

FL. 1 - Q1

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 19 089 160

Q1) Balanços de massa e energia são essenciais para avaliação de processos químicos; eles podem ser realizados em operações-unitárias individuais ou em conjunto formando um processo.

~~Quando~~ Quando há somente aspectos relacionados a transferência de massa, somente é necessário o balanço de massa, caso haja transferência de energia é necessário o balanço de energia.

Um dos primeiros passos de um problema envolvendo balanço de massa (BM) e energia (BE) é a definição de um volume de controle. O volume de controle é uma entidade sobre o equipamento e/ou processo onde as cálculos de BE e/ou BM serão efetuados. ~~Este conceito de tipo~~ É similar ao conceito de sistema, podendo ser aberto, onde há transferência de massa e energia sobre suas fronteiras; fechado, onde não há transferência de massa mas pode haver transferência de energia.

Assim, o volume de controle delimita onde os balanços serão avaliados e o tipo de transferência que ocorrerá entre as suas fronteiras.

O balanço material, nada mais é do que a aplicação da lei de Lavoisier, podendo ser escrito na forma:

$$\text{Acúmulo} = \text{Entro} - \text{Sai} + \text{gera} - \text{consumido} \quad \text{Eq. (1)}$$

"Entro" e "Sai" se refere a massa que entro ou sai através do volume de controle.

Os termos de geração ("gera") e consumo ("consumido") se referem a geração ou consumo de algum componente do processo. Estes termos são relacionados a reações químicas, e estão presentes somente nos balanços por componentes.

FL.2-Q.1

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 190 89 160

O termo "acúmulo" pode ser positivo ou negativo e corresponde a variação de massa dentro do volume de controle ~~por um~~ por um dado período de tempo. Este termo é associado ~~o~~ e ~~importante~~ importante em problemas dinâmicos de processos.

Os Balanços de massa podem ser global ou individuais. Em termos globais é considerado a massa de todo o conjunto e em termos individuais é de cada componente.

Considere o sistema representado abaixo:



~~Em um processo em estado estacionário e em regime permanente~~
~~o Eq. (1) se reduz a~~ Aplicando a Eq. (1) p/ o sistema acima, tem-se que:

Balanço de massa global: \rightarrow Não há os termos referente a geração e consumo

$$F - D = \text{Acúmulo} = A$$

Balanço de massa individual:

$$F_{x1} - D_{y1} + \text{gera}_1 - \text{consumo}_1 = A_1 = \text{acúmulo de 1}$$

$$F_{x2} - D_{y2} + \text{gera}_2 - \text{consumo}_2 = A_2 = \text{acúmulo de 2}$$

$$F_{x3} - D_{y3} + \text{gera}_3 - \text{consumo}_3 = A_3 = \text{acúmulo de 3}$$

~~onde~~ x_i e y_i são os fluxos mássicos ou molares dos componentes i , sendo representado por $\sum_{i=1}^3 x_i = 1$, $\sum_{i=1}^3 y_i = 1$

É importante definir uma base de cálculo em problemas de BM, a base pode ser em termos molares ou mássicos.

FL3-Q1

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953189089160

Antes de resolver o sistema de equações anteriores, é necessário realizar o balanço de inferências, através da análise do grau de liberdade para saber se o sistema ~~de~~ de equações pode ser resolvido.

A análise do grau de liberdade dá um indicativo se o sistema está bem especificado, sobreespecificado ou subespecificado, e é dado por:

$$\text{Grau de liberdade (G.L.)} = \overset{(N_{var})}{\text{Número de variáveis}} - \text{Número de equações} \\ \text{independentes (N}_{eqi}\text{)} - \text{Número de especificações (N}_{espe}\text{)}$$

$$G.L. = N_{var} - N_{eqi} - N_{espe}$$

Observar que as equações devem ser independentes, ou seja, do conjunto de equações tem que ser verificada se alguma delas não pode ser obtida pela combinação linear das demais equações do sistema. Por exemplo, no exemplo anterior, há um balanço de massa global e três balanços por componentes, gerando quatro equações. Contudo, somente há três equações independentes, pois, por exemplo, a equação de balanço global pode ser ~~obtida~~ obtida pela combinação linear das equações de balanço por componente. Então há $N_c - 1$ ~~equações~~ equações independentes para $N_c + 1$ equações, sendo N_c o número de componentes.

