

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA**

MARY MARIKO SIOSE

**SISTEMAS FIXOS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO
EM PRÉDIOS DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA**

São Paulo
2008

MARY MARIKO SIOSE

**SISTEMAS FIXOS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO
EM PRÉDIOS DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA**

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Especialização em
Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo
2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Siose, Mary Mariko

Sistemas fixos de proteção contra incêndio em prédios de extração de óleo de soja / M.M. Siose. -- São Paulo, 2008.

50 p.

Monografia (Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Incêndio (Proteção) 2.Soja (Extração) 3.Solvente (Extração;prevenção e controle) I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família que mia
e late.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Ricardo Metzner, por sempre acreditar na minha capacidade.

À amiga Drª. Vânia da Silva e Souza pelas críticas e comentários construtivos que realizou nas primeiras versões do texto, à Neoplan - Projetos Industriais que contribuiu para a minha formação com a realização dessa especialização, e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na realização deste trabalho.

RESUMO

Esta monografia tem por objetivo estudar os sistemas de média velocidade de proteção contra incêndio por água nebulizada e água nebulizada com espuma, utilizados em prédios de extração de óleo de soja por solventes. Compreender o processo de extração por solvente e conhecer os riscos do uso do hexano no processo, também fazem parte do objetivo deste trabalho. Por não existir normas específicas no Brasil sobre este assunto, a metodologia adotada foi consulta às normas americanas da NFPA - *National Fire Protection Association*, Associação Nacional de Proteção Contra incêndio e recomendações de seguradora internacional, na elaboração de um projeto preliminar de proteção contra incêndio por água nebulizada e água nebulizada com espuma em um prédio de extração de óleo de soja, apresentado como estudo de caso.

Palavras-chave:Incêndio(Proteção).Soja (Extração). Solvente(Extração).Prevenção.

ABSTRACT

This monograph aims to study the water spray and foam-water spray systems used in fire protection of solvent extraction plants. Understanding the process by solvent extraction and know the risks of the use of hexane in the process, are also part of the objective of this work. There is no specific standards in Brazil about this subject, the methodology was consulting the NFPA-National Fire Protection Association standards and a international insurance company recommendations, in the preparation of water spray and foam-water spray systems preliminary project of a soy extraction plant, presented as case study.

Keywords: Fire Protection. Soy (Extraction). Solvent(Extraction).Prevention.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa.....	13
1.2	Objetivo.....	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	Processo de extração de óleo de soja	15
2.2	Os riscos do uso de hexano no processo de extração.....	17
2.3	Sistemas de proteção contra incêndio para o processo de extração	18
2.4	Entendendo o fogo.....	19
2.5	Sistemas de água nebulizada, conforme NFPA 15.....	20
2.5.1	Sistema de água nebulizada de média velocidade.....	21
2.5.2	Sistema de água nebulizada de alta velocidade.....	24
2.6	Sistema de espuma e água nebulizada.	25
2.6.1	Sistema de proporcionamento com tanque diafragma.....	26
2.6.2	Componentes do sistema de proporcionamento com tanque diafragma.	
	27	
3	METODOLOGIA.....	32
4	ESTUDO DE CASO	33
4.1	Planta de processamento de soja	33
4.2	Recomendações da seguradora internacional	35
4.2.1	Recomendações da seguradora internacional para o estudo de caso.	36
4.3	Projeto preliminar de proteção contra incêndio.	37

4.3.1	Primeiros passos	37
4.3.2	Cálculo Hidráulico	41
5	COMENTÁRIOS	46
6	CONCLUSÕES	49
7	LISTA DE REFERÊNCIAS	50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Diagrama do processo de extração.....	16
FIGURA 2 – Extrator retangular em loop	17
FIGURA 3 – Triângulo do fogo	20
FIGURA 4 – Quadrado do fogo.....	20
FIGURA 5 – Projetor MV	21
FIGURA 6 – Ângulos e distâncias correspondentes.....	22
FIGURA 7 – Conjunto válvula dilúvio com atuador hidráulico.....	23
FIGURA 8 – Sistema Mulsyfire de alta velocidade.....	24
FIGURA 9 – Projetor HV	25
FIGURA 10 – Tanque Diafragma-Operação do sistema	27
FIGURA 11 – Tanque Diafragma-Diagrama de montagem	28
FIGURA 12 – Tanque Diafragma-Diagrama de montagem	29
FIGURA 13 – Proporcionador Tipo Venturi	30
FIGURA 14 – Vista lateral 1 –Extração.....	34
FIGURA 15 – Vista lateral 2 –Extração.....	35
FIGURA 16 – VD1 – Telhado.....	40
FIGURA 17 – VD2 – Telhado.....	40
FIGURA 18 – Marcação de nós e tubos	41
FIGURA 19 – Manifold e Tanque Diafragma.....	47
FIGURA 20 – Reservatórios,casa de bombas e manifold.....	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Orifícios e K-factor	22
TABELA 2 – Faixas de vazão de proporcionadores.....	30
TABELA 3 – Critério de projeto para VD-Wet Pilot – perda equivalente máxima	38
TABELA 4– Comprimento equivalente.....	43
TABELA 5– Resultado dos cálculos hidráulicos.....	44
TABELA 6– Planilha de cálculo.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIOVE –	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
ASME –	American Society of Mechanical Engineers
CONAB –	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA –	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FISPQ –	Ficha de Informação do Produto Químico
HASS ®	Hydraulic Analysis Sprinklers System
NFPA –	National Fire Protection Association

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

AFFF	Aqueous Film-Forming Foam Concentrate
°C	Celsius
gpm	galões por minuto
gpm/ft ²	galões por minuto por pé quadrado
HV	High Velocity (alta velocidade)
LGE	Líquido Gerador de Espuma
m	Metro
mm/min	milímetros por minuto
m ³	metro cúbico
MV	Medium velocity (média velocidade)
Psi	pounds per square inches (libras por polegada quadrada)
PVC	Poly(vinyl chloride)
%	Por cento
SI	Sistema Internacional
VD	Válvula dilúvio

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, ao final da década de 60, segundo a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o trigo era a principal cultura do Sul do país e como opção de verão, surgia a soja em sucessão ao trigo. Iniciava-se também nesta mesma época um esforço para a criação de suínos e aves no Brasil, gerando demanda por farelo de soja. Estes dois fatores internos foram responsáveis para que o Brasil começasse a enxergar a soja como um produto comercial, influenciando mais tarde o cenário mundial de produção do grão. Foram produzidas cerca de 500 mil toneladas em 1966, confirmado que a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, pois em meados de 1970, com a explosão do preço da soja no mercado mundial, despertou ainda mais nos agricultores e o próprio governo brasileiro, o interesse pelo cultivo do grão.

O Brasil acabou se beneficiando de uma vantagem competitiva em relação aos países produtores: o escoamento da safra brasileira ocorria na entressafra americana, período onde os preços atingiam as maiores cotações. Passou o Brasil, desde então, a investir em tecnologia para a adaptação da cultura às condições brasileiras, era preciso “tropicalizar” a soja, e para tanto a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária liderou o processo de pesquisas, que permitiram que o grão fosse plantado com sucesso em regiões de baixas latitudes, entre o trópico de capricórnio e a linha do equador. Ainda segundo a Embrapa, esta conquista brasileira revolucionou a história mundial da soja e seu impacto começou a ser notado pelo mercado a partir do final da década de 80 e com mais ênfase na década de 90.

Atualmente, os líderes na produção mundial da soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai. O Brasil é o segundo maior produtor mundial da soja com produção de 58,4 milhões de toneladas em 2006/2007, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB.

Para se ter uma idéia de valores, a participação da soja nas exportações brasileiras em 2006, segundo MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, girou em torno de 9,3 bilhões (US\$). Segundo a Associação

Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais – ABIOVE, o Brasil demonstrou em 2007 capacidade de processamento, de refino e de envase de óleos vegetais em torno de 187 mil toneladas diárias, distribuídos em vários complexos industriais por 9 estados brasileiros.

1.1 Justificativa

Segundo o Panorama Setorial, banco de análises setoriais do Brasil, o sucesso da cultura da soja é um dos principais exemplos dos resultados positivos alcançados pelo agronegócio nacional em anos recentes. As lavouras com a oleaginosa, que contaram com novas cultivares, desbravaram novas áreas agrícolas pelo Brasil, levaram progresso a pequenos municípios, tornaram-se o motor da economia de várias regiões, está em vigoroso crescimento das exportações e têm sido um dos maiores responsáveis pela expansão da receita cambial do País.

Mas para que a soja chegasse à este patamar positivo na economia brasileira, foi preciso um desenvolvimento tecnológico industrial de grandes proporções representado pela construção de grandes pólos de processamento da soja.

E foi pensando nos riscos que existem neste processamento industrial e na substância utilizada na extração de óleo de soja é que justifico o interesse na elaboração deste trabalho, pois toda edificação projetada apresenta um nível de risco de acordo com as suas características construtivas e de ocupação (BRENTANO,2007).

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é estudar a aplicação e apresentar alguns tipos de sistemas fixos de proteção contra incêndio, utilizados em extração de óleo de soja por solvente, conhecidos internacionalmente como *water-spray systems* e *foam-water spray systems*, ambos conhecidos no Brasil como sistemas de água nebulizada e sistemas de água nebulizada com espuma, respectivamente, bem como conhecer seu funcionamento, elementos e princípios de utilização.

Não existe ainda no Brasil, uma norma técnica que trate específica e estritamente do assunto. Da mesma forma não existe um código nacional de proteção contra incêndio, no que resultou em consultas a normas internacionais como a NFPA – National Fire Protection Association, recomendações de seguradoras internacionais, especificações técnicas de fabricantes e profissionais da área.

Faz parte do objetivo explicar como elaborar um projeto preliminar de proteção contra incêndio em extração de óleo de soja, baseado em normas americanas e recomendações de seguradora internacional.

É importante ressaltar que para determinados tipos de riscos, que não o processo de extração de óleo de soja por solventes, o Brasil possui normas e dependendo do Estado, possui decretos que dizem respeito ao sistema de água nebulizada, bem como o seu uso e funcionamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Processo de extração de óleo de soja

O óleo é extraído das sementes em geral para vários usos, seja no preparo da salada, seja na fritura, bem como ingrediente em cosméticos, sabão e até mesmo como combustível. Historicamente, tais óleos eram conseguidos embrulhando-se as sementes em um pano, e depois, com pedras ou alavancas se fazia pressão sobre eles.(VITA,1985)

Segundo Emerson Mansano, até o século XVI, a produção de óleo limitava-se a indústria caseira, e era considerada atividade secundária da agricultura. No século XIX, foram introduzidas as prensas hidráulicas no processo de extração, resultando num melhor rendimento de óleo, cujo resíduo na torta variava de 5 a 10%, sendo que a primeira prensa foi utilizada em 1877 por Martiche. Em 1904, Anderson introduziu as prensas contínuas, chamadas de “expeller”, que são utilizadas ainda hoje por algumas oleaginosas. Porém, este processo de extração aquecia demais a massa de soja e não se conseguia retirar todo o óleo contido na torta, então foram desenvolvidos métodos de extração mais eficientes utilizando solventes.

Ainda segundo o mesmo autor, a primeira experiência na extração com solventes foi efetuada por E. Deis nos meados do século XIX. A partir dos anos 50, houve uma grande evolução em termos de instalações para extração, com a utilização cada vez mais crescente de solvente (hexano), acompanhada de produção em grande escala, o que reduziu custos, tornando as instalações mais econômicas. Praticamente não houve alterações entre as etapas de processo e os equipamentos utilizados no início do século, por outro lado, houve o desenvolvimento de novos materiais de construção e características mecânicas que propiciaram aos equipamentos utilizados maior capacidade, qualidade do produto, produtividade e rentabilidade das instalações.

