua temperatura de ignição a 180°C e o enxofre a 232°C.

Uma substância só queima quando atinge pele menos o ponto de combustão. Quando ela alcança a temperatura de ignição, bastará que seus gases entrem em contato com o oxigênio para pegar fogo, não havendo necessidade de fonte de calor para provocar as chamas. Convém lembrar que, mesmo que o combustível esteja no ponto de combustão, se não houver chama ou outra fonte de calor, não se verificará o fogo.

Grande parte dos materiais sólidos orgânicos, líquidos e gases combustíveis contêm grandes quantidades de carbono e/ou de hidrogênio. Como exemplo pode ser citado o gás propano, cujas porcentagens em peso são aproximadamente 82% de Carbono e 18% de Hidrogênio. O tetracloreto de carbono, considerado não combustível, tem aproximadamente, em peso, 8% de Carbono e 92% de Cloro.

1.4.2 Comburente

Ao considerar genericamente a combustão como uma reação de oxidação, a combustão química das substâncias determinará o grau de combustibilidade do material.

Há substâncias que liberam oxigênio em certas condições como o cloreto de potássio. Outras substâncias podem funcionar com comburentes, por exemplo, uma atmosfera com cloro; tais casos, são mais esporádicos e seu estudo envolveria uma complementação de conhecimentos.

1.4.3 Fonte de Calor

As fontes de calor em um ambiente podem ser as mais variadas:

- a chama de um fósforo;
- a brasa de um cigarro aceso;
- uma lâmpada;
- a chama de um maçarico, etc.

A própria temperatura do ambiente já pode vaporizar um material combustível; é o caso da gasolina, cujo ponto de fulgor é aproximadamente de -40°C. Considerando-se que o ponto de combustão é superior em apenas alguns graus, a uma temperatura ambiente de 20 °C, já ocorre a vaporização.

O calor pode atingir uma determinada área por condução, convecção ou radiação.

Condução

A propagação do calor é feita de molécula para molécula do corpo, por movimento vibratório. A taxa de condução do calor vai depender, basicamente, da condutividade térmica do material, bem como de sua superfície e espessura. É importante destacar a necessidade da existência de um meio físico.

Convecção

É uma forma característica dos fluidos. Pelo aquecimento, as moléculas expandem-se e tendem a se elevar, criando correntes ascendentes às moléculas mais frias. É um fenômeno bastante comum em edifícios, pois através de aberturas, como janelas, poços de elevadores, vãos de escadas, podem ser atingidos andares superiores.

Radiação

É a transmissão do calor por meio de ondas. Todo corpo quente emite radiações que vão atingir os corpos frios. O calor do sol é transmitido por este processo. São radiações de calor, as que são sentidas pelas pessoas quando se aproximam de um forno quente.



Por condução.



Por radiação.



Por convecção.

1.5 Técnicas de Prevenção

1.5.1 Armazenagem de material

É um fato comum nas empresas usar, movimentar material inflamável. Exemplo: seção de pintura, seção de corte e oxicorte, trabalhos com solventes, depósitos de papel, madeira, etc.

Algumas providências simples e práticas podem evitar a ocorrência do fogo:

- manter sempre, se possível, a substância inflamável longe de fonte de calor e de comburente, como no caso de operações de solda e oxicorte.
- a operação de solda e a fábrica estarão muito mais seguras, se os tubos de acetileno estiverem separados ou isolados dos tubos de oxigênio. Armazenagem em locais separados contribui muito para aumentar a segurança.
- manter sempre, no local de trabalho, a mínima quantidade de inflamável para uso, como no caso, por exemplo, de operações de pintura, nas quais o solvente armazenado deve ser apenas o suficiente para um dia de trabalho.
- possuir um depósito com boas condições de ventilação para armazenagem de inflamáveis e, o mais longe possível da área de trabalho, de operações.
- proibição de fumar nas áreas onde existam combustíveis ou inflamáveis estocados. Não se deve esquecer que todo fumante é um incendiário em potencial (ele conduz um dos elementos essenciais do fogo: o calor). Uma ponta de cigarro acesa poderá causar incêndio de graves proporções.

1.5.2 Manutenção adequada

Além da preparação com combustível e comburente, é preciso saber como se pode evitar a presença do terceiro elemento essencial do fogo: o calor. Como evitar sua ação?

- Instalação elétrica em condições precárias
Fios expostos ou descascados podem ocasionar curtos-circuitos, que serão origem de focos de incêndio, se encontrarem condições favoráveis à formação de chamas.
- Instalações elétricas mal projetadas
Poderão provocar aquecimento nos fios e ser origem de incêndios. Exemplo trágico ocorreu em São Paulo, em sinistro que roubou mais de uma centena de vidas preciosas. A carga excessiva em circuitos elétricos pode e deve ser evitada.

Pisos anti-faísca

Em locais onde há estoque de líquidos ou gases inflamáveis, os pisos devem ser anti-faísca, porque um simples prego no sapato poderá ocasionar um incêndio. Pela mesma razão, chaves elétricas a óleo oferecem maior proteção que chaves de faca.

- Instalação mecânica
Falta de manutenção e lubrificação em equipamentos mecânicos pode ocasionar aquecimento por atrito em partes móveis, criando perigosa fonte de calor.

1.5.3 Ordem e Limpeza

Os corredores, com papéis e estopas sujos de óleo, graxa pelo chão, são lugares onde o fogo pode começar e se propagar rapidamente, o que pode tornar mais difícil sua extinção. Isto é especialmente importante no caso de escadas, porque aí as conseqüências podem ser mais graves.

A decoração, os móveis e os equipamentos de escritório devem merecer atenção especial, pois pode estar sendo aumentado em demasia o volume do material combustível representado por móveis, carpetes, cortinas e forros falsos. Todo esse combustível pode, em certas circunstâncias, transformar a fábrica numa gigantesca fogueira.

1.5.4 Instalação de pára-raios

Os incêndios causados por raios são muito comuns. Daí, a instalação de pára-raios ser uma proteção importantíssima.

1.6 Método de Extinção

Como foi visto, o fogo é um tipo de queima, de combustão, de oxidação. É um fenômeno químico, uma reação química que provoca alterações profundas na substância que se queima. Um pedaço de papel ou madeira que se inflama, transforma-se em substância muito diferente. O mesmo acontece com o óleo, a gasolina ou com um gás que pega fogo.

A palavra oxidação significa também queima. A oxidação pode ser lenta, como no caso da ferrugem. Trata-se de uma queima muito lenta, sem chamas. Já na combustão de um papel, há chamas. É uma oxidação mais rápida. Na explosão da dinamite, a queima, a oxidação é instantânea e violenta. Chama-se oxidação a queima das substâncias.

O tipo de queima que interessa a este estudo é o que apresenta chamas.

Considere o triângulo do fogo:



Eliminado um desses elementos, terminará a combustão. Tem-se, aí, uma indicação muito importante de como é possível acabar com o fogo. Pode-se eliminar a substância que está sendo queimada (esta é uma solução nem sempre possível). Pode-se eliminar o calor, por meio de resfriamento no ponto em que ocorre a combustão. Pode-se, ainda, eliminar ou afastar o comburente (oxigênio) do lugar da queima, por abafamento, e introdução de outro gás que não seja comburente.

O triângulo do fogo é um tripé. Eliminando-se uma das pernas, acaba a sustentação, ou seja, o fogo extingue-se.

De tudo isso, conclui-se que, ao impedir a ligação dos pontos do triângulo, elementos essenciais, indispensáveis para o fogo, este não surgirá ou deixará de existir, se já tiver começado.

Quando em um poço de petróleo que está em chamas, provoca-se uma explosão para combater o incêndio, o que se deseja é afastar, momentaneamente, o oxigênio, o comburente, um dos elementos do triângulo do fogo, para que o incêndio acabe.

Quando em um lugar onde existe material combustível e oxigênio, lê-se um aviso em que se proíbe fumar, o que se pretende é evitar a formação do triângulo do fogo, isto é, combustível, comburente e calor. O calor, neste caso, é a brasa do cigarro. Sem este calor, o combustível e o comburente não poderão transformar-se em fogo.

1.6.1 Classes de Incêndio

Os incêndios, em seu início, são muito mais fáceis de controlar e de extinguir. Quanto mais rápido o ataque às chamas, maiores serão as possibilidades de reduzi-las, e de eliminá-las. A principal preocupação, no ataque, consiste em desfazer, em romper o triângulo do fogo. Mas que tipo de ataque é feito ao fogo em seu início? Que solução deve ser tentada? Como os incêndios são de diversos tipos, as soluções serão diferentes e os equipamentos de combate também.

É preciso conhecer, identificar bem o incêndio que se vai combater, para escolher o equipamento correto. Um erro na escolha de um extintor pode tornar inútil o esforço de combater as chamas ou pode piorar a situação, aumentando as chamas, espalhando-as ou criando novas causas de fogo (curtos-circuitos).

Os incêndios são divididos em quatro classes:

Classe A - Fogo em materiais de fácil combustão, como: tecidos, madeira, papel, fibras, etc, com propriedade de queimarem em sua superfície e profundidade, e que deixam resíduos.

Classe B - São considerados inflamáveis, os produtos que queimam somente em sua superfície, tais como óleos, graxas, vernizes, tintas, gasolina, etc., não deixando resíduos.

Classe C - Fogo em equipamentos elétricos energizados, como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios, etc., sob tensão.

Classe D - Fogo em elementos pirofóricos como o magnésio, o zircônio, o titânio, etc.

1.6.2 Agentes Extintores

Basicamente, a extinção de um incêndio é feita por uma ação de resfriamento ou abafamento, ou uma união das duas ações.

- a) Ação de resfriamento: diminui-se a temperatura do material incendiado a níveis inferiores ao ponto de fulgor ou de combustão dessa substância. A partir deste instante, não haverá a emissão de vapores necessários ao prosseguimento do fogo.

b) Ação de abafamento: é resultante da retirada do oxigênio, pela aplicação de um agente extintor, que deslocará o ar da superfície do material em combustão.

Dependendo do tipo de agente extintor ou da forma como alguns deles são empregados, outros efeitos podem ser conseguidos, como a diluição de um líquido combustível em água ou a interferência na reação química.

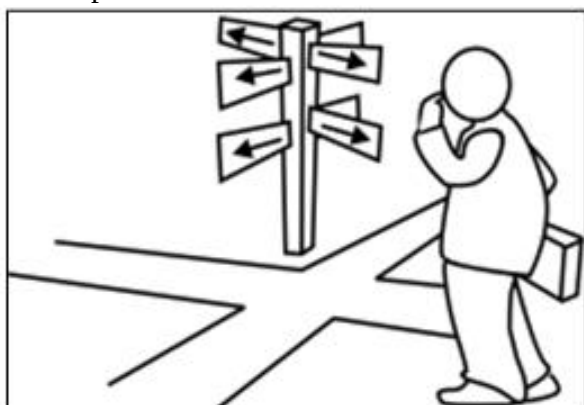
A retirada do material combustível (o que está queimando ou o que esteja próximo) evita a propagação do incêndio, sem a necessidade de se utilizar um agente extintor.

Anotações

Instalações Elétricas na Indústria de Petróleo 2

2.1 Introdução

A presença de produtos inflamáveis na indústria de petróleo é inerente à sua atividade. Como consequência, a instalação elétrica nesses locais necessita ter tratamento especial, uma vez que os níveis de energia presentes em suas partes e equipamentos superam em muito, na grande maioria dos casos, aqueles mínimos necessários para iniciar um incêndio ou uma explosão.



O procedimento inicial nesta situação envolve a avaliação do grau de risco no local. Isto é obtido através de um mapa do ambiente industrial que mostre a probabilidade de presença de mistura explosiva nesse ambiente e em que extensão essa mistura explosiva poderá acontecer. Sem dúvida, esse é o primeiro passo, porém é necessário, ainda, determinar:

1. o tipo de substância que pode estar presente no local;
2. a probabilidade com que essa substância pode ocorrer;
3. o volume de risco, ou seja, a extensão da área onde essa mistura poderá ser encontrada.

Isto é chamado de classificação de áreas.

Depois de realizada a classificação de áreas, pode-se passar para a fase seguinte, referente ao equipamento elétrico, de modo a implementar a seleção e aplicação otimizada dos equipamentos elétricos. Para tanto, é fundamental saber que cuidados especiais devem

ter os equipamentos elétricos e seus acessórios para que não se constituam em uma fonte de ignição.

O objetivo de tudo isso é evitar que haja um encontro fatídico entre uma mistura inflamável e a energia elétrica presente em equipamentos elétricos e acessórios.



Nesse caso, é necessário levar em conta que os equipamentos elétricos que operam em ambientes com possibilidade de presença de material inflamável são especiais, uma vez que devem incorporar os requisitos construtivos específicos, que os tornam adequados à operação em atmosferas potencialmente explosivas.

Os requisitos construtivos especiais estão especificados nas normas técnicas respectivas. Portanto, é possível dizer:



Mas que garantia o usuário tem de que esses requisitos construtivos especiais previstos pelas normas técnicas foram incorporados ao equipamento durante a sua construção?

A garantia de que o equipamento foi construído de acordo com essas normas técnicas é dada pelo processo de certificação, que no caso específico de equipamentos elétricos e eletrônicos para atmosferas potencialmente explosivas é de caráter compulsório no Brasil.

As normas técnicas sobre esse assunto definem várias alternativas construtivas para esses equipamentos elétricos, chamadas de tipos de proteção. Serão vistos também quais são os critérios de escolha desses tipos de proteção, em função da área classificada.

Depois de definida a classificação de áreas, e escolhidos os tipos de proteção que serão aplicados naqueles ambientes, deve-se levar em conta que a montagem desses equipamentos requer também o conhecimento por quem faz essa tarefa, de requisitos especiais, que se não forem cumpridos, poderão invalidar todo o processo anterior visando manter alto nível de segurança. Do mesmo modo, após a entrada em operação da unidade industrial, quando os equipamentos sofrerão manutenção e serão operados, estes poderão sofrer alterações que invalidem seu tipo de proteção, tornando a instalação insegura. Por isso, deve-se acrescentar às etapas mencionadas, os cuidados com a montagem, manutenção e operação.

Ou seja:



Se todas essas fases forem cumpridas, pode-se afirmar, então, que se consegue atingir um alto nível de segurança na instalação elétrica, ou seja, tem-se uma instalação Ok.

Levando em conta que, durante a vida útil da unidade, a instalação elétrica como um todo, poderá estar sujeita a diversos tipos de agressão, como por exemplo:

- ataque químico;
- intempérie;
- envelhecimento dos materiais, etc.

torna-se necessário, verificar, periodicamente, o estado desses dispositivos e componentes, para que o nível de segurança não seja afetado. Portanto, a garantia de que essa instalação permanecerá OK, durante a vida útil da unidade, pode ser obtida a partir do resultado da aplicação periódica de uma inspeção.

Estes são, assim, os passos a serem considerados durante o projeto e montagem de uma instalação elétrica em ambientes com possibilidade de presença de material inflamável, típico das indústrias que processam, manuseiam e/ou armazenam produtos inflamáveis.

O primeiro passo, portanto, é classificar a área. Para isso, pergunta-se:

Será que é necessário conhecer as propriedades e o comportamento das substâncias inflamáveis quando liberadas para o meio externo?

Sem dúvida, e esse será o próximo assunto a ser examinado.

2.2 Propriedades básicas das substâncias inflamáveis

A metodologia para a classificação de áreas pode ser encontrada nas normas técnicas. Porém, o conhecimento de como as substâncias inflamáveis comportam-se ao serem liberadas para o meio externo, é de crucial importância para a primeira avaliação do grau de risco (classificação de áreas). Felizmente, os procedimentos para esta tarefa já levam em conta grande parte dessas propriedades, de modo que o usuário poderá elaborar um plano de classificação de áreas, sem que seja necessário um profundo conhecimento das propriedades físicas e químicas das substâncias inflamáveis. Porém, existem quatro propriedades dessas que são imprescindíveis para o trabalho de classificação de áreas e apresentam, portanto, primordial importância para o desenvolvimento de todo o resto do trabalho:

2.2.1 Ponto de Fulgor (Flash Point)

O fato de haver uma mistura de vapor e ar acima da superfície do líquido por si só não significa que esta mistura seja inflamável. Quando a evaporação é devida à difusão e a convecção é fraca, o enriquecimento do ar com vapor acima da superfície do líquido pode ser

tão desprezível que não resulte numa mistura inflamável. Quando a temperatura ambiente é suficientemente alta, o líquido desenvolve uma grande quantidade de vapor por evaporação, que é capaz de formar uma mistura inflamável acima da superfície do líquido. A temperatura na qual isto ocorre é chamada de

Ponto de fulgor

Por definição, o ponto de fulgor é:

Menor temperatura na qual um líquido libera vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável.

O conhecimento do ponto de fulgor é extremamente importante para a definição da área classificada.

A definição de líquido inflamável e líquido combustível, baseada nos valores de ponto de fulgor e pressão de vapor, é estabelecida pela NBR 7505 - Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis, que adotou as mesmas definições da norma americana NFPA 30 - Flammable and Combustible Liquids Code. Conforme esta norma, têm-se as seguintes definições:

“... Líquido combustível

Líquido que possua ponto de fulgor igual ou maior do que 37,8° C (100° F) quando determinado pelo método do vaso fechado (ASTM D56-Standard Method of Test for Flash Point by the Tag Closed Tester). Os líquidos combustíveis são classificados como Classe II ou Classe III, conforme a seguir:

- a) Líquido Classe II - qualquer líquido que possua ponto de fulgor igual ou superior a 37,8° C (100° F) e abaixo de 60° C (140° F);
- b) Líquido Classe IIIA - qualquer líquido que tenha ponto de fulgor igual ou superior a 60° C (140° F) e abaixo de 93° C (200° F);
- c) Líquido Classe IIIB - qualquer líquido que possua ponto de fulgor igual ou acima de 93° C (200° F).

