

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA
ENGENHARIA MECÂNICA**

**PROJETO DE SISTEMA FIXO DE SUPRESSÃO A INCÊNDIO POR AGENTE
LIMPO GASOSO**

**ALEXANDRE DE JESUS CARRENHO
ANTONIO CARLOS MÜLLER
BRUNA CRISTINA PEREIRA**

**Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2018**

**ALEXANDRE DE JESUS CARRENHO
ANTONIO CARLOS MÜLLER
BRUNA CRISTINA PEREIRA**

**PROJETO DE SISTEMA FIXO DE SUPRESSÃO A INCÊNDIO POR AGENTE
LIMPO GASOSO**

*Trabalho de conclusão apresentado ao
Centro Universitário Campo Limpo
Paulista – UNIFACCAMP, como requisito
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica.*

**Orientador: Prof. Edison Benatti
Prof. Francisco Coelho de Oliveira**

**Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA
ENGENHARIA MECÂNICA**

**PROJETO DE SISTEMA FIXO DE SUPRESSÃO A INCÊNDIO POR AGENTE
LIMPO GASOSO**

RA 21709 - ALEXANDRE DE JESUS CARRENHO

RA 21681 - ANTONIO CARLOS MÜLLER

RA 22365 - BRUNA CRISTINA PEREIRA

Orientador: Prof. Edison Benatti

Banca Examinadora:

**Prof.
Convidado**

**Prof. Edison Benatti
Orientador**

**Prof. Alexandre Capelli
Coordenador**

Campo Limpo Paulista - SP

Dezembro – 2018

Ao professor, orientador e amigo, Prof.
Edison Benatti, pelo convívio, apoio,
compreensão, paciência e pela amizade.

AGRADECIMENTOS

Um curso como Engenharia Mecânica requer muita paciência, dedicação e esforço. Sabíamos disso quando decidimos cursá-lo e que não seria nada fácil; mas com o apoio e incentivo de nossos pais, filhos, amigos, companheiros e professores, prosseguimos em frente com esta etapa árdua. Portanto, os agradecimentos e o título de Engenheiro Mecânico dado a nós, serão dedicados a todos eles.

Primeiramente agradecemos a Deus a oportunidade de termos condições físicas e psicológicas para cursar Engenharia Mecânica. Também aos nossos mentores espirituais que nos protegem, orientam e iluminam nosso caminho no dia a dia, nos provem de energia e saúde para realizarmos nossas tarefas.

Às nossas, esposas, pais, irmãos e filhos, que nos deram muitos incentivos, e sempre estiveram ao nosso lado agüentando nossos nervosismos e preocupações com os trabalhos e provas na faculdade.

A todos os nossos colegas de sala de aula, pessoas com quem dividimos a cada dia as mesmas dificuldades e problemas, pessoas com quem convivemos 5 anos vendo cada um se esforçando ao máximo para alcançarem os seus objetivos.

A todos os professores que nos passaram um pouco dos seus conhecimentos durante esses 5 anos de convivência, que agüentaram as falações e bagunças em sala de aula, implorando por silencio, e que mesmo assim sempre tiveram dispostos a nos ajudar.

E por fim a nós três, que nos unimos, e criamos um laço de amizade, aprendendo a nos compreender, ajudando um ao outro para ultrapassarmos as dificuldades que se apresentavam diante de nos a cada semestre, e que alem de formamos um belo trio, nos tornamos muitos bons amigos.

“Nenhuma Engenharia constrói caráter, mas com caráter se faz os melhores engenheiros”.

(Jordan Lucas)

RESUMO

Podemos definir incêndio como uma ocorrência com fogo não controlável, altamente perigoso para todas as coisas vivas, habitações e estruturas em geral. Sua ocorrência pode acarretar em perdas de bens materiais, informações, e pior, perdas de vidas por exposição ao calor ou por inalação de gases. Os primeiros códigos para proteção de incêndio em edificações foi criado no ano de 1189 em Londres, e a partir de 1666 e 1967 uma séria de novas regulamentações foram criadas. Com o surgimento das Companhias de Seguros, as exigências de segurança contra incêndio foram aumentando. A partir daí a engenharia de prevenção e proteção a incêndio começa a serem desenvolvidas, com a invenção dos tanques reservatórios, bombas manuais de incêndio, hidrantes, mangueiras, etc., até a formação das primeiras brigadas contra incêndio no século XIX. E em 1872 foi patenteado o primeiro sistema fixo por chuveiro automático de combate a incêndio usando aspersão de água através de rede de tubulação, o atual Sprinkler. A engenharia de prevenção a incêndio desde o século XIX até os dias atuais vem desenvolvendo meios cada vez mais modernos de prevenir e combater incêndios, através de sistemas manuais ou automáticos, fixos ou móveis, utilizando água, espumas, agentes extintores químicos em pó ou gasosos. Este trabalho tem por finalidade dar aos projetistas, engenheiros, arquitetos, e outros profissionais responsáveis por elaborarem projetos de edificações, ou outros tipos de projetos que envolvam riscos de incêndio, conhecimentos básicos sobre a ciência do fogo, e os meios de extinção atuais mais utilizados. Também terão condições de desenvolverem um sistema fixo de combate e supressão específica para riscos especiais, utilizando agentes limpos gasosos.

Palavras-chave: Engenharia, Incêndio, Agente, Prevenção, Sistema.

ABSTRACT

We can define fire as an occurrence with flames and not controllable, highly dangerous for living things, dwellings and structures in general. Its occurrence can lead to loss of material goods, information, and worse, loss of life through exposure to heat or by inhalation of gases. The first codes for fire protection in buildings were created in the year 1189 in London, and from 1666 and 1967 a series of new regulations were created. With the emergence of Insurance Companies, fire safety requirements have been increasing. From then on, fire prevention and protection engineering began to be developed, with the invention of reservoir tanks, hand fire pumps, hydrants, hoses, etc. until the formation of the first fire brigades in the 19th century. And in 1872 was patented the first fixed system by automatic fire-fighting shower using water spray through pipe network, the current Sprinkler. Fire prevention and protection engineering from the 19th century to the present day has been developing increasingly modern means of preventing and fighting fires, through manual or automatic systems, fixed or mobile, using water, foam, chemical extinguishing agents in powder or inert and clean gases. The purpose of this work is to give designers, engineers, architects, and other professionals responsible for designing building projects, or other types of projects involving fire hazards, basic knowledge about fire science, and the most commonly used means of extinction. They will also be able to develop a fixed system of specific combat and suppression for special risks using gaseous clean agents.

Keywords: Engineering, Fire, Agent, Prevention, System.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NR – Norma Regulamentadora

COSCIP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico

IT – Instrução Técnica

NFPA – National Fire Protection Association

EPA – Environmental Protection Agency

ODP – Ozone Depletion Potential (Potencial de Diminuição do Ozônio)

GWP – Global Warming Potential (Potencial de Aquecimento Global)

NOAEL – No Observed Adverse Effects Level

LOAEL – Lowest Observed Adverse Effects Level

CO₂ – Dióxido de Carbono

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

SNAP – Significant New Alternatives Policy

WMO – World Meteorological Organization

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

TSCA – The Toxic Substances Control Act

REACH – Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals

CDSL – Canadian Depository for Securities Limited

KECI – Korea Existing Chemicals Inventory

AICS – Australian Inventory of Chemical Substances

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry

CICS – CNI Industry Classification Standard

DOT – Department of transportation (Agencia Norte Americana dedicada ao transporte)

UL – Underwriters Laboratories

FM – Factory Mutual ou FM Global

ISO – International Organization for Standardization

GEE – Gás de Efeito Estufa

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – TRIANGULA DO FOGO

FIGURA 02 – TETRAEDRO DO FOGO

FIGURA 03 – FORMAS DE PROPAGAÇÃO

FIGURA 04 – SALA DO SERVIDOR UNIFACCAMP

FIGURA 05 – CALHA ELÉTRICA

FIGURA 06 – PISO

FIGURA 07 – PORTA DE ACESSO

FIGURA 08 – ARMÁRIO

FIGURA 09 – BANCADA

FIGURA 10 – RACK EQUIPAMENTOS TI

FIGURA 11 – PAREDES E TETO

FIGURA 12 – LUMINÁRIAS

FIGURA 13 – CABEAMENTO

FIGURA 14 – AR CONDICIONADO

FIGURA 15 – ARMÁRIO METÁLICO

FIGURA 16 – PORTA

FIGURA 17 – VEDAÇÃO PASSIVA

FIGURA 18 – VEDAÇÃO PORTA

FIGURA 19 – LUMINÁRIAS

FIGURA 20 – FECHAMENTO AUTOMÁTICO PORTA

FIGURA 21 – LUZ DE EMERGENCIA

FIGURA 22 – EXTINTOR DE INCÊNDIO CLASSE ABC

FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÃO POR DERIVAÇÃO TIPO “TE”