A extração de óleo de soja é um exemplo de um processo de lixiviação, ou seja, uma operação de separar de certas substâncias por meio de lavagens, no qual o objetivo não é somente a extração do óleo, mas também a recuperação do farelo,

que é caracterizado pelo seu grande consumo no mercado de ração animal. Ver figura 1.

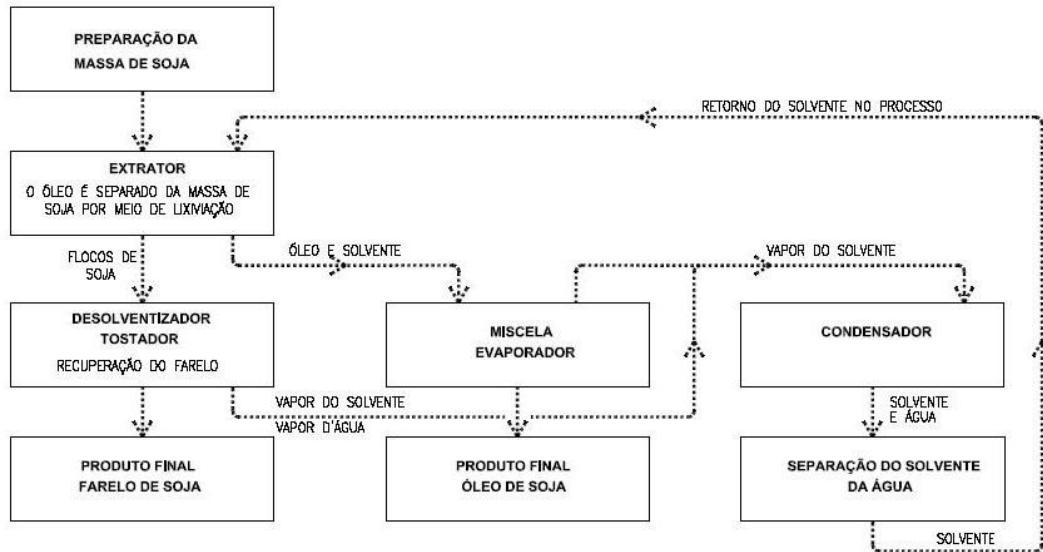


FIGURA 1 – Diagrama adaptado do processo de extração (Fonte: NFPA 36:2004)

O óleo de soja é extraído utilizando-se o hexano como solvente, onde há uma grande eficiência na transferência do óleo e sem haver a solubilização de outros componentes, não prejudicando assim as propriedades do farelo, como por exemplo as proteínas. (MANSANO)

As etapas da extração de óleo de soja são:

- Extração, propriamente dita que acontece em extratores, ver figura 2;
- Desolventização e tostagem do farelo;
- Destilação da miscela, que é a separação do hexano e do óleo através de evaporadores;
- Recuperação do solvente pelos condensadores.

A extração de óleo de soja por solventes é simples, em princípio, mas complexa e perigosa em funcionamento.

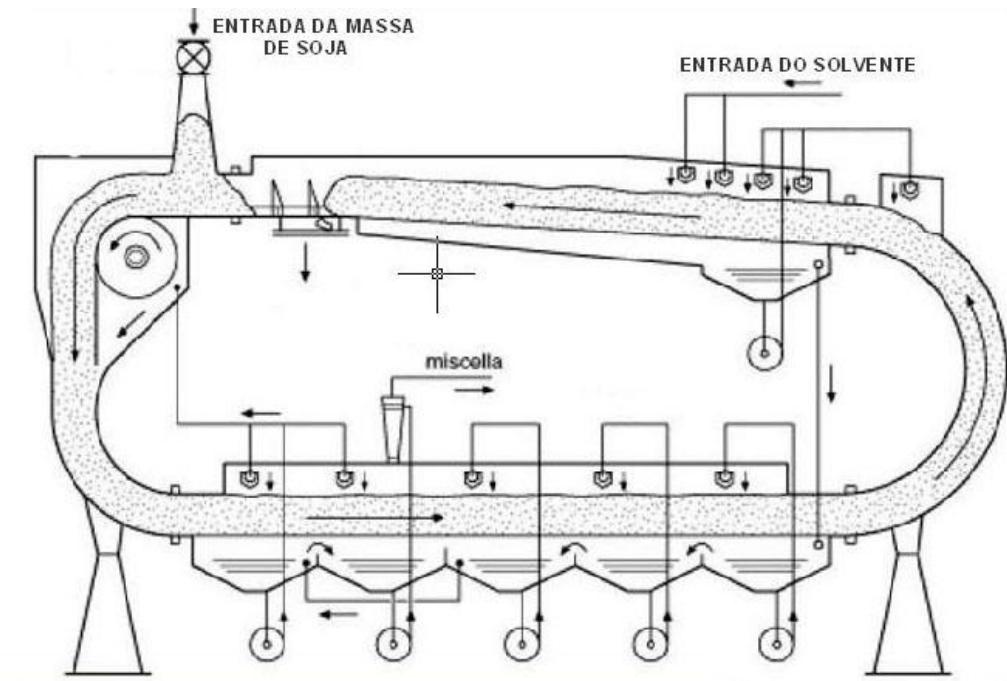


FIGURA 2 – Extrator retangular em loop (Fonte: NFPA 36:2004)

2.2 Os riscos do uso de hexano no processo de extração.

A maioria dos solventes são perigosos de lidar, mais do que a gasolina. E com hexano não é diferente. Consultando a sua FISPQ - Ficha de Informação de Produto Químico, o hexano, cuja fórmula química é C₆H₁₄, pertence à da família de hidrocarbonetos, isto é, composto apenas por carbono e hidrogênio. É líquido aquoso, sem coloração, possui odor de gasolina, produz vapores irritantes e é inflamável. Quando entra em combustão extingue-se com pó químico seco, espuma ou dióxido de carbono. É necessário esfriar os recipientes expostos com água e neblina d'água para baixar o vapor do hexano. O retrocesso da chama pode ocorrer durante o arraste de vapor do hexano e pode explodir, se a ignição for em área fechada.

Os vapores do hexano queimam ou explodem muito facilmente. Por isso, os equipamentos que extraem o óleo e removem o solvente devem ser herméticos e à prova de escape desses vapores, todos os motores elétricos, interruptores, luzes, etc, devem ser à prova de explosão (Class ID). (VITA, 1985)

Não é permitido fumar, bem como, realizar nenhum serviço de corte, solda, moagem ou qualquer outra ação, que venha produzir calor ou faíscas nas áreas onde este solvente é utilizado. Qualquer descuido quanto a exposição de fontes de ignição, incluindo motores de caminhões, que circulam próximo demais da área de extração de óleo de soja, podem causar explosões catastróficas. (VITA, 1985)

Projetos de extração por solventes são sistemas complexos que devem ser cuidadosamente projetados para a segurança, devido aos seus riscos especiais. Por causa do perigo de explosão, os prédios de extração por solventes devem ser localizados à uma distância segura da área urbana ou qualquer outra área populosa, e ser concebido por engenheiros experientes. (VITA, 1985)

Foi então, que surgiu a necessidade do desenvolvimento de uma norma específica para projetos destinados à construção de unidades de extração de óleos vegetais por solventes, desde a escolha do local, passando pelos sistemas de processos, sistemas de proteção contra incêndio, detecção de vapores, fontes de ignição, estocagem de solventes, equipamentos elétricos, qualificação dos funcionários, enfim, tudo que esteja direta e indiretamente envolvido com a unidade de extração de óleos vegetais por solventes. Esta norma americana é conhecida como NFPA 36 – Standard for Solvent Extraction Plants. (NFPA36 ,2004)

2.3 Sistemas de proteção contra incêndio para o processo de extração

Pela NFPA 36, para o processo de extração de óleos vegetais deve ser fornecido um sistema aprovado de água nebulizada, dilúvio, ou espuma com água nebulizada, ou uma combinação destes tipos de sistemas fixos de proteção contra incêndio, tanto para os equipamentos como para a estrutura do processo.

Para tanto, no caso de sistemas fixos de proteção de incêndio que utilizam água como elemento extintor, a NFPA 36 define quais normas específicas dos sistemas que se deve consultar, inclusive já define a densidade mínima de água que deve ser utilizada para o cálculo hidráulico.

Para sistemas de água nebulizada e dilúvio, que serão usados para a proteção do processo de extração, deverão ser projetados para fornecer uma densidade de água não menor que 10,3lpm/m² (0,25gpm/ft²) em área de superfície.

Cada sistema deve ser consultada para maiores informações, sua NFPA correspondente:

- a) sistema de água nebulizada, consultar NFPA 15;
- b) e sistema de espuma com água nebulizada, consultar NFPA 16.

Para estudar as aplicações destes sistemas, é necessário, entender o fogo, como ele pode surgir no processo de extração de óleo de soja e como ele se propaga.

Todos os demais sistemas envolvidos no processo de extração por solventes possui uma norma específica da NFPA.

2.4 Entendendo o fogo

A princípio, é preciso entender a mecânica do fogo em todos os seus aspectos: causas, formação e suas consequências.

Segundo Brentano (2007), o fogo pode ser definido como uma reação química, denominada combustão, que é uma oxidação rápida entre o material combustível, sólido, líquido ou gasoso, e o oxigênio do ar, provocada por uma fonte de ignição, que gera luz e calor. Em outras palavras, o fogo é uma combustão viva que se manifesta através da produção de chamas que geram luz e desprendem calor, além da emissão de gases e outros resíduos.

Para que haja ocorrência do fogo deve haver a concorrência simultânea de três elementos essenciais: material combustível, comburente (oxigênio) e uma fonte de calor, formando o triângulo do fogo, ver figura 3. E para que haja a propagação do fogo após a sua ocorrência, ainda segundo Brentano (2007), deve haver a transferência de calor de molécula para molécula do material combustível, ainda intactas, que entram em combustão sucessivamente, gerando então, a reação química em cadeia, ver figura 4.



FIGURA 3 – Triângulo do fogo (Fonte: Idéias Ambientais)



FIGURA 4 – Quadrado do fogo (Fonte: Centro Universitário de Caratinga)

Entende-se então, que para que não ocorram incêndios no processo de extração de óleo de soja por solvente, é de vital importância que não haja, como dito anteriormente, qualquer ação que venha produzir fogo ou calor, que não ocorra nenhuma falha mecânica nos equipamentos que venham resultar em escape do vapor do solvente utilizado, e que nas etapas do processo onde há a necessidade de ações no vácuo, estas sejam inspecionadas e tenham suas manutenções em dia, conforme normas vigentes.

Relembrando que todos os equipamentos devem ser herméticos ou à prova de escapes de vapor, devem possuir sistemas de segurança que alertam a existência de eventuais falhas, resultando na parada automática de todo o processo em caso de emergência.

2.5 Sistemas de água nebulizada, conforme NFPA 15.

Dependendo de qual for a velocidade ou pressão a ser utilizada, existe uma gama de riscos específicos onde o sistema de água nebulizada manual ou automática pode ser projetado e instalado com sucesso, é permitido que seja instalado de forma independente, ou complementar e em combinação com outros tipos de sistemas de proteção contra incêndio ou equipamentos.

Primeiro serão apresentados, resumidamente, os tipos de sistemas de água nebulizada e sistema de água nebulizada com espuma, a seguir serão apresentados os sistemas que são exigidos para o processo de extração de óleo de soja por solventes, tanto pela NFPA 36, como pelas recomendações de seguradoras internacionais.

O sistema de água nebulizada de alta pressão não será abordado por esta monografia por não fazer parte do escopo da NFPA 15.