Nota: O limite superior de 93° C (200° F) é dado porque essa norma não se aplica a líquidos com ponto de fulgor acima de 93° C (200° F). Isto não significa que líquidos com ponto de fulgor acima de 93° C (200° F) não sejam combustíveis.”

“... Líquido inflamável

Líquido que possua ponto de fulgor igual ou inferior a 37,8° C (100° F), quando determinado pelo método acima mencionado. Os líquidos inflamáveis são denominados de Classe I, conforme a seguir:

a) Líquidos Classe I - líquidos que tenham ponto de fulgor inferior a 37,8° C (100° F) e pressão de vapor (Reid pressure) que não exceda a 2068,6 mm Hg (40 psig) a 37,8° C (100° F), quando determinado pelo método ASTM D 323 - Standard Method of Test for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method). Os líquidos da Classe I são subdivididos conforme mostrado a seguir:

- Líquidos Classe IA - líquidos que tenham ponto de fulgor abaixo de 22,8° C (73° F) e ponto de ebulição inferior a 37,8° C (100° F);

- Líquidos Classe IB - líquidos que tenham ponto de fulgor inferior a 22,8° C (73° F) e ponto de ebulição igual ou superior a 37,8° C (100° F);

- Líquidos Classe IC - líquidos que tenham ponto de fulgor igual ou superior a 22,8° C (73° F), porém inferior a 37,8° C (100° F).

Nota 1: Os líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 22,8° C (73° F) acondicionados em tambores ou outros recipientes portáteis, fechados, que não ultrapassem a capacidade individual de 250L, não são considerados para efeito desta norma; ...

Nota 2: A volatilidade dos líquidos aumenta com a temperatura. Quando aquecidos acima do seu ponto de fulgor, os líquidos das Classes II e III, estarão sujeitos ao mesmo comportamento que os líquidos das Classes I e II respectivamente. O mesmo raciocínio vale para os líquidos que possuam ponto de fulgor acima de 93° C (200° F), desde que sejam aquecidos acima de seu ponto de fulgor quando serão considerados como líquidos da Classe III.”

2.2.2 Limites de Inflamabilidade

Durante o processo de evaporação de um líquido inflamável com a formação de uma mistura acima da superfície livre do líquido acontecem fases diferentes de concentração, de modo que com baixa concentração a mistura ainda não é inflamável. Ela é dita mistura pobre. Somente à temperatura correspondente à do ponto de fulgor (ponto de combustão), a mistura torna-se inflamável. Nesta concentração, a mistura é inflamável sob certas condições. A mínima concentração na qual a mistura torna-se inflamável é chamada:

Limite inferior de inflamabilidade

e a temperatura a ela associada é chamada de ponto inferior de inflamabilidade. Se a concentração continua elevando-se pelo acréscimo de temperatura, é atingido um grau de concentração em que a mistura possui uma alta percentagem de gases ou vapores, de modo que a quantidade de oxigênio é tão baixa que uma eventual ignição não consegue se propagar pelo meio. Essa concentração é chamada:

Limite superior de inflamabilidade

e a temperatura a ela associada é chamada de ponto superior de inflamabilidade. Acima dessa concentração, a mistura é chamada de mistura rica. Entre o limite inferior de inflamabilidade (LII) e o limite superior de inflamabilidade (LSI) há uma faixa denominada de:

Faixa de inflamabilidade, que geralmente é expressa em porcentagem por volume ou em gramas por metro cúbico, referidas a 20°C e à pressão de 1 bar. As substâncias que possuem faixas de inflamabilidade amplas apresentam maior risco, quando comparadas com outras que possuem faixas de inflamabilidade menores, pois, no caso de liberação para a atmosfera, o tempo de permanência com mistura inflamável será tanto maior quanto maior for a faixa de inflamabilidade da substância, considerando-se as mesmas condições de liberação em ambos os casos. Na tabela a seguir, estão alguns exemplos de faixas de inflamabilidade aplicáveis a algumas substâncias inflamáveis comuns.

Tabela 1 - Limites de Inflamabilidade

Substância	Limites de Inflamabilidade			
	Inferior (%vol.)	Superior (%vol.)	Inferior (g/m³)	Superior (g/m³)
Metano CH ₄	5	15	33	100
Benzeno C ₆ H ₆	1,2	8	39	270
Éter Etílico (C ₂ H ₅) ₂ O	1,7	36	50	1100
Álcool Etílico C ₂ H ₅ OH	3,5	15	67	290
Dissulfeto de Carbono CS ₂	1	60	30	1900
Hidrogênio H ₂	4	75,6	3,3	64
Acetileno C ₂ H ₂	1,5	82	16	880



2.3 Densidade

Para quem vai fazer uma classificação de áreas, saber se o gás ou vapor inflamável, quando liberado para o meio externo, dirige-se para baixo ou para cima é de extrema importância, uma vez que a região de risco estará situada nas partes inferiores ou superiores, dependendo da densidade da substância inflamável.

Essa densidade, normalmente, é expressa em relação ao ar, ou seja, toma-se a densidade do ar como sendo igual a um e compara-se com as outras substâncias. Se for maior do que um, considera-se como mais pesado que o ar e se for menor que um, considera-se mais leve que o ar. Existem poucos gases e vapores com densidade relativa menor do que um. Incluídos nessa classe estão: hidrogênio, gás de rua, metano, amônia, acetileno e eteno. Os outros gases e vapores inflamáveis são mais pesados que o ar, e, em locais fechados, em que não haja uma forte convecção, eles podem ocupar as partes inferiores formando nuvens de gás e caminhar grandes distâncias sempre próximos ao solo. Neste caso eles estarão subordinados ao processo de difusão. E, pelo fato de ser mais leve que o ar não se acumulam nas regiões baixas, é possível uma rápida mistura com o ar no ambiente e, neste caso, a formação de mistura explosiva torna-se particularmente minimizada.

Do ponto de vista prático, considera-se como gás ou vapor mais pesado que o ar aquele que tenha densidade em relação ao ar superior a 1,1 e como mais leve que o ar aquele que tenha densidade relativa igual ou inferior a 0,8. Na faixa situada entre 0,8 e 1,1, o comportamento do gás ou vapor fica muito próximo do comportamento do ar, e este fato deve ser levado em conta quando da classificação de áreas.



2.4 Temperatura de Ignição

As substâncias inflamáveis podem iniciar um processo de combustão se tiverem contato com alguma superfície aquecida e a temperatura dessa superfície for superior à sua temperatura de ignição. Esta é uma propriedade particular das substâncias inflamáveis e, como os equipamentos elétricos e/ou eletrônicos podem gerar temperaturas elevadas, é necessário que no projeto das instalações elétricas esse fato seja considerado. Por isso, é definida a classe de temperatura, que é um parâmetro obrigatório de marcação nos equipamentos elétricos para uso em atmosferas potencialmente explosivas, e significa a indicação, através de um código, a respeito da máxima temperatura que pode ser atingida pela superfície de um equipamento elétrico em serviço sob as mais adversas condições, porém dentro de tolerâncias. Portanto, o conhecimento das temperaturas de ignição das substâncias inflamáveis torna-se também de capital importância para o desenvolvimento de uma classificação de áreas. A maioria das substâncias inflamáveis possui, felizmente, temperaturas de ignição elevadas, o que é uma característica a favor da segurança, porém, em compensação, há equipamentos elétricos que podem gerar altas temperaturas, como por exemplo, os resistores de aquecimento, ou as luminárias, que dependendo do tipo e potência da lâmpada podem criar temperaturas de superfície muito elevadas.

A maioria dos produtos da indústria de petróleo, por exemplo, possuem temperaturas de ignição superiores a 200°C, o que permite, nesse caso, aplicar equipamentos elétricos cujas temperaturas de superfície situem-se abaixo desse valor.

2.5 Classificação de uma Área

2.5.1 Introdução

Classificar uma área, conforme visto anteriormente, significa elaborar um mapa que define, entre outras coisas, o volume de risco dentro do qual pode ocorrer mistura inflamável. Para isto, estão disponíveis normas e procedimentos que permitem efetuar o desenho de classificação de áreas. Historicamente, o início da indústria de processo no Brasil foi caracterizado pela importação de projetos, em sua maioria de origem americana. No que se refere às instalações elétricas em atmosferas potencialmente explosivas, durante muito tempo, seguiu-se a orientação da normalização técnica americana, destacando-se os documentos: NEC-National Electrical Code e as publicações do API-American Petroleum Institute. Praticamente esse fato perdurou até recentemente na maioria das indústrias de petróleo, químicas e petroquímicas.

Porém, no início da década de 80, foi implantada na ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, o Sub-Comitê 31, encarregado de elaborar normas brasileiras sobre esse assunto, mas a condição era de que essas normas fossem feitas com base nas normas internacionais, particularmente da IEC-International Electrotechnical Commission.

Quando se começou a manusear as normas internacionais, tomou-se conhecimento de uma evolução tecnológica muito significativa, que mudava de maneira bastante radical os conceitos até então adotados aqui no Brasil.

Essas mudanças refletem-se de modo geral, abrangendo a construção dos equipamentos, a classificação de áreas, e a maneira de executar as montagens elétricas. Deve-se ressaltar que mesmo os Estados Unidos hoje estão adotando também a tecnologia prevista pelas normas internacionais, através de revisões recentes de seus documentos normativos. Percebe-se claramente uma tendência universal de adoção das normas internacionais como base para o desenvolvimento de normas nacionais e regionais.

Em vista de haver, ainda em grande parte de nossa indústria, instalações feitas com base nas normas americanas, será adotado neste trabalho o seguinte critério: em todos os tópicos, em que for aplicável, será feita a menção às duas linhas de atuação - a americana e a brasileira/internacional. Tal critério será útil, também, pelo fato de que o leitor poderá por ele mesmo, comparar as duas tecnologias, e extrair daí o seu próprio sentimento em relação às vantagens de uma técnica sobre a outra.

A adoção das normas internacionais possibilitou ao Brasil um grande avanço, uma vez que disponibilizou novas alternativas para aplicação de equipamentos elétricos em áreas classificadas, que se mostram quando comparadas com as técnicas americanas, muito mais interessantes, quer seja do ponto de vista econômico, quer seja do ponto de vista de nível de segurança.

2.5.2 Conceituação Conforme Prática Americana

Os ambientes onde pode ocorrer presença de produtos inflamáveis são definidos por três CLASSES, levando em conta se o produto inflamável está na forma de gás ou vapor, pó ou fibra, conforme mostra o quadro seguinte.

Classe I	Gases e Vapores
Classe II	Pós
Classe III	Fibras

As Classes I e II são subdivididas em grupos. Essa subdivisão em grupos está fundamentada nas propriedades físicas e químicas das substâncias inflamáveis quando submetidas a uma combustão. Quer-se dizer que as substâncias pertencem a um mesmo grupo porque elas se comportam de forma similar quando submetidas à combustão, ou seja, desenvolvem valores similares de elevações de pressão, velocidades de propagação de chama e elevações de temperatura. Na tabela a seguir, são apresentados exemplos dessa subdivisão em grupos:

Classe I	Grupo A	Acetileno
	Grupo B	Butadieno, Óxido de Etileno, Acroleína, Hidrogênio (ou gases e vapores de risco equivalente ao do Hidrogênio, tais como certos gases manufaturados)
	Grupo C	Ciclopropano, Éter Etilico, Etileno, Sulfeto de Hidrogênio, ou gases e vapores de risco equivalente.
	Grupo D	Acetona, Álcool, Amônia, Benzeno, Benzol, Butano, Gasolina, Hexano, Metano, Nafta, Gás Natural, Propano, vapores de vernizes, ou gases e vapores de risco equivalente.

São também previstas pelo NEC as seguintes concessões para aplicação de equipamento elétrico, considerando as diferenças entre os Grupos:

- Equipamentos do Grupo D podem ser utilizados em atmosferas contendo

Butadieno, desde que todos os eletrodutos que chegam ao invólucro à prova de explosão sejam selados com unidades seladoras à prova de explosão instaladas a não mais do que 45 cm do invólucro;

- Equipamentos do Grupo C podem ser utilizados em atmosferas contendo Éter Alil Glicídico, Éter n-Butil Alil Glicídico, Óxido de Etileno, óxido de propileno e acroleína, desde que todos os eletrodutos que chegam ao invólucro à prova de explosão sejam selados com unidades seladoras à prova de explosão instaladas a não mais do que 45 cm do invólucro.
- Os locais que contêm amônia podem ser considerados como áreas não classificadas ou de menor risco, em função de ser um produto altamente tóxico, que exige medidas de proteção contra vazamento, além de ser mais leve que o ar;
- Certos locais podem conter produtos químicos que requerem medidas de proteção adicionais além daquelas necessárias para o respectivo Grupo. É o caso do dissulfeto de carbono, que possui baixa temperatura de ignição 100°C, além do diminuto interstício para o resfriamento do gás em juntas à prova de explosão.

Classe II	Grupo E	Pós metálicos combustíveis, incluindo alumínio, magnésio, e suas ligas comerciais ou outros pós combustíveis, cujo tamanho de suas partículas, abrasividade e condutividade apresentem risco similar quanto ao uso de equipamentos elétricos.
	Grupo F	Pós carbonáceos combustíveis, tendo mais do que 8% no total de materiais voláteis ou tenham reagido com outros materiais e apresentam risco de explosão. Pós de carvão, de grafite, e pós de coque são exemplos de pós carbonáceos.
	Grupo G	Pós combustíveis que não se enquadrem nos Grupos E e F, incluindo pós de cereais, de grãos, de plásticos, de madeiras e de produtos químicos. Exemplos: açúcar, ovo em pó, farinha de trigo, goma arábica, celulose, vitamina B1, vitamina C, aspirina, algumas resinas termoplásticas, etc.

Observações:

1. Certos pós metálicos podem ter características próprias que requeiram medidas adicionais de proteção além das usuais, como é o caso de atmosferas que contém pó de Alumínio, Magnésio e suas ligas comerciais. Por exemplo, pós de Zircônio, Tório e Urânio têm temperaturas de ignição extremamente baixas (tão baixas como 20°C) e energias mínimas de ignição mais baixas do que qualquer material da Classe I ou Classe II;
2. As características de explosão com pós combustíveis varia com os materiais envolvidos. Para os materiais da Classe II, a subdivisão em Grupos envolve o efetivo aperto nas juntas e as entradas de eixos, de modo a evitar a penetração do pó nos invólucros à prova de ignição de pós, além do efeito de sobreaquecimento provocado por depósito em camadas de pó nos invólucros, e também da temperatura de ignição do material. Por isso é necessário que o invólucro seja aprovado não somente para a Classe, mas também para o Grupo para o qual o mesmo será aplicado.

Classes de Temperatura

As classes de temperatura, que se constituem em item obrigatório de marcação para a maioria dos equipamentos elétricos para áreas classificadas, são indicadas através de códigos para os ambientes de Classe I e através de números para os ambientes de Classe II. Essa marcação é uma informação para o usuário do equipamento a respeito das máximas temperaturas de superfície que os equipamentos podem atingir em operação normal ou de sobrecarga prevista, considerando a temperatura ambiente máxima igual a 40°C. Os valores são os seguintes:

1. Para a Classe I:

Temperatura Máxima de Superfície		Número de Identificação (Código)
°C	°F	
450	842	T1
300	572	T2
280	536	T2A
260	500	T2B
230	446	T2C
215	419	T2D
200	392	T3
180	356	T3A
165	329	T3B
160	320	T3C
135	275	T4
120	248	T4A
100	212	T5
85	185	T6

Fonte : NEC® - 1999.

Observações:

1. Para equipamentos que, em condições normais de operação, não são produtores de calor, tais como caixas con-

tendo terminais de ligação, eletrodutos e acessórios, e equipamentos que produzem calor, mas cuja temperatura máxima não ultrapasse a 100°C, não há necessidade de marcação no tocante à temperatura de operação;

2. Para luminárias de instalação fixa, designadas para operar em Classe I Divisão 2, ou Classe II Divisão 2, apenas não são marcadas, obrigatoriamente, em relação ao Grupo;
3. Para equipamentos de uso industrial (comuns) de instalação fixa, exceto luminárias, aplicados em Classe I Divisão 2, que sejam permitidos para esta aplicação, não necessitam ser marcados com Classe, Grupo, Divisão ou temperatura de operação.
4. Equipamentos elétricos, que são projetados para operar em temperaturas ambientes superiores a 40°C, devem ser marcados com ambas as temperaturas: a temperatura ambiente máxima e a temperatura de operação ou faixa de temperaturas de operação.

Observação:

Para a Classe III não há subdivisão em Grupos.

