

# GUIA DE SISTEMAS DE ESPUMA

i.t.v.m., lda

**Sede:**

Rua Piteira Santos, Lote 11 – Loja B  
2975 – 330 Quinta do Conde

**Escritórios:**

Rua Piteira Santos, Lote 11 – Loja B  
2975-330 Quinta do Conde

Alvará N.º 58412 - Classe 4 - INCI  
Registo ANPC N.º 1324

Telf.: +351 212 104 385/86/87

Email: [geral@itvm.pt](mailto:geral@itvm.pt)  
[projectos@itvm.pt](mailto:projectos@itvm.pt)  
[orcamentos@itvm.pt](mailto:orcamentos@itvm.pt)  
[comercial@itvm.pt](mailto:comercial@itvm.pt)



## Índice

Índice	2
Introdução	3
Espuma de combate a incêndios	4
Como é formada a espuma	6
Caraterísticas da espumas	6
Guia básico para a espuma	7
Tipos de LGE	8
Compatibilidade	10
Técnicas de aplicação de espuma	11
Dosagem	13
Taxas de aplicação	16
Espuma para classe A	18
Espumas de alta expansão	20
Segurança pós-incêndio	21
Agulhetas (Esguichos) para espuma	21
Sistemas proporcionadores	22
A – Proporcionador tipo PL	22
B – Sistema FireDos	24
C – Sistema de pressão balanceada por tanque diafragma	25
D – Sistema de pressão balanceada por bomba	26
Apêndice	27

## Introdução

Atualmente os bombeiros e as brigadas internas das empresas têm encarado um número cada vez maior de incêndios e acidentes causados por líquidos inflamáveis e vapores de alto risco em várias situações, tais como: acidentes de trânsito, desastres de comboio, camiões cisterna, incêndios em plataformas, tanques de armazenagem, acidentes industriais, entre outros.

Esse guia tem como objetivo mostrar as características básicas e os tipos de Líquidos Geradores de Espuma existentes, assim como uma série de técnicas apropriadas de aplicação. Utilizando esse guia como referência, qualquer profissional vai reconhecer as vantagens e as limitações de vários tipos de LGE e equipamentos disponíveis, e o mais importante, fazer a melhor escolha de acordo com a necessidade.

Trataremos aqui de acidentes de pequeno porte, que são muito mais comuns que os acidentes em grandes refinarias, por exemplo, onde se é necessário estratégias especiais e utilização de equipamentos e sistemas específicos.

A **i.t.v.m., Ida** está na vanguarda da indústria de proteção e combate a incêndios, desenvolvendo soluções inovadoras para o mercado. Representamos a mais completa linha de equipamentos ligados aos sistemas de combate a incêndio por espuma, dentre os quais destacamos:

- **A mais completa linha de LGE;**
- **Sistemas de proporcionamento fixos e portáteis;**
- **Sistemas fixos e portáteis de geração de espuma;**
- **Sistemas de grande vazão;**
- **Sistemas de bombas portáteis;**
- **Automação de Sistemas de Espuma;**
- **Tanques de armazenamento, entre outros.**

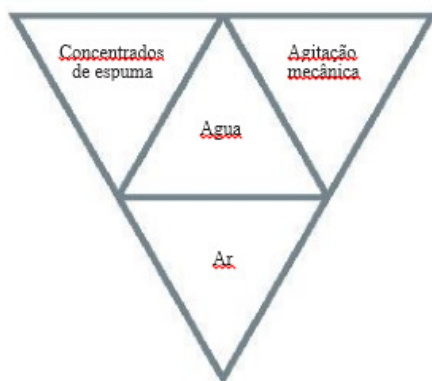
A nossa equipe técnica / comercial também está à disposição dos clientes para realização de palestras, apoio de engenharia e testes práticos de campo. Contamos também com laboratórios específicos para realização de testes de performance de produto, laboratório de análise técnica de LGE e campo de testes de fogo para LGE.



## Espuma de Combate a Incêndio

A espuma de combate a incêndio é uma massa de bolhas pequenas de densidade menor que a de muitos líquidos inflamáveis e menor que a densidade da água. Trata-se de um agente que cobre e resfria, produzido através da mistura do ar com uma solução que contém água e espuma mecânica.

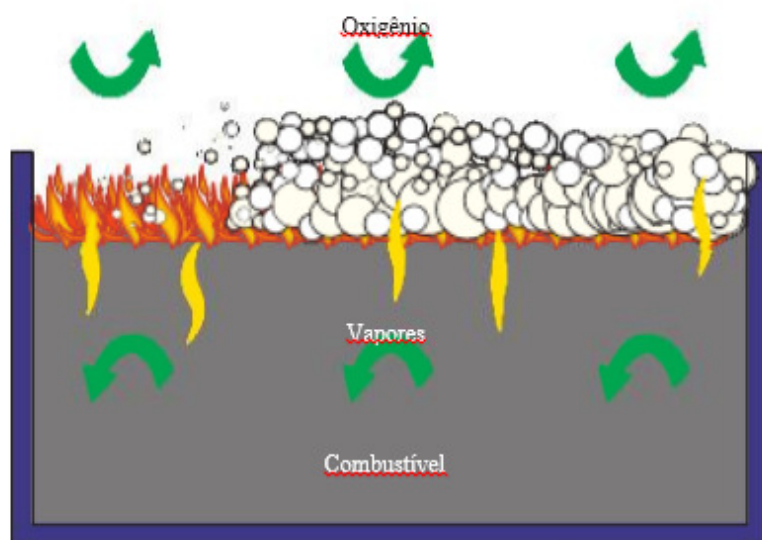
### A- Tetraedro da Espuma



### B - Como funciona

A espuma combate incêndios de líquidos inflamáveis ou combustíveis de quatro maneiras:

1. Exclui o ar dos vapores inflamáveis;
2. Elimina os vapores da superfície do combustível;
3. Separa a chama das superfícies combustíveis;
4. Resfria a superfície combustível e as superfícies em volta.



## C – Taxa de expansão

Taxa de expansão é a proporção final de espuma produzida a partir de um volume de solução de espuma depois de expandida por um gerador de espuma.

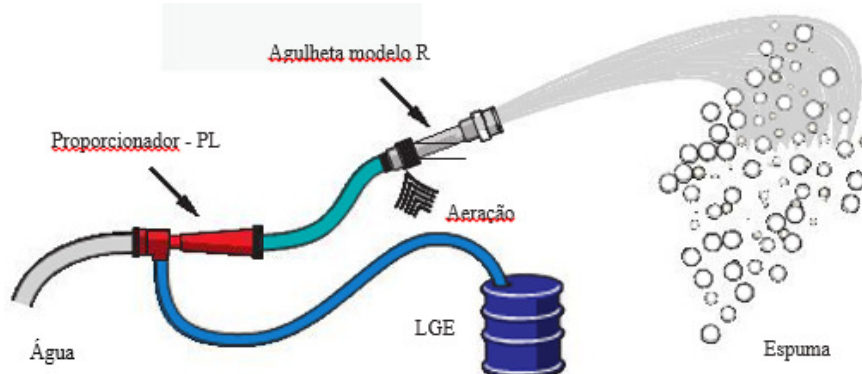
A NFPA classifica os concentrados de espuma em três tipos de taxa de expansão:

1. **BAIXA EXPANSÃO** - Taxa de expansão até 20:1. Espuma para líquidos inflamáveis. Esse tipo de espuma provou ser uma solução eficiente para controle e extinção de incêndios causados por líquidos inflamáveis de classe B. Também é utilizada com sucesso nos incêndios classe A, onde o resfriamento e o efeito penetrante da solução da espuma são importantes.
2. **MÉDIA EXPANSÃO** - Taxa de expansão de 20:1 a 200:1. Espumas de média expansão podem ser usadas para abafar a vaporização de químicos perigosos. A espuma com expansão entre 30:1 e 55:1 produz uma cobertura perfeita para o vapor mitigante ou químicos altamente reativos quando em contato com água e orgânicos de baixa fervura.
3. **ALTA EXPANSÃO** - Taxa de expansão acima de 200:1. Espumas de alta expansão são utilizadas para incêndios em espaços confinados. É um tipo de espuma sintética, detergente, utilizada em espaços fechados como porões, minas e navios. A aplicação deve ser feita utilizando-se de um gerador de espuma adequado.