FIGURA 24 – DISTÂNCIA DE MONTAGEM ENTRE CONEXÕES

FIGURA 25 – ORIENTAÇÃO TE E TUBULAÇÃO

FIGURA 26 – ALTURAS MÁXIMAS DOS DIFUSORES

FIGURA 27 – ALTURA MÁXIMA ENTRE NÍVEIS DE TUBULAÇÃO – CASO 1

FIGURA 28 – ALTURA MÁXIMA ENTRE NÍVEIS DE TUBULAÇÃO – CASO 2

FIGURA 29 – ALTURA MÁXIMA ENTRE NÍVEIS DE TUBULAÇÃO – CASO 3

FIGURA 30 – CROQUI SALA DO SERVIDOR UniFaccamp

FIGURA 31 – POSICIONAMENTO DIFUSOR 360°

FIGURA 32 – PLANTA BAIXA SALA DO SERVIDOR UNIFACCAMP
FIGURA 33 – ISOMÉTRICO DA REDE DE TUBULAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO
FIGURA 34 – CILINDRO ARMAZENAMENTO AGENTE EXTINTOR
FIGURA 35 – PRESSOSTATO DE BAIXA PRESSÃO
FIGURA 36 – ATUADOR MANUAL
FIGURA 37 – ATUADOR ELÉTRICO SOLENÓIDE AUTOMÁTICO
FIGURA 38 – ADAPTADOR GIRATÓRIO DN 25 (“1”)
FIGURA 39 – DIFUSOR DE DESCARGA DO AGENTE EXTINTOR
FIGURA 40 – CENTRAL DE ALARME DE INCÊNDIO
FIGURA 41 – DETECTOR DE FUMAÇA
FIGURA 42 – SINALIZADOR AUDIO VISUAL
FIGURA 43 – ACIONADOR MANUAL DUPLA AÇÃO
FIGURA 44 – CHAVE DE MANUTENÇÃO E BLOQUEIO

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – AGENTES LIMPOS ATUAIS

TABELA 2 – PROPRIEDADES DO FLUIDO NOVEC™1230

TABELA 3 – PROPRIEDADES AMBIENTAIS DO FLUIDO NOVEC™1230

TABELA 4 – MARGEM DE SEGURANÇA DO FLUIDO NOVEC™1230

TABELA 5 – REGULAMENTAÇÕES DO FLUIDO NOVEC™1230

TABELA 6 – CONCENTRAÇÃO MÍNIMA DE PROJETO AGENTE NOVEC™1230

TABELA 7 – CONCENTRAÇÃO MÍNIMA DE PROJETO NFPA-2001

TABELA 8 – CONCENTRAÇÃO DE PROJETO RISCO CLASSE B AGENTE
NOVEC™1230.

TABELA 9 – FATOR DE CORREÇÃO PELA ALTITUDE

TABELA 10 – CAPACIDADES DE ENVASE DOS CILINDROS ANSUL

TABELA 11 – PERCENTUAL DE SEGURANÇA NOAEL - LOAEL

TABELA 12 – CAPACIDADES DE COBERTURA DIFUSOR 360°

TABELA 13 – DIÂMETRO TUBULAÇÃO X VAZÃO AGENTE

TABELA 14 – CILINDRO DE ARMAZENAMENTO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivo geral	16
1.2. Problema.....	16
1.3. Justificativa	17
1.4. Metodologia	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 O Fogo.....	19
2.1.1 Triângulo e Tetraedro do Fogo	19
2.1.2. Focos de Ignição	21
2.1.3 Formas de Propagação.....	21
2.1.4 Classes de Risco de Incêndio	22
2.2. Agentes extintores de incêndio	22
2.2.1 Agentes Extintores Usuais	23
2.2.1.1 Água	23
2.2.1.2 Espuma	23
2.2.1.3 Pó Químico	24
2.2.2 Agentes Extintores Gasosos.....	25
2.2.2.1 História	25
2.2.2.2 Gases Inertes.....	26
2.2.2.3 Gases Limpos ou Ativos.....	26
2.3. Escolhendo o agente limpo gasoso	27
3. DESENVOLVIMENTO	30
3.1 escolha do local para realização do projeto	30
3.1.1 Dados do Risco para Projeto	30
3.1.2 Avaliação.....	30
3.1.3 Recomendações	42
3.2. Escolha do agente limpo gasoso.....	45
3.2.1 Introdução.....	45
3.2.2 Propriedades Físicas	45
3.2.3 Propriedades Ambientais	46
3.2.4 Margem de Segurança	47

3.2.5 Regulamentações.....	48
3.3. Limitações do sistema de supressão.....	48
3.3.1 Limitações do Sistema.....	49
3.3.2 Limitações de Projeto	50
3.4. Cálculos do sistema de supressão.....	54
3.4.1 aplicando os métodos de cálculo	54
3.5 Equipamentos do sistema de detecção, alarme e supressão de incêndio.	73
3.6. Projeto executivo do sistema de supressão.....	81
3.7 Instalação do sistema de supressão e detecção e alarme de incendio	81
3.8 Comissionamento & startup.....	84
3.9. Treinamento.....	85
3.10 Manutenção	85
4. RESULTADOS	91
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	93
ANEXOS	94
ANEXO A – FATORES DE INUNDAÇÃO AGENTE NOVEC™1230	95
ANEXO B – PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE SUPRESSÃO.....	96
ANEXO C – PROJETO EXECUTIVO DE DETECÇÃO E ALARME.....	97
ANEXO D – CÁLCULO HIDRAULICO DO SISTEMA DE SUPRESSÃO	98
ANEXO E – CUSTO INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE SUPRESSÃO.....	104

1. INTRODUÇÃO

Podemos considerar o fogo uma das maiores descobertas da humanidade, bem como o seu domínio. Essa descoberta melhorou as condições de vida do homem no seu aquecimento, na preparação de alimentos, na criação de utensílios, ferramentas e armas muitos úteis para sua sobrevivência.

Como podemos observar o fogo quando controlado é vital e indispensável para o homem, mas a perda desse controle, que conhecemos como incêndios, precisam ser evitados e combatidos a todo custo, pois levam a perdas materiais, e podem principalmente gerar inúmeras vítimas fatais.

Os incêndios podem ocorrer de forma natural, cuja origem se encontra na própria natureza, os quais agem por si só, independentes da vontade do ser humano como as tempestades elétricas. Também podem ocorrer por causas artificiais quando o incêndio ocorre por ação humana, de modo intencional com origem criminosa, ou acidental por negligência quando não tomamos as medidas corretivas necessárias para sua prevenção.

As principais causas de incêndio são por eletricidade (curto circuito, excesso de carga, mau contato, superaquecimentos em cabeamentos elétricos, etc.); por combustão espontânea causada por oxidação ou fermentação sem que haja uma fonte de calor externa (em geral em áreas de estocagem de fibras, grãos, carvão, produtos químicos); por atrito que é a transformação de energia mecânica em calor, através da fricção de dois ou mais materiais (rolamentos, mancais, polias, esteiras, etc.); por vapores desprendidos por líquidos inflamáveis ou vazamento de gás de cozinha, que podem ser atingidos por uma fonte de ignição, causando explosão e/ou incêndio; por chama exposta (balões, velas acesas, pontas de cigarros, etc.).

No Brasil alguns dos grandes incêndios ocorreram por modo proposital com origem criminosa como o caso do Gran Circus Norte Americano no ano de 1961 (RJ) provocado por um ex-funcionário demitido do circo, causando 503 mortes (70% eram crianças) e mais de 1000 feridos; mais recente em 2017 o incêndio na Creche Centro de Educação Infantil de Janaúba (MG) provocado intencionalmente por um vigia, causando a morte de 14 pessoas (3 adultos e 11 crianças) e ferimentos em 37

peças. Por negligência podemos citar o incêndio do Edifício Andraus (SP) em 1972, causado por sobrecarga no sistema elétrico, com 16 mortos e 330 feridos; Edifício Joelma (SP) em 1974, causado por um curto circuito no aparelho de ar condicionado, no 12º Andar do edifício com 191 mortos e 300 feridos; e o incêndio da Boate Kiss (RS) em 2013 causado por um sinalizador disparado no palco por um dos integrantes da banda que tocava no local, causando a morte de 242 pessoas e ferimentos em 680 pessoas.

Como dito anteriormente, incêndios podem causar não apenas perdas de vidas humanas, como também perdas de bens materiais preciosos através de danos em obras de arte, sistemas de informação e equipamentos. Todos os anos milhões de dólares são perdidos em decorrência de incêndios no Brasil e no mundo. A fim de procurar diminuir as ocorrências de incêndio, atualmente existe uma grande demanda em pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias para prevenção e combate a incêndio.

1.1. Objetivo geral

Desenvolver um projeto de supressão a incêndio e com isso orientar projetistas, engenheiros, arquitetos e/ou profissionais envolvidos na área de segurança e prevenção a incêndio, como dever ser realizado um projeto de sistema fixo de supressão a incêndio utilizando agente extintor gasoso limpo. Conhecer as normas nacionais e internacionais aplicáveis neste tipo de sistema de supressão a incêndio, os equipamentos e dispositivos usados para um perfeito funcionamento do sistema de supressão; as infra-estruturas necessárias para a sua instalação, e a sua perfeita manutenção. Dar condições para o profissional de segurança avaliar possíveis sistemas de supressão existentes no tocante a projeto, instalação e a sua eficiência ou não em caso de ocorrer um incêndio.

1.2. Problema

Atualmente nos projetos de edificações, as construtoras adotam como sistema de combate a incêndio os famosos chuveiros automáticos ou “Sprinklers”, que tem como princípio de funcionamento a aspersão de água por meio de bicos pulverizadores sobre o foco do incêndio, com intuito de controlá-lo ou apagá-lo.