Para a Classe I, conforme mencionado anteriormente, a subdivisão em grupos é feita tendo em vista a similaridade de propriedades das substâncias com relação ao seu comportamento durante um processo de combustão. Porém, uma particularidade importantíssima, nessa subdivisão em grupos, é o fato de que a ordem, conforme a seguir,



significa uma gradação de risco, ou seja, se ocorre uma explosão com um produto do Grupo A, o efeito de elevação de pressão, velocidade de propagação de chama e elevação de temperatura são maiores do que se fosse uma explosão com um gás ou vapor do Grupo B, que por sua vez teria um efeito maior do que se fosse uma explosão com um gás ou vapor do Grupo C, e assim por diante. Por esta razão, se um equipamento elétrico foi aprovado em função de ensaios de explosão ou de energia mínima de ignição, para ser aplicado num determinado grupo de gás, não pode ser, necessariamente, aplicado de forma segura em ambientes de grupos anteriores, pois os esforços e as energias solicitados seriam muito maiores e o equipamento pode não ter condições de suportar tais solicitações.

Para a Classe II, a subdivisão em Grupos leva em conta a propriedade que tem as poeiras combustíveis de conduzirem ou não eletricidade. Desse modo, os critérios de instalação aplicáveis a esse tipo de indústria diferem bastante dos critérios aplicáveis às indústrias da Classe I. A proteção dos invólucros contra a penetração de poeira, principalmente para os Grupos E e F (condutores de eletricidade), exerce um papel muito importante como requisito de construção dos equipamentos. Para o Grupo G, os cuidados maiores estão na proteção contra a geração de eletricidade estática, que ocorre pela movimentação desse tipo de material não condutor de eletricidade.

Nesta Classe, estão as indústrias farmacêuticas, alimentícias e carboníferas.

Para a Classe III, que é a de menor risco, pois os materiais inflamáveis estão sob a forma de fibras mais pesadas, praticamente não havendo em suspensão no ar, não há subdivisão em Grupos e os critérios de instalação são menos rigorosos que os aplicáveis às das Classes I e II.

2.5.3 O Conceito de Divisão para a Classe I

Quando são mencionados os termos classe e grupo, a referência é feita apenas ao tipo de substância que pode estar presente naquela atmosfera. Esta informação, embora necessária para um trabalho de classificação de áreas, não é suficiente. É preciso complementar esses dados com mais duas indicações: uma delas refere-se ao grau de risco (alto ou baixo) que é esperado existir na respectiva área e a outra, em que extensão esse grau de risco ocorre (isto é, qual o volume desse risco).

De acordo com a visão americana, o grau de risco esperado no local é uma informação apenas qualitativa, em dois níveis: alto ou baixo. Conceitualmente, a determinação do grau de risco está diretamente relacionada ao fato de que, se é esperado haver mistura inflamável em condições normais de operação do equipamento de processo, esse grau de risco deve ser considerado como alto. Se por outro lado, somente é esperado haver mistura inflamável externamente ao equipamento de processo se houver uma falha ou operação anormal desse equipamento, então o grau de risco deve ser considerado como baixo.

Se o ambiente possui um alto grau de risco, significa que existe uma alta probabilidade de presença de mistura inflamável e por outro lado, se o grau de risco é baixo, a probabilidade de presença de mistura inflamável associada também é baixa. Pela terminologia americana, estes locais recebem a seguinte denominação:

Locais com baixa probabilidade de presença de mistura inflamável	Divisão 2
Locais com alta probabilidade de presença de mistura inflamável	Divisão 1

Resumindo:

As áreas de divisão 1 são aquelas em que os gases ou vapores inflamáveis podem existir:

- a) continuamente, intermitentemente, ou periodicamente em condições normais de operação do equipamento de processo;
- b) freqüentemente, devido a vazamentos provocados por reparos de manutenção freqüentes;
- c) quando o defeito em um equipamento de processo ou operação incorreta do mesmo provoca, simultaneamente, o aparecimento de uma mistura explosiva e uma fonte de ignição de origem elétrica.

As áreas de divisão 2 são aquelas em que os gases e vapores inflamáveis podem existir:

- a) somente em caso de quebra acidental ou operação anormal do equipamento de processo;
- b) em áreas adjacentes às de Divisão 1;
- c) em locais onde exista um sistema de ventilação forçada.

Observação:

É importante considerar que o termo “operação anormal”, neste contexto, refere-se ao

caso em que a liberação de produto inflamável para o meio externo ocorre de uma forma controlada, prevista, em pequenas quantidades. Estão excluídas deste significado, as situações consideradas como catastróficas, como por exemplo: o rompimento de um tanque de armazenamento de líquido inflamável, com liberação de uma grande quantidade de produto para o meio externo, bem como erupção de poço de petróleo, entre outras. Nestas situações, existem medidas de emergência que são tomadas ao tempo em que esses eventos acontecem, e que transcendem completamente àquelas aqui consideradas para efeito de instalação elétrica.

Cabe mencionar que ainda é muito pobre a disponibilidade de normas técnicas para instalação elétrica em locais de Classe II e Classe III.

2.5.4 Conceituação Conforme Prática Brasileira/Internacional

A prática brasileira está harmonizada com a prevista pela normalização internacional da IEC. Como se pode observar, existem diferenças muito significativas no modo de qualificar o problema.

Ao invés de classificar os ambientes em classes, a norma internacional fala em grupos, com o seguinte significado:

- Grupo I - são assim marcados os equipamentos fabricados para operar em mineração subterrânea;
- Grupo II - são assim marcados os equipamentos fabricados para operar em outras indústrias (indústrias de superfície), sendo subdividido, conforme as características das substâncias envolvidas, em IIA, IIB e IIC.

As substâncias e seus respectivos grupos estão, assim, definidos:

Grupos	Substância
IIA	Mesmas substâncias do grupo D do NEC, mais acetaldeído e monóxido de carbono.
IIB	Mesmas substâncias do grupo C do NEC, mais acroleína, óxido de eteno, butadieno, gases manufaturados contendo mais do que 30% em volume de Hidrogênio e óxido de propileno
IIC	Atmosfera contendo: hidrogênio, acetileno, e dissulfeto de carbono

Então, de forma geral, a subdivisão em grupos, conforme adotado pela normalização americana e internacional, está, assim, relacionada:

Norma Americana	Norma Brasileira/Internacional
A	C
B	
C	B
D	A

O Conceito de Zona

O termo divisão, conforme utilizado pela filosofia americana, é substituído na norma brasileira e internacional pelo conceito de ZONA, sendo estabelecidos três níveis de grau de risco, ao invés de dois. Ou seja, tem-se:

- Zona 0 - local onde a ocorrência de mistura inflamável é contínua ou existe por longos períodos;
- Zona 1 - local onde a ocorrência de mistura inflamável é provável de acontecer em condições normais de operação do equipamento de processo;
- Zona 2 - local onde a ocorrência de mistura inflamável é pouco provável de acontecer e, se acontecer, é por curtos períodos, estando associada à operação anormal do equipamento de processo.

Pelas definições assim adotadas:

Norma Americana	Divisão 1	Divisão 2
Norma IEC/Brasileira	Zona 0 Zona 1	Zona 2

Os locais denominados como zona 0, que não eram considerados na designação americana, são definidos como sendo aqueles locais onde praticamente existe mistura inflamável durante todo o tempo. O exemplo típico de um local zona 0 é a parte interna situada acima da superfície do líquido inflamável em um tanque de armazenamento, onde existe uma altíssima probabilidade de formação de uma mistura inflamável.

2.6 Extensão das Áreas Classificadas (volumes de risco)

A determinação da extensão da área classificada representa o volume de risco que o equipamento de processo, que contém o produto inflamável, apresenta para o meio externo. Esse volume de risco receberá a denominação de zona 0, zona 1 ou zona 2, ou divisão 1,

divisão 2, dependendo da filosofia utilizada: internacional (brasileira) ou americana.

A principal questão é estabelecer critérios para a determinação desse volume de risco, o que implica na análise e tratamento de diversos fatores relacionados não só com a substância inflamável em questão, mas também com fatores externos, tais como: condições de ventilação, porte e tipo do equipamento de processo, etc.

O porte e o tipo do equipamento de processo oferece uma influência muito forte na determinação desse volume de risco. Os documentos americanos introduziram o conceito de fonte de risco de magnitude relativa, para expressar as diferenças que o porte e o tipo do equipamento de processo apresentam para a determinação do volume de risco.

As condições de ventilação mostram-se como um dos fatores mais importantes a ser considerado. Nas diversas normas sobre classificação de áreas, são encontradas diversas definições a respeito de ventilação, conforme apresentado a seguir:

a) API RP 500 (1997) estabelece o conceito de ventilação em três níveis:

- Ventilação Adequada - ventilação natural ou artificial considerada como suficiente para evitar o acúmulo de quantidades significativas de mistura inflamável em concentrações que estejam acima de 25% de seu Limite Inferior de Inflamabilidade (LII);
- Ventilação Inadequada - aplicável a salas, prédios ou espaços que não tenham sistema de ventilação natural ou mecânica capazes de prover ventilação adequada conforme definida acima;
- Ventilação Limitada - ventilação natural ou artificial que seja suficiente para assegurar, de modo razoável, que não haverá acúmulo de mistura inflamável de hidrocarbonetos em concentração acima de 25% de seu LII por períodos de tempo significativos. Este conceito é aplicável para liberações que sejam relativamente pequenas em quantidade ou curtas em duração.

b) A IEC 60079-10 define ventilação do seguinte modo:

- Ventilação Natural - movimento do ar e sua renovação com o ar ambiente devido aos efeitos de vento e/ou gradiente de temperatura;
- Ventilação Artificial Geral - movimento do ar e sua renovação com o ar ambiente por meios artificiais (por exemplo, ventiladores) e aplicado a uma área geral;
- Ventilação Artificial Local - movimento do ar e sua renovação com o ar ambiente, por meios artificiais (usualmente extração), aplicado a uma fonte de risco particular ou a uma área local;
- Não Ventilado - locais onde não haja ventilação pelo fato de que o arranjo não permita renovação com o ar ambiente.

2.6.1 As Figuras de Classificação de Áreas

Para a determinação das figuras de classificação de áreas (volumes de risco) há duas abordagens completamente diferentes. Uma é a adotada pela normalização americana, que optou por aplicar figuras padronizadas, já levando em conta os diversos aspectos que influenciam na determinação desses volumes. A abordagem segundo a norma brasileira e internacional, é de não utilizar figuras padronizadas, deixando a cargo do usuário a escolha do melhor critério para a determinação da extensão das áreas classificadas. Para auxiliar, é apresentado um método de cálculo que serve para determinar se o local será zona 0, zona 1 ou zona 2, em função das condições de ventilação, e das taxas de liberação de material inflamável que são esperadas.

Serão consideradas as duas linhas de atuação, começando pela metodologia americana.

Metodologia americana para a determinação da extensão das áreas classificadas

A filosofia americana para a determinação dos volumes de risco, conforme mencionado anteriormente, estabelece figuras padronizadas que foram obtidas levando em conta todos os fatores que influenciam na determinação desses volumes. Assim, foi levado em

conta, por exemplo, velocidades de vento, tipos de indústria (porte e tipo do equipamento de processo), definindo então figuras aplicáveis a:

- Refinarias de petróleo;
- Unidades de transporte e armazenamento de produtos de petróleo;
- Unidades de produção de petróleo;
- Indústrias químicas.

O principal parâmetro considerado foi o conceito de fonte de risco de magnitude relativa, que foi dividida em três níveis: alta, média e baixa, a partir de dados de processo, referentes à vazão, volume e pressão. A tabela a seguir mostra os valores adotados:

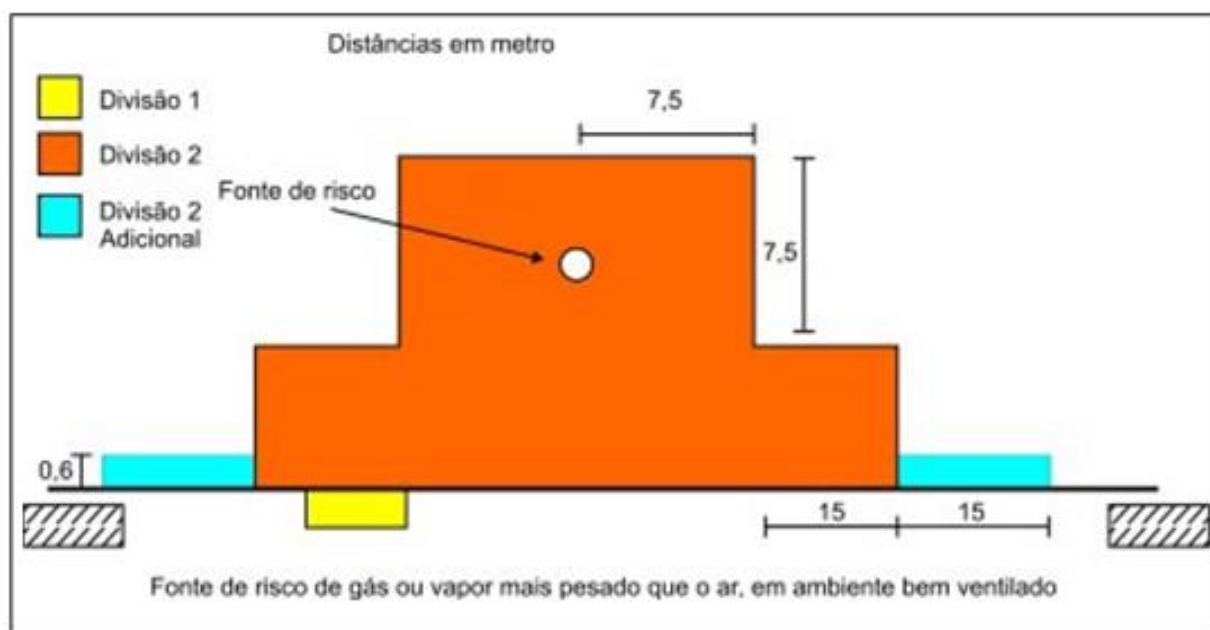
Equipamento de Processo	Unidade	Pequena/Baixa	Média/Moderada	Grande/Alta
Volume	m ³	< 19	19 a 25	> 25
Pressão	kg/cm ²	< 7	7 a 35	> 35
Vazão	m ³ /s	< 6,5.10 ⁻³	6,5.10 ⁻³ a 32,5. 10 ⁻³	> 32,5. 10 ⁻³