## Como é formada a espuma

A espuma é a combinação de LGE, água e ar. Quando estes componentes se juntam em proporções certas e se misturam, a espuma é formada. O esquema abaixo mostra como ela é formada através de um proporcionador tipo PL:

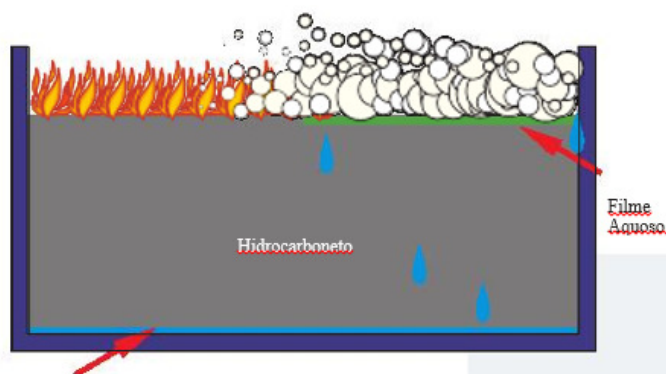


## Características das espumas

Para ser eficiente, uma boa espuma deve atender aos seguintes requisitos:

- 1. VELOCIDADE DE EXTINÇÃO E FLUXO:** é o tempo necessário para a espuma se espalhar e formar uma cobertura sobre o combustível, passando por obstáculos, até conseguir a extinção total do fogo.
- 2. RESISTÊNCIA AO CALOR:** a espuma tem que ser capaz de resistir aos efeitos destrutivos do calor irradiado pelo fogo remanescente do vapor de líquidos inflamáveis ou de qualquer tipo de material metálico.
- 3. RESISTÊNCIA AO COMBUSTÍVEL:** uma espuma eficiente minimiza o efeito destrutivo do combustível de forma que não fique nem saturada nem queimada.
- 4. CONTENÇÃO DE GASES:** a cobertura produzida deve ser capaz de conter os gases inflamáveis e minimizar os riscos de reignição.
- 5. RESISTÊNCIA AO ÁLCOOL:** devido à miscibilidade do álcool com a água, e pelo fato que a espuma é formada por mais de 90% de água, ela tem que ser resistente ao álcool, ou será destruída.

### A - Espuma atuando em Hidrocarboneto



## B - Espuma atuando em Solvente Polar



## Guia Básico para Espuma

### A - Armazenamento

Se as recomendações do fabricante forem seguidas, o LGE estará apto para uso mesmo depois de anos armazenados.

### B - Temperatura da água, contaminantes

Espumas, em geral, são mais estáveis quando geradas com água à baixas temperaturas. Embora todos os concentrados funcionem com água com temperaturas acima de 37°C, é preferível que essa temperatura esteja entre 1°C a 27°C. Tanto água doce quanto salgada pode se usada. Água contendo contaminantes como detergente, resíduos de óleo ou certos inibidores de corrosão podem afetar a qualidade da espuma.

### C - Pressão da água

A pressão na agulheta deve ser suficiente para que o alcance do jato possa combater o incêndio e o operador fique de certa forma protegido. Se um proporcionador for usado, sua pressão não deve exceder 14 kgf/cm<sup>2</sup>. A qualidade da espuma cai se submetida a altas pressões. O alcance da espuma diminui à baixas pressões.

### D - Incêndios causados pela eletricidade

A espuma deve ser considerada como se fosse água quando usada em incêndios causados pela eletricidade, e geralmente seu uso não é recomendado. Caso tenha que ser usada, aplicar um spray com a espuma é mais seguro que um jato direto, entretanto, a condutividade elétrica do spray de espuma é maior que a de uma névoa de água.

**NOTA:** Sistemas elétricos devem ser desativados manual ou automaticamente antes de se aplicar água ou espuma.



## E - Derramamento de líquidos inflamáveis

Onde houver derramamento de líquidos inflamáveis, o incêndio pode ser prevenido aplicando-se uma camada de espuma sobre a área afetada. Com o tempo, pode ser necessário aplicar mais espuma para manter a cobertura expandida, até que a área com o líquido inflamável esteja limpa.

## F - Líquidos voláteis

Recomenda-se não usar espuma em materiais que sejam armazenados como líquidos, que em condições ambientes são gasosos, como o propano, butadieno, etc.

Também não é recomendado que seja usada em materiais que reagem com água, como o magnésio, potássio, lítio, cálcio, zircônio, sódio e zinco.



## Tipos de LGE

### A - LGE Proteínico

O LGE proteínico comum é utilizado somente em combustíveis de hidrocarboneto.

Produz uma cobertura de espuma estável e homogênea que tem uma grande resistência ao calor e características de drenagem. Tem baixo poder de extinção, mas oferece boa resistência à reignição. Pode ser usado com água doce ou salgada. Deve ser aspirado adequadamente e não deve ser utilizado com agulhetas que não contenham estrutura para aspiração. Esse foi o primeiro tipo de espuma mecânica a entrar no mercado e tem sido utilizada desde a Segunda Guerra. É produzida através da hidrólise de queratina granulada como tutano de boi, pena de aves, etc. Em seguida, estabilizadores e inibidores são incluídos para prevenir corrosão, resistir à decomposição de bactérias e controlar a viscosidade.

### B - LGE Fluorproteínico

Possui surfactantes fluorquímicos com grande ganho de performance para a rápida extinção e compatibilidade com pó químico seco. Utilizado em combustíveis de carboneto e aditivos selecionados de combustíveis oxigenados. Tem excelente resistência ao calor e resistência à reignição. Pode ser usado com água doce ou salgada.

Deve ser aspirado adequadamente e não deve ser utilizado com agulhetas que não contenham estrutura para aspiração. É produzido através da mistura de surfactantes fluorquímicos com concentrado proteínico, resultando em uma melhor fluidez e enriquecendo as propriedades do concentrado proteínico comum, tendo como resultado uma excelente tolerância aos combustíveis e maior poder de extinção.



## **C - LGE Fluorproteínico com Formação de Filme (FFFP)**

É produzido através da mistura de surfactantes fluorquímicos com concentrado proteínico. Foi criado com o intuito de combinar a tolerância ao combustível do concentrado proteínico com um grande poder de extinção. Essa espuma libera uma película aquosa sobre a superfície do combustível de hidrocarboneto.

## **D - Espuma Sintética de Detergente (Média e Alta Expansão)**

Eficiente no combate a incêndios de classe A, muito usada em espaços confinados e como agente umidificante. Pode ser usada em menor escala para combate a incêndio classe B.

É uma mistura de agentes espumantes sintéticos e estabilizadores. A espuma de média expansão é utilizada para impedir a liberação de gases perigosos. Alguns tipos especiais de espuma devem ser usadas dependendo do tipo de combustível. A espuma de alta expansão pode ser usada em instalações fixas como armazéns, para proporcionar uma inundação completa de locais que tenham estoque de papel, plástico, borracha ou madeira. Cuidado com a eletricidade na área. O combate ao incêndio, nestes casos, é bem diferente do combate usando espuma de baixa expansão.

## **E - LGE Formador de Filme Aquoso AFFF**

Foi criado com o intuito de criar a maior e mais rápida extinção possível em incêndios causados por hidrocarbonetos. Sua fluidez permite excelente fluxo através de obstáculos. Diferentes porcentagens devem ser selecionadas de acordo com a necessidade. Pode ser pré - misturado, é compatível com pó químico seco, pode ser usado com água doce ou salgada e pode ser usado através de dispositivos não aspirados.

Trata-se de uma combinação de surfactantes fluorquímicos com agentes de espuma sintética. Extingue o fogo através da formação de uma película aquosa. Essa película é uma cobertura fina de solução de espuma que se espalha facilmente através das superfícies de um combustível de hidrocarboneto causando rápida extinção. É produzido pela ação de um surfactante fluorquímico reduzindo a tensão superficial da solução de espuma a ponto da solução ser mantida na superfície do hidrocarboneto.