Se $G.L. = 0 \Rightarrow$ o sistema é determinado e ~~tem~~ apresenta solução única. $\Rightarrow N_{var} = N_{eqi} + N_{espe} \rightarrow$ Necessário por Dimensionamento e Simulação

Se $G.L. > 0$ ($N_{var} > N_{eqi} + N_{espe}$) \Rightarrow o sistema está subespecificado necessitando que variáveis sejam especificadas ou ~~há~~ há falta de equações ~~de~~ desendo o sistema ser resolvido, \odot Em casos de ~~há~~ há n incógnitas e n equações.

PL 4 - Q. 1

ASSINATURA OU RUBRICA

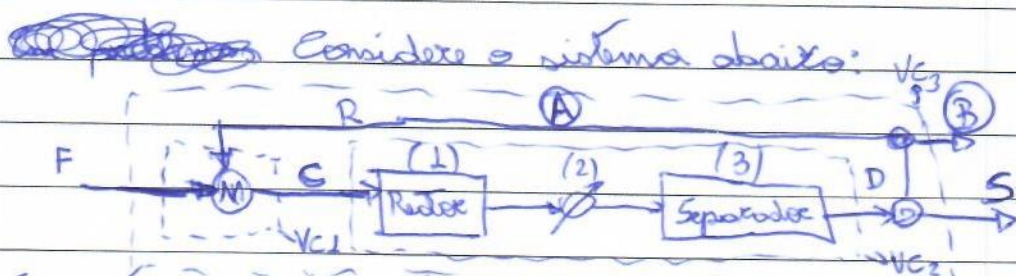
NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089160

GL > 0 são casos que permitem a eliminação de pressões, através da especificação de variáveis de projeto que serão atribuídas para maximizar ou minimizar uma dada função objetivo.

GL < 0 ($N_{\text{var}} < N_{\text{eq}} + N_{\text{ineq}}$) o sistema é indeterminado, não é possível determinar a solução. O sistema possui equações e especificações em excesso, devendo ser reavaliado.

Dependendo do tipo de grau de liberdade do valor do grau de liberdade, em problemas de dimensionamento ou simulação, $G.L. = 0$, e para problemas de otimização, $G.L. > 0$, devendo ser especificadas as variáveis de projeto que serão atribuídas ao longo do processo para maximizar ou minimizar a função objetivo.

Este etapa de balanço de informações é necessário para solucionar o problema.



O sistema é composto por um reator (1), um recordeiro de cor (2) e um separador (3). Note que há duas correntes especificadas (A) e (B). A corrente (A) representa a corrente de resíduo do sistema, ela serve para recuperar parte de reagentes que não foram consumidos ou parte da energia. A corrente (B) é a corrente de purga do processo e serve para remover inertes ou compostos indesejados que podem acumular nos processos. A existência destas correntes implica em como o volume de controle será considerado.

ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 29089 160

FL. 5 Q1

Observe que há três volumes de controle diferentes, o primeiro somente nos minutos, que gera o balanço de massa global (BMG)

$$F + R = C$$

O volume de controle 2 (VC2), que tem BMG $C = D$ e o volume de controle 3 (VC3), que tem BMG $F = B + S$

Note que, dependendo do fenômeno especificado no volume de controle, teremos diferentes correntes envolvidas, na caso, incluindo ou não as correntes de purga e/ou resíduo. Estas correntes devem ter especial atenção.

Considere a seguinte reação química, $aA + bB \rightarrow cC + dD$
Três questões são importantes em problemas com reações químicas

1) conversão

$$X_k = \frac{m_{in,k} - m_{out,k}}{m_{in,k}}$$

m_{in} = entrada m_{out} = saída e X_k = reagente limitante^k do processo.

b) Estensão da reação $\xi = \frac{\Delta m_i}{V_i}$, Δm_i é a variação de mols do comp. i,

V_i é o coeficiente estequiométrico do ~~total~~ comp. i, sendo positivo para produtos e negativo para reagentes.

~~Exemplo~~

c) Excesso de reagente \rightarrow é o reagente que é adicionado acima da sua quantidade estequiométrica para consumir todo o reagente limitante,
 $E = \text{mol adicionado} - \text{mol estequiométrico}$

$$m_{out,k} = m_{in,k} (1 - X_k)$$

$$m_{in,i} = m_{in,i} + \xi V_i$$

$$m_{out,i} = m_{in,i} - X_k \cdot N_{in,k} \cdot \frac{V_i}{V_k}$$

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089160

FL.6. Q1 Além destas informações é necessário sobre a equação química balanceada e o seu reação.