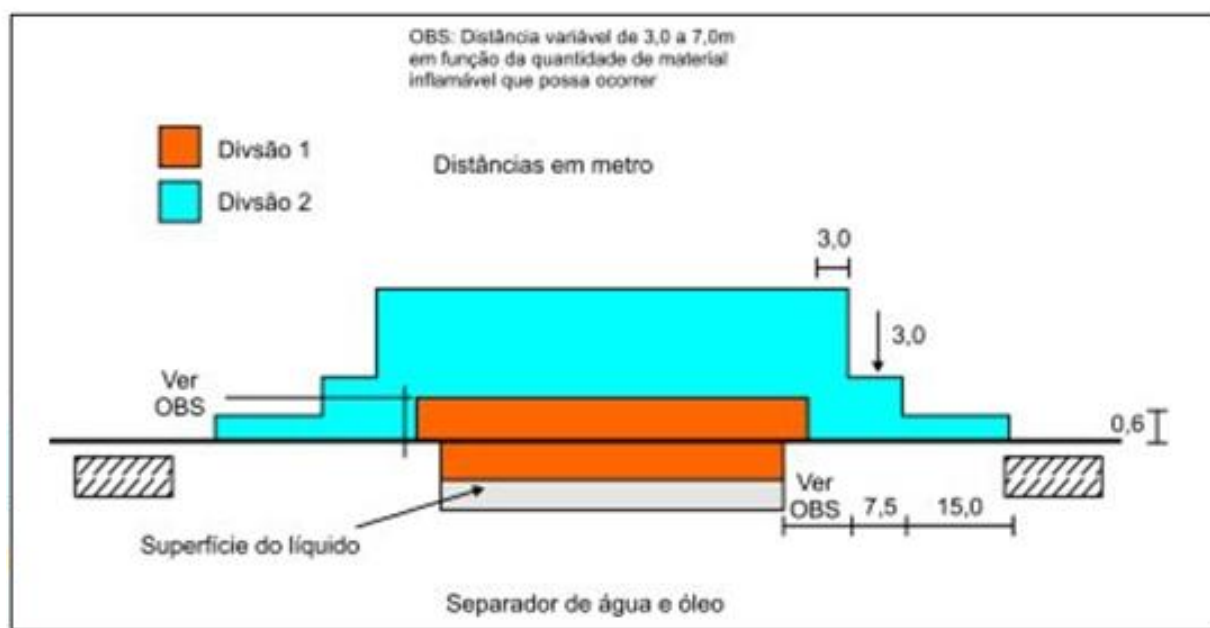
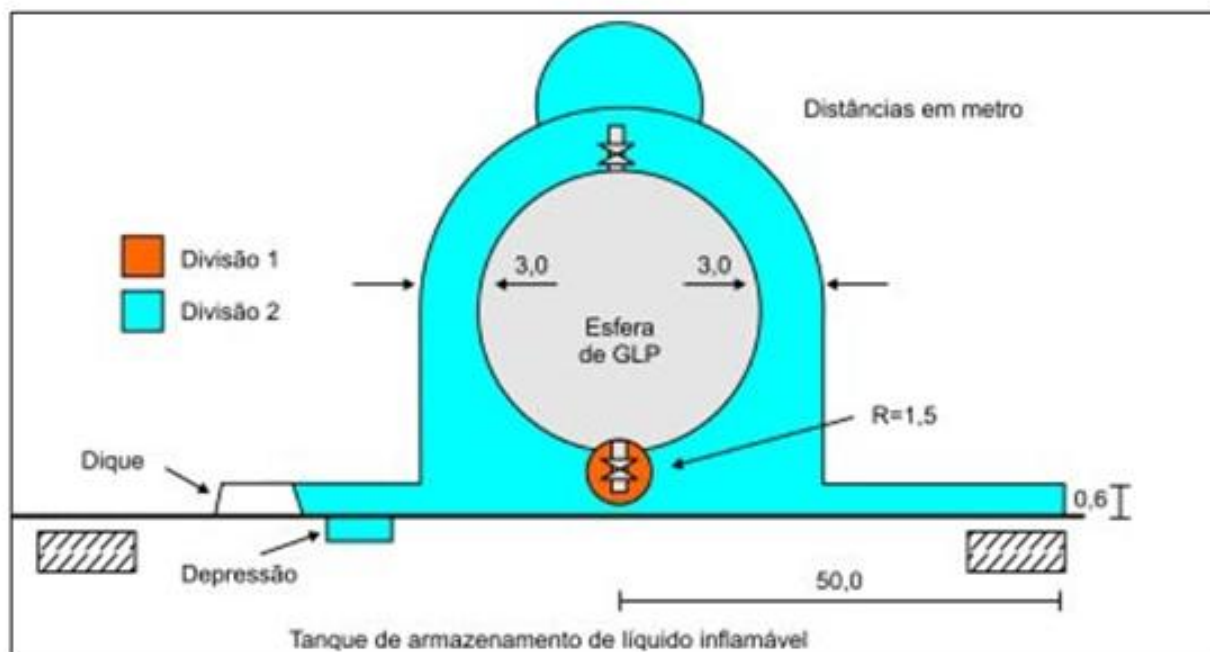
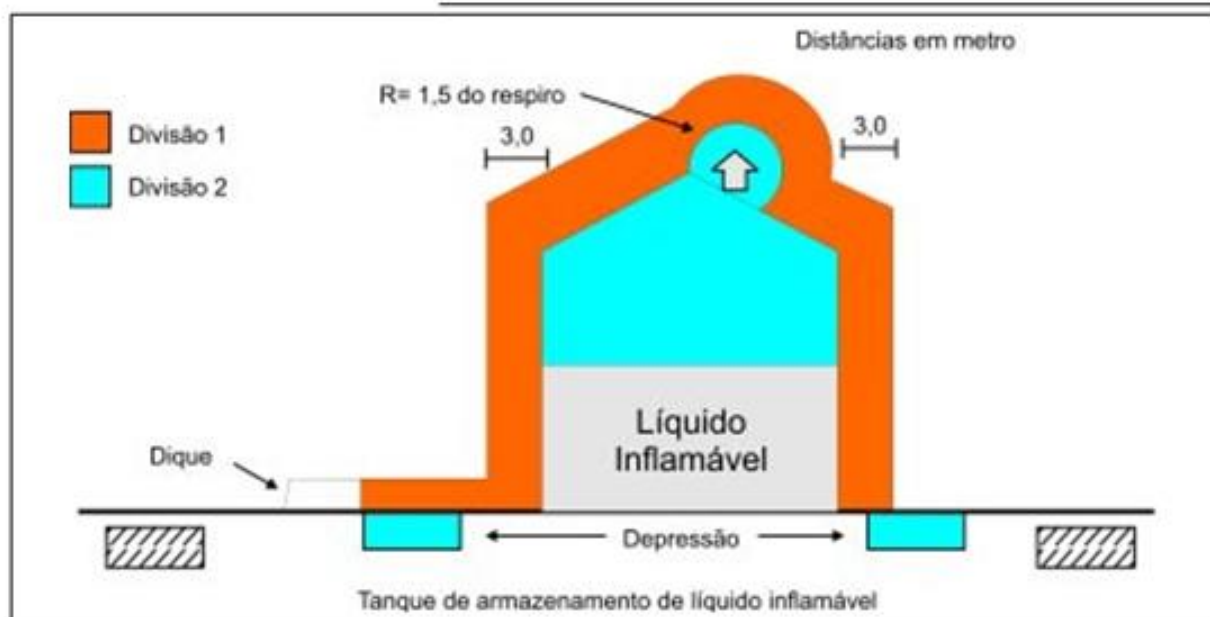
Figuras aplicáveis a refinarias de petróleo

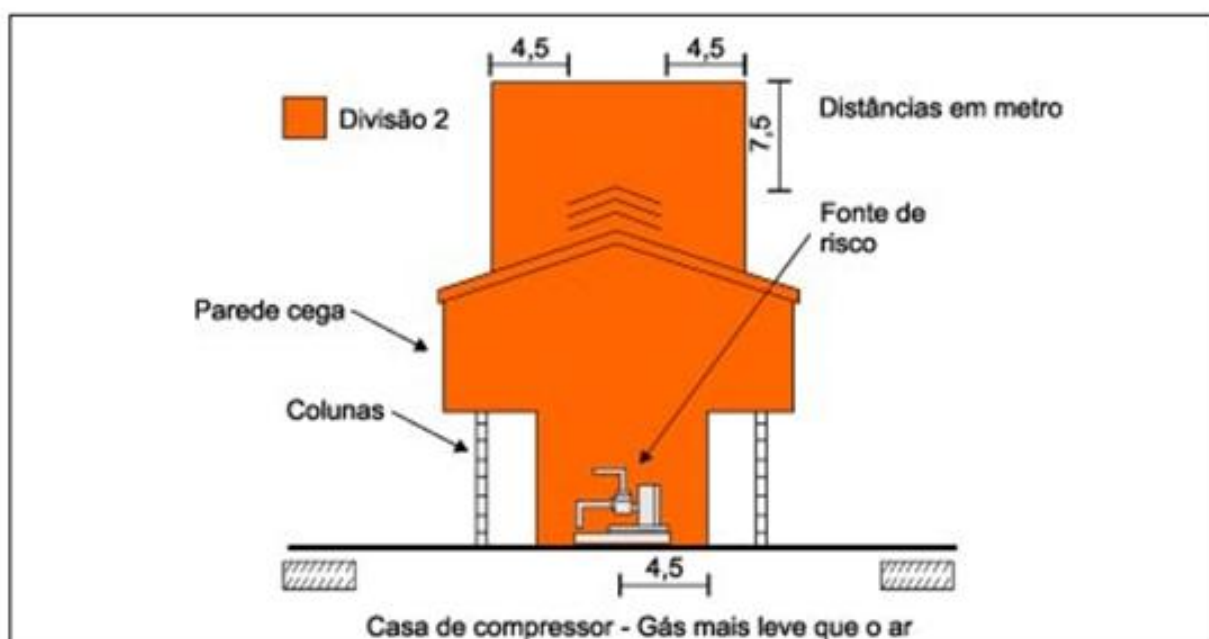
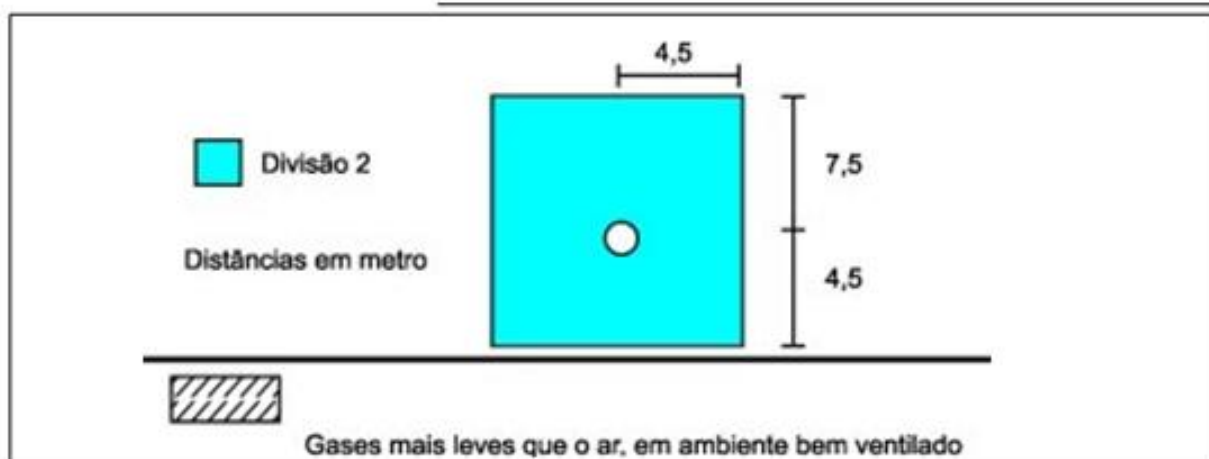
As figuras, a seguir apresentadas, foram extraídas dos documentos americanos API e NFPA, com autorização escrita daqueles órgãos, a fim de mostrar o conceito.

Observa-se que as refinarias de petróleo são consideradas como fontes de risco de magnitude relativa alta, o que lhes confere os maiores volumes de risco. As demais instalações, ou seja, transporte e armazenamento e unidades de produção de petróleo, estão entre média e baixa. Entende-se que as Refinarias sejam consideradas dessa forma, tendo em vista que seus equipamentos de processo, além de serem em grande número, grande diversidade de tipos, operam com parâmetros de processo normalmente elevados, havendo também para essas unidades, uma característica muito forte de processo. No caso das unidades de Armazenamento e Transporte de produtos de petróleo, bem como das instalações de produção, normalmente não há uma característica muito acentuada de processo, além do que os equipamentos de processo operam na maioria das vezes com parâmetros não tão elevados como no caso das Refinarias de Petróleo. Por exemplo, as unidades de produção de petróleo não têm grande diversidade de produtos inflamáveis. Praticamente os produtos são: petróleo, gás natural e eventualmente gás sulfídrico, além de não haver também características de processo.

Essas diferenças aparecem de forma clara quando se observam as distâncias envolvidas e serve como meio de comparação e alerta, mostrando que cada tipo de indústria pode requerer critérios diferentes para a determinação da extensão das áreas classificadas.





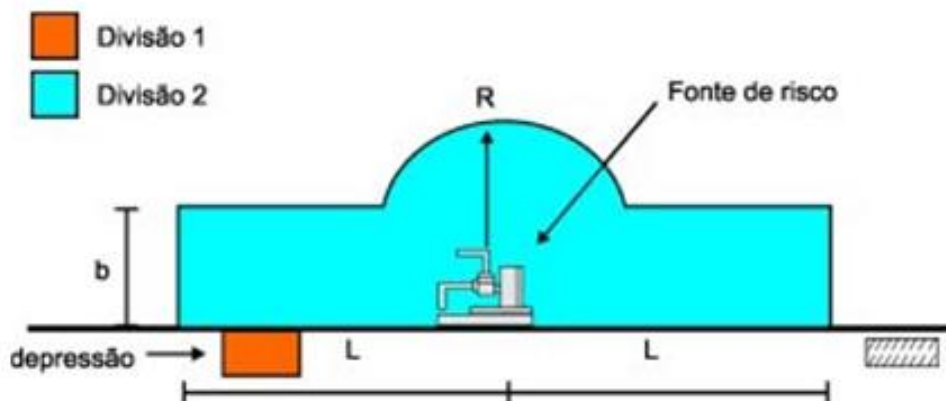


Figuras aplicáveis às áreas de transporte e armazenamento de petróleo e derivados

Para esse tipo de indústria, observa-se uma grande diferença, principalmente, nas dimensões da área classificada. Isto ocorre por não haver, nesse caso, uma característica forte de processo, além de que as fontes de risco são, normalmente, de um mesmo tipo, ou seja:

- tanques de armazenamento;
- bombas;
- tubulações e seus acessórios: válvulas, flanges, etc.;
- compressores;
- esferas de GLP;
- separadores de água e óleo;
- vasos de pressão;
- instalações de carregamento e descarregamento de navios e de caminhões.

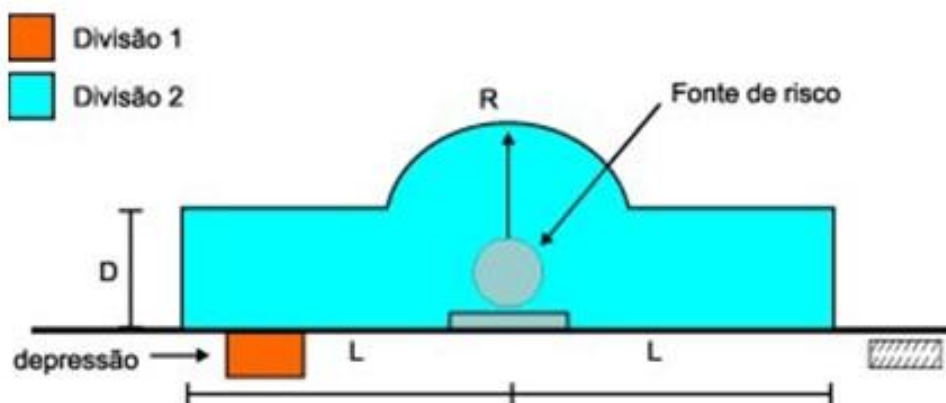
Nos exemplos a seguir, observa-se que as distâncias que definem a extensão da área classificada variam em função dos parâmetros de processo (conceito de fonte de risco de magnitude relativa).



Bomba ou compressor de líquido inflamável ou altamente volátil em ambiente com ventilação adequada

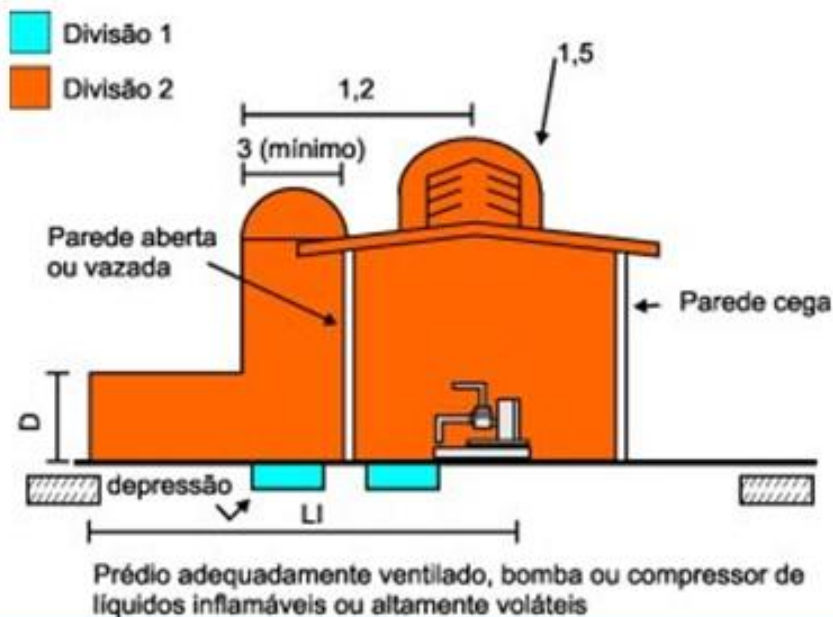
Nível	Distância (metro)		
	L	R	D
Líquido, pressão 275 psig (1896 kPa) ou menor	3	1	0,6
Líquido, pressão acima de 275 psig	15	7,5	0,6
Líquidos altamente voláteis (LAV)	30	7,5	0,6

No caso de tubulações, contendo acessórios, flanges, etc., a classificação de áreas tem uma forma muito semelhante à mostrada acima para bombas e compressores, porém as distâncias da extensão da área classificada são conforme mostrado a seguir:

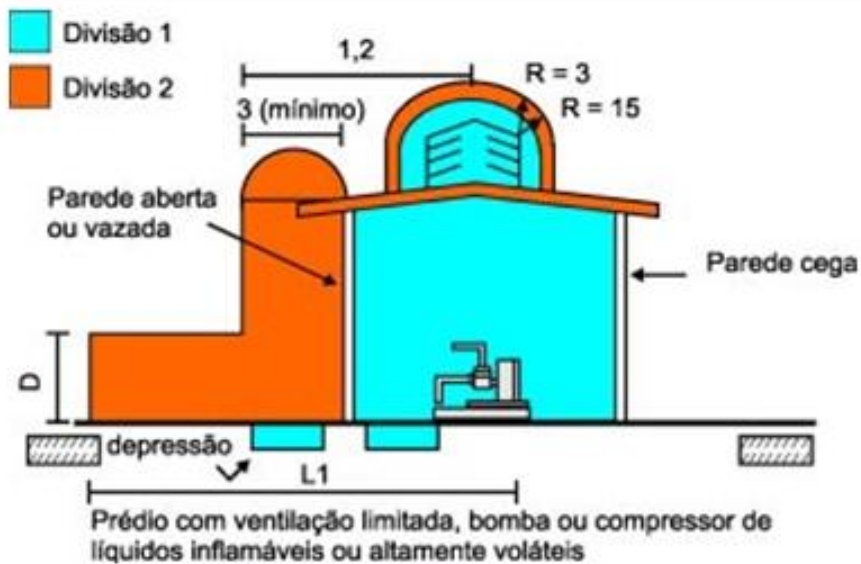


Tubulação com válvulas, acessórios roscaados, flanges, contendo líquido inflamável ou altamente volátil em ambiente não ventilado

Nível	Distância (metro)		
	L	R	D
Líquido, pressão 275 psig (1896 kPa) ou menor	3	1	0,6
Líquido, pressão acima de 275 psig	3	1	0,6
Líquidos altamente voláteis (LAV)	6	3	0,6



Nível	Distância (metro)		
	L1	L2	D
Líquido, pressão 275 psig (1896 kPa) ou menor	3	3	0,6
Líquido, pressão acima de 275 psig (v. nota a)	15	7,5	0,6
Líquidos altamente voláteis (LAV) (v. nota b)	30	7,5	0,6