Considerado muito eficiente quando utilizado em edifícios comerciais, armazéns, Shopping Center, etc., os chuveiros automáticos podem não ser a solução perfeita para determinados riscos especiais. Riscos especiais como Data Center e Centrais de informáticas, Salas Elétricas, Eletrocentros, Salas Limpas, Salas de Controle, Acervos de Museus e Galerias de Arte, Bibliotecas, Hospitais, etc., são locais que podem ter seus patrimônios danificados ou mesmo perdido em contato com a água, gerando perdas financeiras, materiais e de informação.

Algumas áreas industriais ou de laboratórios, dependendo qual o tipo de substâncias químicas utilizadas ou armazenadas, podem ter uma reação muito mais violenta quando em contato com a água, sendo recomendado a não utilização de sistemas de chuveiros automáticos.

1.3. Justificativa

Para atender esse público mais seletivo, foram desenvolvidos os sistemas fixos de Supressão a incêndio por agentes extintores gasosos, que utilizam gases denominados agentes Limpos, que substituem a água como agente extintor. São totalmente inofensivos, pois não retiram o oxigênio do ambiente, e atuam sobre o fogo por uma ação física de resfriando rápido das chamas, e por uma reação química sobre os radicais livres do fogo responsáveis por realimentarem as chamas, extinguindo-as com extrema rapidez. Um sistema de supressão por agente limpo gasoso, em conjunto com um sistema de detecção por fumaça eficiente, proporciona uma resposta rápida e eficaz na extinção do princípio do incêndio

1.4. Metodologia

Este trabalho está fundamentado em coleta de dados bibliográficos, tendo-se como bibliografia para o capítulo inicial o título: “**A Segurança Contra Incêndio no Brasil**” de Alexandre Itiu Seito e outros. Nos capítulos onde descrevemos sobre os agentes limpos e equipamentos, foram feitas pesquisas de campo com visita a empresa **3M do Brasil** fabricante do agente limpo gasoso **NOVEC™1230**, com coleta de material para demonstração e informações técnicas do produto. Visitamos também a empresa **Qualyfire Sistemas de Prevenção a Incêndio Ltda.**, localizada em Jundiaí/SP, é distribuidora autorizada da empresa americana **Tyco Fire Protection**

Products – Divisão ANSUL, fabricante dos equipamentos para sistemas fixos de supressão e combate a incêndio. A **Qualyfire** nos forneceu informações técnicas dos equipamentos utilizados em sistemas fixos de supressão com agente limpos gasosos. Nos capítulos onde tratamos do desenvolvimento do nosso projeto, todo o trabalho foi realizado com o objetivo de executar a implantação de um sistema fixo de supressão a incêndio por agente gasoso na Sala do Servidor do **UNIFACCAMP**. Foram feitos os levantamentos físicos e medições necessárias no local para realização do projeto, e com as informações colhidas em campo, executamos o projeto atendendo os procedimentos e exigências requeridos pela norma **NFPA-2001**, e pelo do fabricante dos equipamentos utilizados.

O projeto final apresentado atende todos os requisitos, exigência técnicas, normas e jurisprudências legais para a sua implantação. Qualquer mudança ou alteração do projeto durante a sua instalação devesse ser autorizada pelos alunos responsáveis por este trabalho para que realizem uma readequação do sistema proposto a fim de atender as possíveis mudanças, e garantir o funcionamento total do sistema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Fogo

2.1.1 Triângulo e Tetraedro do Fogo

Podemos dizer que o fogo ou também conhecido como combustão, é a rápida oxidação de um material combustível (sólido, líquido ou gasoso) liberando calor, luz e produtos de reação, tais como o dióxido de carbono e a água. O fogo é uma mistura de gases a altas temperaturas, formada em reação exotérmica de oxidação, que emite radiação eletromagnética nas faixas do infravermelho e visível.

Consideramos três elementos como formadores do triângulo do fogo (figura 01) e indispensáveis para o seu surgimento, são eles:

- **Combustível:** Toda substância capaz de queimar e alimentar a combustão. Podemos classificá-los como:
 - Combustíveis sólidos: carvão, madeira, tecido, etc.
 - Combustíveis líquidos: gasolina, álcool, diesel, etc.
 - Combustíveis gasosos: metano, propano, butano, etc.
- **Comburente:** É o elemento que ativa e dá vida à combustão, se combinado aos vapores inflamáveis do combustível. O oxigênio é o comburente mais comum para a maioria dos combustíveis e sua concentração no ar é de 21,5%. Quando esse percentual abaixa a níveis iguais ou inferiores a 14,0% a combustão deixa de acontecer. Estudos realizados pela agência de proteção ambiental norte americana EPA (Environmental Protection Agency) e por outros institutos renomados mundialmente impõem que para suporte de vida humana é necessário garantir um percentual de oxigênio no ambiente de no mínimo 12%.
- **Energia de ativação:** É a energia mínima necessária para iniciar a reação. O calor é uma dessas formas de energia. É o elemento responsável pelo início do fogo e pela sua expansão.

Figura 01 – TRIÂNGULO DO FOGO

Fonte: Multimeios/Seed

Observou-se que os elementos combustível, comburente e calor isoladamente não produzem o fogo, mas quando interagem entre si realizam a reação em cadeia, responsável pelo surgimento da combustão e permitindo que ela se mantenha por si só. Com a definição deste quarto elemento surgiu o Tetraedro do Fogo (Figura 02).

Figura 02 – TETRAEDRO DO FOGO

Fonte: Multimeios/Seed

2.1.2. Focos de Ignição

Os focos de ignição podem ser de origem térmica, elétrica, mecânica ou química. Os térmicos são aqueles ocasionados pelos raios solares, condições térmicas ambientais, soldagem, motores, etc. Os focos elétricos podem ser originados por faíscas, curto circuito em instalações elétricas deterioradas ou mal feitas, sobrecargas em redes elétricas, eletricidade estática, etc. Os atritos entre componentes mecânicos como polias, engrenagens, etc., são os focos de origem mecânica; e as reações exotérmicas e as substâncias reativas e oxidantes, englobam os focos de ignição química.

2.1.3 Formas de Propagação

Quando trabalhamos com sistemas de extinção e prevenção a incêndio, é de suma importância ter o conhecimento das formas como o calor pode ser transmitido, a fim de podermos determinar qual método de extinção será mais eficiente.

Existem três formas de transmissão de calor de um corpo para outro ou para um meio (Figura 03), e são:

- **Condução:** O calor é transmitido de corpo para corpo ou em um mesmo corpo, de molécula para molécula.
- **Convecção:** O calor é transmitido através de uma massa de ar aquecida, de um ambiente para outro por compartimentação (dois corpos próximos, mas não ligados, quando um começa a pegar fogo após um tempo o outro começa a se incendiar, motivado pela transmissão de calor da massa de ar aquecida).
- **Irradiação:** Transmissão de calor por meio de ondas caloríficas através do espaço.

Figura 03 – FORMAS DE PROPAGAÇÃO



Fonte: Multimeios/Seed

2.1.4 Classes de Risco de Incêndio

O fogo, quanto à natureza do combustível, dividem-se em cinco classes de risco (NFPA-10 – Edição 2018 – item 5.2 – Classifications of Fires):

- **Classe A:** são fogos em materiais sólidos que deixam resíduos da queima como madeira, papel, tecido, borracha e alguns plásticos.
- **Classe B:** são fogos que ocorrem quando a queima acontece em líquidos inflamáveis, combustíveis líquidos, graxas de petróleo, alcatrão, óleos, tinta a base de óleo, solventes, lacas, alcoóis e gases inflamáveis.
- **Classe C:** são fogos que envolvem equipamentos elétricos energizados. Deve-se utilizar agente extintor que não conduza eletricidade.
- **Classe D:** são fogos em metais pirofóricos como magnésio (Mg), titânio (Ti), zircônio (Zr), sódio (Na), lítio (Li) e potássio (K).
- **Classe K:** são fogos que envolvem equipamentos de cozinha com combustão em óleos vegetais, e gordura animal.

2.2. Agentes extintores de incêndio

Agente extintor de incêndio é qualquer material utilizado com o objetivo de resfriar, abafar as chamas ou quebrar a reação em cadeia, oriundas de uma combustão,

proporcionando sua extinção. Os agentes mais conhecidos no combate a incêndio são a água, espuma, pó químico, e os gasosos.

2.2.1 Agentes Extintores Usuais

2.2.1.1 Água

A água é o agente extintor mais utilizado no combate a incêndio devido a sua abundância na natureza. Sua principal ação é por resfriamento, devido a sua propriedade de absorver grande quantidade de calor. Também age por abafamento por meio de nebulização ou jato contínuo.

Não é recomendado seu uso em locais que possuem equipamentos energizados, em razão da existência de sais minerais em sua composição química, o que a torna um condutor de eletricidade, podendo causar choques elétricos.

São vários os sistemas que utilizam a água como agente supressor de incêndio. Os equipamentos utilizados nestes sistemas podem ser móveis no caso dos extintores manuais, e fixos como as redes de canalização que utilizam como elementos de aspersão de água, os hidrantes, mangotinhos e chuveiros automáticos conhecidos como Sprinkler. Os sistemas fixos que utilizam água são divididos em sistemas sob comando e automáticos. O sistema sob comando caracteriza-se por serem operados manualmente utilizando-se mangueiras de incêndio, que podem lançar água ou espuma. O sistema automático é acionado pelo calor do fogo, e são divididos em sistemas de chuveiro automático - Sprinkler, e em sistemas de bicos nebulizadores de média e alta pressão.