Para maiores informações consultar o boletim técnico específico do nosso LGE SINTEX AFFF 3% ou LGE SINTEX AFFF 6% ou LGE SINTEX AFFF 1%.

## **F - LGE Formador de Filme Aquoso Resistente a Álcool (AFFF/ARC)**

Inicialmente foi desenvolvido para ser usado em hidrocarbonetos na concentração de 3% e para solventes polares na concentração de 6%. É compatível com pó químico seco e pode ser utilizado com água doce ou salgada.

Atualmente também está disponível na concentração de 3% tanto para hidrocarbonetos como para solventes polares e também na concentração de 1% para hidrocarbonetos e 3% para solventes polares, trazendo ainda mais vantagens na utilização, pois estes novos LGE's possibilitam minimizar o stock enquanto a capacidade de extinção é maximizada.

Os LGE's do tipo AFFF são compatíveis com pó químico seco e podem ser usados com água doce ou salgada.

Trata-se da combinação de composto de tensoativos fluorados e hidrocarbonos, polímero de alto peso molecular e solventes. Solventes polares como o álcool podem destruir espumas que não são resistentes ao álcool. O LGE Formador de Filme Aquoso Resistente a Álcool (AFFF/ARC) age formando um filme aquoso sobre o combustível de hidrocarboneto. Quando usado com solventes polares, forma uma membrana polimérica resistente que separa a espuma dos combustíveis, e previne a destruição do colchão de espuma.



As novas formulações foram produzidas para serem usadas a 3% em ambos os grupos de combustíveis, em 1% para hidrocarbonetos e 3% para solventes polares. Com as novas fórmulas, tem-se uma maior proteção utilizando-se menor quantidade de concentrado.

Para maiores informações consultar os boletins técnicos específicos do LGE SINTEX AFFF/ARC 3% x 6%, LGE SINTEX AFFF/ARC 3% x 3% ou LGE SINTEX AFFF/ARC 1% x 3%.

## Compatibilidade

Compatibilidade é um termo que define a situação em que LGE's de diferentes fabricantes são misturados no mesmo tanque de armazenamento. Os LGE's são considerados compatíveis quando o resultado da mistura não reduz a capacidade de extinção de incêndio, mesmo durante armazenagem por longos períodos. A NFPA não recomenda a armazenagem de LGE's de diferentes marcas e também de diferentes tipos, em um mesmo tanque de armazenagem. Para utilização no combate ao incêndio, LGE's de diferentes marcas, oriundos de tanques de armazenagem distintos, podem ser utilizados para geração de espuma.

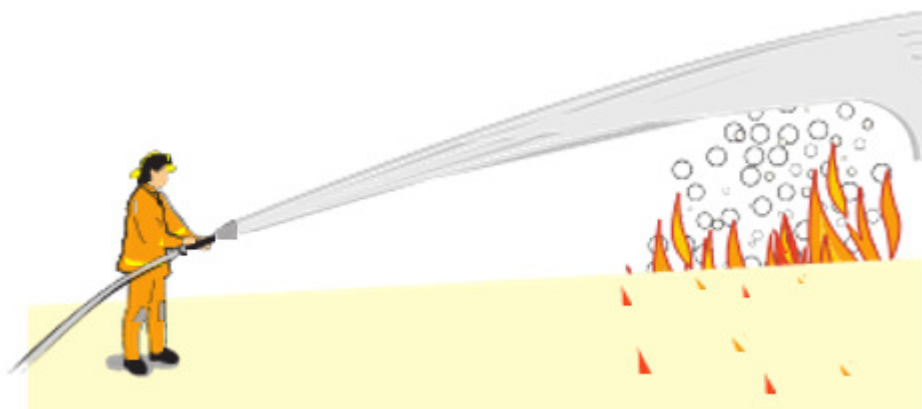


## Técnicas de aplicação da espuma

### 1. ANTEPARO

Quando as agulhetas de espuma são usados, deve-se tomar o cuidado de se aplicar a espuma de forma suave.

Para um jato sólido, a espuma deve ser direcionada a um anteparo (como um muro, por exemplo) antes de chegar às chamas, a fim de se reduzir sua velocidade.



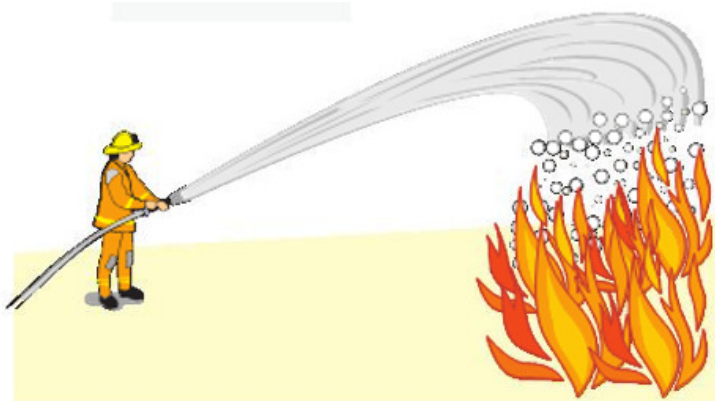
### 2. ROLAGEM

A espuma também pode rolar para a superfície do combustível fazendo com que o jato atinja o chão antes de chegar ao derramamento. Isso faz com que a espuma se acumule e em seguida role para o incêndio.



### 3. DILÚVIO

O jato de espuma é lançado para cima até que atinja sua altura máxima e se desfaça em várias gotas. O operador da agulheta deve ajustar a altura do jato, para que a espuma caia em cima da área do derramamento. Essa técnica pode extinguir o incêndio mais rapidamente em comparação com as outras. Entretanto, se o combustível estiver queimando há um certo tempo, com a formação de uma coluna térmica, ou se as condições climáticas não são favoráveis (como ventos fortes), esse método não deve ser utilizado.



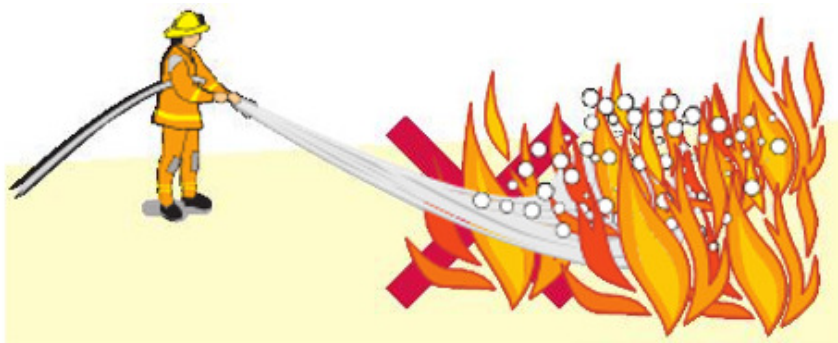
### 4. NUNCA DIRECIONE O JATO DIRETAMENTE PARA A CHAMA

Direcionar o jato de espuma diretamente contra o fogo pode fazer com que o combustível se espalhe. Se existir uma cobertura de espuma, o jato direto pode quebrá-la, permitindo que gases inflamáveis escapem. Isso geralmente resulta na propagação do incêndio, ou numa reignição do combustível, ou ainda, que as chamas aumentem. Geralmente, o fogo irá diminuir ou se apagar assim que o jato direto ao foco do incêndio for interrompido.

Se a agulheta é do tipo jato regulável, o jato neblina deve ser usado para produzir uma aplicação mais suave e reduzir a mistura da espuma com o combustível.

Somente como último recurso, um jato sólido e direto deve ser aplicado no centro do derramamento. Nessas condições, a eficiência da espuma será de 1/3 ou menos, em relação aos demais métodos recomendados.

Não use jatos de água de forma que possam quebrar uma cobertura de espuma. O jato de água pode ser usado na refrigeração das áreas próximas, ou no jato neblina para diminuição do calor irradiado pelas chamas. Entretanto, não direcione o jato de água para onde uma cobertura de espuma foi feita ou está sendo aplicada.



## Dosagem

Os LGE's são feitos para serem misturados com água em proporções específicas.