O balanço de massa realizado em estado estacionário (regime) permanente não possuem variações de tempo, logo, o termo de acúmulo é igual a zero. Já em balanços dinâmicos estes termos são considerados.

Balanço de Energia

A variação interna de um sistema é dada pelas energias interna, cinética e potencial, A interação do sistema com as vizinhanças é dada por fluxos de energia térmica, calor e trabalho, que entram quando mais as mais interações.
 O Balanço de energia é a aplicação do 1º Lei da Termodinâmica

$$\left(\begin{array}{c} \text{Acúmulo de energia} \\ \text{do sistema} \end{array} \right) = \underbrace{\left(\begin{array}{c} \text{Energia entra} \\ \text{do vizinhos} \\ \text{para o sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Energia do} \\ \text{sistema para} \\ \text{vizinhos} \end{array} \right)}_{\text{Interação Sistema vizinhos}} + \underbrace{\left(\begin{array}{c} \text{Energia} \\ \text{gerada} \\ \text{no sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Energia} \\ \text{consumida} \\ \text{no sistema} \end{array} \right)}_{\text{Interno ao sistema}}$$

Eq. (2)

$$\left(\begin{array}{c} \text{Acúmulo de energia} \\ \text{do sistema} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Energia final} \\ \text{do sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Energia inicial} \\ \text{do sistema} \end{array} \right)$$

Para um sistema ^{fechado} sem reação química há apenas a interação com os vizinhos

$$\left(U_f + \frac{u_f^2}{2} + g z_f \right) - \left(U_i + \frac{u_i^2}{2} + g z_i \right) = Q - W$$

$$\Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p = Q - W$$

↳ energia interna ↳ energia cinética ↳ energia potencial ↳ Trabalho

ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089260

FL. 7 Q1 P/ Sistema aberto sem reação química, desenvolva-se em
Kermas de foto de energia, Então pelo Eq. (2),

$$\left. \begin{array}{l} \text{Foto de energia} \\ \text{acumulada no} \\ \text{Sistema} \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l} \text{Foto de energia} \\ \text{vizinhança } P_{\text{ext}} \\ \text{Sistema} \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l} \text{Foto de} \\ \text{energia} \\ \text{Sistema para} \\ \text{vizinhança} \end{array} \right\}$$

(A)

(B)

(C)

$$\dot{W} = \dot{W}_{\text{eixo}} + \dot{W}_{\text{compressão}}$$

$$\dot{W}_{\text{compressão}} = P \cdot \dot{Q} \cdot V$$

P/ Estado estacionário (A) = 0

pressão
ρ → vazão volumétrica
v = 1/ρ

$$\dot{m} \left(U + \frac{u^2}{2} + gz \right)_{\text{in}} + \dot{Q} + P_{\text{in}} \dot{Q}_{\text{in}} V$$

$$\dot{m} \left(U + \frac{u^2}{2} + gz \right)_{\text{out}} + \dot{W}_e + P_{\text{at}} \dot{Q}_{\text{at}} V$$

$$0 = \dot{m} \left(U + \frac{u^2}{2} + gz \right) + \dot{Q} + P_{\text{in}} \dot{Q}_{\text{in}} V - \left[\dot{m} \left(U + \frac{u^2}{2} + gz \right)_{\text{out}} + \dot{W}_e + P_{\text{at}} \dot{Q}_{\text{at}} V \right]$$

~~Equação~~

$$\left(U + PV + \frac{u^2}{2} + gz \right)_{\text{in}} + \dot{Q} - \left(U + PV + \frac{u^2}{2} + gz \right)_{\text{out}} + \dot{W}_e = 0$$

$$H = U + PV \rightarrow \text{entálpia}$$

$$\Delta H + \Delta E_c + \Delta E_p = \dot{Q} - \dot{W}_e \rightarrow \text{Balança de energia p/ escoamento}$$

Problemas sem reação química os cálculos são realizados com
base na entálpia molar p/ cada componente dos sistemas

$$\Delta H = \sum_{\text{produtos}} m_i H_i - \sum_{\text{reagentes}} m_j H_j$$

ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089160

FL. 8. Q1

P/ considerar reação química é necessário considerar a entalpia padrão de reação (ΔH_m°)

$$\Rightarrow \Delta H = \Delta H_m^\circ + \sum_{\text{produtos}} m_i H_i - \sum_{\text{reagentes}} m_j H_j$$

A entalpia deve ser calculada em um base-padrão (25°C e 1 atm)