2.2.1.2 Espuma

A espuma mecânica é formada por bolhas de ar, a partir de uma solução aquosa de um agente concentrado líquido gerador de espuma (LGE), que é produzida através do batimento mecânico da água com este agente em determinadas proporções, e com a aspiração simultânea de ar atmosférico. É muito utilizada em incêndio de Classe B que envolvem líquidos inflamáveis, por ser mais leve flutua acima do líquido inflamável, extinguindo o fogo através do resfriamento devido à água, e por

abafamento devido à espuma que se forma por cima do líquido criando uma cobertura.

Os equipamentos de espuma são regidos por códigos e normas de segurança nacionais (ABNT/NBR) e internacionais (NFPA, UL, FM, ISO, EN), e ainda instruções técnicas do corpo de bombeiros, e podem ser divididos em quatro categorias:

1. Tanques de armazenamento que são utilizados para o armazenamento do Líquido Gerador de Espuma - LGE, com capacidades até 15.000 litros, podem ser fabricados em polietileno ou polipropileno, são dotados de visor de nível, válvula de saída de LGE e bocal de enchimento.
2. Proporcionadores em linha de pressão balanceada que trabalham mantendo um equilíbrio de pressões nas entradas do Líquido Gerador de Espuma - LGE e água. Este balanceamento permite que o proporcionador seja utilizado em um grande leque de vazões e pressões. Neste tipo de sistema de proporcionamento é necessário o uso de uma bomba de LGE.
3. Aplicadores fixos como chuveiros automáticos, também são utilizados para aspersão do Líquido Gerador de Espuma – LGE
4. Aplicadores manuais como esguichos Proporcionadores de espuma, canhões monitores, carretas móveis, etc.

2.2.1.3 Pó Químico

São compostos constituídos de partículas bem finas que recebem um tratamento que as deixam capazes de resistir a empedramento e mantém bons níveis de fluidez e absorção de umidade. Tem como princípio de extinção do incêndio, a interrupção da reação química em cadeia, que é o mecanismo principal de extinção. No momento em que um combustível oxida, ele libera componentes importantes para a reação química contínua, esses são os radicais livres. Esses radicais são atraídos e combinados com as pequenas partículas de pó químico e isso interrompe a reação. Exatamente por esse processo que as partículas do pó químico devem ser bem finas, aumentando a superfície de troca de calor. Existem vários tipos de pós

químicos utilizados no combate a incêndio, como o Fosfato de monoamônio [NH₄H₂PO₄], conhecido como pó “tri-classe”, “ABC” ou “polivalente” por ser usado em três classes de incêndios A, B e C. O Fosfato de monoamônio é capaz de derreter e fluir a 177° C formando uma capa para abafar o fogo.

O Bicarbonato de sódio [NaHCO₃], o mais comum de todos os tipos de pó químico, é usado nas classes de incêndio B e C. Quando se trata de Classe B é menos eficiente que o Púrpura-K e não deve ser usado na Classe A.

O Bicarbonato de potássio [KHCO₃] também conhecido como Púrpura-K é recomendado para incêndios das classes B e C, sendo duplamente mais eficiente em incêndios B em comparação com o bicarbonato de sódio. Este agente é muito utilizado em instalações de petróleo por sua elevada capacidade extintora. Os equipamentos usados para armazenagem e aplicação desses agentes são os cilindros extintores manuais e os cilindros sobre rodas.

2.2.2 Agentes Extintores Gasosos

2.2.2.1 História

A história dos sistemas de extinção de incêndio por inundação total usando agentes gasosos começa em meados dos anos 20, quando Walter Kidde introduziu os sistemas fixos de supressão a base de dióxido de carbono nos Estados Unidos. O dióxido de carbono, infelizmente, é letal para o homem em concentrações normais de uso, sendo sua utilização diminuída a partir da década de 60, quando inaugurou a era dos agentes gasosos de inundação total seguros para o homem com o advento do gás Halon 1301. A utilização do agente gasoso Halon 1301 durou aproximadamente 30 anos. Devido ao seu alto potencial para destruição da Camada de Ozônio (**ODP**), sua produção e utilização foi proibida em função do Tratado de Montreal em 1987, que é um acordo internacional, com o objetivo de reduzir à produção de gases Clorofluorocarbonados – CFC, Halongenados e o Brometo de Metila considerados os principais gases responsáveis pela redução da camada de Ozônio. Em 1997 foi assinado o Protocolo de Kyoto que pretendia firmar acordos e discussões internacionais para conjuntamente estabelecer metas de redução na emissão de gases-estufa na atmosfera (constitui-se no protocolo internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o

efeito estufa - **GWP**). Atualmente a utilização do Halon 1301 apesar dos seus efeitos ao meio ambiente, ainda é permitido ser utilizado em aeronaves, veículos militares e alguns extintores portáteis usados pelas Forças Armadas.

2.2.2.2 Gases Inertes

É todo gás que não alimenta uma combustão, e não reage quimicamente com outras substâncias em condições normais de temperatura e pressão (**CNTP**). Agem na redução do comburente (oxigênio) a níveis abaixo de 12% do volume, que é a mínima concentração de oxigênio segundo a Norma NFPA, sem risco para a respiração humana. Além de não serem reativos, os gases inertes também não provocam desequilíbrio químico. Os gases inertes utilizados em sistema de supressão a incêndio são o Nitrogênio, Argônio e Dióxido de Carbono (CO₂).

Os equipamentos que armazenam e distribuem os agentes inertes são regidos pelas normas **NFPA-2001** e **NFPA-12**. Os sistemas de supressão por gás inerte utilizam cilindros de armazenamento de alta pressão (150 a 700 Bar), que contém uma mistura de gases não corrosivos, não combustíveis e não reagentes com grande parte das substâncias presentes no ar atmosférico. Sendo assim, cada procedimento envolvido neste sistema é tratado como leve e importante por parte dos profissionais.

2.2.2.3 Gases Limpos ou Ativos

A partir de 1994 começa a era dos gases limpos ou ativos, comumente conhecidos como “Agentes Limpos”. O termo “agentes limpos” significa aqueles gases cujo uso se destina a substituir o Halon 1301, e que possuam muito pouco potenciais para a destruição da Camada de Ozônio (ODP). Neste mesmo ano a National Fire Protection Association – NFPA elabora uma nova norma técnica, a norma **NFPA-2001** específica para os agentes gasosos que surgiam em substituição ao Halon 1301, e para aplicação em Sistemas de Extinção Fixo de Incêndios por Agentes Limpos. Esta norma proporciona requisitos para o uso de 13 agentes, sendo quatro agentes gasosos inertes, e nove agentes a base de halo carbonos. Pelo menos sete dos treze agentes limpos listados na **NFPA -2001** são usados para proteção contra incêndio por inundação total em espaços “normalmente ocupados. Isso não significa

que esses agentes limpos podem ser descarregados quando se encontram pessoas no espaço a ser protegido, isso vai depender da concentração de projeto utilizada para cada agente, e da sua concentração máxima final estimada após a descarga no ambiente a ser protegido. Os equipamentos que armazenam e distribuem os agentes limpos gasosos são regidos pela Norma **NFPA-2001**, e como no caso dos agentes inertes, utilizam cilindros de armazenamento, porém de baixa pressão (25 a 56 Bar) e com um único agente limpo gasoso específico.

2.3. Escolhendo o agente limpo gasoso

Diferente dos gases inertes que reduzem a concentração do oxigênio, os gases agente limpo ativos têm como princípio a retirada da energia térmica presente no incêndio e na interrupção da reação química em cadeia do processo de combustão. São misturas de elementos químicos, não-asfixiantes, que suprimem os incêndios por inibir a reação química entre combustível e comburentes, além de sua ação refrigerante no incêndio.

Para definirmos qual tipo de agente limpo devemos utilizar em um projeto de sistema fixo de supressão a incêndio, é necessário entender como aplicar a Norma **NFPA-2001**. Seguir as suas exigências auxilia na proteção e orientação dos consumidores, e para isso é necessário conhecermos algumas definições:

- **ODP (Ozone Depletion Potential):**

Índice do potencial de destruição ou de redução da camada de ozônio que pode variar de 0 a 1; quanto mais próximo de zero menor será o impacto na camada de ozônio. Para calcular esse índice o gás usado é o CFC11 ou R11.

- **GWP (Global Warming Potential):**

É a medida que mostra o potencial de aquecimento global que uma determinada quantidade de massa de um gás de efeito de estufa (**GEE**), é capaz de reter calor na atmosfera em comparação a mesma massa de gás equivalente de CO₂. O **GWP** de outros gases é calculado com base no CO₂, que possui o seu valor de **GWP** igual a 1 para um determinado período de tempo (anos). Quanto mais alto o valor do **GWP** maior será o impacto sobre o aquecimento global.

• **NOAEL (No Observed Adverse Effects Level):**

É o nível de uma reação, efeito adverso ou sintomas **não observados** em seres humanos causado pela concentração de um fármaco, gás, ou toxina.