2.5.1 Sistema de água nebulizada de média velocidade.

O sistema de água nebulizada de média velocidade, é empregado na proteção contra incêndio com riscos específicos através do resfriamento estrutural em tanques com líquidos inflamáveis com ponto de fulgor até 66°C, áreas de processo em indústrias químicas e petroquímicas, plataformas de carregamento , compartimentos de navios etc.

Descarrega água nebulizada por meio de projetores abertos de média velocidade, conhecidos como MV ou Protectospray em forma jatos cônicos de água nebulizada com densidade uniforme. automática ou manualmente. Pressão de trabalho recomendada de 21 a 50 psi (1,5 a 3,5 bar). Para os orifícios menores de número 16 ao 24, é necessário que os mesmos possuam um filtro para evitar que partículas existentes na água obstruam a passagem da água no projetor. Ver figura 5.

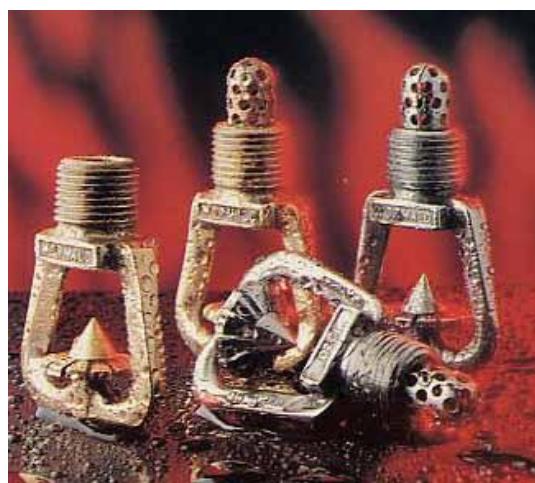


FIGURA 5 – Projetor MV – Média Velocidade

O projetor aberto possui vários diâmetros de orifícios e vários ângulos também, fazendo com que possa ser escolhido um projetor que melhor atue em determinado local com a pressão certa e sem desperdício de água. Ver tabela 1 e Figura 7.

TABELA 1 – Orifícios e fator k

ORIFÍCIO	DIÂMETRO MÍNIMO		FATOR K	
	mm	polegadas	ISO/SI (LPM/ $\sqrt{\text{bar}}$)	NFPA (GPM/ $\sqrt{\text{psi}}$)
Nº 16	5,16	0,203	17,3	1,2
Nº 18	6,35	0,25	25,9	1,8
Nº 21	7,14	0,281	33,1	2,3
Nº 24	8,33	0,328	43,2	3
Nº 28	9,53	0,375	59	4,1
Nº 32	11,13	0,438	80,6	5,6
Nº 34	12,7	0,5	103,7	7,2

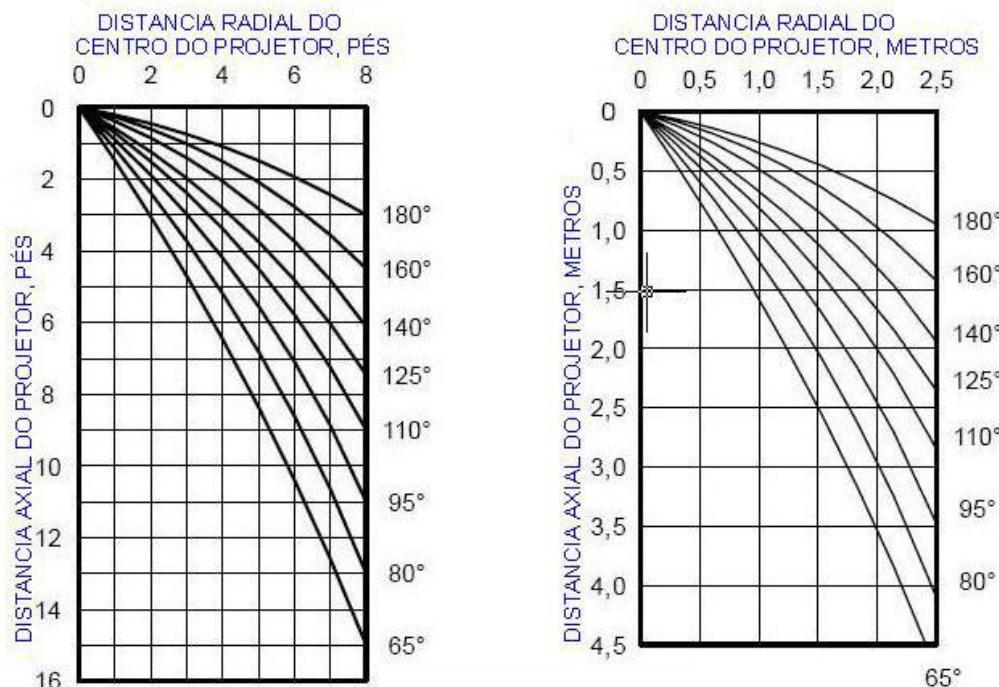


FIGURA 6 – Ângulos e distâncias correspondentes

O sistema de água nebulizada de média velocidade deve possuir um conjunto de válvula de controle, conhecido também como válvula dilúvio, e seus respectivos dispositivos de atuação do sistema. Estes dispositivos de atuação ou detecção, podem ser hidráulicos ou pneumáticos e até mesmo elétricos, desde que sejam à prova de explosão e atendam às exigências de sua respectiva norma.

A figura 7 mostra um exemplo de conjunto válvula dilúvio de água nebulizada, média velocidade com sistema de detecção ou atuador hidráulico. A linha de

detecção é molhada e pressurizada, e são utilizados para cada projetor, um sprinkler fechado, também chamado de pilot head, que possui temperatura de atuação, isto é, quando a temperatura ambiente atinge a mesma temperatura de atuação, o sprinkler se rompe, fazendo com que a pressão da linha de detecção do conjunto de válvula dilúvio, se abra e deixe passar água através da tubulação seca, que é descarregada em cada um dos projetores abertos de média velocidade.

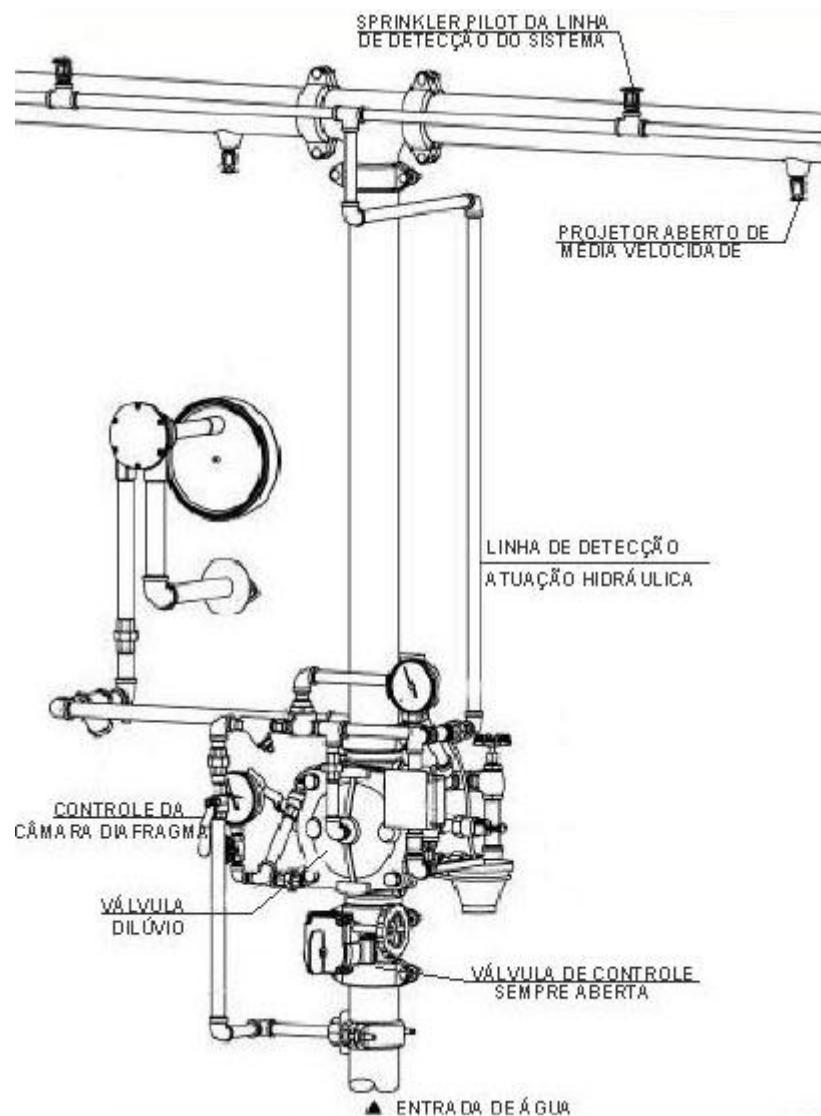


FIGURA 7 – Conjunto válvula dilúvio com
atuador hidráulico

2.5.2 Sistema de água nebulizada de alta velocidade.

Sistema fixo de proteção contra incêndio amplamente utilizado na proteção de equipamentos elétricos que contenham óleo, como por exemplo: motores, geradores, turbinas e tanques de armazenagem de líquidos inflamáveis com ponto de fulgor acima de 66°C. A figura 8 mostra um exemplo de atuação do sistema de água nebulizada de alta velocidade em transformadores de subestação elétrica.

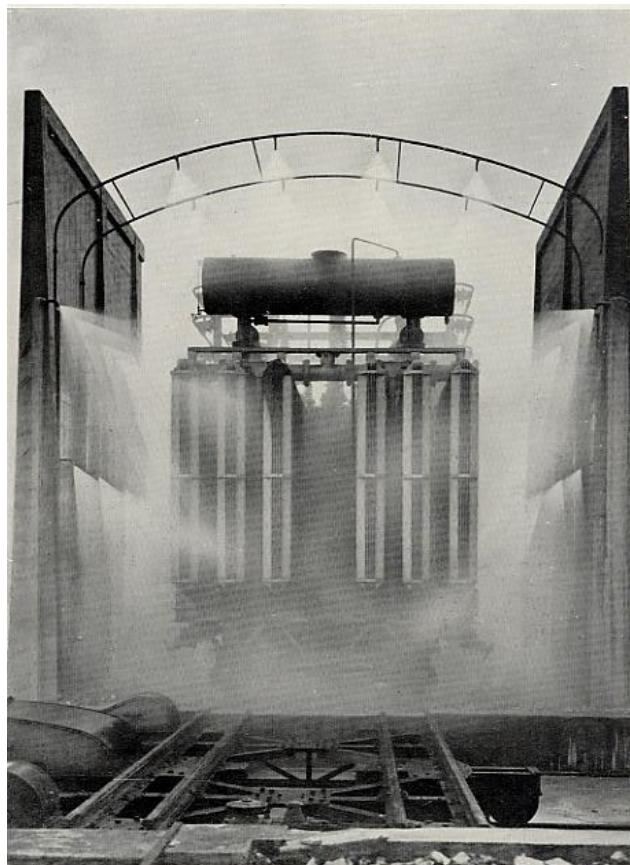


FIGURA 8 – Sistema Mulsysfire de alta velocidade

Incêndios dessa natureza podem ser contidos através da aplicação de água nebulizada, na forma de gotículas em alta velocidade para que não conduzam eletricidade. Agem como emulsificadores, proporcionando a extinção e o resfriamento dos equipamentos em situação de incêndio.

Descarrega água nebulizada por meio de projetores de alta velocidade, conhecidos como HV ou Mulsysfire em forma jatos cônicos de água nebulizada com densidade uniforme, automática ou manualmente. Pressão de trabalho recomendada de 40,6 a 72,5 psi (2,8 a 5,0 bar). Todos os orifícios de projetores de

alta velocidade possuem filtros pra evitar que partículas que existam na água, obstruam a passagem de água. Ver figura 9.