~~Assinatura~~

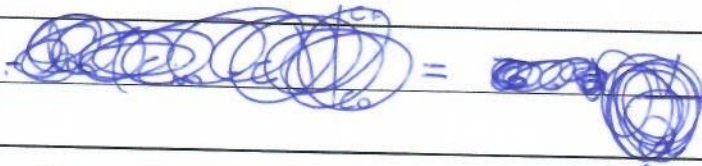


ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 190 89 160

FL. 1 - Q2



Balanco de massa em reatores ideais e reações químicas
da Eq. (1)

Balçada: Acúmulo = geração - consumo

$$\frac{dN_i}{dt} = \int x_i dV$$

$N = m = \text{de mols}$

pr balçada Volume é cte

$$\frac{dN_i}{dt} = x_i V \quad ; \quad C_i = \frac{N_i}{V}$$

$x_i =$ taxa de reação de componente i

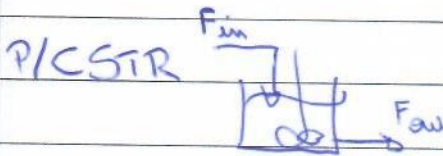
~~$\frac{dN_i}{dt} = \int x_i dV + C_i \frac{dV}{dt} = 0$~~

~~div. p.~~

$$\downarrow \frac{dN_i}{V dt} = x_i \Rightarrow \frac{d(N/V)}{dt} = x \Rightarrow \frac{dC_i}{dt} = x_i$$

$$dC_i = x_i dt \Rightarrow \int \dots \text{Integrando}$$

$$(C_i - C_{i0}) = x_i t \Rightarrow t = (C_{i0} - C_i) / x_i //$$



Estado estacionário e com reação química
da Eq. (1), acúmulo = 0

~~Entrada~~ - Saída + geração - consumo = 0

$$F_{in,i} - F_{out,i} + \int x_i dV = 0$$

\uparrow vazão volumétrica
 \uparrow concentração molar
 $F_i = Q_i \cdot C_i$

$$-\int x_i dV = F_{in,i} - F_{out,i} \quad \text{pr } \overset{\text{do reator}}{\text{loco constante}}$$

$$-x_i \int dV = F_{in,i} - F_{out,i}$$

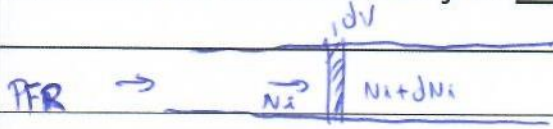
$$V = \frac{F_{in,i} - F_{out,i}}{-x_i} \Rightarrow V = \frac{Q(C_{in} - C_{out})}{-x_i} \Rightarrow \tau = \frac{(C_{in} - C_{out})}{-x_i}$$



ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089160

FL2-Q2



Da equação (1) em estado estacionário

$$N_i + r_x \cdot dV - (N_i + dN_i) = 0$$

$$N_i + r_x dV - N_i - dN_i = 0$$

$$r_x dV = dN_i$$

$$r_x = \frac{dN_i}{dV} = \frac{d[N_{i0}(1-X_i)]}{dV}$$

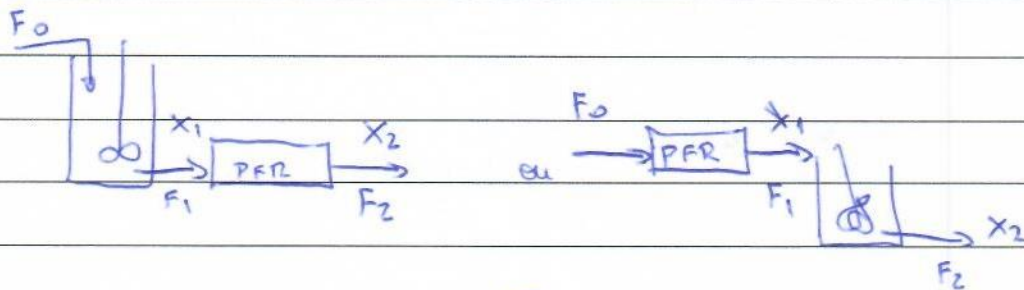
$$r_x = -N_{i0} \frac{dX}{dV}$$

$$\Rightarrow V = -N_{i0} \int_0^X \frac{1}{r_x} dX$$

$$\tau = -C_{i0} \int_0^X \frac{1}{r_x} dX$$

comensal
↑
módulo
Ni = N_{i0}(1 - X_i)
↓
logio
Ni = Q₀C_i

Em muitos processos é necessário realizar a combinação de reatores. Reatores CSTR em série ou a mistura PFR + CSTR ou CSTR + PFR