• **LOAEL (Lowest Observed Adverse Effects Level):**

É o nível de uma reação, efeito adverso ou sintomas **observados** em seres humanos causado pela **menor** concentração de um fármaco, gás, ou toxina.

Na Tabela 01 temos vários gases agentes limpos ativos e inertes atualmente utilizados em sistemas fixos de supressão, com seus valores de **ODP**, **GWP**, **NOAEL**, **LOAEL** e tempo de permanência na atmosfera. Estes agentes são aprovados pela Norma **NFPA 2001**, lembrando que para proteção de ambientes ocupados a máxima concentração de agente permitida é o **NOAEL** e o tempo máximo de permanência no local é de 5 minutos após a descarga.

Tabela 01 – Agentes Limpos Atuais

Designação NFPA/ISO (Nome Comercial)	Grupo	Nome Químico	GWP (CO2=1)	ODP (CFC-11 = 1)	NOAEL (% VOL.)	LOAEL (% VOL.)	Tempo de Permanência na Atmosfera
HFC-227ea (FM-200)	Gás Sintético	Heptafluoropropano	3500	0	9.0	10.5	33 anos
HFC-125 (FE-25)	Gás Sintético	Pentafluoroetano	3400	0	7.5	10	29 anos
HFC-23 (FE-13)	Gás Sintético	Trifluorometano	11700	0	30	>30	264 anos
HFC-236fa (FE-36)	Gás Sintético	Hexafluoropropano	6300	0	10	15	209 anos
FK-5-1-12 (Novec-1230)	Gás Sintético	Dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona	1	0	10	>10	14 dias
IG-01 (Argotec)	Gás Inerte	Argônio	0	0	43	52	Permanente
IG-100 (Azoto)	Gás Inerte	Nitrogênio	0	0	43	52	Permanente
IG-541 (Inergen)	Mistura de Gases Inertes	Nitrogênio (52%) + Argônio (42%) + CO2 (8%)	0	0	43	52	Permanente
IG-55 (Proinert / Argonite)	Mistura de Gases Inertes	Argônio (50%) + Nitrogênio (50%)	0	0	43	52	Permanente

Fonte: NFPA-2001:2018

Todos estes gases são previamente analisados e aprovados por institutos e entidades reguladoras internacionais, como por exemplo, a **EPA** (Environmental Protection Agency).

Alguns requisitos importantes devem ser observados quando da escolha do agente limpo, como o seu grau de toxicidade apropriada para os ambientes habitados, ou seja, o **NOAEL** compatível; o tempo de descarga do agente que é o tempo necessário para a liberação de 95% da massa de gás a fim de atingir a concentração mínima de projeto, e que não ultrapasse há 10,0 segundos para os gases ativos. Também verificar os seus impactos ambientais como os valores de **ODP** e **GWP** e a sua permanência na atmosfera após a descarga.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 escolha do local para realização do projeto

O projeto de prevenção e supressão a incêndio deste trabalho foi desenvolvido para realizar a proteção da Sala do Servidor e Dados do Centro Universitário Campo Limpo Paulista – UNIFACCAMP. – localizado no prédio 2 no município de Campo Limpo Paulista – SP.

Foi realizada uma visita técnica com o intuito de levantamento para avaliação de riscos, e desenvolvimento do projeto de supressão por agente limpo gasoso. Os dados e avaliações levantados estão descritos nos itens abaixo.

3.1.1 Dados do Risco para Projeto

- Risco: Sala do Servidor de Dados de Informática.
- Grau de Ocupação: Local normalmente não ocupado.
- Tipo de Risco: Elétrico Energizado.
- Classe de Risco (NFPA-10): “C”
- Tipo de Construção: Alvenaria
- Quantidade de Aberturas: 01 porta 2,10 x 0,85m
- Dimensões internas: 4,07 x 4,07 x 2,90m
- Temperatura interna estimada: 21°C
- Local/altitude da instalação: Campo Limpo Paulista-SP / 745m acima do nível do mar.
- Sistema ar Condicionado:
 - Tipo: Split
 - Quantidade: 02 (01 principal + 01 Stand-by)
 - Ação em caso de evento de incêndio: Desligar.

3.1.2 Avaliação

Na avaliação de risco de incêndio são identificadas as possíveis fontes que podem gerar um princípio de incêndio, e quais são estes materiais; quem poderá estar em

risco em caso de incêndio e qual o grau de exposição. A seguir mostramos a avaliação realizada:

- Local fechado, usado para instalação de equipamentos de informática.

Figura 04 – Sala do Servidor da Unifaccamp



- 01 calha elétrica em “L” para passagem de cabos.

Figura 05 – Calha Elétrica



- Não possui piso elevado.

Figura 06 – Piso



- 01 porta de Acesso comum com controle de acesso externo.

Figura 07 – Porta Acesso



- 02 Armários em madeira para armazenamento de materiais.

Figura 08 – Armários



- 01 Bancada para manuseio de equipamentos eletrônicos.

Figura 09 – Bancada



- Rack para instalação de equipamentos de informática.

Figura 10 – Rack Equipamentos



- Paredes sem colunas e teto em laje com vigamento central em viga "I" de 6" em aço carbono.

Figura 11 – Paredes e Teto



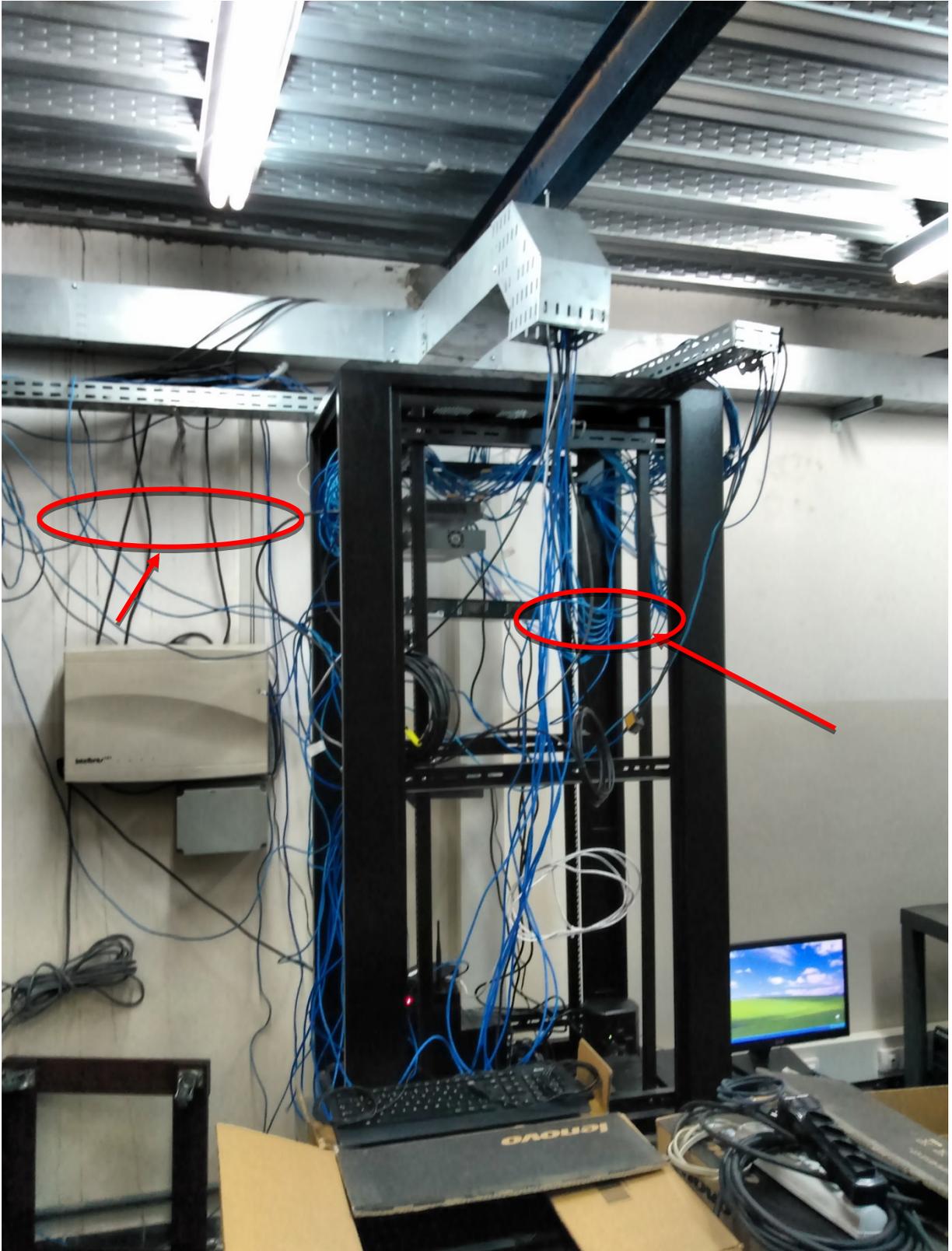
- Luminárias padrão sem proteção ou blindagem a prova de explosão.

Figura 12 – Luminárias



- Cabeamento elétrico energizado e de rede exposto, sem proteção.

Figura 13 – Cabeamento



- Ar condicionado Tipo Split.