FIGURA 9 – Projetor HV - Alta Velocidade

2.6 Sistema de espuma e água nebulizada.

O sistema de água com adição de espuma segue o mesmo princípio do sistema de água nebulizada, gerando uma nuvem de água sobre o local protegido. O diferencial, é que através de um proporcionador, uma espuma de isolação de combustível é adicionada à água, aumentando a performance do sistema.

A espuma pode ser combinada com vários tipos de sistemas, cujo nomes originais são os seguintes:

- a) Espuma e sistema molhado de chuveiros automáticos (Foam-water sprinkler);
- b) Espuma e sistema dilúvio de chuveiros automáticos (Foam-water deluge);
- c) Espuma e sistema com tubulação seca (Foam-water dry pipe);
- d) Espuma e sistema pré-ação (Foam-water preaction);
- e) Espuma e sistema de água nebulizada (Foam-water spray).

O sistema utilizado em proteção contra incêndio em processos de extração de óleo de soja é o foam-water spray, conhecido como sistema de água nebulizada com espuma. Para a mistura de água com a espuma é utilizado o sistema de proporcionamento com tanque diafragma.

2.6.1 Sistema de proporcionamento com tanque diafragma.

O sistema de proporcionamento (figura 10) com tanque diafragma é projetado para injetar concentrado de espuma em uma alimentação de água, proporcionando automaticamente a dosagem correta em uma ampla faixa de vazão e pressão. Emprega água sob pressão e um tanque rígido dotado de bolsão diafragma, em conjunto com um proporcionador para fazer a solução de espuma. O proporcionamento é conseguido através de um orifício para a passagem da água e um outro orifício para a passagem do concentrado de espuma, ambos descarregando em uma área comum com o princípio de venturi no proporcionador.

A rede de abastecimento de água simultaneamente alimenta o proporcionador (do tipo venturi) e pressuriza o concentrado de espuma. Uma porção da água da alimentação é derivada a montante do proporcionador e utilizada para pressurizar o concentrado de espuma no tanque diafragma (o concentrado de espuma é mantido separado da água pelo bolsão elastomérico colapsante). A água passando pelo proporcionador cria um diferencial de pressão comum tanto para a água a jusante do proporcionador como para o concentrado de espuma.

Essa diferença de pressão entre o tanque e a entrada de concentrado de espuma no proporcionador força um fluxo de concentrado de espuma a partir do tanque que, através do orifício de entrada de concentrado de espuma, alcança o proporcionador. No proporcionador, o concentrado de espuma se mistura com a água para produzir uma solução com dosagem pré determinada e constante em diferentes taxas de vazão. O sistema de proporcionamento com tanque diafragma proporciona baixa perda de carga e pode ser facilmente instalado no campo.

Durante a operação com espuma, a água ao redor do bolsão diafragma vai gradativamente tomando o lugar ocupado pelo concentrado de espuma no interior do tanque, empurrando-o para o proporcionador. À medida que o concentrado de espuma vai sendo consumido, o bolsão diafragma vai diminuindo de volume, até o término da carga de concentrado de espuma em seu interior. Nesse momento, deve-se desligar o sistema, drenar a água do tanque e recarregar o bolsão diafragma com

concentrado de espuma. A recarga do bolsão diafragma com concentrado de espuma durante a operação do sistema não é possível.

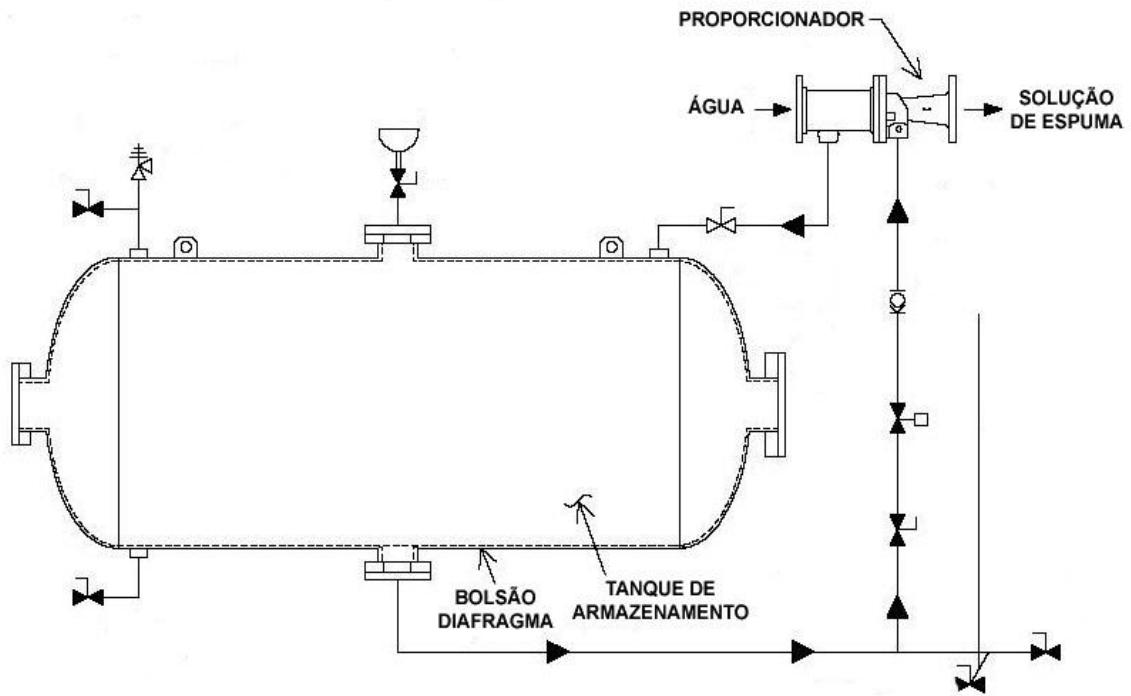


FIGURA 10 – Tanque Diafragma-Operação do sistema

2.6.2 Componentes do sistema de proporcionamento com tanque diafragma.

Os componentes principais do sistema de proporcionamento com tanque diafragma são, ver figuras 11 e 12 .

- Um vaso de pressão em aço carbono ASME.
- Um bolsão diafragma de borracha Buna-N com reforço em nylon, que contém o concentrado de espuma. O bolsão diafragma é a barreira física que impede que o concentrado de espuma entre em contato com a água ou com o interior do casco do tanque diafragma.
- Tubulação central de descarga, em PVC Schedule80 perfurado, instalada no interior do bolsão diafragma, com extremidades flangeadas para conexão da tubulação de concentrado no tanque. O propósito da tubulação central de descarga é garantir que o concentrado de espuma

possa ser canalizado para a conexão de saída independentemente da forma como o bolsão diafragma diminua de volume.

- d) Uma seção de mangueira de borracha de 1 polegada instalada internamente entre o bolsão diafragma e o casco do tanque, estendendo-se a partir da abertura de ventilação até a conexão do dreno de água. Essa mangueira evita que o bolsão diafragma obstrua os orifícios da ventilação e do dreno durante a operação de enchimento.
- e) Válvulas de drenagem e ventilação necessárias, funil e tubulação de enchimento de concentrado e suportes do tanque.
- f) Indicador de Nível opcional com tubo de vidro de diâmetro externo de 5/8", uma válvula de retenção tipo esfera para evitar vazamento de concentrado em caso de quebra accidental do tubo, além de porca e arruela de pressão para a montagem do indicador de nível à válvula de retenção.

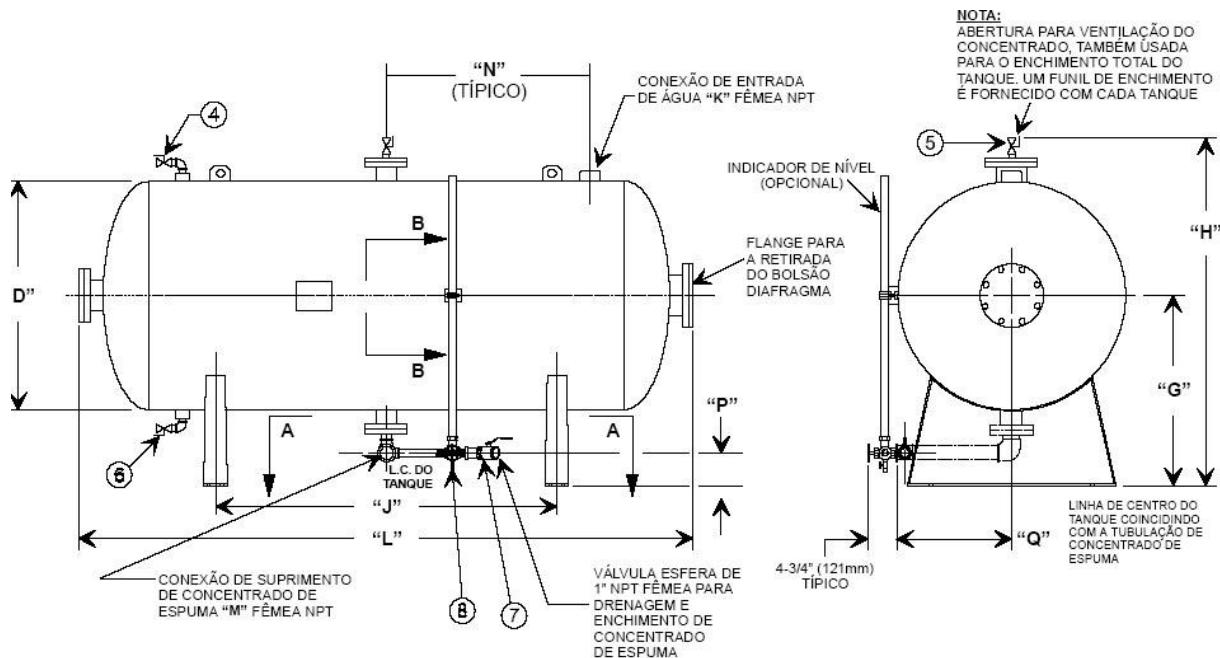


FIGURA 11 – Tanque Diafragma-Diagrama de montagem

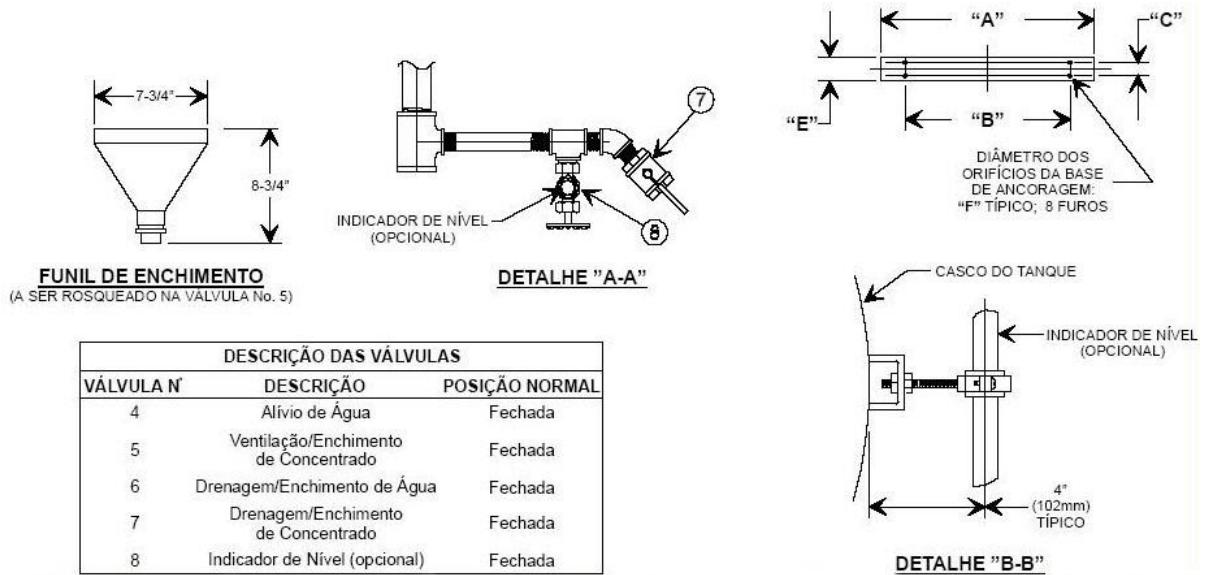


FIGURA 12 – Tanque Diafragma-Diagrama de montagem

2.6.2.1 Proporcionador.

O proporcionador é de bronze fundido com conexões flangeadas, projetado para injetar concentrado de espuma em uma linha de abastecimento de água. É compatível com todos os sistemas de proteção contra incêndios com espuma, e proporciona, sem qualquer ajuste manual, todos os tipos de concentrado de em toda a amplitude da faixa de vazão para o qual foi projetado, independentemente da pressão.