A combinação destes ~~reatores~~ reatores se dá pela combinação das equações características apresentadas anteriormente. E de posse das informações:

$$F_1 = F_0(1 - X_1)$$

$$F_2 = F_0(1 - X_2)$$

X₂ é a quantidade de mols reagido do 2º pto

Instrumentos computacionais como simuladores de processos são essenciais para avaliar a performance e as características obtidas pelo combinação de reatores. e realizar a análise econômica do sistema. A análise econômica em sistemas reacionais deve levar em consideração o tamanho do equipamento, que acaba

ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 290 089 160

FL.3 Q2

~~As combinações de reagentes~~

sendo um dos fatores que influenciam no custo, assim como a
a taxa de reação. Deve se considerar um ponto que considere o
custo dos reagentes e os lucros obtidos por cada reação.

A combinação de reagentes é uma parte importante p/ identificar
o ponto de maior rendimento de um dado produto, quando comparado
com o equipamento usado. Além da análise da reação
viável, é possível construir curvas que relacionam o
reagente consumido e o produto gerado, de modo a identificar
o melhor sistema para cada combinação. Este tipo de estudo
pode ser implementado computacionalmente em conjunto com
a análise de custo, levando em consideração os custos de
cada sistema, da combinação do reagente utilizado e do produto
obtido.



ASSINATURA OU RUBRICA _____

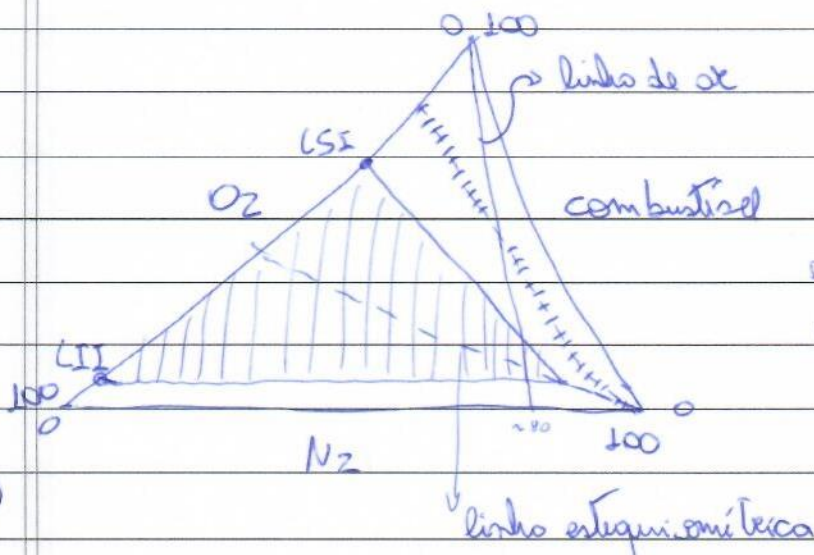
NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 190 89 160

FL.1 Q3

~~Para~~ Para o desenvolvimento de qualquer empreendimento industrial é necessário seguir uma série de regras e normas de proteção contra incêndio. No Brasil, não há uma legislação específica a nível federal, somente em nível estadual. No caso do Rio de Janeiro é seguido o COSCIP elaborado pelo corpo de Bombeiros. Este regulamento ~~é~~ é baseado em uma série de normas do ABNT para proteção contra incêndio, indicando, por exemplo, o número de extintores e o seu tipo por área, o número de hidrantes, o esquema elétrico adotado dependendo da situação.

Além disso, a normas internacionais, especificamente a do National Fire and Protection Agency - NFPA, que ~~resuma~~ resumem a proteção ^{contra incêndios} em diversos ambientes.

~~Diagrama~~ O Diagrama de inflamabilidade é uma ferramenta interessante para verificar a ocorrência de máis de mistura inflamável em um sistema e é muito empregado para elaboração de reticados de vasos e equipamentos de operação e é dado por:



A região hachurada é a região de mistura inflamável que deve ser evitada.

[Rubrica]

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 190 89160

FL. 2. Q3

① LSI é o limite superior de flambabilidade, onde acima deste ponto a mistura é tão rica em combustível que não ocorre a ignição da mistura.