Figura 14 – Ar Condicionado



3.1.3 Recomendações

Para garantir uma boa eficiência do sistema fixo de supressão e a prevenção de incêndio, recomendamos:

- Trocar armário de madeira, por metálico com portas deslizantes (Figura 15).

Figura 15 – Armário Metálico



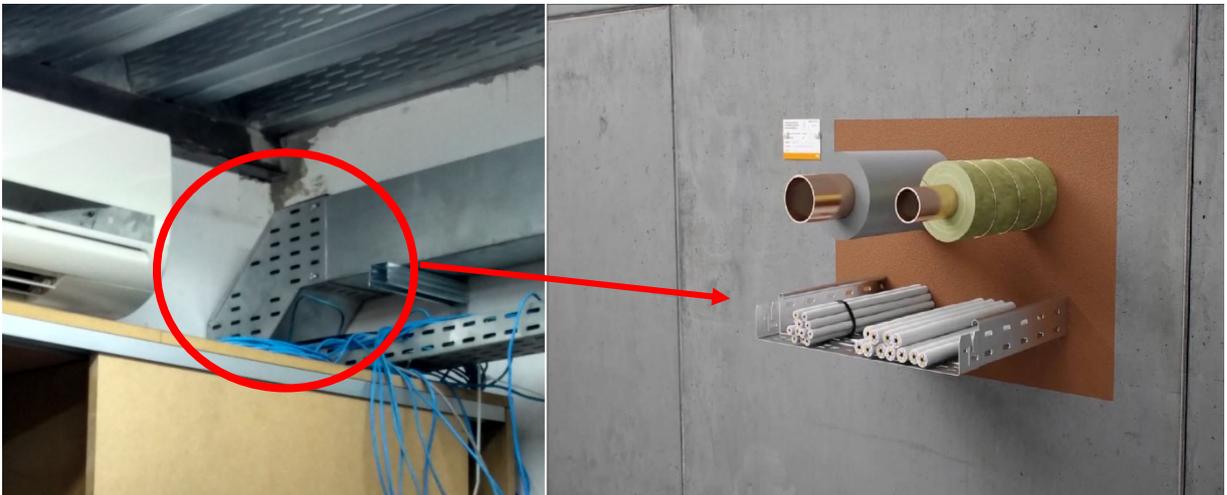
- Trocar porta de madeira por porta apropriada tipo corta fogo, ou pintar com tinta Intumescente para 30 minutos (Figura 16).

Figura 16 – Porta



- Vedar as aberturas nas paredes onde passa a calha elétrica com Proteção Passiva Antichama, a fim de garantir estanqueidade do ambiente (Figura 17).

Figura 17 – Vedação Passiva



- Usar trilho de borracha na base da porta a fim de garantir estanqueidade do ambiente (Figura 18).

Figura 18 – Vedação Porta



- Utilizar luminárias com proteção ou a prova de explosão (Figura 19).

Figura 19 – Luminária



- Instalar mola de fechamento automático na porta de acesso (Figura 20).

Figura 20 – Fechamento Automático



- Instalar luz de emergência (Figura 21).

Figura 21 – Luz de Emergência



- Instalar Extintor de Incêndio ABC (Figura 22).

Figura 22 – Extintor de Incêndio ABC



3.2. Escolha do agente limpo gasoso

3.2.1 Introdução

Para o desenvolvimento deste trabalho, escolhemos o fluido de proteção a incêndio **NOVEC™1230**. Este agente é considerado a mais nova geração de agentes de extinção a incêndio, tornando-se a primeira substituição a longo prazo dos agentes halogênios (HCFC's) e dos Hidrofluorcarbonetos (HFC's). Possui excelente desempenho, em função de suas propriedades físicas, ambientais e de segurança. É um produto químico de propriedade da **3M™** chamado de Fluoroketona. O nome químico completo para este composto é Dodecafluoro-2-metilpentano-3-1, e sua nomenclatura **ASHRAE** é **FK-5-1-12** (A maneira que ele é designado na **NFPA 2001** e na **ISO 14520**, que são as normas para uso de agentes limpos).

3.2.2 Propriedades Físicas

O fluido **NOVEC™1230** é utilizado na supressão a incêndio no estado gasoso, porem em temperatura ambiente seu estado é líquido. É eletricamente não condutor tanto no estado líquido como no gasoso.

As suas propriedades são semelhantes, mas não muito, aos outros agentes limpos gasosos utilizados na supressão a incêndio, porem sua grande diferença é seu estado líquido em temperatura ambiente. O seu ponto de ebulição é a 49,2°C, ou seja, ele possui uma pressão de vapor muito baixa em relação aos demais agentes limpos, que em sua maioria tornam-se gases em condições ambientes.

O fluido **NOVEC™1230** possui baixo calor de vaporização, aproximadamente 25 vezes menos do que a da água. Isto em conjunto com uma menor pressão de vaporização, provoca a sua evaporação 50 vezes mais rápido do que a água, permitindo a transição do agente do estado líquido para um estado gasoso muito mais rápido quando descarregado através de um bico pulverizador (Difusor). Em um sistema fixo de supressão a incêndio adequadamente projetado, o fluido **NOVEC™1230** vai gaseificar-se mais rapidamente, e se distribuir mais uniformemente em todo o espaço a ser protegido.

Na tabela 02 apresentamos as propriedades físicas do agente **NOVEC™1230**.

Tabela 02 – PROPRIEDADES FÍSICAS DO FLUIDO NOVEC™1230

DIREITO DE IMAGEM 3M PERFORMANCE MATERIALS DIVISION

PROPRIEDADES	FLUIDO NOVEC™1230
Fórmula Química	CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂
Peso Molecular	316,04
Ponto de Ebulição @ 1 atm	49,2°C
Ponto de Congelamento	-108,0°C
Temperatura Crítica	168,7°C
Pressão Crítica	18,65 bar
Volume Crítico	494,5 cc/mole
Densidade Crítica	639,1 kg/m ³
Densidade do Líquido Saturado	1,60 g/ml
Densidade do Gás @ 1 atm	0,0136 g/ml
Volume Específico do Gás @ 1 atm	0,0733 m ³ /kg
Calor Específico do Líquido	1,103 kJ/K°C
Calor Específico do Vapor @ 1 atm	0,891 kJ/K°C
Calor de Vaporização @ Ponto de Ebulição	88,0 kJ/kg
Viscosidade do Líquido @ 0°C/25°C	0,56/0,39 Cs (Centistokes)
Pressão do Vapor	0,404 bar
Força Dielétrica Relativa, 1 atm (N ₂ =1,0)	2,3

Apesar de ser líquido à temperatura ambiente, sua pressão de vaporização é suficiente para alcançar facilmente as concentrações de vapor de extinção. A 25°C, podem-se formar concentrações de vapor até 39% do volume antes da saturação ser atingida. Na maioria das aplicações as concentrações de projeto de supressão de fogo típico estão na faixa de 4% a 9% em volume de espaço protegido. O grande diferencial entre as concentrações de projeto e as de saturação propriamente dita, é que a condensação de vapor não ocorrerá.

3.2.3 Propriedades Ambientais

Com potencial zero de redução da camada de ozônio (**ODP**) por não possuir em sua composição Bromo ou Cloro, e potencial extremamente baixo de aquecimento global (**GWP**), além de um baixo tempo de permanência na atmosfera, confere ao agente

NOVEC™1230 uma tecnologia viável e sustentável a longo prazo para a proteção contra incêndios de ativos valiosos ou específicos. Na tabela 03 apresentamos as propriedades Ambientais do agente **NOVEC™1230**.

Tabela 03 – PROPRIEDADES AMBIENTAIS DO FLUIDO NOVEC™1230

DIREITO DE IMAGEM 3M PERFORMANCE MATERIALS DIVISION

	NOVEC™1230	HALON 1301	HFC125 (FE-25)	HFC-227ea (FM-200)
Potencial de Redução da Camada de Ozônio ¹ - ODP	0,0	12,0	0,0	0,0
Potencial de Aquecimento Global ² - GWP	1	6900	3400	3500
Vida Útil na Atmosfera	14 dias	65 anos	29 anos	33 anos
SNAP ³ (Sim / Não)	Sim	N/A	N/A	N/A

¹ World Meteorological Organization (**WMO**) 1988

² Intergovernmental Panel on Climate Change (**IPCC**) 2007

³ Significant New Alternatives Policy (**SNAP**)

3.2.4 Margem de Segurança

Uma vez que a sua concentração de uso é muito menor do que o seu **NOAEL**, o seu uso para combate a incêndio oferece a maior margem de segurança do que qualquer outro agente químico ativo disponível no mercado atual. É importante deixar claro, que as normas de segurança nacionais e internacionais de combate a incêndio requerem a saída de um local fechado protegido antes da descarga de um sistema de supressão por agente químico, independente do seu grau de toxicidade. Na tabela 04 apresentamos a margem de segurança do agente **NOVEC™1230**.

Tabela 04 – MARGEM DE SEGURANÇA DO FLUIDO NOVEC™1230*

DIREITO DE IMAGEM 3M PERFORMANCE MATERIALS DIVISION

	NOVEC™1230	HALON 1301	HFC125 (FE-25)	HFC-227ea (FM-200)
Concentração de Uso	4,5 – 6%	5%	8,7 – 12,1%	6,7 – 8,7%
NOAEL / LOAEL ¹ Sensibilidade Cardíaca (% v/v)	10% / >10% ²	5% / 7,5%	7,5% / 10%	9% / 10,5%
Margem de Segurança	67 – 122%	Zero	Zero	3-34%

* Ajustado em 2012 por exigência da NFPA 2001 (excluindo o halon) parágrafo 5.4.2.4 e Tabela A5.4.2.2(b).