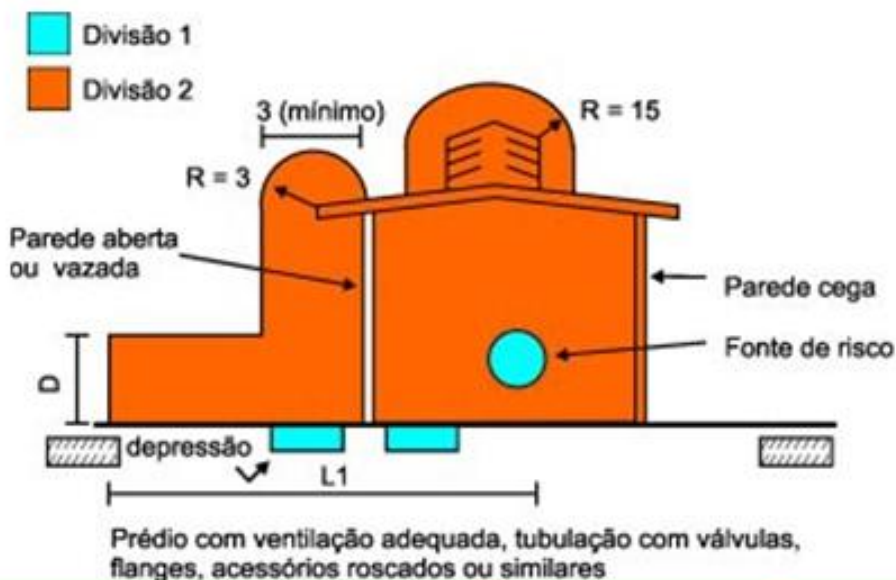
Nível	Distância (metro)		
	L1	L2	D
Líquido, pressão 275 psig (1896 kPa) ou menor	3	3	0,6
Líquido, pressão acima de 275 psig (v. nota a)	15	7,5	0,6
Líquidos altamente voláteis (LAV) (v. nota b)	30	7,5	0,6

Nota a: as dimensões do nível 1 podem ser usadas para pequenas bombas operando com pressões acima de 275 psig onde a probabilidade de vazamento é pequena;

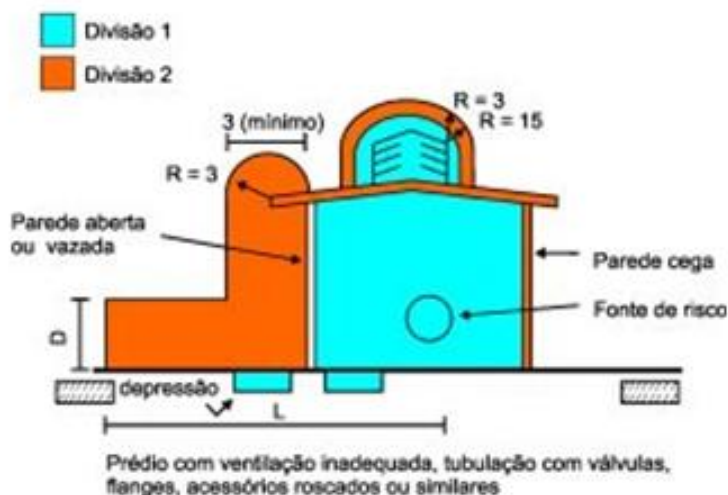
Nota b: A dimensão L1 pode ser reduzida a não menos do que 15 m onde a probabilidade de vazamento seja pequena.

Se, ao invés de uma bomba ou compressor no interior do prédio, houver uma tubulação com válvulas, acessórios roscados, flanges ou similares, a classificação de áreas assume uma forma similar às anteriores e as distâncias são modificadas para menos, em face do tipo de fonte de risco que se apresenta.

As figuras que representam essa situação são mostradas a seguir.



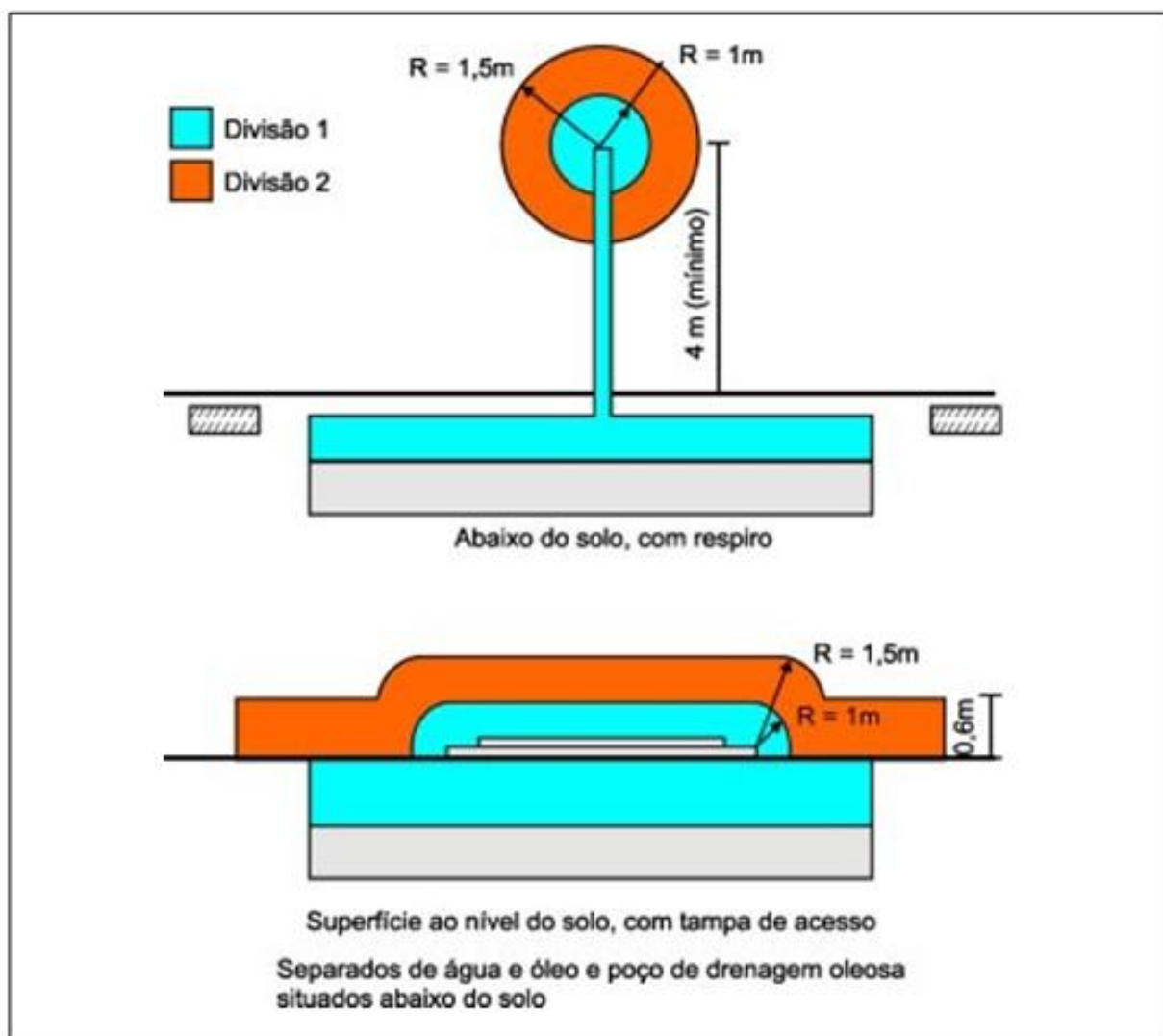
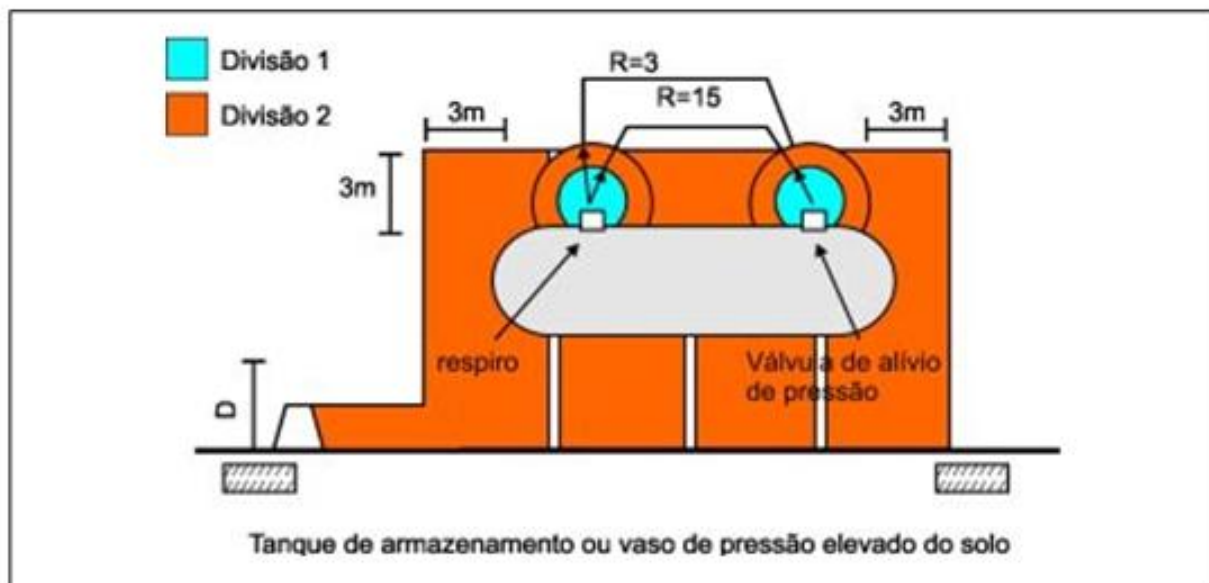
Nível	L	D
Líquido, pressão 275 psig (1896 kPa) ou menor	3	0,6
Líquido, pressão acima de 275 psig	3	0,6
Líquidos altamente voláteis (LAV)	6	0,6

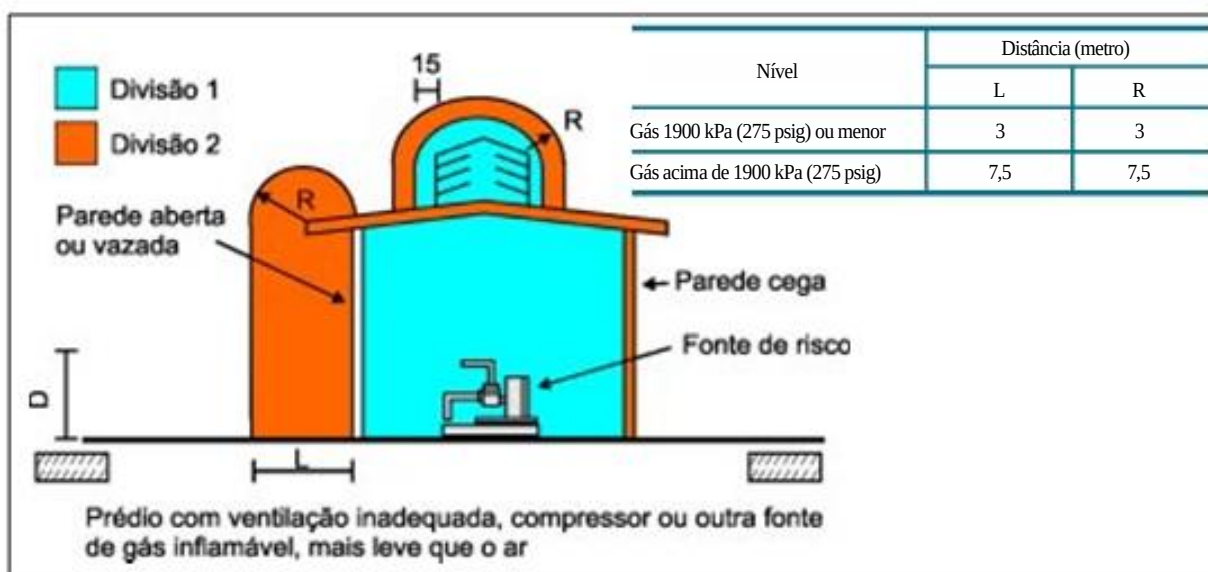
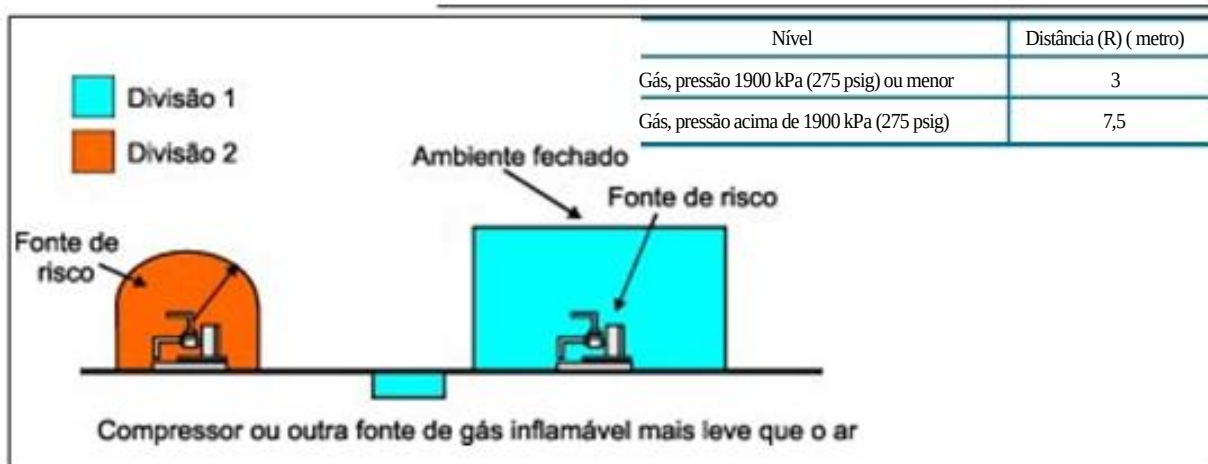


Nível	L	D
Líquido, pressão 275 psig (1896 kPa) ou menor	3	0,6
Líquido, pressão acima de 275 psig	3	0,6
Líquidos altamente voláteis (LAV)	6	0,6

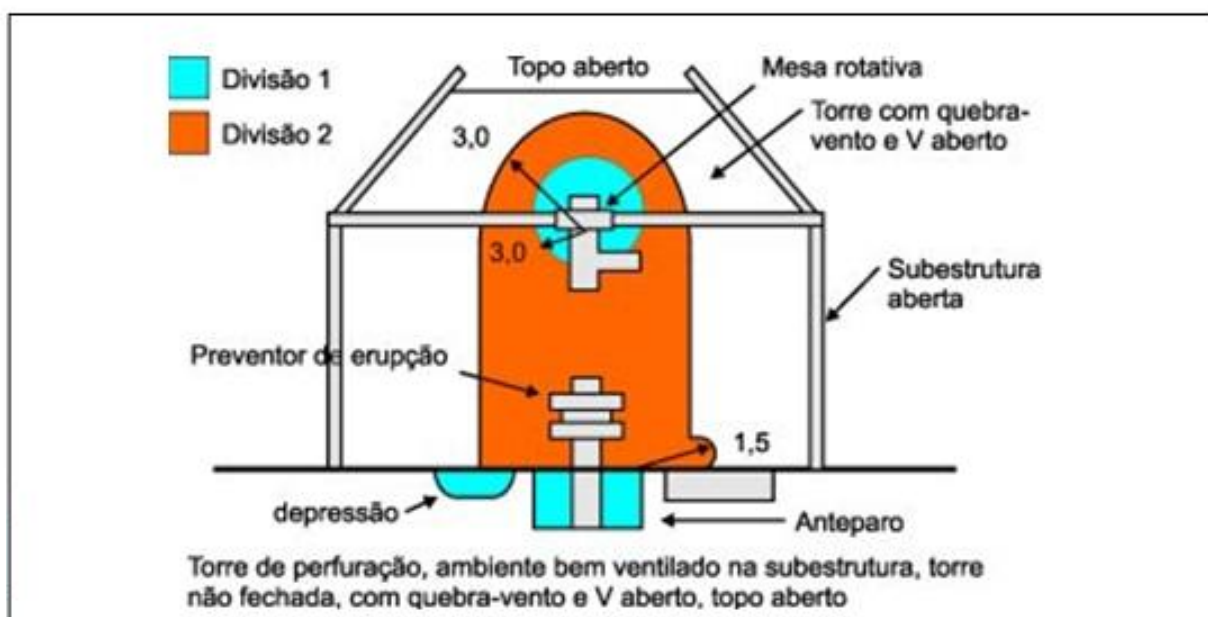
Observação:

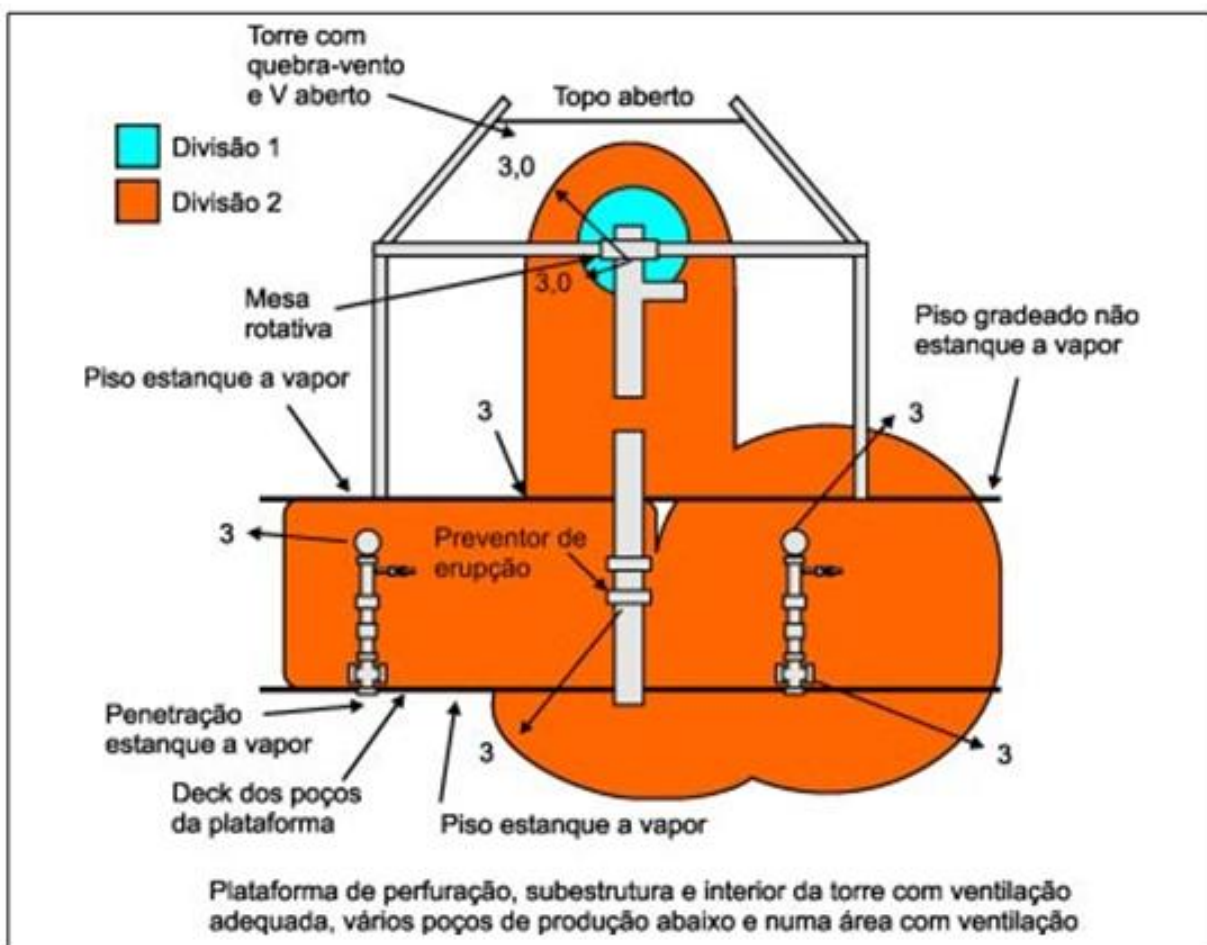
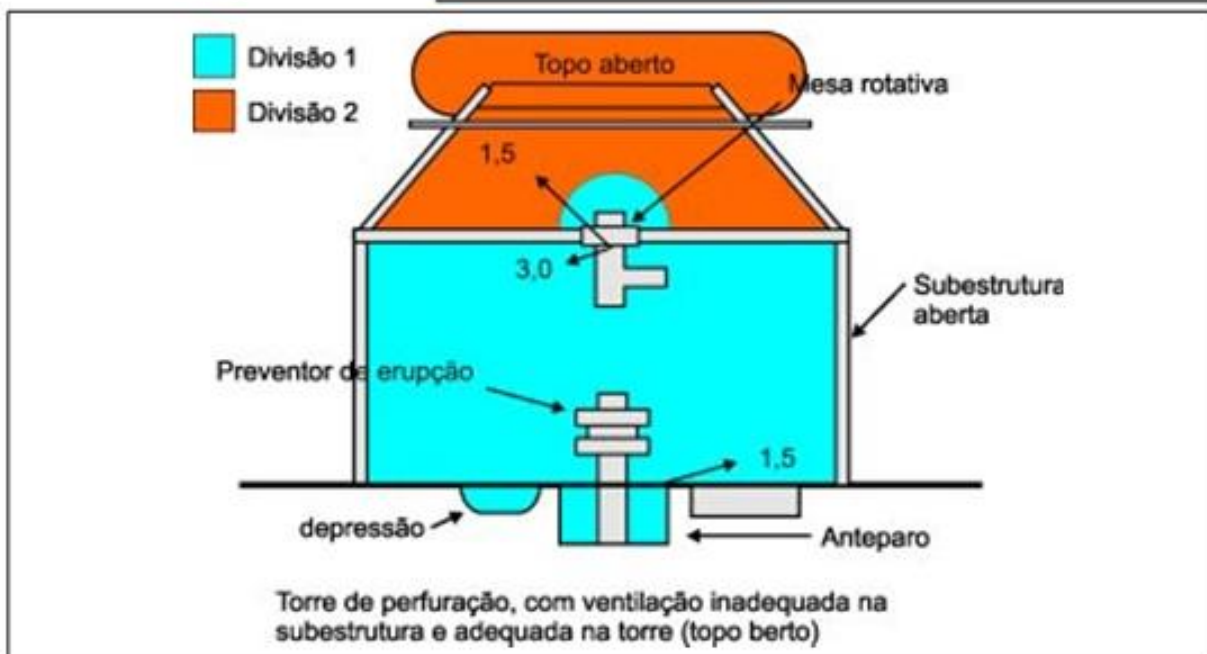
A classificação de áreas conforme mostrado nas duas últimas figuras anteriores, aplica-se também para sistemas de amostragem, instrumentação e pequenas bombas de instrumentação.

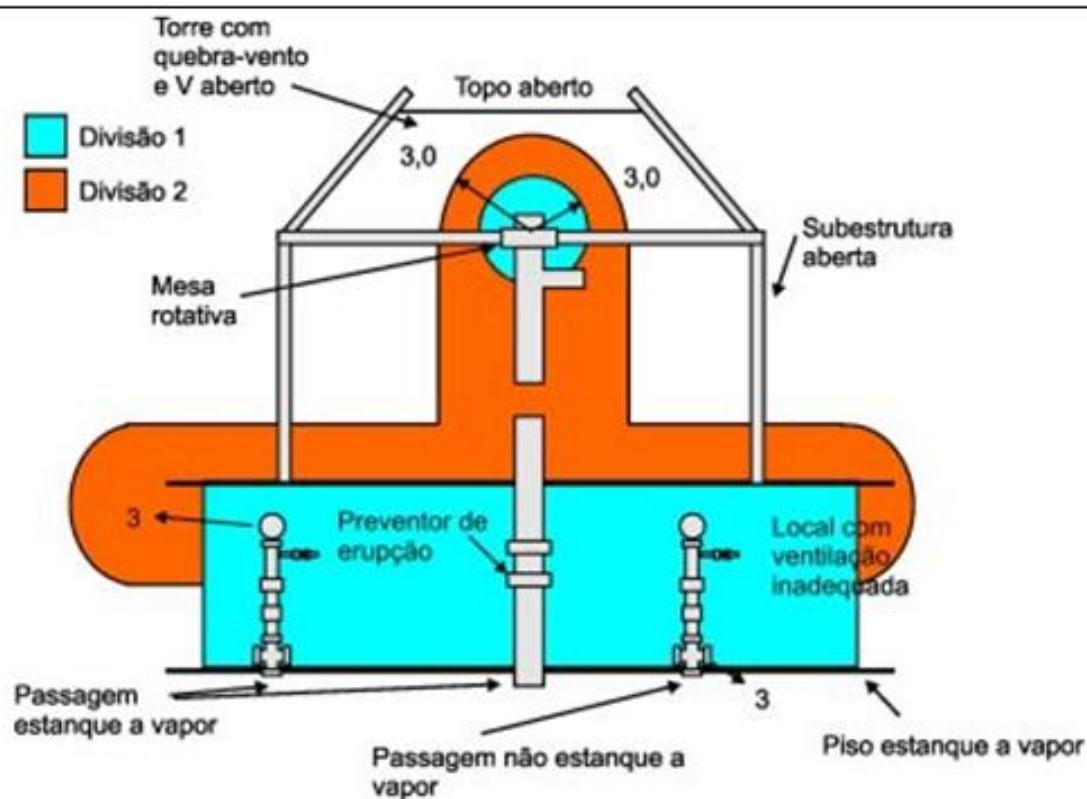
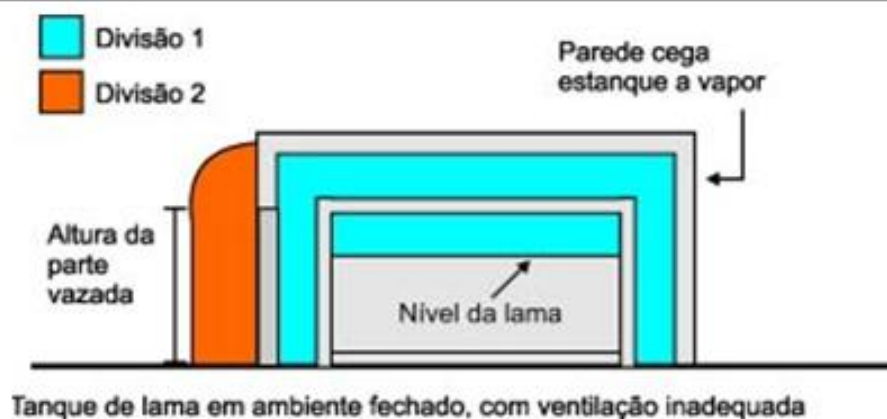
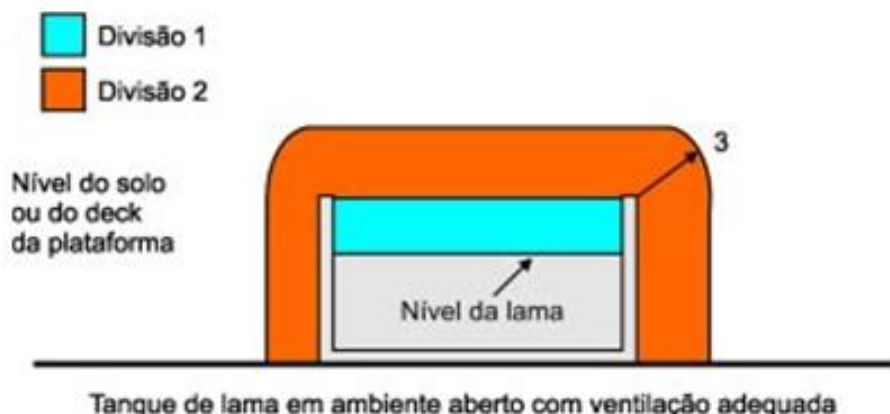




Figuras aplicáveis às atividades de perfuração e produção de petróleo

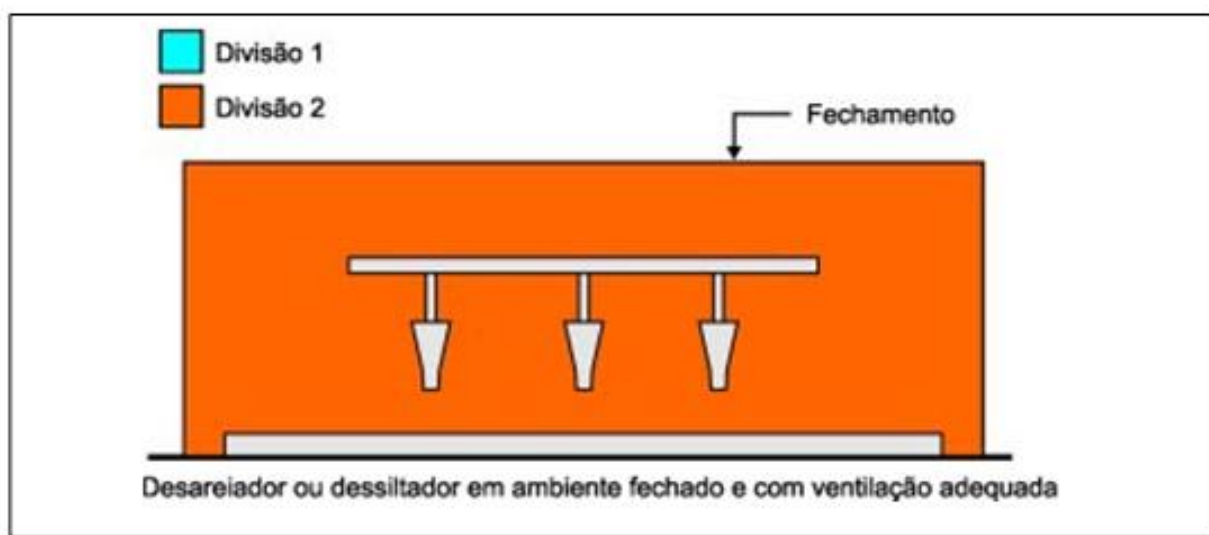
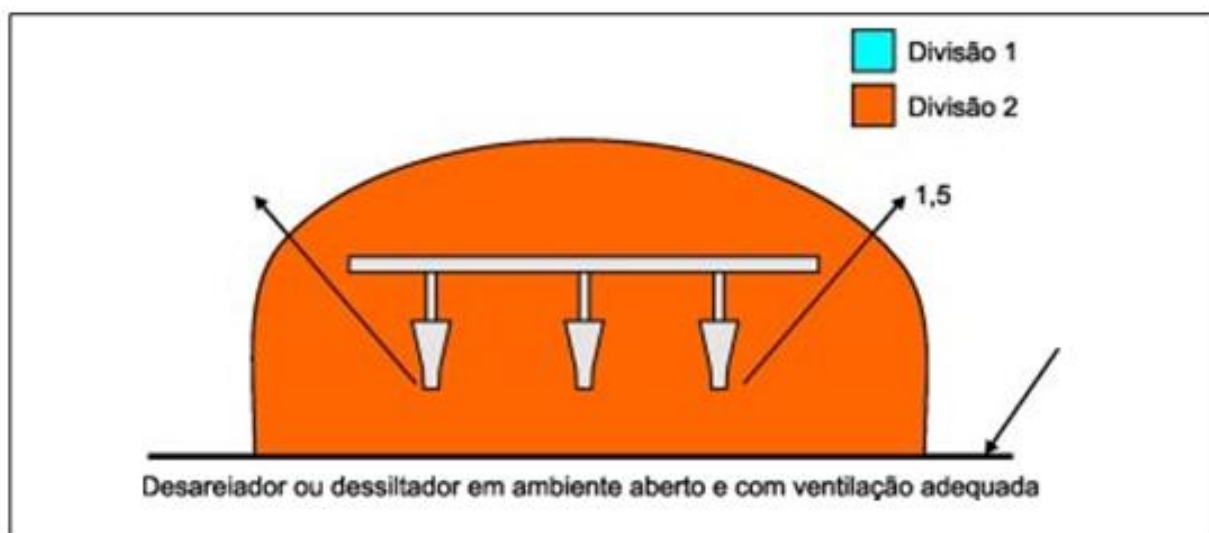
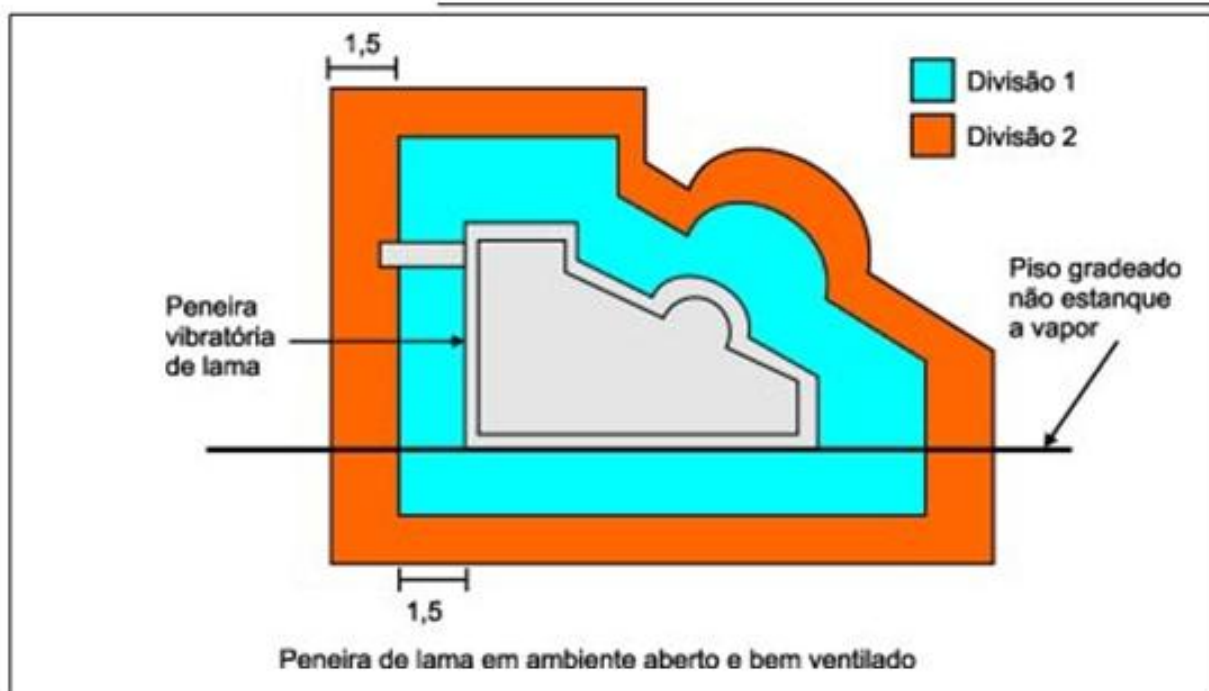