Concentrados de 6% são misturados a uma proporção de 94 partes de água para 6 partes de LGE. Por exemplo, para uma "pré-mistura" de LGE com água, para fazer 100 litros de solução de espuma, mistura-se 6 litros de LGE, com 94 litros de água. Quando estiver utilizando a espuma de 3%, mistura-se 3 litros de LGE com 97 litros de água. Uma vez misturada proporcionalmente com a água, as soluções de espuma resultantes de 3% e 6% são virtualmente as mesmas. Entretanto, a solução de espuma de 3% é mais concentrada que a de 6%, e por esse motivo, requer menos solução para produzir o mesmo resultado.

A tendência das indústrias é de reduzir ao máximo as dosagens dos LGE's, ou seja, utilizar a menor quantidade de concentrado possível para o mesmo volume de água.

Diminuir essa porcentagem permite que o usuário necessite de um espaço menor para armazenar o LGE.

Alterando de 6% para 3%, pode-se até dobrar a capacidade de combate a incêndio carregando o mesmo volume, ou ainda, cortar o suprimento de espuma pela metade sem comprometer a capacidade de combate.

Diminuir a proporção ainda permite que seja reduzido o custo dos componentes do sistema de espuma e o transporte de LGE.

Espumas polivalentes (resistentes ao álcool) que têm em seu rótulo dois valores de dosagem foram criadas para serem misturadas em qualquer uma das proporções. Por exemplo, um LGE 3% x 6% pode ser usado em combustíveis de hidrocarbonetos a 3% e em solventes polares a 6%. Isso ocorre devido à quantidade de ingrediente ativo que cria uma cobertura de espuma com resistência ao álcool. O LGE SINTEX AFFF/ARC 3% x 3% tem aumentado a resistência ao álcool, de forma que o concentrado pode ser usado a 3% tanto para combustíveis de hidrocarbonetos quanto para solventes polares.

Já o LGE Sintex AFFF-ARC 1% x 3% foi desenvolvido para combate a incêndios envolvendo hidrocarbonetos na dosagem de 1% e para combate a incêndios envolvendo solventes polares na dosagem de 3%.

Os agentes umidificantes e os LGE's classe A são misturas menos complexas, de ingredientes que têm proporções menores que 1%, tipicamente de 0,1% a 1,0%. Uma mistura com a proporção de 0,5% corresponde a meio litro de LGE adicionado a 99,5 litros de água.

**A - Sintex AFFF 1% para Hidrocarbonetos**



**B - Sintex AFFF 3% para Hidrocarbonetos**

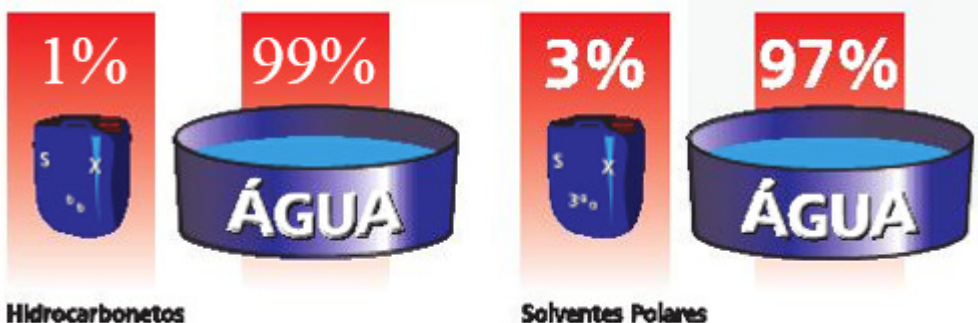


**C - Sintex AFFF 6% para Hidrocarbonetos**





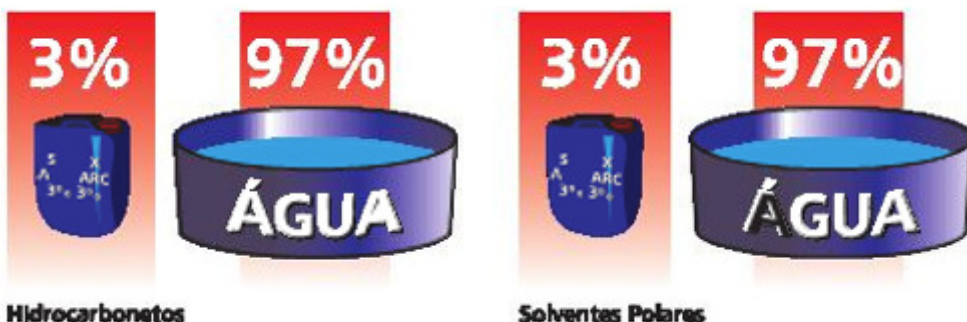
D - Sintex AFFF/ARC 1% - 3% polivalente



Hidrocarbonetos

Solventes Polares

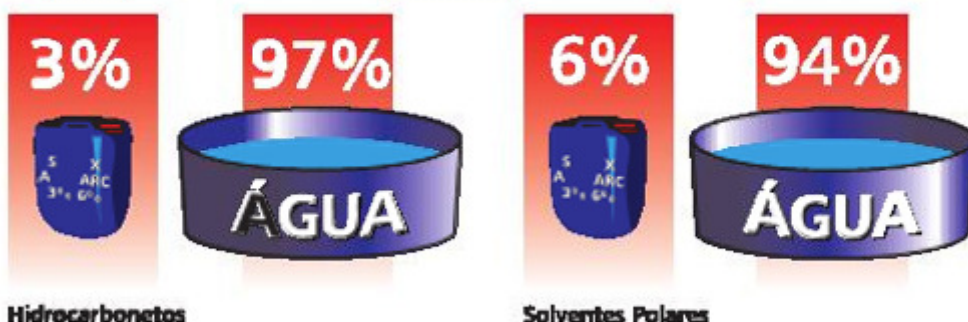
E - Sintex AFFF/ARC 3% - 3% polivalente



Hidrocarbonetos

Solventes Polares

F - Sintex AFFF/ARC 3% - 6% polivalente



Hidrocarbonetos

Solventes Polares

## Taxas de aplicação (somente para incêndios da classe B)

As taxas de aplicação apresentadas nesta seção são para incêndios provenientes de derramamentos superficiais como recomendado pela NFPA 11.

Em geral, aumentando a taxa de aplicação da espuma acima do mínimo recomendado, o fogo se extinguirá mais rapidamente. Entretanto, se a taxa de aplicação é menor do que a recomendada, o tempo para se apagar o fogo será prolongado, ou em casos em que a taxa é muito baixa, o incêndio pode não ser controlado. Líquidos inflamáveis podem ser divididos em duas grandes categorias, cada uma tendo uma taxa de aplicação diferente:

**1. HIDROCARBONETOS:** Líquidos inflamáveis que flutuam e não se misturam com a água, como a gasolina, o diesel, heptano, querosene, etc).

A NFPA recomenda uma taxa de aplicação de 4,1 lpm de solução de espuma por metro quadrado de fogo usando LGE do tipo AFFF, e com o tempo mínimo de operação de 15 minutos.

### Exemplos de taxa de aplicação para hidrocarbonetos

**A -** Uma área de 184 metros quadrados de gasolina comum está a arder. Você tem disponível LGE Sintex AFFF 3% para apagar o fogo.

- $4,1 \text{ lpm/m}^2 \times 184 \text{ m}^2 = 755$  litros de solução de espuma necessária para apagar o fogo;
- $0,03 \times 755 = 23$  litros de LGE Sintex AFFF 3% necessários por minuto;
- $23 \text{ litros} \times 15 \text{ minutos} = 350$  litros de LGE Sintex AFFF 3% necessários para controlar e dar o primeiro combate a um incêndio de combustível hidrocarboneto em uma área de  $186 \text{ m}^2$ .

**B -** Uma área de aproximadamente  $930 \text{ m}^2$  esta a arder. Você identificou o líquido como sendo diesel.

- $4,1 \text{ lpm/m}^2 \times 923 \text{ m}^2 = 3785$  lpm (1000 gpm) de solução de espuma necessária para apagar o incêndio. Isso significa que proporcionadores e agulhetas de 1000 gpm serão necessários. Um único sistema agulheta/edutor de pelo menos 1000 gpm, ou vários outros sistemas menores que, juntos, tenham uma vazão de no mínimo 1000gpm;
- $0,03 \times 3785 \text{ lpm} = 113,5$  lpm de LGE Sintex AFFF 3% necessários;
- $113,5 \text{ lpm} \times 15 \text{ minutos} = 1700$  litros de LGE Sintex AFFF 3% necessários para controlar e dar o primeiro combate a um incêndio de  $923 \text{ m}^2$  de combustível hidrocarboneto.