¹ Para sensibilização cardíaca.

² Para toxicidade aguda, incluindo sensibilização cardíaca.

3.2.5 Regulamentações

O fluido para combate **NOVEC™1230** pode ser facilmente distribuído para atender a demanda global, pois os principais requisitos regulamentares foram atingidos. Na Tabela 05 apresentamos os principais órgãos de regulamentações do agente **NOVEC™1230** no mundo.

Tabela 05 – REGULAMENTAÇÕES DO FLUIDO NOVEC™1230

DIREITO DE IMAGEM 3M PERFORMANCE MATERIALS DIVISION

3M NOVEC™1230 Fluido para Combate a Incêndio

EUA	TSCA: O produto atende aos requisitos de notificação de produto químico.
Europa	REACH: O produto atende aos requisitos de notificação de produto químico.
Canadá	CDSL: O produto atende aos requisitos de notificação de produto químico.
Coréia do Sul	KECI: O produto atende aos requisitos de notificação de produto químico.
Austrália	AICS: O produto atende aos requisitos de notificação de produto químico.
Japão	METI: O produto atende aos requisitos de notificação de produto químico.
China	CICS: O produto atende aos requisitos de notificação de produto químico.

3.3. Limitações do sistema e do Projeto de supressão

Os sistemas de supressão a incêndio engenheirados baseiam-se em um Programa de Cálculo de Fluxo Hidráulico desenvolvido pela empresa Hughes Associates Inc. para as empresas fabricantes de equipamentos para sistemas de supressão a incêndio devidamente certificadas pelas agências certificadoras **UL** e **FM Global**. O programa calcula a quantidade e o fluxo do agente extintor **NOVEC™1230** e do gás propulsor Nitrogênio através de uma rede de tubulação. As informações detalhadas das áreas a serem protegidas, são inseridas no programa, que calcula os diâmetros dos tubos da rede de distribuição, o tamanho dos orifícios dos difusores, a pressão média de descarga dos difusores, o tempo de descarga do sistema, a capacidade modelo e quantidade dos cilindros a serem utilizados.

As limitações foram criadas para que o sistema e o projeto atendam as necessidades e exigências das normas, das agências certificadoras e do software

de cálculo hidráulico. Quando essas limitações não são mantidas dentro do projeto de supressão a incêndio, existe o risco do sistema não fornecer a quantidade de agente extintor na área a ser protegida, conseqüentemente deixando de extinguir o foco de incêndio.

O atendimento as limitações e os resultados do cálculo hidráulico do sistema, é a garantia de sucesso do perfeito funcionamento do projeto do sistema de supressão a incêndio, e por isso apenas pessoas treinadas pelas empresas fabricantes dos equipamentos, ou as próprias empresas são autorizadas a utilizarem o programa de cálculo.

3.3.1 Limitações do Sistema

As limitações abaixo informadas devem ser observadas, e conferidos no relatório final de aprovação do sistema de supressão por agente **NOVEC™1230**, gerados através do Programa de Cálculo Hidráulico da empresa fornecedora dos equipamentos de supressão:

- **Temperatura de Operação:** Deve ficar entre 0°C a 54°C dentro da área de risco, em função do cilindro caso este fique dentro da área a ser protegida.
- **Concentração Mínima de Projeto:** Varia conforme a classe de risco (Item 2.1.3)
 - ☞ Classe de Risco A = 4,5%
 - ☞ Classe de Risco B = Consultar lista de produtos Inflamáveis (Tabela 7).
 - ☞ Classe de Risco C = 4,5%
- **Tempo de Descarga:** Tempo que o sistema tem para entregar a totalidade do agente extintor **NOVEC™1230** contido dentro do cilindro (s) de armazenamento, aos difusores de gás, para que estes dispersem o mesmo pela área a ser protegida a fim de garantir a rápida extinção do incêndio, e limitar a geração de gás ácido pela decomposição dos produtos. O tempo de descarga não deve ser excedido:
 - ☞ Mínimo = 6 segundos
 - ☞ Máximo = 10 segundos
- **Tempo de Chegada Máximo:** O tempo requerido para o agente extintor **NOVEC™1230** chegar a cada difusor deve estar dentro de 1 segundo, do difusor mais próximo do cilindro ao mais distante.

- **Tempo de Escoamento Máximo:** O tempo requerido para o agente extintor **NOVEC™1230** escoar em cada difusor deve estar dentro de 2 segundos, do difusor mais próximo do cilindro ao mais distante.
- **Percentual de Agente na Tubulação:** Não mais de 80% do peso total do agente (líquido) pode permanecer na rede de tubulação em qualquer momento durante a descarga do sistema.
- **Percentual mínimo de Agente na Tubulação antes do 1ª “Te”:** Deve ser de até 10% para garantir a perfeita distribuição do agente extintor.
- **Pressão Mínima de Descarga do Difusor:** É a pressão mínima necessária para a vaporização do agente extintor na saída do difusor e deve ser de 5,0 Bar.

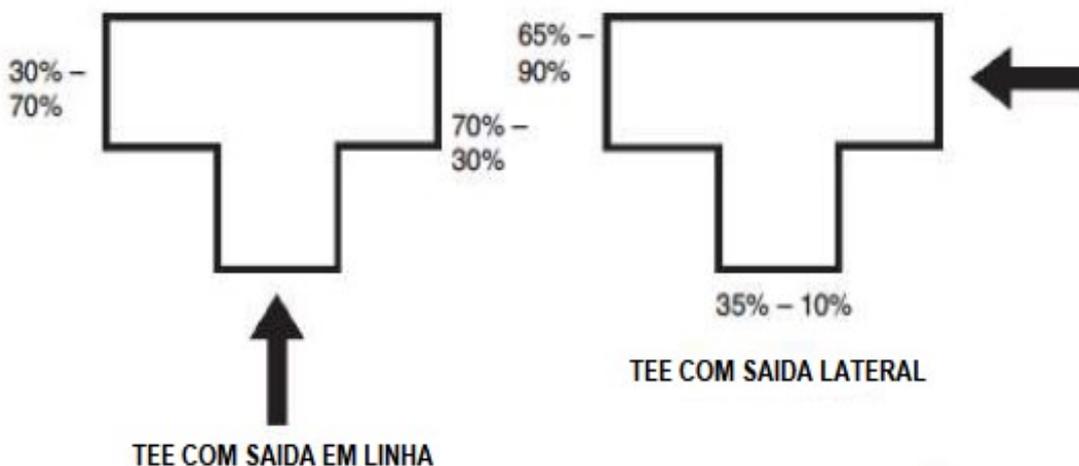
3.3.2 Limitações de Projeto

As limitações abaixo informadas devem ser observadas durante o desenvolvimento do projeto executivo do sistema de supressão por agente limpo **NOVEC™1230**, a fim de garantir uma montagem correta do sistema e o seu perfeito funcionamento:

- **Percentual de Distribuição de Agente extintor por conexões do tipo “Tes”** **(Figura 23):**

FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÃO POR DERIVAÇÃO TIPO “TES”

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Distância de montagem entre conexões deve ser de 10 vezes o diâmetro dos tubos (Figura 24):**

FIGURA 24 – DISTÂNCIA DE MONTAGEM ENTRE CONEXÕES

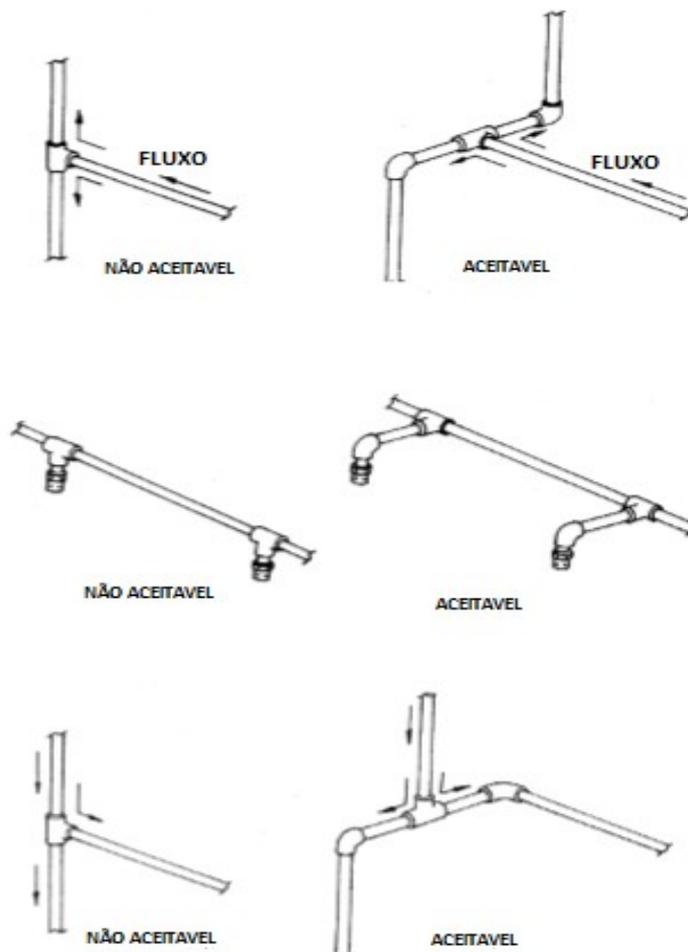
DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®