O proporcionador consiste de três partes principais: o orifício de passagem de água na entrada do proporcionador, o orifício de dosagem de concentrado de espuma na entrada de concentrado de espuma, e o receptor localizado a jusante, na passagem de água. O princípio de operação é baseado no uso de um proporcionador Venturi modificado, comumente chamado de “controlador de taxa de vazão”.

À medida que a água pressurizada passa pela entrada do proporcionador, cria uma área de pressão reduzida entre a passagem de água e o receptor. Essa redução na pressão cria um diferencial de pressão no eixo da entrada de concentrado de espuma, que faz com que ele flua pelo orifício de dosagem ou proporcionamento (de diâmetro específico, compatível com a proporção de

concentrado de espuma necessária), entrando na área de redução de pressão. O concentrado de espuma alcança, então, o receptor onde é misturado com a água.

À medida que a vazão de água através do proporcionador aumenta, aumenta também o nível da redução de pressão, com correspondente redução de pressão no eixo do orifício de proporcionamento de concentrado de espuma. Essa queda de pressão correspondente, resulta em uma vazão de concentrado de espuma proporcional a vazão de água que passa pelo proporcionador. Como tanto a água quanto o concentrado de espuma fluem para a área de pressão reduzida, o proporcionamento adequado é obtido apenas pela manutenção de pressões idênticas para a água e para o concentrado de espuma em suas respectivas entradas no proporcionador. Ver figura 13.

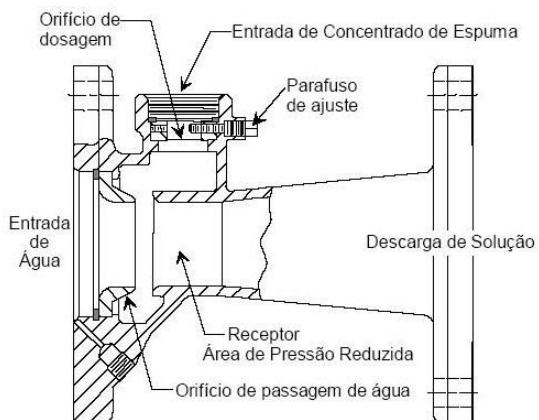


FIGURA 13 – Proporcionador Tipo Venturi

TABELA 2 – Faixas de vazão de proporcionadores

TIPO DE SISTEMA DE PROPORCIONAMENTO	FAIXAS DE VAZÃO EM GPM (LPM)		
	PRESSÃO BALANCEADA (TIPO BOMBA)	PRESSÃO BALANCEADA EM LINHA (TIPO BOMBA)	TANQUES DIAFRAGMA
MODELO E TAMANHO DO PROPORCIONADOR	TODOS OS CONCENTRADOS DE ESPUMA 1%, 3% OU 6%	TODOS OS CONCENTRADOS DE ESPUMA, EXCETO UNIVERSAL	Concentrados Polivalentes 3% – 6%
3" RCF	70-450 (265-1703)		170-450 (644-1703)
4" RCF	150-1200 (568-4542)		320-1200 (1211-4542)
6" RCF	300-2500 (1136-9463)		700-2500 (2650-9463)
8" RCF	850-5000 (3217-18927)		1400-5000 (5300-18927)

2.6.2.2 Líquido gerador de espuma 3%.

AFFF (Aqueous film-forming foam concentrate) é uma espuma formadora de filme aquoso completamente sintética, desenvolvida para prevenir e extinguir incêndios de classe B, envolvendo derivados de petróleo (gasolina, querosene, óleo diesel, toluol, xilol, etc.) e solventes polares (álcool, acetona, éter, etc.).

O LGE deve ser misturado com água doce ou do mar na proporção de 3% de LGE para 97% de água, em incêndios envolvendo derivados de petróleo, ou na proporção de 6% de LGE para 94% de água, em incêndios envolvendo solventes polares. Em função da baixa energia requerida para a formação de espuma, pode ser usado em equipamentos com ou sem aspiração de ar. A versatilidade do LGE é excelente, podendo ser utilizado na maioria dos sistemas proporcionadores.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a elaboração desta monografia foi consulta às normas referentes ao processo de extração de óleo de soja com solventes, em especial as normas pertencentes à NFPA – National Fire Protection Association e recomendações de uma seguradora internacional, que possui dentre seus clientes três grandes multinacionais de processamento da soja no Brasil.

Foram pesquisados catálogos de especificações técnicas de fabricantes de empresas especializadas, que foram utilizadas na elaboração de tabelas e esquemas e mostraram o quanto é importante estar atualizado com as tecnologias. Com tais informações, torna claro ao projetista uma melhor concepção de seu projeto de sistemas de proteção contra incêndio específicos ao assunto.

A consulta e troca de experiências à profissionais de empresas de projetos de combate à incêndio em prédios de extração de óleo de soja, foi de muita importância na elaboração de textos e melhor compreensão dos sistemas, bem como o seu funcionamento.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Planta de processamento de soja

Para a elaboração deste estudo de caso, foi considerado um modelo imaginário de prédio de extração de óleo de soja, com o objetivo único de ilustrar e tornar mais fácil a visualização da escala do projeto, não havendo nenhuma semelhança com projetos existentes.

Primeiramente, é importante entender que para que uma planta de processamento de soja possa produzir, ela precisa ter algumas unidades internas, cada qual com sua função e com seus respectivos sistemas de proteção contra incêndio, estas unidades básicas são:

- Recepção e armazenamento de grãos
- Preparação com sistema de descascagem a frio
- Extração
- Refinaria
- Caldeiras
- Envase
- Armazenamento de produtos químicos/perigosos
- Tratamento de efluentes
- Geração de vapor
- Descristalização da água
- Produção de ar comprimido
- Subestações elétricas

E dentre estas unidades básicas se encontra a extração, que é considerada uma das unidades de maior risco dentro de uma planta de processamento, no que diz respeito a proteção contra incêndio.

O primeiro passo é entender as recomendações das seguradoras internacionais, pois não há ainda uma norma brasileira que trate de processamento de extração de óleo de soja. E normalmente as recomendações das seguradoras internacionais são

pouco mais exigentes que as normas da NFPA, e são baseadas em testes de laboratórios confiáveis.

Suponhamos que estejamos tratando de uma nova planta de processamento de soja, e que o objetivo dela seja uma produção diária de 4000 toneladas de grãos de soja, com fluxo de produção de 340 dias (8160 horas) ao ano. Sendo necessário para tanto, um volume de 500 mil litros de hexano.

Sua unidade de extração possuirá área em torno de 900m² (30 x 30)m e com uma altura de 29 m. Os equipamentos estarão distribuídos e interligados em alguns níveis dentro da extração, todos os níveis serão de piso aramado e possuirão aberturas contínuas por toda a lateral do prédio da extração para que haja ventilação. Não esquecendo que o vapor do hexano é denso e mais pesado que o ar, por isso num eventual escape de vapor de hexano, este irá descer e não subir. As aberturas e boa ventilação dificultarão o acúmulo do vapor de hexano, evitando um incêndio ou explosão. Ver figuras 14 e 15.

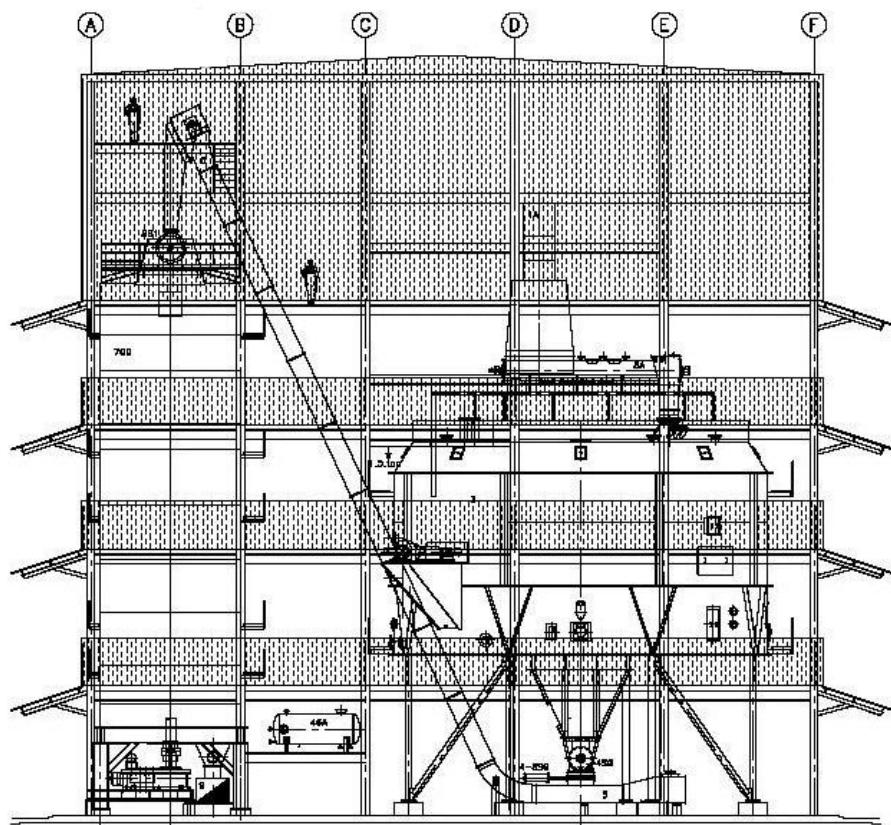


FIGURA 14 – Vista lateral 1 –Extração (DESMET GROUP)

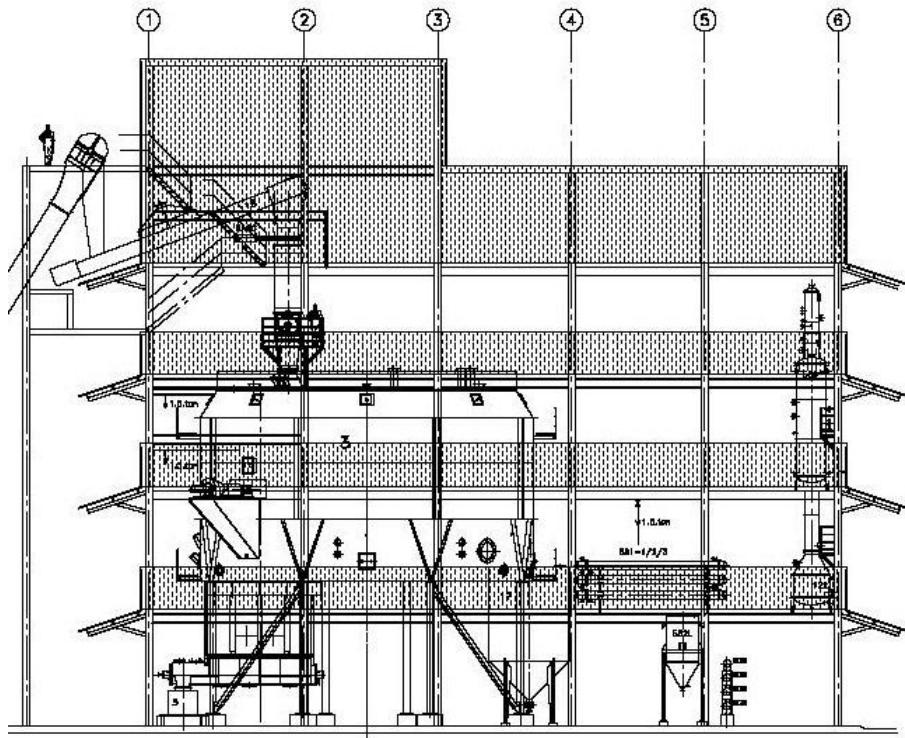


FIGURA 15 – Vista lateral 2 –Extração (DESMET GROUP)

4.2 Recomendações da seguradora internacional.

Muitas vezes a mesma seguradora pode possuir clientes diferentes, porém da mesma área de processo, mas isso não significa que as recomendações sejam iguais para todas, são próximas mas diferentes uma da outra. Vai depender do tipo de equipamento que estão sendo utilizados, tamanho, demanda, se a unidade é nova ou se é existente etc. Existe uma variação de densidades mínimas de água requeridas, dependendo da situação e do tipo de sistema escolhido.