**2. SOLVENTES POLARES:** Líquidos inflamáveis que são miscíveis ou se misturam com a água (como álcool, MTBE, etc).

Hoje, felizmente, os bombeiros e as brigadas das empresas podem utilizar somente um tipo de LGE que combate tanto os incêndios de hidrocarbonetos quanto os de solventes polares. O LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 3% foi projetado para ser usado em ambos os casos. Enquanto o LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 3% é usado a 3% com ambos os combustíveis, o LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 6% é usado a 3% com hidrocarbonetos e a 6% com solventes polares.



## Exemplos de taxa de aplicação para solventes polares

**A -** Uma área de 93 m<sup>2</sup> de um conhecido solvente polar está a arder. Temos o LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 6% disponível para combater o fogo.

8,0 lpm de solução de espuma\* por metro quadrado de fogo. Mais uma vez, a NFPA recomenda um tempo mínimo de operação de 15 minutos nos derramamentos superficiais, neste caso, de solvente polar.

- 8,0 lpm/m<sup>2</sup> x 93 m<sup>2</sup> = 744 lpm de solução de espuma necessária para apagar o fogo;
- 0,06 x 744 lpm = 45 litros de LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 6% necessários por minuto;
- 45 litros x 15 minutos = 675 litros de LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 6% necessários para controlar e dar o primeiro combate a um incêndio de 93 m<sup>2</sup> de solvente polar.

**B -** Incêndio nas mesmas condições, porém utilizando LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 3%, teremos:  
Uma área de 93 m<sup>2</sup> 8,0 lpm de solução de espuma\* por metro quadrado de fogo, com tempo de aplicação de 15 minutos.

- 8,0 lpm/m<sup>2</sup> x 93 m<sup>2</sup> = 744 lpm de solução de espuma necessária para supressão do incêndio;
- 0,03 x 744 lpm = 23 litros de LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 3% necessários por minuto;
- 23 litros x 15 minutos = 345 litros de LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 3% necessários para controlar e dar o primeiro combate a um incêndio de 93 m<sup>2</sup> de solvente polar, ou seja, metade do requerido quando da utilização do LGE Sintex AFFF/ARC 3% x 6%.

**NOTA:** As taxas de aplicação podem variar dependendo do combustível. A taxa de 8 lpm/m<sup>2</sup> usada no exemplo é uma taxa média. Para taxas específicas dos combustíveis, consulte a i.t.v.m., lda. Para uma ótima performance com todos os tipos de combustível, a espuma deve ser aspirada adequadamente (expandida).

No caso de solventes polares, entretanto, é fundamental que a espuma se expanda apropriadamente.

## Taxas de aplicação

Depois de dimensionar o incidente, determinar o tipo de combustível e a área, é necessário usar a fórmula correta da taxa de aplicação, a escolha correta dos equipamentos e tipo de LGE e também formular previamente um plano de combate, envolvendo todos os intervenientes. É muito importante preparar os recursos antes de tentar apagar o fogo. Não se deve iniciar a operação de combate a incêndio, antes que todo o sistema esteja devidamente pronto para atender a demanda necessária, tal procedimento pode resultar no fracasso da operação.

As taxas de aplicação permitem um entendimento de quais são os recursos necessários a serem aplicados, sem interrupções, de forma que se possa combater e apagar o fogo.

É importante notar que outras informações podem ser somadas ao bom entendimento das fórmulas de taxa de aplicação. Antes que algum acidente ocorra, o melhor é calcular a partir do maior risco, seja o combustível de hidrocarboneto, ou de solvente polar, a necessidade de equipamentos e LGE e checar se o seu departamento está em condições de combatê-lo. É importante também elaborar um pré - planeamento para o combate a incêndio com líquidos inflamáveis.

Também é possível calcular a quantidade de água necessária para qualquer incidente com líquidos inflamáveis usando as taxas de aplicação. No exemplo anterior, do incêndio em hidrocarboneto com 930 m<sup>2</sup> de área, determinamos que seria necessária uma vazão de 3785 litros (1000gpm) de solução de espuma. Como é necessário um tempo de operação de pelo menos 15 minutos, serão necessários 56.755 litros de solução de espuma.

Como o concentrado de espuma a 3% é mais usado no combate a incêndio de hidrocarbonetos  $0,03 \times 56.775 = 1704$  litros de LGE. De 56.775 litros de solução de espuma, 1704 litros são de LGE, e portanto, o restante será de água, ou seja, 55072 litros de água são necessários para combater esse incêndio.

## Espuma Classe A

O LGE Sintex A/F é uma mistura de agentes espumantes e agentes umidificantes adicionados a um solvente não-inflamável. Não oferece risco e não é corrosivo.

O LGE Sintex A/F é comumente usado em baixas concentrações, algo entre 0,1% a 1% por volume de água.

Em adição aos métodos de proporcionamento discutidos anteriormente neste guia, fazer uma pré-mistura é um método barato e simples.

Diferentemente dos LGE's Sintex AFFF para classe B, dosagens precisas e as taxas de aplicação não são tão críticas para a performance da espuma.

## **A – Processo de extinção do fogo da espuma da classe A**

A espuma classe A extingue o fogo isolando o combustível, baixando a sua temperatura e eliminando o suprimento de oxigênio. O método mais comum de extinção é o uso da água para refrigeração e absorção do calor. A água é relativamente abundante, fácil de usar, e capaz de absorver grande quantidade de calor, transformando-o em vapor.

Para que a água absorva a maior quantidade de calor, é necessário que cada gota de água se transforme em vapor.

O LGE Sintex A/F suprime incêndios de classe A, através dos seguintes processos:

- ESPALHA ÁGUA SOBRE O COMBUSTÍVEL CLASSE A;
- LENTAMENTE LIBERTA ÁGUA;
- ADERE A SI MESMA;
- PENETRA NO COMBUSTÍVEL.

## **B - Aplicação da espuma classe A**

Espumas classe A podem ser usadas como um agente combatente do fogo, ou como barreira ao fogo.

Como um agente umidificante, a espuma classe A diminui a tensão superficial da água. A alta tensão superficial da água faz com que ela não penetre e não absorva o calor. A solução de espuma classe contendo 0,1 a 1,0% de LGE Sintex A/F, reduz o problema, pois abaixa a tensão superficial. Isso permite que a água penetre na superfície em chamas, absorva o calor e resfrie o ambiente muito mais rápido e com menor quantidade de água.

## **C - Vantagens da espuma classe A**

- Aumenta a eficiência da água;
- Reduz o tempo de combate;
- Relativamente fácil de ser preparada;
- Eficiente contra todos os tipos de incêndio classe A;
- Pode proporcionar uma barreira contra o fogo;
- Proporção e taxas de aplicação não são tão críticas quanto para as espumas classe B;
- Aumenta a umidade no material em 50%;
- Absorve 3 vezes mais calor do que a água.

As espumas classe A também podem ser usadas como barreiras contra combustíveis classe A. Nessa condição, a expansão da solução é crucial para a eficiência da espuma.

A capacidade da espuma de reter água depende muito da integridade da bolha. Se a espuma não for expandida de forma apropriada, a água será drenada rapidamente, acarretando em pouca ou nenhuma proteção contra o calor do fogo.

A aspiração apropriada da espuma classe A é freqüentemente alcançada usando o sistema de espuma com ar comprimido (CAFS). Esse sistema usa um compressor de ar para conseguir uma melhor expansão da espuma. Também se consegue um melhor alcance e uma economia de água utilizando-se do sistema de compressão móvel. Esse tipo de sistema é amplamente usado contra incêndios em florestas.

Pode-se criar uma barreira contra incêndios cobrindo uma estrutura que esteja no caminho do fogo. Isso previne que essa estrutura chegue ao ponto de pegar fogo. Essa cobertura também é capaz de prevenir que brasas transportadas pelo vento iniciem um novo incêndio. Devido à capacidade da espuma de ar comprimido (CAFS) de aderir a superfícies, mesmo que verticais, essa técnica pode ser usada para diminuir o incêndio cobrindo árvores e arbustos antes que o fogo chegue. Essa cobertura aumenta a umidade da área seca impedindo que o fogo se alastre.