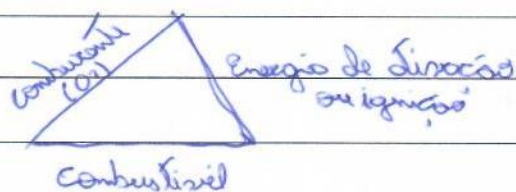
② LII é o limite inferior de flambabilidade, onde a mistura é pobre em combustível para entrar em chama.

Entre o LSI e LII temos a região de flambabilidade e que deve ser evitada para evitar incêndios e explosões.

O limbo de ar representa a injeção de ar no sistema e a linha estequiométrica representa a ~~composição~~ ^{estequiométrica} composição de combustível em combustão, segundo a reação: $\text{combustível} + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{produtos de combustão}$

É importante salientar que o chama só ocorre no fase vapor. Assim, a líquido deve evaporar para que ocorra o chama, o mesmo em relação ao material sólido.

~~③~~ O combate e prevenção contra incêndios é manobras que seja evitado a formação de misturas inflamáveis e que tenha a ignição da mistura. Para tanto, os dispositivos devem atuar para mitigar um dos lados do triângulo do fogo.



④ Os dispositivos mais utilizados são os extintores de incêndio, que são selecionados pl. do tipo de incêndio, ~~que~~ ~~incêndio~~ ~~de~~ (elétrico, ~~líquido~~ ~~inflamável~~ madeira, líquido inflamável, etc).

⑤ Além os combes manobras que são utilizados em plantas de processamento e regiões de floresta. Eles são acoplados em um

ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 953 290 89 160

FL.3-Q3

rede pressurizado e de alguns tipos distintos e das saídas. Há também os sprinklers, que são dispositivos colocados em regiões altas, normalmente tetos, que quando ligados emitem um pequeno jato de água (chuveiros). Eles são ligados a ramais de água independentes e só são desligados quando a água acaba ou o fornecimento é interrompido. Eles são acionados por detetores de incêndio ou por descarga automática onde o bulbo que "tensa" os sprinklers abre devido ao calor.

Detetores de fumaça e incêndio são dispositivos que detectam a presença de combustão a incêndio. Além deles, há dispositivos específicos de medidores de gases que indicam a possibilidade de formação de mistura inflamável.

Risco é qualquer agente físico ou químico que possa causar dano a alguém, ao meio ambiente ou ao empreendimento. Risco é a ~~avaliação do perigo~~ avaliação da ~~probabilidade~~ probabilidade e da severidade do perigo.

Há diversas técnicas para realizar a identificação de perigo com análise preliminar de Risco, ^(APR) Hazop, lista de checagem, utilização do Índice de incêndio e explosão do IOW, ~~etc~~ análise de mente e análise de estados.

~~etc~~ A APR é uma boa ferramenta para ~~avaliação~~ identificação de perigos de incêndio, indicando locais de perigo que são mais propensos a incêndio e que devem ser analisados com maior cuidado. O índice de incêndio e explosão do IOW é inerente pois avalia o potencial de incêndio de áreas com os métodos mitigações, onde um valor é gerado, indicando se alguma ação é necessária para evitar incêndio e explosões no área avaliada.

ASSINATURA OU RUBRICA _____

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089160

FL. 4 Q3



A investigação é uma das formas de evitar a ocorrência de incêndios e explosões, mantendo ~~o~~ a concentração de oxigênio abaixo deste limite (LOC). Normalmente, para líquidos e gases de ~~o~~ LOC ~ 10% e para pó de LOC ~ 6% e continue a trabalhar com a redução de 1% destes valores. Então para líquidos LOC ~ 6% e pó LOC ~ 2%.

Os gases utilizados para investigação são, normalmente, CO₂, N₂ ou vapor d'água. No entanto, o vapor d'água deve ser utilizado com cautela pois ele pode condensar e o nível de oxigênio da mistura aumentar. Os tipos de purga utilizados no processo de investigação são: purga à vácuo, purga por pressão, purga combinada (vácuo + pressão), purga por rotação e purga por "sifão". O tipo de purga empregada vai depender do tipo de equipamento que será investigado, do custo e do tempo.

~~Os~~ A investigação em conjunto com o controle de carga estática são formas que devem ser empregadas para prevenir explosões de pó.

Projeto de sistemas de combate a incêndios são realizados com base em normas que são aplicadas para todo tipo de empreendimento. Elas fornecem as diretrizes que devem ser seguidas para indicar quais equipamentos de proteção são necessários no combate a incêndios.