Porém, no que diz respeito a redes principais de incêndio aéreas ou subterrâneas, conjunto moto-bombas para incêndio e tanques de reserva de incêndio , a seguradora recomenda que sejam projetados conforme suas respectivas normas pertencente à NFPA.

- Para redes principais de incêndio, consultar NFPA 14 - Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems,
- Para casas de bombas de incêndio, consultar NFPA 20 - Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection

- Para reservatórios de incêndios, consultar NFPA 22 - Standard for Water Tanks for Private Fire Protection

4.2.1 Recomendações da seguradora internacional para o estudo de caso.

Para o estudo de caso a seguradora internacional optou pelo manual de segurança contra incêndio da empresa, por esta conter maiores exigências que as recomendações habituais da seguradora.

4.2.1.1 Sistema de água nebulizada com espuma (foam water spray)

A espuma a ser utilizada é AFFF 3% de concentração durante 20 minutos. Deve-se considerar também a quantidade de espuma AFFF 3% para 150 gpm destinados à hidrantes por 10 minutos.

Utilizar projetores abertos com sistema de detecção hidráulico com sprinkler pilot head. Critérios hidráulicos para este sistema:

- a) Proteção no telhado = 10,2 lpm/m² (0,25 gpm/sqft) @ área total
- b) Pisos intermediários = 10,2 lpm/m² (0,25 gpm/sqft) @ área total
- c) Piso térreo = 10,2 lpm/m² (0,25 gpm/sqft) @ área total
- d) Equipamentos maiores de 1,2m de diâmetro devem ter instalados projetores sob eles em áreas sujeitas a incêndio.

As recomendações para resfriamento das estruturas principais não mudam, deve ser utilizado o sistema de água nebulizada. Então repete-se o critério hidráulico para proteção das estruturas:

- e) Proteção nas vigas principais = 4,1 lpm/m² (0,10 gpm/sqft)
- f) Proteção nos pilares principais = 10,2 lpm/m² (0,25 gpm/sqft)

4.2.1.2 Demanda de água requerida .

A reserva de água total e pressão devem ser pelo menos maior que a soma da quantidade requerida pelo sistema de água nebulizada, como determinado pelos cálculos hidráulicos mais a vazão de 150 gpm para hidrantes internos e externos.

O sistema deve ser calculado para duração duas horas de reserva. E devem estar armazenados em dois tanques de preferência. Deve-se seguir a NFPA 22.

4.3 Projeto preliminar de proteção contra incêndio.

É preciso entender a arquitetura do prédio da extração, sua estrutura, seu layout de equipamentos, é necessário que tudo que venha compor o prédio da extração já esteja definido ou o mais próximo do definido, principalmente seu layout de equipamentos e seus pisos, antes de se começar a projetar o sistema.

4.3.1 Primeiros passos

O primeiro passo é saber qual sistema projetar e quais são as suas particularidades em relação à distribuição de projetores, a maioria das normas da NFPA, cujos sistemas empregam a água como agente extintor, se reportam à norma NFPA 13 quando o assunto é distribuição e espaçamento entre projetores ou sprinklers, mesmo em sistemas especiais como o que está sendo tratado.

O sistema recomendado é o de água nebulizada com espuma (foam water spray) com linha de detecção de atuação hidráulica com sprinkler pilot head.

Itens que são importantes conhecer antes de começar a distribuição dos projetores:

- a) Projetores podem ser posicionados em diversas direções;
- b) Precisam ser projetados à uma distância correta em relação ao seu leque de alcance;
- c) Escolher o ângulo correto para que seu alcance não seja prejudicado;

- d) Para cada projetor, deve-se ter um sprinkler pilot head de detecção, não esquecer que o sistema escolhido possui linha de detecção com atuação hidráulica e por isso, é preciso conhecer o limite de altura do atuador. Ver tabela 3.
- e) O espaçamento máximo entre projetores deve ser respeitado, bem como o dos sprinklers pilot head de detecção;

TABELA 3– Critério de projeto para VD-Wet Pilot – perda equivalente máxima

Pressão de alimentação(1) Bar (psi)	Altura máxima do sprinkler piloto de detecção (Pilot Head) (2) metros (pés)					
	DN40 [Ø1.1/2"]	DN50 [Ø2"]	DN80 [Ø3"]	DN100 [Ø4"]	DN150 [Ø6"]	DN200 [Ø8"]
1,4 [20]	1,4 [7]	0,9 [3]	1,4 [7]	5,2 [17]	5,5 [18]	2,7 [9]
2,8 [40]	7,3 [24]	5,8 [19]	9,1 [30]	11,9 [39]	11,6 [38]	11,6 [38]
4,1 [60]	14 [46]	11,6 [38]	15,8 [52]	16,5 [54]	17,1 [56]	13,4 [44]
5,5 [80]	17,8 [58]	16,5 [54]	21,3 [70]	18,3 [60]	21,3 [70]	17,8 [58]
6,9 [100]	23,8 [78]	23,8 [78]	28,3 [93]	23,8 [78]	30,2 [99]	19,8 [65]
8,3 [120]	26,5 [87]	26,5 [87]	35,7 [117]	35,1 [115]	39,6 [130]	29,3 [96]
9,7 [140]	32 [105]	32,6 [107]	42,4 [139]	43,3 [142]	46,9 [154]	43 [141]
11 [160]	38,7 [127]	37,5 [123]	49,1 [161]	53,6 [176]	49,1 [161]	51,8 [170]
12,1 [175]	40,8 [134]	42,1 [138]	52,4 [172]	52,1 [171]	59,1 [194]	50,1 [194]
13,8 [200]	48,8 [160]	48,8 [160]	62,8 [206]	68 [223]	65,8 [216]	62,8 [206]
15,5 [225]	56,4 [185]	50,6 [166]	72,2 [237]	71 [233]	75 [246]	76,2 [250]
17,2 [250]	61,3 [201]	60,7 [199]	76,5 [251]	75,3 [247]	83,8 [275]	78,3 [257]

(1) Se a pressão de alimentação é variável, assumir valor mínimo esperado.

(2) Altura máxima do sprinkler piloto de detecção para até 150 metros de comprimento equivalente + comprimento da linha.

(3) Interpolação entre os pontos dados é permitida.

Com todas estas informações é possível distribuir os projetores pelas áreas que precisam ser protegidas. Neste caso as áreas que necessitam ser protegidas são:

- Telhado
- Pisos intermediários
- Piso térreo

- d) Equipamentos com diâmetro maior que 1,2m deve ter projetor sob ele.

Como nos sistemas de sprinklers (chuveiros automáticos) os projetores estão distribuídos em ramais, estes por sua vez estarão interligados às subgerais, as subgerais à geral e por fim, a geral se interliga à válvula dilúvio (VD), que é a responsável pela liberação da água para o sistema quando a pressão da linha de detecção cai por rompimento do elemento sensível (ampola). Ver figura 7.

Normalmente este tipo de sistema é subdividido em várias VDs (válvulas dilúvio), devido ao sistema ser muito grande. Então, em nosso projeto preliminar de proteção contra incêndio para o prédio de extração, dividimos os sistemas da seguinte forma:

- a) VD1 e VD2 - Telhado
- b) VD3 e VD4A- Pisos intermediários
- c) VD4 –Térreo, solvent trap e bombas que passam hexano
- d) VD5 – Estruturas do prédio e dos equipamentos.

Voltando as figuras 14 e 15, é possível se ter uma idéia da quantidade de projetores distribuídos por este prédio de extração. Claro que nem todos os pisos possuem áreas iguais, a grande parte dos pisos intermediários não chegam a metade da área de solo. Mas este sistema completo possui em torno de 600 projetores distribuídos pelos pisos, telhados, estruturas etc., e estão subdivididos em cinco VDs . Todos calculados e balanceados para entrarem em funcionamento simultâneo.

E para se ter uma idéia do volume do sistema, ver figuras 16 e 17. A distribuição também se repetiu pelos demais pisos e estruturas, porém com as configurações de distribuição conforme área de cada piso.