## Espumas de Alta Expansão

O LGE de alta expansão (Sintex Expandol) é uma mistura de agentes ativos com agentes espumantes do tipo detergente sintético. Esse LGE é dosado a uma taxa de 1,5% com a água. Quando usado em combinação com agulhetas de alta expansão, resulta em uma espuma de qualidade melhor, com uma expansão de 500:1, mas pode ser combinada com geradores de espuma que produzem espumas com expansão desde 200:1 até 1000:1. Sua textura é suave e uniforme e tem uma ótima fluidez, permitindo que ela supere os obstáculos com mais facilidade. Possui boa aderência, o que permite uma melhor estabilidade, e, além disso, pode ser misturada com água doce ou salgada. Por ser um agente espumante de alta qualidade, tem um efeito penetrante muito grande em incêndios classe A. Sua característica multifuncional elimina a necessidade de stockagem de agentes umidificantes.

### A - Como funciona

Espumas de alta expansão controlam incêndios através do resfriamento e abafamento, isolando o combustível do oxigênio. Uma rápida drenagem da espuma faz com que a maior parte da água da solução se perca deixando apenas uma fina camada de bolhas. A fórmula do LGE Sintex Expandol foi feita de forma a retardar a drenagem e produzir uma espuma mais consistente e estável.

### B - Como é feita

A espuma de alta expansão é formada a partir de uma pequena quantidade (1,5%) de LGE Sintex Expandol em um gerador de espuma, onde água e uma imensa quantidade de ar (quase 1000 vezes a quantidade de LGE e água) são misturadas. O resultado é uma fantástica cobertura de espuma. Uma bombona de 20 litros de LGE Expandol pode produzir um pouco mais de 1000.000 de litros de espuma. Isso seria suficiente para cobrir um campo de futebol.

A temperatura da água e a qualidade do ar afetam a espuma de alta expansão. A água deve estar abaixo dos 32°C e deve-se tomar bastante cuidado para posicionar o gerador onde a fumaça e os gases de combustão não são aspirados para dentro da entrada de ar.

Se os sprinklers estiverem sendo usados na área, mais espuma será perdida. É necessário um cálculo complexo de volumes que pode ser encontrado na norma NFPA-11A. A ventilação é uma parte importante do combate a incêndios utilizando espumas de alta expansão. Deve se providenciar uma ventilação no final do espaço confinado do lado oposto ao do gerador de alta expansão. A espuma não vai fluir em espaços não ventilados. Em alguns casos, como em prédios antigos, talvez, mais de uma entrada de ar será necessária para a aplicação da espuma.

## Segurança pós-incêndio

As taxas de aplicação são essenciais para o cálculo e verificação de todos os recursos necessários para o controle e extinção de incêndios. Em incêndios de derramamento também é muito importante o tempo de resposta das brigadas para manter a segurança da área, antes do processo de drenagem e limpeza. Muitas vezes apenas uma única aplicação de espuma pode não proteger a área contra uma reignição do incêndio, principalmente quando o processo de drenagem e limpeza é demorado. Um detector de gás combustível pode ser usado para determinar se é necessária uma reaplicação de espuma, ou se a quantidade aplicada foi suficiente.

## Agulhetas para espuma

Para o uso mais eficiente e econômico da espuma, a solução precisa expandir apropriadamente. Agulhetas do tipo jato regulável não aspirados, em geral, proporcionam baixa expansão, com expansão aumentada no caso de utilização de lança do tipo engate rápido, nos modelos manuais. Agulhetas do tipo aerado possibilitam maior expansão. No caso de solventes polares, agulhetas aerados terão melhor desempenho, gerando uma espuma de qualidade suficiente para apagar o fogo. No caso de utilização de uma agulheta não aerado teremos uma expansão menor, com maior poder de penetração.

Existem três tipos de agulhetas de espuma:

### 1. BAIXA EXPANSÃO

Esse tipo de agulheta expande o LGE até 20:1. Isto é, para cada litro de solução que entra na base do agulheta, algo entre 8 e 10 litros de espuma são produzidos quando da utilização de agulhetas aerados. Esses agulhetas tiram ar de sua base. O ar e o LGE se misturam, produzindo a espuma que deixa a agulheta. No caso de agulhetas não aeradas, a formação de espuma se dá com a agitação mecânica interna e também a partir do descarregamento do jato de espuma para a atmosfera. Para as agulhetas não aerados a taxa de expansão deverá ficar entre 4:1 a 6:1.

### 2. MÉDIA EXPANSÃO

As agulhetas de média expansão expandem a espuma a uma proporção de até 200:1, apesar de expansões de 50:1 serem mais comuns. Eles operam do mesmo modo que as agulhetas de baixa expansão aerados, entretanto, o diâmetro da agulheta é muito maior. A aplicação de agulhetas de média expansão com LGE do tipo Sintex AFFF/ARC 3% x 3% pode ser muito eficiente na contenção de gases químicos.

### 3. ALTA EXPANSÃO

As agulhetas de alta expansão podem expandir a espuma em uma proporção acima de 200:1, quando espumas de alta expansão são usadas. Devido ao seu grande tamanho e à sua eficiência limitada contra líquidos inflamáveis, as agulhetas de alta expansão não estão entre os equipamentos que dão o primeiro combate ao fogo.

## Sistemas proporcionadores

Os proporcionadores são equipamentos ou sistemas que foram criados para fazer a dosagem correta de LGE no jato de água. Existe uma grande variedade de proporcionadores disponíveis, desde modelos econômicos, como os proporcionadores tipo PL, até modelos mais sofisticados como os de pressão balanceada. Abaixo temos uma descrição sucinta da mecânica e das capacidades dos diferentes sistemas proporcionadores:

### A - Proporcionadores de linha (tipo PL)

Os proporcionadores PL são os equipamentos proporcionadores mais comuns disponíveis no mercado. Podem ser usados diretamente na mangueira ou em sistemas fixos. Eles trabalham com o princípio de Venturi. A água é introduzida, sob pressão, na entrada do proporcionador. O proporcionador reduz o orifício pelo qual a água passa, fazendo com que a velocidade da água seja maior. Isso gera uma queda de pressão que gera uma sucção na área de coleta de LGE. Enquanto o LGE é succionado, uma válvula ou um orifício fixo faz a dosagem correta a ser proporcionada ao jato de água. Na maioria dos casos, a válvula ou o orifício fixo pode ser regulado para dosagens de 1%, 3% ou 6%.

Os proporcionadores tipo PL são equipamentos extremamente confiáveis e de peças simples, mas com algumas limitações:

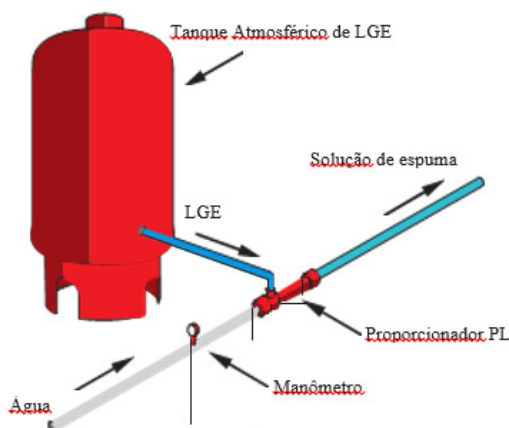
#### 1. Proporcionadores Tipo PL operam com vazão fixa.

Todos os proporcionadores tipo PL têm apenas uma vazão específica. O proporcionador tipo PL deve ser acoplado a uma agulheta que trabalhe exatamente com a mesma vazão. Um dos problemas mais comuns está na escolha errada da agulheta a ser montado junto com o proporcionador tipo PL. Isso acarreta numa solução de espuma mais fraca ou no colapso da sucção de LGE.