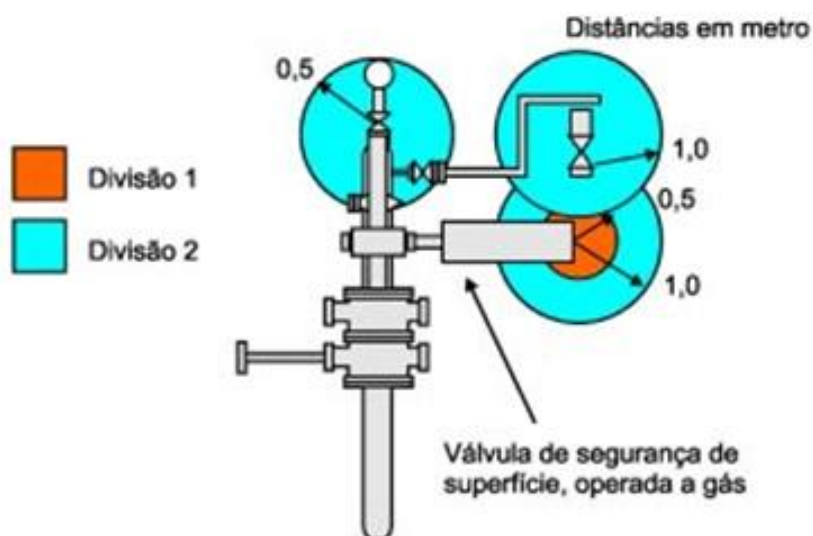




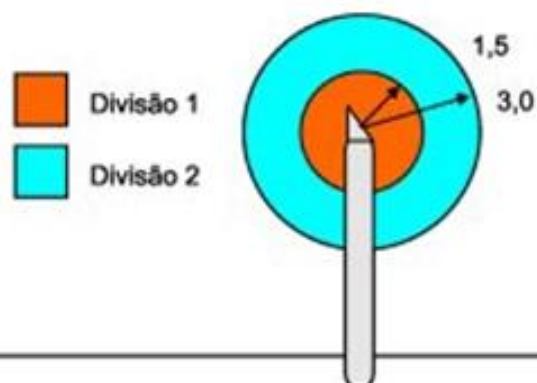
Ambiente com ventilação adequada

Plataforma de perfuração, subestrutura e interior da torre com ventilação adequada, vários poços de produção abaixo e numa área com ventilação inadequada

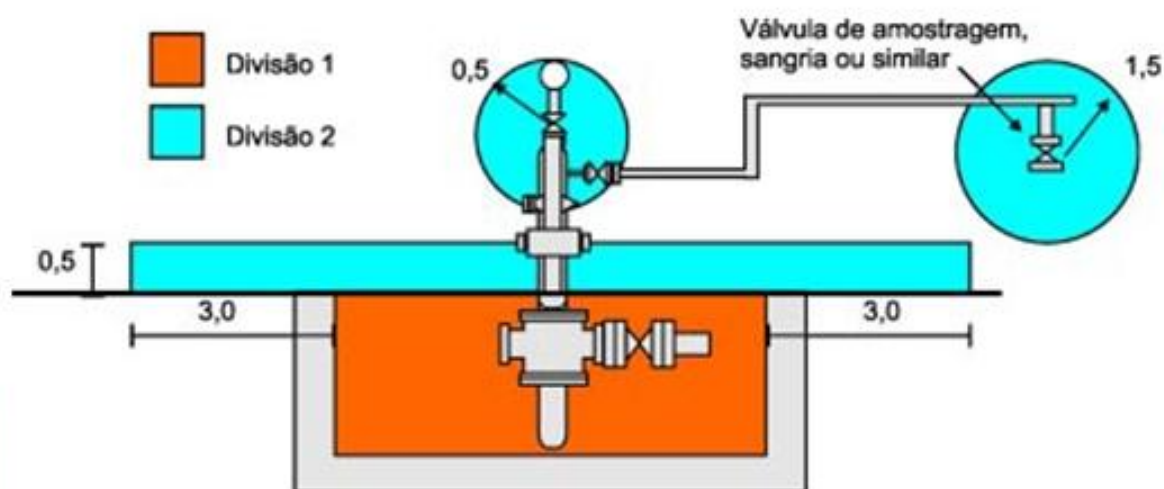




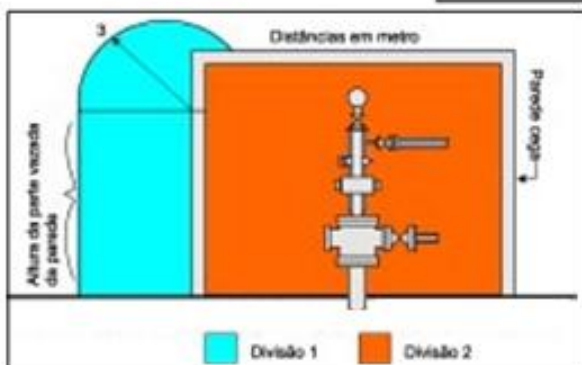
Poço surgente, em área aberta e adequadamente ventilada, sem anteparo



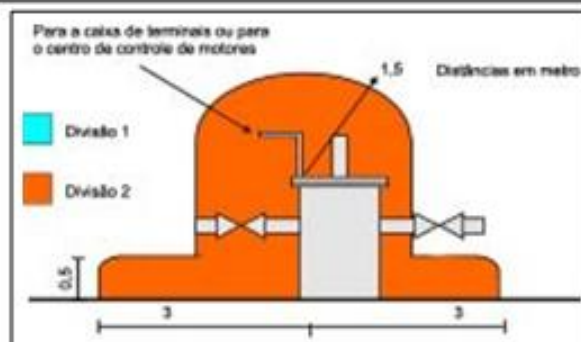
Respiro de degaseificador em ambiente aberto e com ventilação adequada



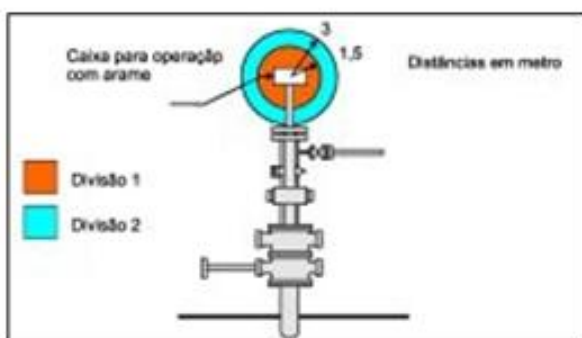
Poço surgente, em ambiente aberto e com ventilação adequada e com anteparo



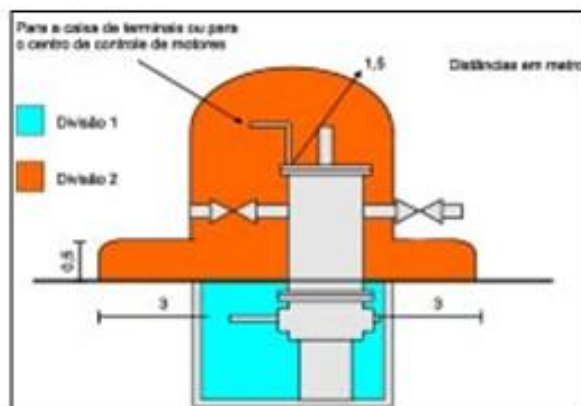
Poço surgente situado em ambiente fechado, com ventilação inadequada.



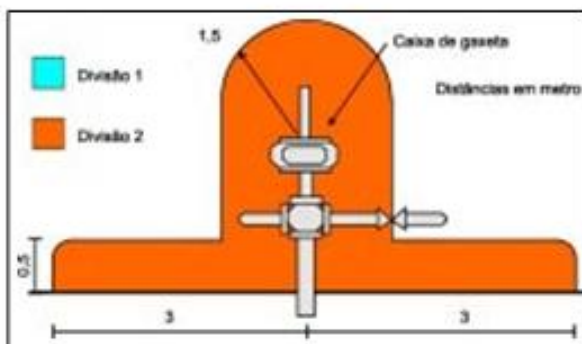
Poço com bombeio submerso, situado em área aberta e com ventilação adequada, sem antepoço.



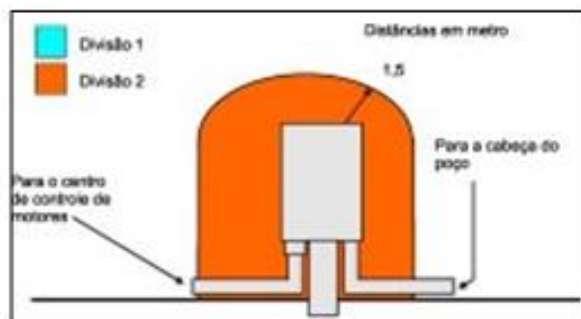
Poço em ambiente aberto e com ventilação adequada em operação de arame.



Poço com bombeio submerso, situado em área aberta e com ventilação adequada, com antepoço.

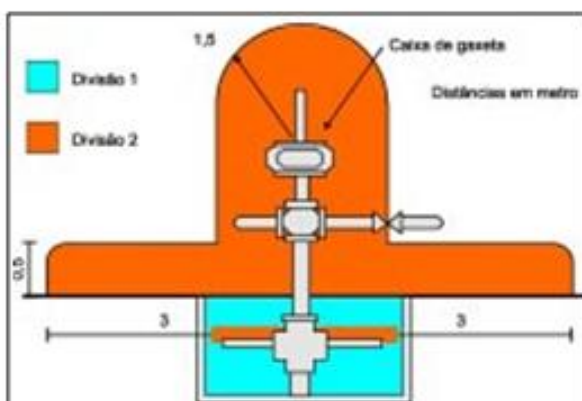


Poço com bombeio mecânico em área adequadamente ventilada e sem antepoço.

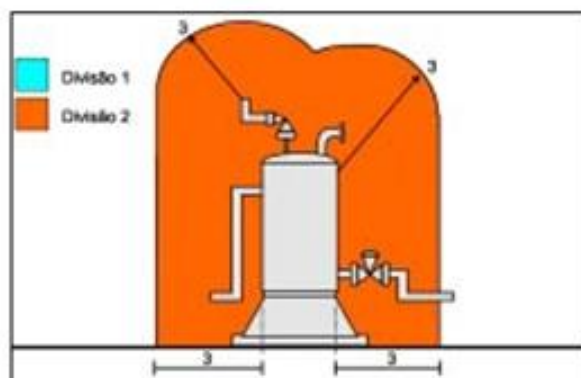


Caixa de terminais em área aberta e com ventilação adequada, conectada a uma bomba elétrica submersa.

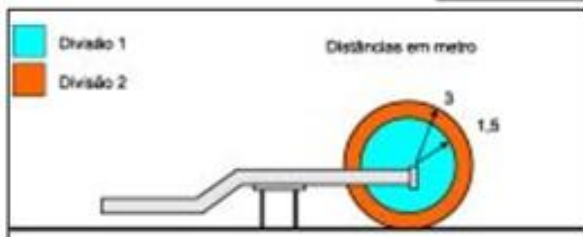
Figuras aplicáveis às áreas de processamento de gás e equipamentos de armazenamento



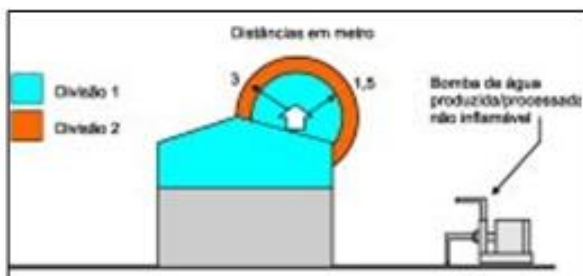
Poço com bombeio mecânico em área adequadamente ventilada e com antepoço.



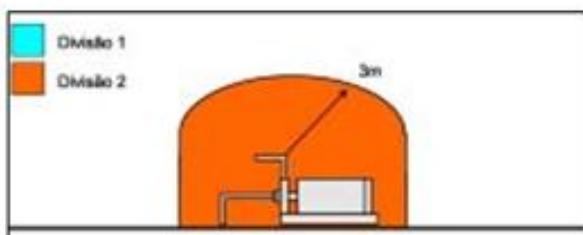
Vaso de pressão de hidrocarboneto ou vaso com chama protegida, situado em área aberta e adequadamente ventilada.



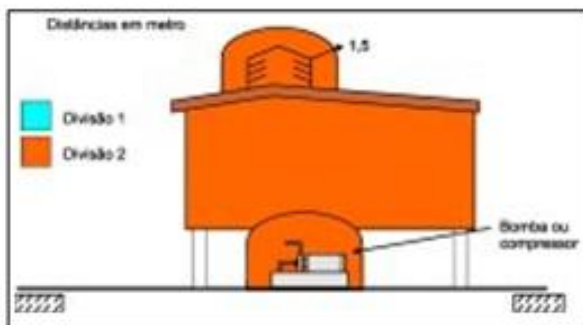
Lançador ou receptor de esfera situado em ambiente aberto e com ventilação adequada.



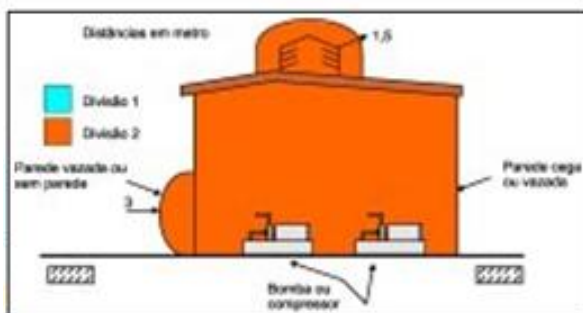
Equipamento de água produzida e "gas blanketed" situado em ambiente aberto e com ventilação adequada.



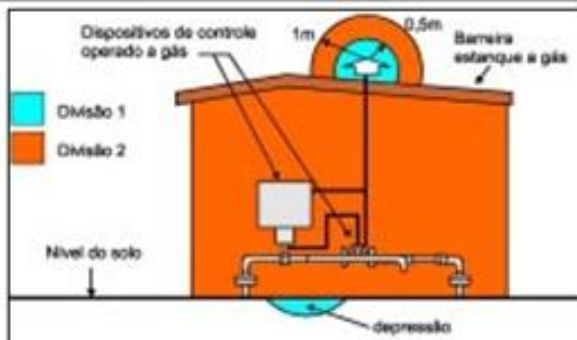
Compressor ou bomba em ambiente aberto e com ventilação adequada.



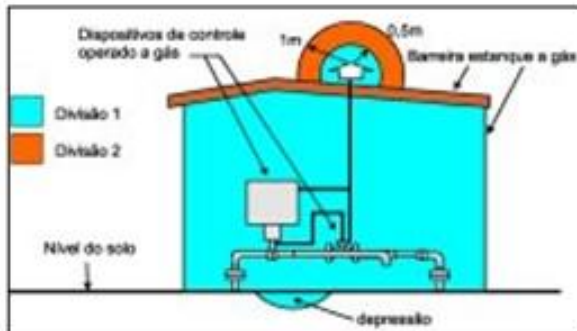
Bomba ou compressor de líquido, gás ou vapor inflamável em área aberta e bem ventilada.



Compressor ou bomba em área abrigada e adequadamente ventilada.

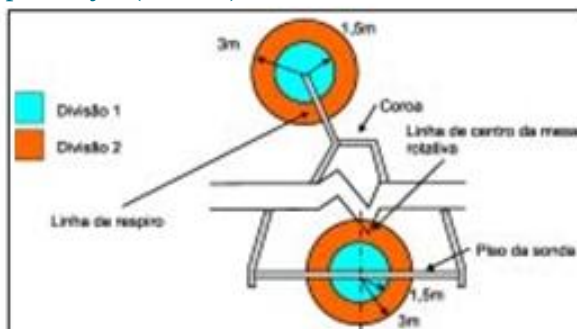


Instrumentos operados a gás inflamável, situados em ambiente abrigado com ventilação adequada e todos os "vents" orientados para o lado externo.

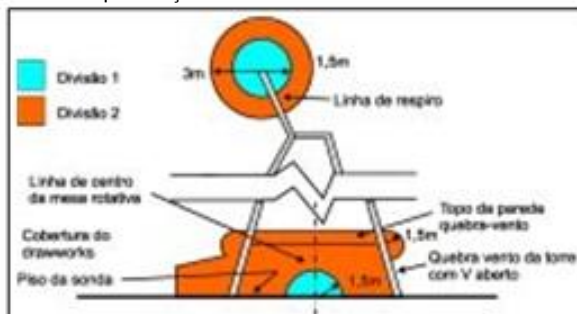


Instrumentos operados a gás inflamável, situados em ambiente abrigado com ventilação inadequada e todos os "vents" orientados para o lado externo.