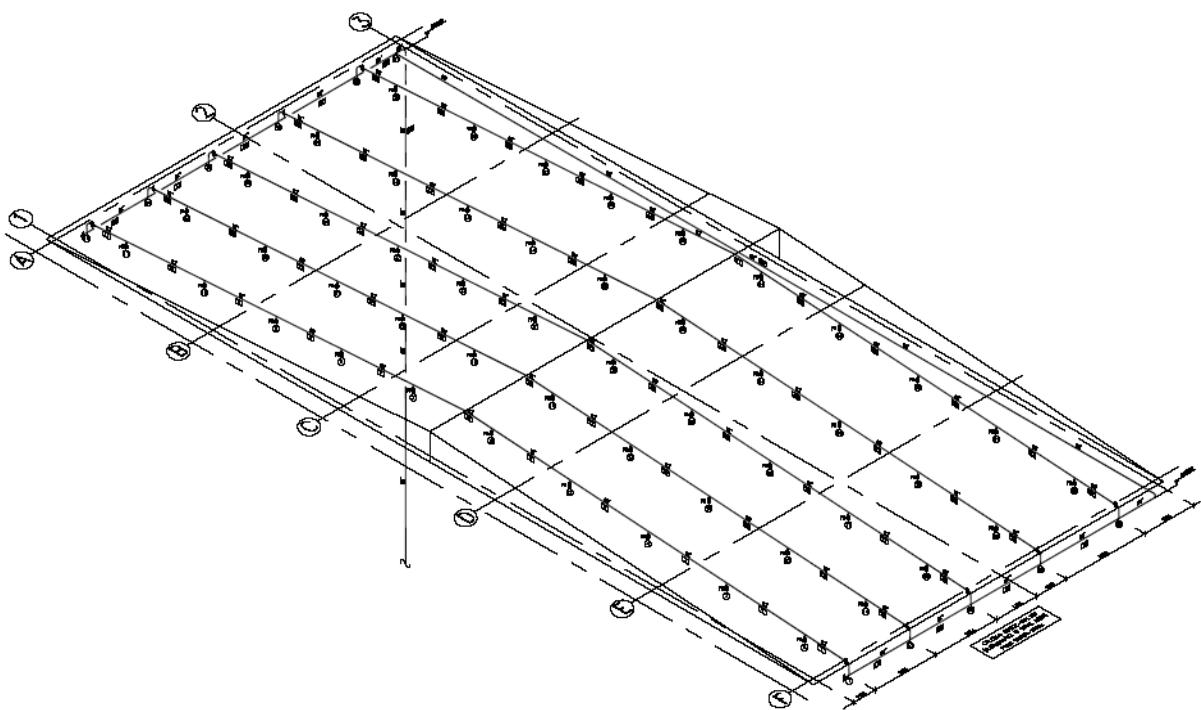


FIGURA 16 – VD1 – Telhado

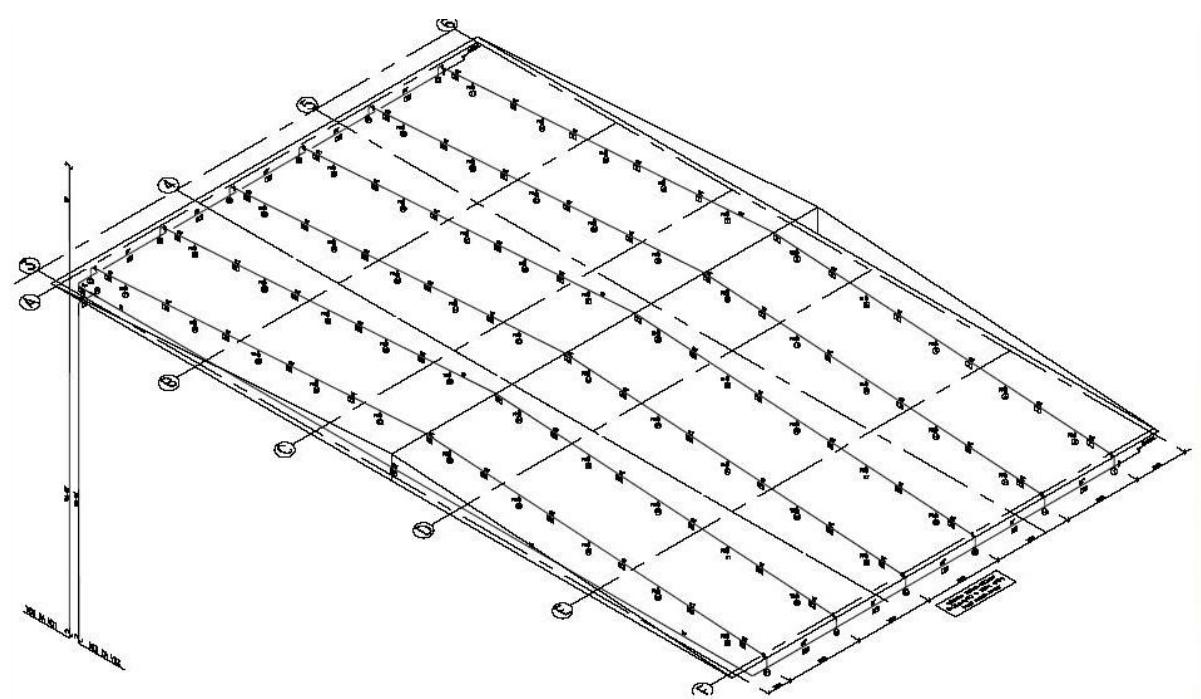


FIGURA 17 – VD2 – Telhado

4.3.2 Cálculo Hidráulico

Conforme a NFPA15, em sistemas de água nebulizada não é permitido o uso de tabelas do tipo (diâmetro do tubo x nº de projetores), por exemplo para riscos leves:

- Tubo de aço com diâmetro de 25mm pode alimentar até dois sprinklers;
- Tubo de aço com diâmetro de 32mm pode alimentar até três sprinklers; etc.

É preciso calcular ponto a ponto até a válvula dilúvio, normalmente chamamos os pontos de nós (nodes), tanto para os que descarregam água como para os que não. Para isso nomeiam-se todos os nós e entre eles são nomeados os tubos (pipes). Ver figura 18.

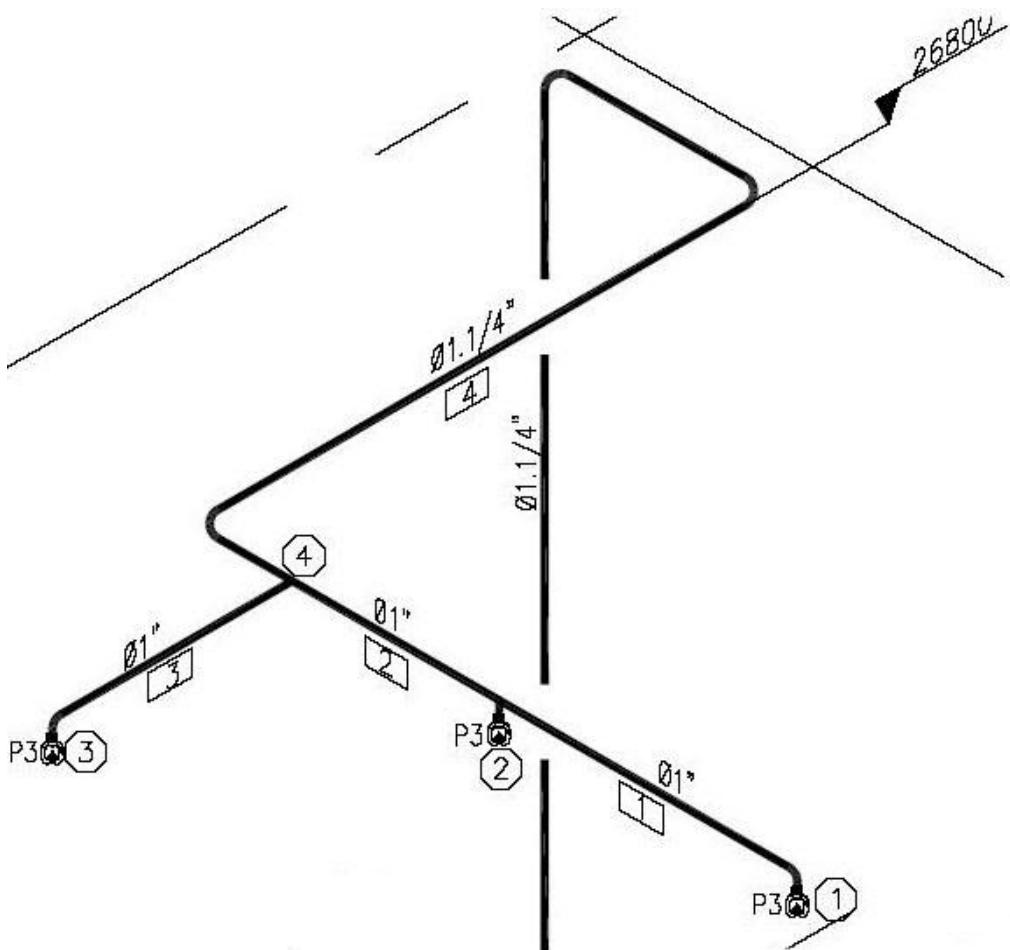


FIGURA 18 – Marcação de nós e tubos

Mas antes de entrar em detalhes no levantamento de dados necessários para se fazer o cálculo, é importante saber quais fórmulas utilizar no cálculo hidráulico.

4.3.2.1 Fórmulas e tabelas de comprimento equivalente

Perda de carga (Friction Loss). (FONTE NFPA15)

$$p = \frac{4.52 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}}$$

Onde:

p = perda de carga em psi/ft.

Q = vazão em gpm.

d = diâmetro interno do tubo em polegadas

C = coeficiente de perda de carga

Pressão de velocidade (Velocity pressure). (FONTE NFPA15)

$$Pv = \frac{0.001123 \cdot Q^2}{D^4}$$

Onde:

Pv = pressão de velocidade em psi

Q = vazão em gpm.

D = diâmetro interno do tubo em polegadas

Pressão normal . (FONTE NFPA15)

$$Pn = Pt - Pv$$

Onde:

Pn = pressão normal em bar(psi)

Pt = pressão total em bar(psi)

Pv = pressão de velocidade em bar (psi)

Correção para elevações . (FONTE NFPA15)

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}$$

Descarga do nó. (FONTE NFPA15)

$$Q = k \cdot \sqrt{P}$$

Onde:

Q = vazão fluindo do nó

k = fator k do nó

P = Pressão total em psi na vazão Q

TABELA 4– Comprimento equivalente (FONTE NFPA 15 :2001)

Comprimento Equivalente - HW 120						
Conexões e válvulas expressados em metros (pés) de tubo equivalente						
Conexões e válvulas	$\varnothing 3/4"$	$\varnothing 1"$	$\varnothing 1.1/4"$	$\varnothing 1.1/2"$	$\varnothing 2"$	$\varnothing 2.1/2"$
Cotovelo 45°	0.3(1)	0.3(1)	0.3(1)	0.6(2)	0.6(2)	0.9(3)
Cotovelo 90°	0.6(2)	0.6(2)	0.9(3)	1.2(4)	1.5(5)	1.8(6)
Curva Raio Longo 90°	0.3(1)	0.6(2)	0.6(2)	0.6(2)	0.9(3)	1.2(4)
Te ou Te de lado	1.2(4)	1.5(5)	1.8(6)	2.4(8)	3.1(10)	3.7(12)
Válvula Gaveta	.....	.....	.....	.....	0.3(1)	0.3(1)
Válvula Borboleta	.....	.....	.....	.....	1.8(6)	2.1(7)
Válvula de Retenção	1.2(4)	1.5(5)	2.1(7)	2.7(9)	3.4(11)	4.3(14)
Conexões e válvulas expressados em metros (pés) de tubo equivalente						
Conexões e válvulas	$\varnothing 3"$	$\varnothing 4"$	$\varnothing 6"$	$\varnothing 8"$	$\varnothing 10"$	$\varnothing 12"$
Cotovelo 45°	0.9(3)	1.2(4)	2.1(7)	2.7(9)	3.4(11)	4.0(13)
Cotovelo 90°	2.1(7)	3.1(10)	4.3(14)	5.5(18)	6.7(22)	8.2(27)
Curva Raio Longo 90°	1.5(5)	1.8(6)	2.7(9)	4.0(13)	4.9(16)	5.5(18)
Te ou Te de lado	4.6(15)	6.1(20)	9.2(30)	10.7(35)	15.3(50)	18.3(60)
Válvula Gaveta	0.3(1)	0.6(2)	0.9(3)	1.2(4)	1.5(5)	1.8(6)
Válvula Borboleta	3.1(10)	3.7(12)	3.1(10)	3.7(12)	5.8(19)	6.4(21)
Válvula de Retenção	4.9(16)	6.7(22)	9.8(32)	13.7(45)	55(16.8)	19.8(65)

4.3.2.2 Resultado dos cálculos

TABELA 5– Resultado dos cálculos hidráulicos

NORMAS : NFPA 15, NFPA 16 E RECOMENDAÇÕES DA SEGURADORA

VD N°	LOCAL	DENSIDADE		ÁREA DE OPERAÇÃO	PROJETOR		BASE OF RISER				LOOP-FIRE MAIN			
		mm/Min	GPM/FT2		K MÉTRICA	K U.S.	Q LPM	P GPM	BARS	PSI	Q LPM	GPM	BARS	PSI
VD1	EXTRAÇÃO TELHADO NÍVEL 29500	10,2	0,25	TOTAL	59,0	4,1(P5)	4620,1	1220,5	7,02	101,9	X	X	X	X
VD2	EXTRAÇÃO TELHADO NÍVEL 25000	10,2	0,25	TOTAL	59,0	4,1(P5)	5529,3	1460,7	7,02	101,8	X	X	X	X
VD3	EXTRAÇÃO NIVEIS INTERMEDIÁRIOS	10,2	0,25	TOTAL	17,3 33,1 43,2	1,2(P1) 2,3(P3) 3,0(P4)	6049,1	1598,0	7,02	101,9	X	X	X	X
VD4 VD4A	EXTRAÇÃO NÍVEL 5000 EXTRAÇÃO NÍVEL 10500	10,2 10,2	0,25 0,25	TOTAL TOTAL	17,3 25,9 33,1 43,2 59,0	1,2(P1) 1,8(P2) 2,3(P3) 3,0(P4) 4,1(P5)	1901,3	3144,0	7,02	101,9	X	X	X	X
VD5	EXTRAÇÃO ESTRUTURAS	10,2(VERT) 4,1(HOR)	0,25(VERT) 0,10(HOR)	TOTAL	17,3	1,2(P1)	3450,4	911,5	7,02	101,9	X	X	X	X
MANIFOLD ATÉ PUMP	VD1 A VD5 – PUMP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	33505,0	8851,1	9,0	130,4

Os dados necessários para o cálculo são a marcação de todos os nós e tubos, bem como as elevações dos nós, e para os nós que descarregarão água, devem conter o seu valor k, que é correspondente ao diâmetro de orifício escolhido para cada projetor e sua elevação. Com os tubos o levantamento deve incluir o comprimento em pés ou metros e o comprimento equivalente, que são as conexões, também em pés ou metros. E com os dados ir preenchendo a planilha de cálculo hidráulico (ver tabela 6) e conforme o que é pedido, utilizar a fórmula correspondente.