#### 2. Poporcionadores Tipo PL requerem uma pressão de entrada adequada.

Os proporcionadores tipo PL determinam sua queda de pressão a um alto custo energético. A perda entre a pressão de entrada e a pressão de saída de um proporcionador tipo PL deve ser de 35% ou mais. Para proporcionar uma pressão adequada à agulheta, é necessária uma pressão de entrada relativamente alta.

Os proporcionadores de linha tipo PL da nossa representada Tyco operam com melhor desempenho dentro de uma faixa de pressão entre 125 e 200 psi (8,8 Kgf/cm<sup>2</sup> a 14,0 Kgf/cm<sup>2</sup>), podendo operar com pressões mais baixas (à partir de 75 psi – 5,3 Kgf/cm<sup>2</sup>), entretanto, a vazão do sistema cai e fica praticamente impossível determinar qual vazão estará sendo fornecida para o combate ao fogo.



### 3. Proporcionadores tipo PL “não gostam” de contra pressão.

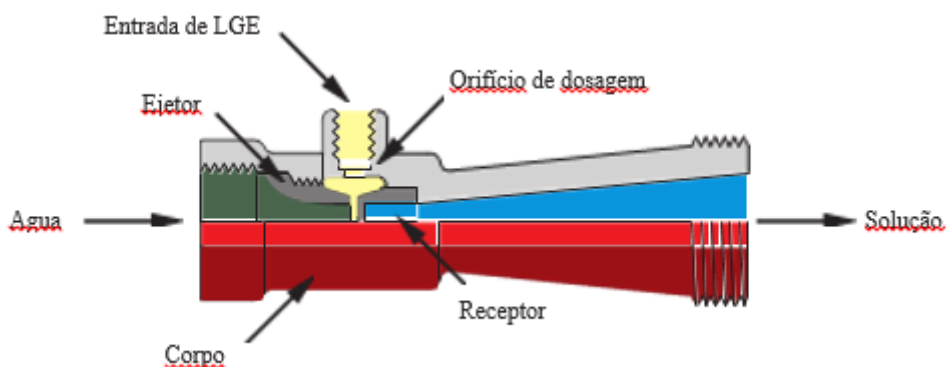
Contra pressão em excesso no proporcionador pode interromper a sucção de LGE. Por isso, é importante seguir os seguintes passos:

- A escolha da agulheta e do proporcionador deve ser correta;
- A agulheta deve estar sempre totalmente aberto ou totalmente fechado, não pode estar em posição intermediária;
- A mangueira não pode enroscar;
- A agulheta não pode estar acima do nível do proporcionador;
- Siga sempre as recomendações da i.t.v.m., lda.

### 4. Proporcionadores tipo PL devem ser mantidos limpos

Os proporcionadores tipo PL devem ser limpos depois de cada uso. Caso contrário, pode ocorrer obstrução na área de sucção de LGE. Caso isso ocorra, o proporcionador tipo PL não funcionará apropriadamente.

Detalhe de um proporcionador tipo PL



## B - Sistema FireDos

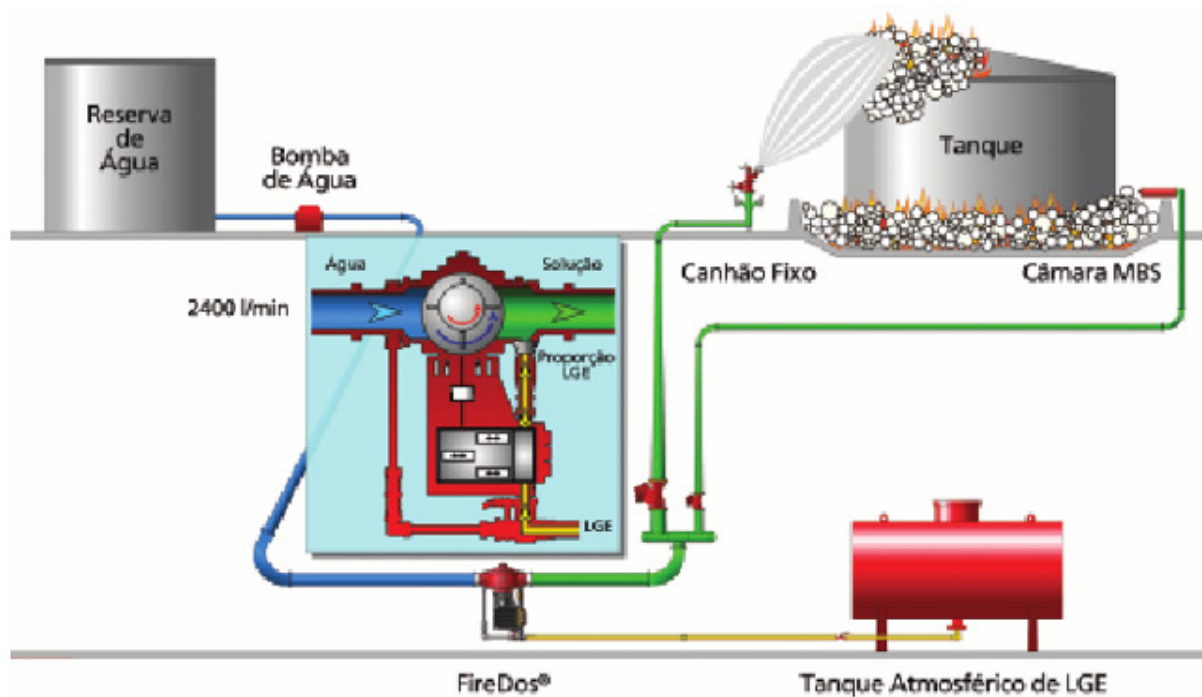
A bomba dosadora de LGE FIREDOS® é o mais versátil sistema de proporcionalamento existente no mercado. Este revolucionário sistema de proporcionalamento oferece muitas vantagens em relação aos outros meios de proporcionalamento, tais como: fácil instalação, operação através da vazão de água disponível no sistema, fácil adaptação às plantas existentes, versões à prova de água salgada para aplicação off-shore, ampla faixa de vazão, possibilita o trabalho com dosagens reguláveis, baixa perda de carga e pode ser utilizado com qualquer tipo de LGE.

O FIREDOS® é um sistema de dosagem mecânico que é acionado volumetricamente pela vazão de água, requerendo baixa pressão, sem necessidade de energia auxiliar.

Para funcionamento do sistema, o FIREDOS® necessita somente ser conectado ao sistema de água e ao tanque atmosférico de LGE. A dosagem pode ser fixa ou ajustável e o equipamento não exige praticamente nenhuma manutenção adicional além da recarga do tanque de LGE.

O FIREDOS® é um equipamento que opera através de motor hidráulico e uma bomba dosadora a qual é movida pelo motor. Os sistemas operam através do princípio de rotação. Os sistemas estão disponíveis para operar com faixa de vazão entre 1 lpm até 22.000 lpm, com dosagem fixa ou ajustável. A bomba dosadora realiza o proporcionalamento de LGE através da vazão do sistema, obtendo dosagem correta e precisa independente das variações de vazão e pressão da água.

O sistema FIREDOS® consiste basicamente de sete componentes: motor hidráulico, bomba dosadora, acoplamento mecânico, skid, sistema de retirada de ar, tubulação e linha de sucção de LGE.