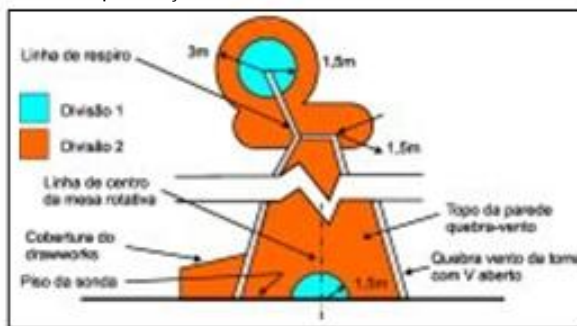
Figuras aplicáveis às unidades móveis marítimas de perfuração (MODU)

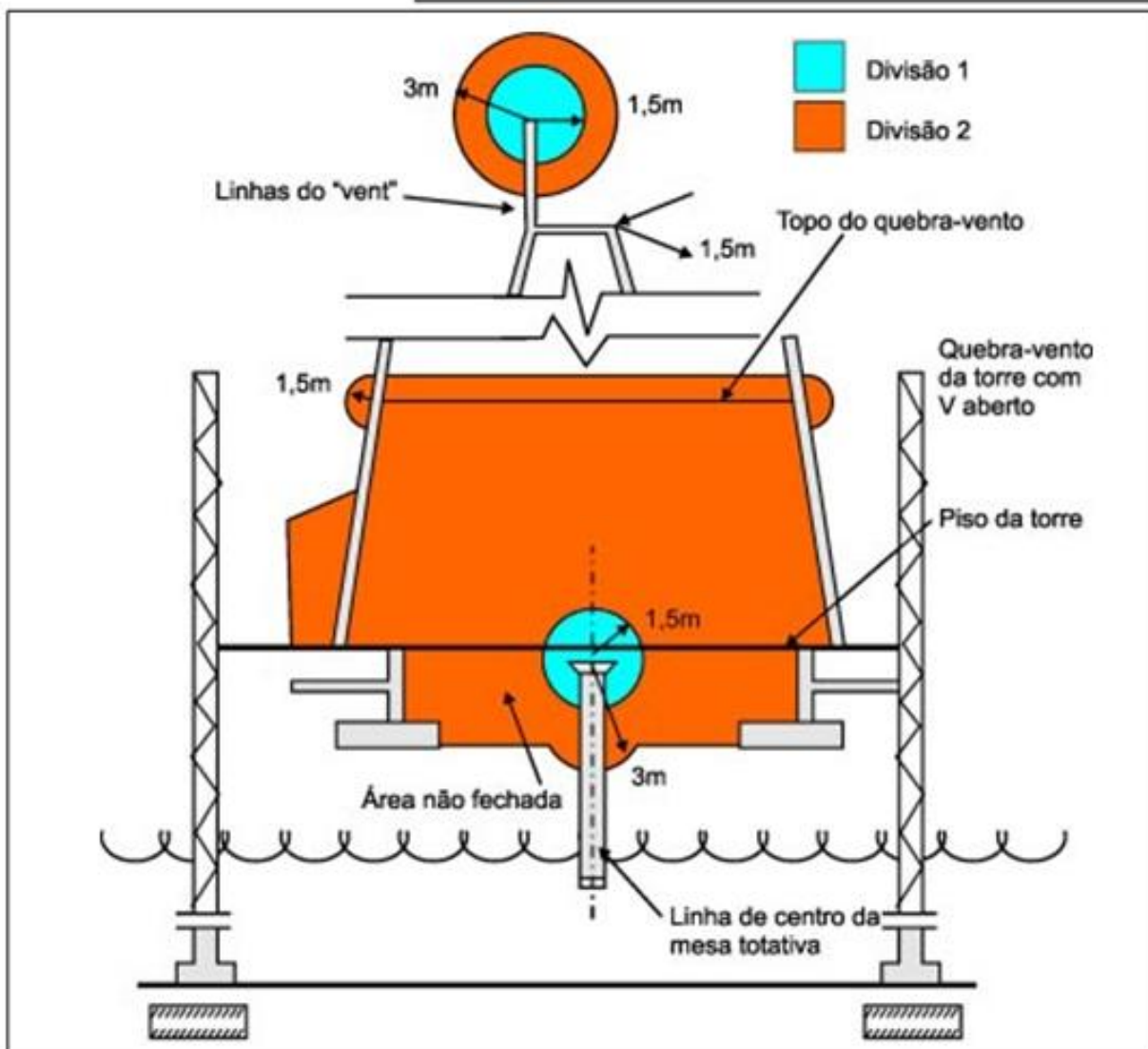


Sonda de perfuração - torre aberta.

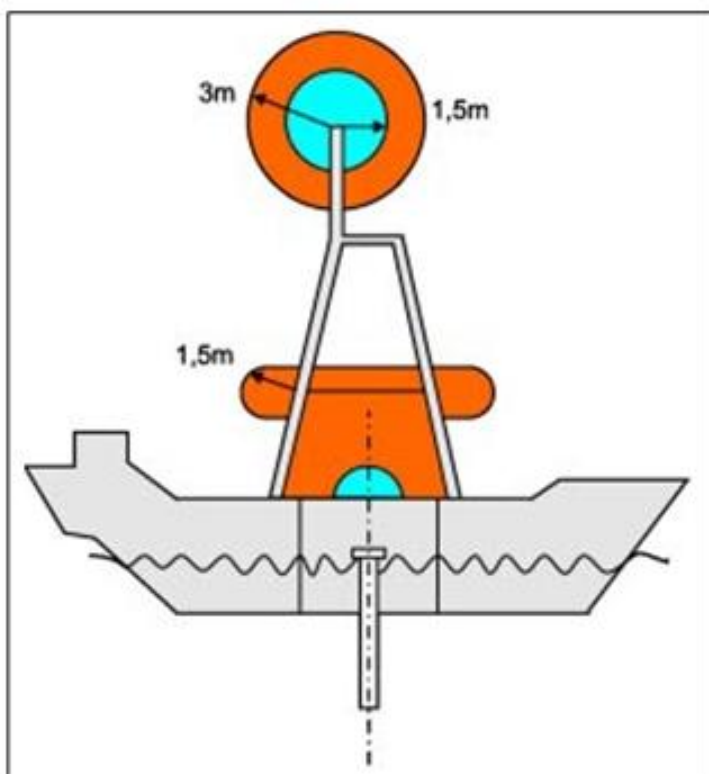


Sonda de perfuração com torre semi fechada.





Sonda de perfuração subestrutura aberta e torre semi-fechada.



Navio sonda de perfuração.

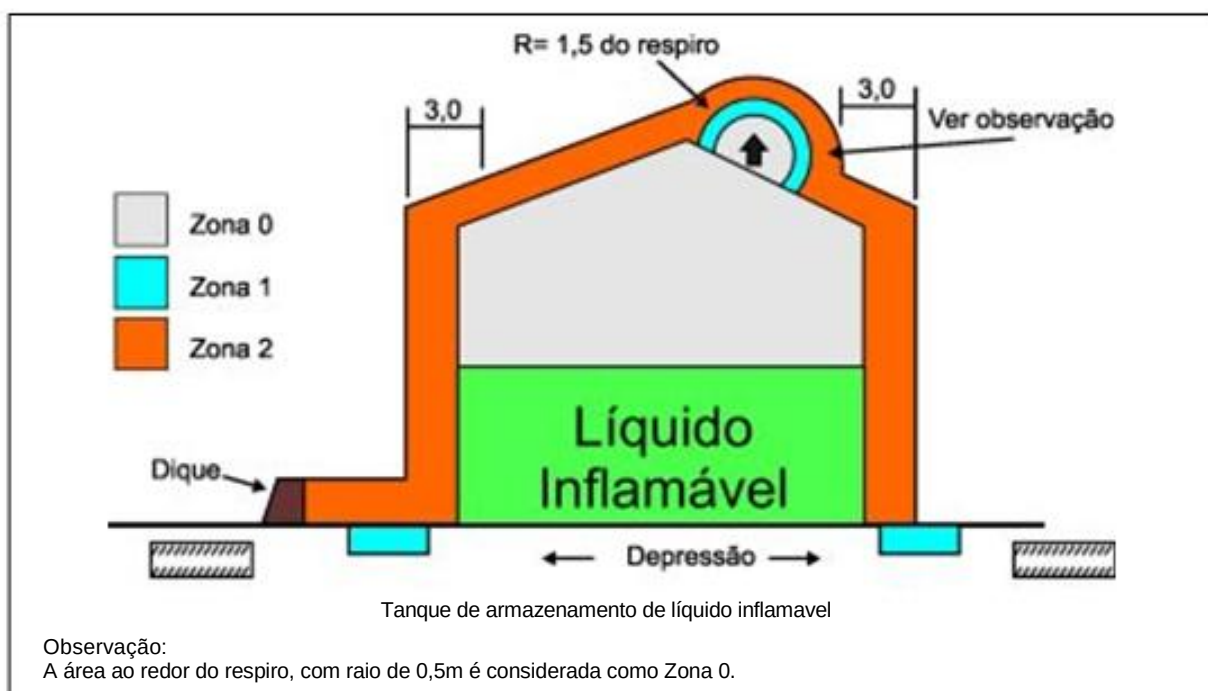
A grande mudança dos americanos!

Americanos adotam a filosofia de classificação de áreas com base nos conceitos das normas internacionais (IEC)

A grande virada deste século em relação às instalações elétricas em atmosferas potencialmente explosivas foi o fato de, finalmente, os americanos decidirem por adotar os critérios de classificação de áreas que são preconizados pelas normas internacionais (IEC) e que representam hoje uma tendência mundial, que também são adotados no Brasil.

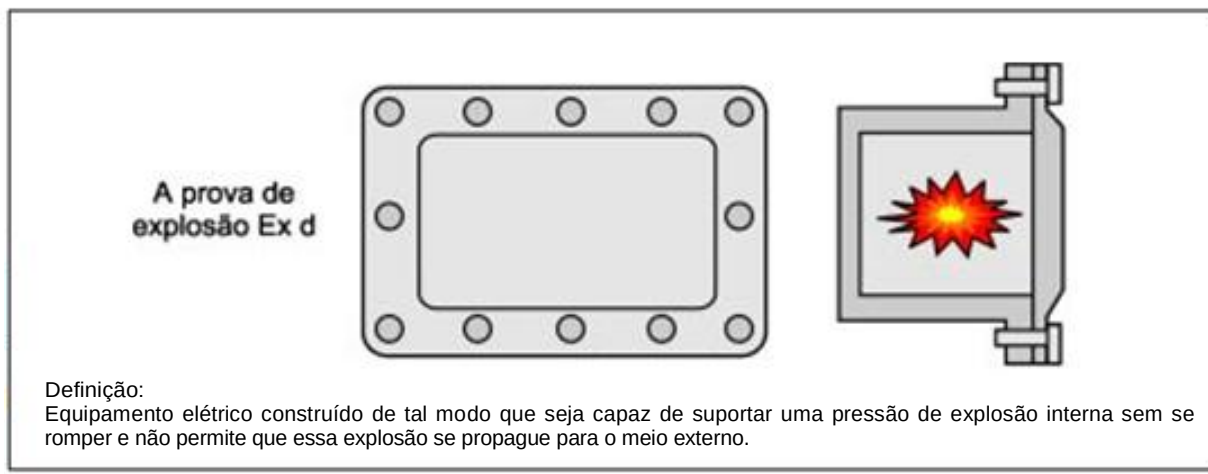
Deste modo, a recente publicação do novo API, denominado de API 505 de novembro 1997, trouxe os conceitos de zona 0, zona 1 e zona 2 como aceitáveis para a classificação de áreas, praticada nos EUA.

É interessante observar que a metodologia utilizada para a determinação da extensão das áreas classificadas permanece a mesma, ou seja, o API continua aplicando figuras padronizadas, baseadas nos argumentos que foram descritos anteriormente. A principal modificação refere-se à introdução do conceito de zona 0, zona 1 e zona 2, numa forma genérica, zona 1 corresponde à divisão 1 e zona 2 corresponde à divisão 2. As partes internas dos equipamentos de processo, onde pode ocorrer mistura inflamável, são consideradas como zona 0, como por exemplo, o espaço situado acima da superfície de um tanque de armazenamento de líquido inflamável de teto fixo.



Tipos de Proteção

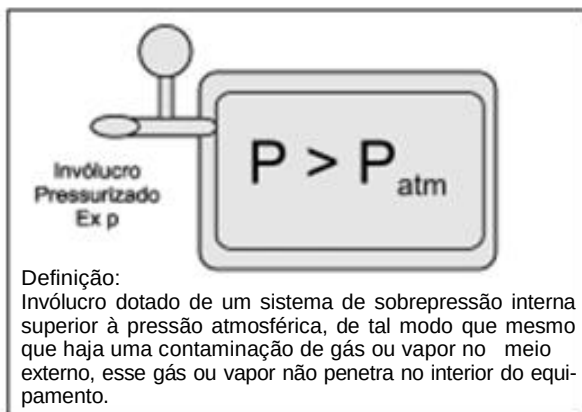
Os tipos de proteção para aplicação em atmosferas potencialmente explosivas variam em função das técnicas construtivas que são incorporadas ao equipamento. Previstos por normas técnicas, tem-se os seguintes:



Definição

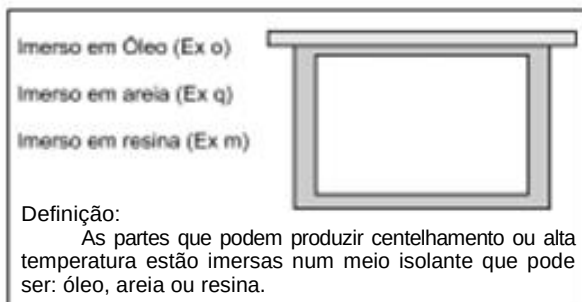
Características Principais:

- a) grande quantidade de parafusos;
- b) compromisso quanto ao “MESG” (Interstício Máximo Experimental Seguro);
- c) rugosidade média máxima nas superfícies dos flanges;
- d) entradas de eletrodutos, eixos, manoplas de operação, visores, etc. tendo que cumprir com requisitos dimensionais e de materiais.



Características Principais:

- a) integridade das gaxetas de vedação;
- b) ajuste do pressostato e da válvula reguladora de pressão;
- c) válvula para purga;

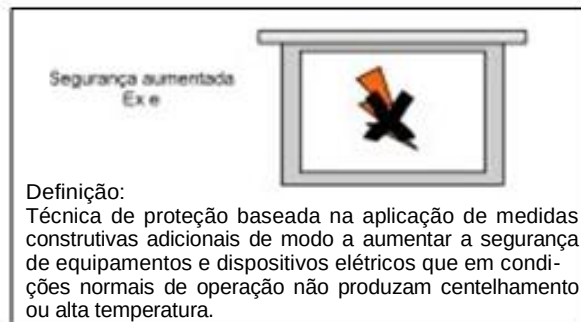


Características Principais:

- Para imersão em óleo
 - a) distâncias mínimas entre partes com tensão e superfície do óleo;
 - b) distâncias mínimas entre partes com tensão e paredes do invólucro;
 - c) qualidade do óleo: poder dielétrico, umidade, contaminantes.
- Para imersão em areia
 - a) teor de umidade;
 - b) faixa granulométrica;
 - c) distâncias mínimas entre partes com tensão e superfície da areia e entre partes com tensão e parede do invólucro;

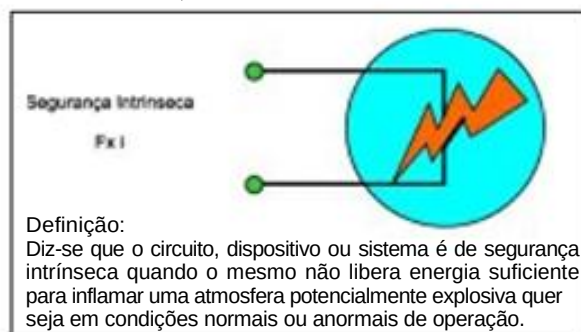
- Para imersão em resina

- a) material da resina tem que ser pré-testado em laboratório;
- b) limite de bolhas de ar internas ao meio;
- c) distâncias entre partes com tensão e superfície da resina e partes com tensão e paredes do invólucro.



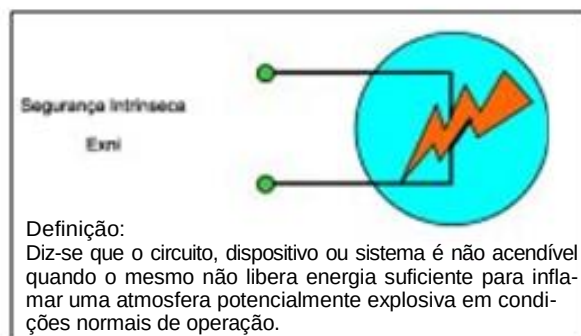
Características Principais:

- a) materiais pré-aprovados em laboratórios;
- b) maiores distâncias de isolamento e escoamento;
- c) para máquinas rotativas, maiores distâncias de entre-ferro;
- d) dupla camada de impregnação para enrolamentos;
- e) diâmetro mínimo de fio para enrolamento;



Características Principais:

- a) premissas de projeto para operação com baixa energia;
- b) dispositivo associado para limitar energia;
- c) limitação de temperaturas de componentes;
- d) análise de circuitos;
- e) simulação de defeitos; etc.



Características Principais:

- a) não possui partes centelhantes ou produtoras de alta temperatura em condições normais de operação e, se tiver, estão protegidas;
- b) maiores distâncias de isolamento e escoamento;
- c) resistente a impacto;
- d) grau de proteção mínimo exigido; etc.

Anotações