TABELA 6 – Planilha de Cálculo

CÁLCULO HIDRÁULICO								
Contrato nº								
Nome e local								
REF.	IDENTIFICAÇÃO E LOCAL DO NÓ	VAZÃO- LPM (GPM)	Ø DO TUBO mm (pés)	Comprim.Equival. Conex-mm(pés)	Comprim.Tubo mm(pés)	Perda bar/m(psi/pés)	Resumo de Pressões	Pressão Normal
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn
		q			Comp Conex Total		Pt Pe Pt	Pt Pv Pn

5 COMENTÁRIOS

A água que alimenta o sistema de água nebulizada com espuma vem da rede principal de incêndio, passa pelo proporcionador do tanque diafragma, onde se mistura com o concentrado de espuma. A solução de espuma+água segue para o prédio de extração de óleo de soja através das válvulas dilúvio VD1, VD2, VD3 e VD4. Ver figura 19.

A VD5 não passa pelo proporcionador, pois a função dela é de descarregar apenas água nebulizada nas estruturas do prédio de extração de óleo de soja.

Os cálculos foram feitos da seguinte forma:

- a) Calcula-se cada VD em separado até o manifold. Manifold é conhecido como o local em comum de alimentação de todas as VDs. O manifold é alimentado pela rede principal de incêndio que vem da casa de bombas;
- b) Em seguida, calcula-se do manifold até a casa de bombas, ver figura 20;
- c) Com o resultado do cálculo são definidos os valores de vazão, pressão e reserva técnica de incêndio.

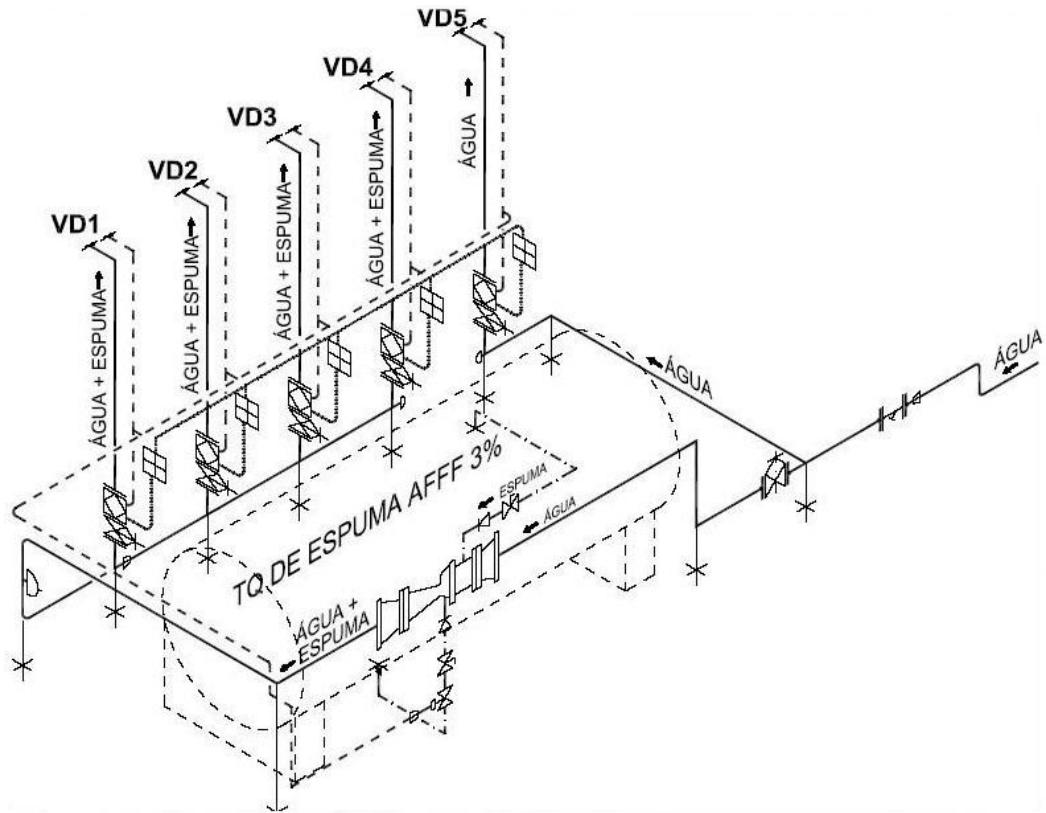


FIGURA 19 – Manifold e Tanque de Espuma

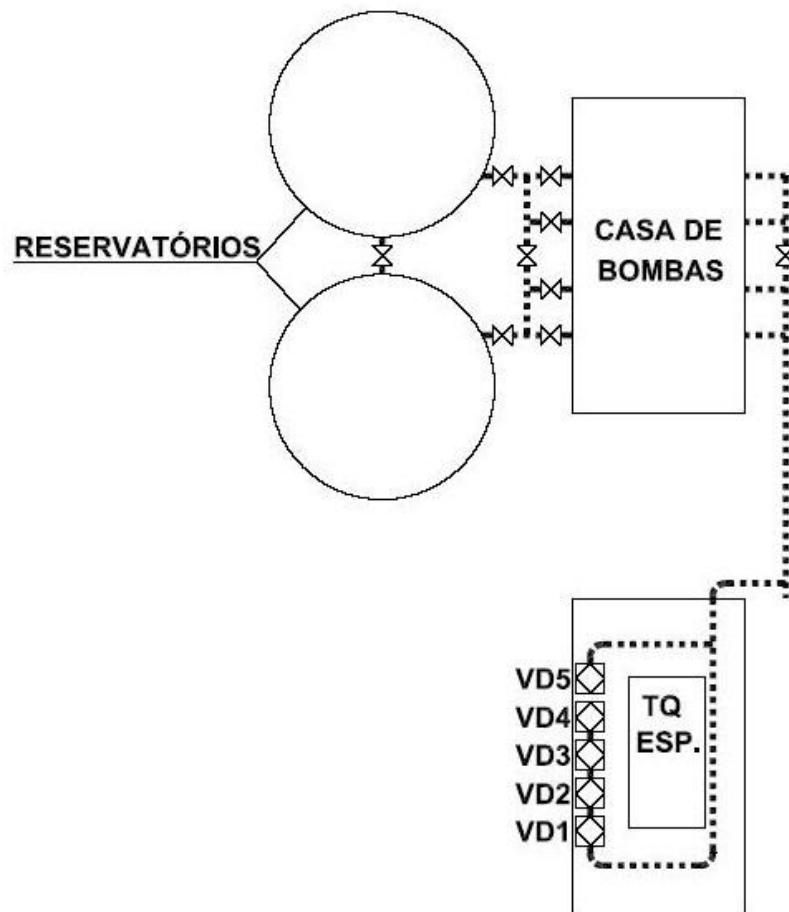


FIGURA 20 – Reservatório, casa de bombas e manifold.

Com o resultado final chegou-se aos seguintes valores :

Vazão total do sistema de água nebulizada = 33.505 lpm @ 9 bar
(8.851,1gpm @ 130,4 psi)

Reserva para duas horas = 1.062.132galões de água
Em m³ = 4.020,6 m³

Volume do tanque diafragma para espuma 3%, durante 20 min = 5.311 galões
Em m³= 20,1m³

Pela NFPA 20, norma específica para bombas de incêndio, as características de vazão e pressão devem atender às exigências seguintes:

- a) sem vazão, a pressão máxima da bomba não deve ultrapassar 20% da sua pressão nominal;
- b) a 150% da vazão nominal da bomba, esta deve manter uma pressão mínima de 65% de sua pressão nominal.

Foi definido então que as bombas de incêndios serão de valores nominais de 15.142 lpm @ 9.30 bar (4000gpm @ 135psi) com dois conjuntos funcionando simultaneamente mais um conjunto reserva.

Após o término do projeto preliminar, este então, é apresentado para que seja aprovado, comentado e revisado. Será liberado para instalação apenas quando o projeto executivo for aprovado pela seguradora e pelo cliente. É importante lembrar que após a instalação, os sistemas devem seguir normas rígidas de manutenção e inspeção periódicas, para que estejam sempre prontos à atuarem em perfeitas condições em caso de emergência.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como finalidade, apresentar alguns tipos de sistemas fixos de proteção contra incêndio utilizados em prédios de extração de óleo de soja por solventes, bem como conhecer seus funcionamentos, elementos e princípios de utilização. Teve também como finalidade explicar como elaborar um projeto preliminar desses sistemas, baseados em normas americanas e recomendações de seguradora internacional. Por se tratar da cultura da soja, um dos principais exemplos de resultados positivos alcançados pelo agronegócio em anos recentes, por ser um dos maiores responsáveis pela expansão da receita cambial do Brasil e pelos riscos de incêndio e explosão que seu processo apresenta por conta da utilização de solventes, faz-se necessário que tenhamos normas nacionais rígidas, conhecimentos de proteção contra incêndio específicos e atualizados, para que sejam utilizados na elaboração dos projetos, na instalação dos sistemas e nas manutenções e inspeções periódicas.

7 LISTA DE REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<http://www.embrapa.br/> . Acesso em 28 abril 2008

BRENTANO, TELMO. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 3.ed. ver. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 450p.

MANSANO, Emerson . Homepage pessoal. Disponível em:
<http://members.tripod.com/emersonam/extracao.html>.Acesso em 01 maio2008

National Fire Protection Association . **15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection**. Ed.2001 , Anahein, CA – USA, 2001.

_____. **16 Standard for the Installation of Foam Water Sprinkler and Foam Water Spray Systems**. Ed.2003, Atlanta, GA – USA, 2003.

_____. **20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection**. Ed.2003, Dallas, TX – USA, 2003.

_____. **22 Standard for Water Tanks for Fire Protection**. Ed.2003, Atlanta, GA – USA, 2003.

_____. **36 Standard for Solvent Extraction Plants**. Ed.2004, Reno, NV – USA, 2004.

VITA, Nathan Kessler. **Understanding Solvent Extraction Of Vegetable Oils**. 1985
http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/vita/vegoilse/en/vegoilse.htm