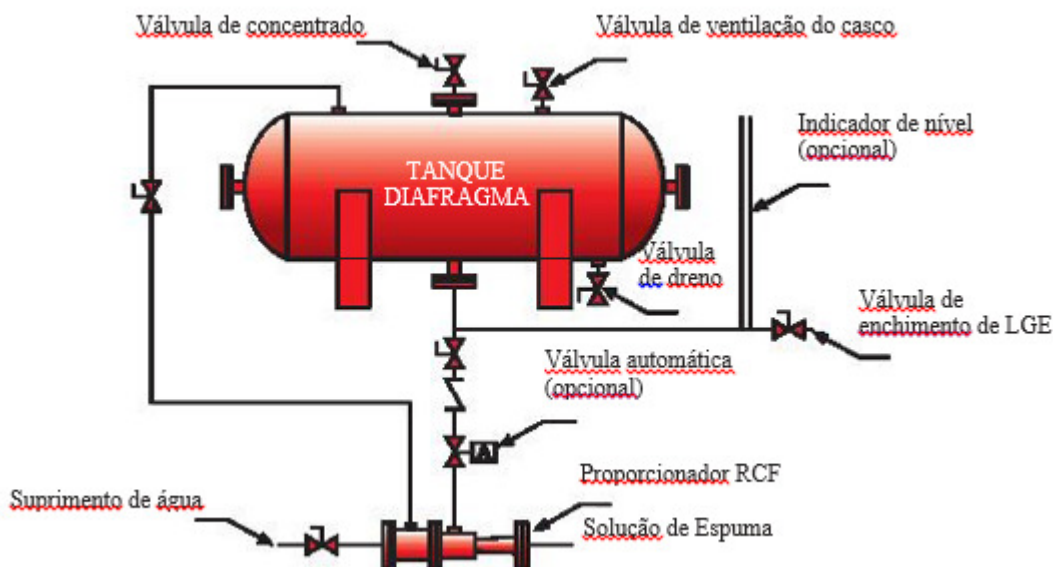


### C - Sistema de pressão balanceada por tanque diafragma

O sistema de pressão balanceada por tanque diafragma utiliza os mesmos proporcionadores RCF dos sistemas de pressão balanceada por bomba. São desenvolvidos a partir de um vaso de pressão, dotado internamente de um bolsão diafragma em borracha, para operação máxima de 175 psi (12,3 Kgf/cm<sup>2</sup>), opcionalmente pode ser fornecido para trabalho com 250 psi (17,5 Kgf/cm<sup>2</sup>). O conjunto é fornecido montado em um skid tipo sela, já com a tubulação de água e de LGE.

A água que passa pelo proporcionador RCF também é derivada para o interior do casco do tanque, que comprime o bolsão interno e força o LGE para a área do receptor do proporcionador RCF aproximadamente à mesma pressão da linha de abastecimento de água. O proporcionamento correto é obtido pela simples manutenção de pressões idênticas nas entradas de água e de concentrado de espuma no proporcionador RCF.

É o sistema de proporcionamento mais prático e versátil disponível, com baixa manutenção e fácil operação.



## D - Sistemas de pressão balanceada por bomba

Os sistemas de pressão balanceada são extremamente versáteis e precisos. Em geral, esses sistemas são associados com sistemas fixos e sistemas móveis especializados.

Basicamente os sistemas de pressão balanceada estão disponíveis em sistemas controlados por bomba e sistemas do tipo tanque diafragma.

Os sistemas de pressão balanceada por bomba (BP e In Line) possuem design e operação complexos. Para obter mais detalhes, entre em contato com o seu representante i.t.v.m., lda.

O princípio de operação de um sistema de pressão balanceada por bomba é baseado em um proporcionador venturi modificado chamado de proporcionador RCF.

Enquanto a água passa através de um jato na entrada do proporcionador, ele cria uma área de pressão reduzida chamada de receptor. Essa redução na pressão faz com que o LGE seja succionado através de um orifício para a área de pressão reduzida.

Enquanto a velocidade do jato de água que passa pelo proporcionador aumenta, aumenta também o nível de redução de pressão, afetando, dessa forma a queda de pressão correspondente à espuma que passa pelo orifício. Essa queda de pressão resulta em uma vazão de LGE que é proporcional à água que passa pelo proporcionador RCF.

Assim que, tanto a água quanto o concentrado, estejam em uma área comum de pressão reduzida, somente é necessário manter a pressão de ambos idêntica na entrada do proporcionador RCF.

Linhas de pressão levam o LGE e a água do proporcionador RCF para uma válvula diafragma balanceadora.

Essa válvula ajusta automaticamente a pressão do LGE para que seja adequada à pressão da água. Um manômetro duplex monitora o balanceamento da pressão de LGE e da água em um único mostrador.

Para operação manual não é necessária a válvula diafragma. A pressão do LGE é ajustada em relação à pressão da água através de uma válvula manual.

A perda de carga através do proporcionador RCF é de aproximadamente de 25-30 psi (1,75 Kgf/cm<sup>2</sup> - 2,10 Kgf/cm<sup>2</sup>) com vazão máxima, dependendo do proporcionador selecionado. Para verificação da faixa de vazão de cada proporcionador RCF, consultar o boletim técnico específico.

Os sistemas de pressão balanceada por bomba BP (proporcionamento local) e "In line" (vários pontos de injeção à distância) permitem utilizar uma ampla faixa de vazão e de pressão sem necessitar de ajustes manuais.

As limitações do sistema são:

- Sistema complexo para entendimento dos operadores;
- Sistema complexo para manutenção.

## Apêndice

**LGE** - Líquido Gerador de Espuma a ser misturado a certas proporções com água e ar a fim de produzir espuma.

**Sintex AFFF** (LGE Formador de Filme Aquoso) - Um líquido espumante contendo surfactantes de fluorcarbono fluorcarbono que controla as propriedades físicas da água, isto é, capaz de flutuar e se espalhar sobre a superfície do combustível de hidrocarboneto.

**Sintex AFFF/ARC** (LGE Formador de Filme Aquoso Resistente à Álcool) - LGE com fórmula especial para ser usado em álcoois e solventes polares.

**Concentração** - A quantidade LGE contida num determinado volume de solução de espuma. O tipo de LGE usado determina a dosagem da concentração necessária.

**Espuma** - É uma cobertura homogênea obtida através da mistura de água, líquido gerador de espuma e ar ou gás.

**Dispositivo de descarga** - Um dispositivo fixo ou móvel que direciona a espuma para a área de risco.

**Expansão** - É a taxa que compreende a razão do volume de espuma formada pelo volume de solução utilizado para a formação da espuma.

**Incêndio classe "A"** - É o fogo produzido por combustíveis como a madeira ou o papel, onde o efeito refrigerante da água é muito importante na extinção do incêndio.

**Incêndio classe "B"** - É o fogo produzido por combustíveis inflamáveis, onde a cobertura da espuma e o efeito de suavização são muito importantes para a extinção desse tipo de incêndio.

**Líquido combustível** - Qualquer líquido com ponto de ignição acima de 37,8°C.

**Líquido inflamável** - É uma substância líquida nas condições normais de temperatura e pressão, e tem um ponto de ignição abaixo de 100°F (37,8°C).

**Líquido de espuma fluorproteínica** - É a espuma baseada em proteínas naturais e modificada com surfatantes fluoretados.

**Espuma mecânica** - Espuma produzida pela agitação física de uma mistura de água, ar e líquido gerador de espuma.

**Estabilidade da espuma** - É a capacidade da espuma resistir a um colapso espontâneo originado por causas externas, como calor ou reações químicas.

**Proporcionador** - É o aparelho no qual o líquido gerador de espuma e a água se misturam para formar a espuma.

**Propriedades adesivas** - Capacidade de unir substâncias de composições diferentes. Quando uma cobertura de espuma se adere a uma superfície vertical, se diz que ela tem propriedades adesivas. Isso é necessário para prevenir a liberação de gases de um tanque, por exemplo.

**Propriedades coesivas** - É a capacidade de unir duas substâncias de composições parecidas. Uma boa cobertura de espuma é mantida junta através de sua capacidade coesiva.

**Queda de pressão** - É a perda de pressão entre dois pontos de um sistema hidráulico.

**Resistência a chamas** - É a capacidade de uma cobertura de espuma de resistir ao fogo direto, como se fosse um fogo parcialmente extinto de petróleo.

**Resistência ao calor**- É a capacidade da espuma de resistir ao calor.

**Solução** - É o mesmo que a solução de espuma.

**Solução de espuma** - É uma mistura homogênea de água e concentrado de espuma.

**Solvente polar** - É um líquido cujas moléculas possuem um momento elétrico permanente. Exemplos: aminas, éteres, aldeídos, etc. No combate a incêndios, trata-se de um líquido inflamável que destrói a espuma comum.

**Surfactante** - Substancia química que reduz a tensão superficial da água.

**Taxa de drenagem** - É a taxa na qual a solução drena a espuma.

**Venturi** - Um pedaço de tubo que aumenta a velocidade da água, além disso, reduz momentaneamente sua pressão. É nessa área de pressão reduzida que o concentrado de espuma é introduzido através de vários tipos de equipamentos proporcionadores.