- **Orientação Tes e Tubulações (Figura 25):**

FIGURA 25 – ORIENTAÇÃO TE E TUBULAÇÃO

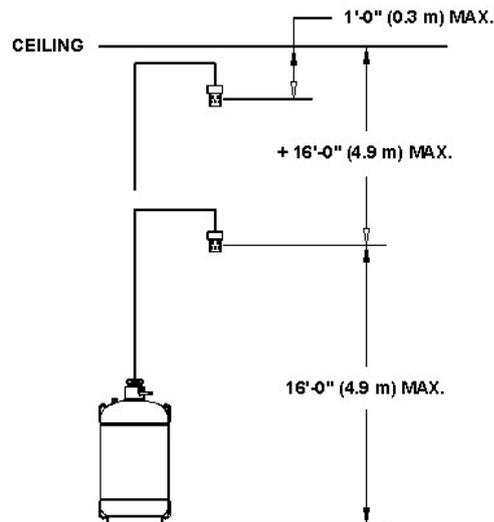
(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Difusores de descarga de gás devem ser posicionados no máximo a 0,30m de distância do teto do ambiente a ser protegido, posicionado verticalmente (virado para cima ou para baixo).** (Figura 26)

FIGURA 26 – ALTURAS MÁXIMAS DOS DIFUSORES

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



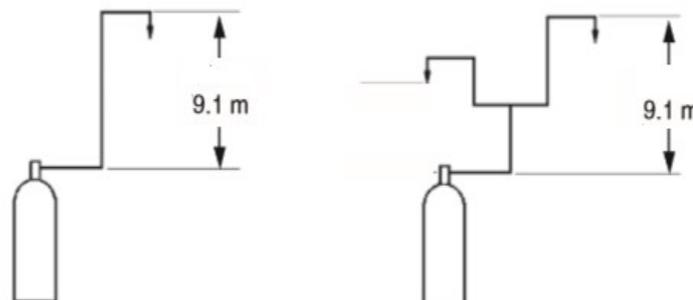
⇒ **Exceção:** Difusores montados em pisos elevados devem ser posicionados verticalmente, logo abaixo do nível do piso elevado virados para baixo, ou no chão logo abaixo do piso elevado, virados para cima.

- **Altura máxima entre níveis de tubulações:**

⇒ Caso 1: Quando o difusor está localizado acima do cilindro, a diferença de elevação máxima entre a tubulação de saída da válvula do cilindro e a tubulação horizontal que leva ao difusor não deve ser superior a 9,1m. (Figura 27)

FIGURA 27 – ALTURA MÁXIMA ENTRE NÍVEIS DE TUBULAÇÃO – CASO 1

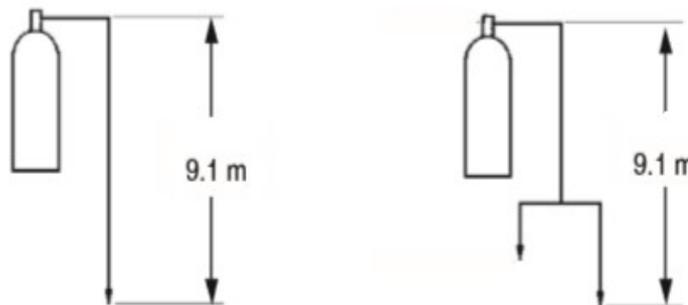
(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



⇒ Caso 2: Quando o difusor esta localizado abaixo do cilindro, a diferença de elevação máxima entre a tubulação de saída da válvula do cilindro e a tubulação horizontal que leva ao difusor não deve ser superior a 9,1m. (Figura 28).

FIGURA 28 – ALTURA MÁXIMA ENTRE NÍVEIS DE TUBULAÇÃO – CASO 2

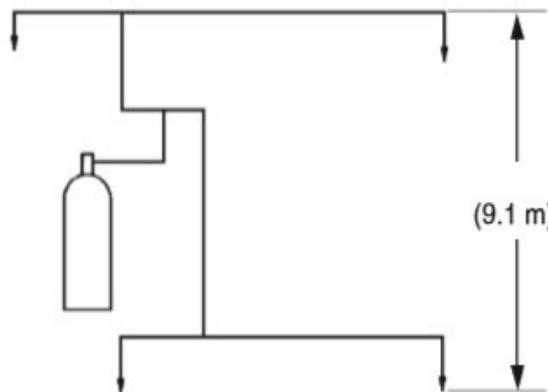
(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



⇒ Caso 3: Quando o difusor esta localizado acima e abaixo do cilindro, a diferença de elevação máxima entre a tubulação de saída da válvula do cilindro e a tubulação horizontal que leva aos difusores não deve ser superior a 9,1m. (Figura 29).

FIGURA 29 – ALTURA MÁXIMA ENTRE NÍVEIS DE TUBULAÇÃO – CASO 3

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Área máxima de cobertura dos difusores é de 167,2 m².**
Máxima área de cobertura de um difusor de gás de agente extintor. Independente se o difusor for do tipo 360° ou 180°.
- **Coletor de descarga:** Todos os cilindros montados em um mesmo coletor de descarga de agente extintor devem ser do mesmo tamanho, e conter a mesma quantidade em quilos de agente extintor **NOVEC™1230**.

- **Máxima concentração de projeto para áreas ocupadas deve ser de 10%:**
Concentração máxima permitida dentro da área a ser protegida, caso esta seja ocupada por pessoas permanentemente.

3.4. Cálculos do sistema de supressão

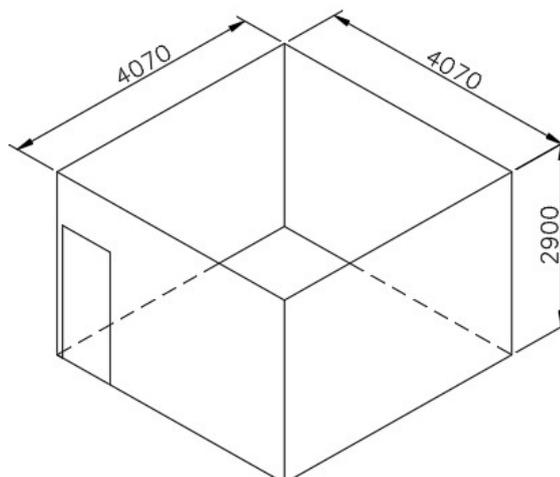
Depois de concluir a avaliação do local a ser protegido como informado no item 3.1, vamos desenvolver passo a passo os cálculos necessários para podermos elaborar o projeto executivo do sistema fixo de supressão por agente extintor **NOVEC™1230**. O roteiro a seguir pode ser utilizado para desenvolver outros sistemas de supressão por agente extintor **NOVEC™1230**. Os valores obtidos nesta etapa devem ser confirmados e aprovados pelo Programa de Cálculo Hidráulico do Sistema.

3.4.1 aplicando os métodos de cálculo

Para sistemas fixos de supressão por agente limpo ativo, o único método de aplicação aprovado é por inundação total do ambiente a ser protegido, pois o agente **NOVEC™1230** é armazenado no estado líquido e se gaseifica quando descarregado no ambiente; o que não possibilita a sua aplicação como agente local, porque o fluxo de gás não pode ser previsto com precisão quando sai dos difusores.

As etapas a seguir devem ser seguidas na ordem em que são apresentadas, para projetar adequadamente um sistema de inundação total. A Figura 30 é um croqui básico da Sala do Servido da Unifaccamp, e será utilizado como modelo em todas as etapas de cálculo para ajudar a entender melhor o desenvolvimento do projeto.

FIGURA 30 – CROQUI SALA DO SERVIDOR DA UNIFACCAMP



⇒ ETAPA Nº 1: Determinar o volume(s)

O primeiro passo no projeto de um sistema fixo de supressão é calcular o volume de cada ambiente dentro da área de risco a ser protegido. Para isso devemos multiplicar o comprimento pela largura dos ambientes para determinarmos a área e, em seguida, multiplicar a área encontrada pela altura (Pé Direito) para determinar o volume. Se algum ambiente tiver uma forma estranha, o projetista deve dividi-lo em formas regulares, que permitam realizar o cálculo do volume e, em seguida, somar todos os volumes para determinar o volume total da área de risco. Se a forma irregular de algum ambiente vier a afetar a distribuição do agente extintor, é aconselhável calcular como áreas separadas e incluir difusores para cada uma dessas áreas.

Se a altura do teto exceder a altura máxima permitida, conforme definido no item 3.3.1, vários níveis de difusores de gás devem ser projetados no sistema. Neste caso, é geralmente benéfico tratar cada nível como um ambiente protegido separado, para que a distribuição apropriada do agente seja alcançada.

Na Sala do Servidor da Unifaccamp vamos usar as medidas informadas no croqui da Figura 30 temos:

VOLUME TOTAL DA SALA DO SERVIDOR: 4,07m x 4,07m x 2,90m = 48,04m³

⇒ ETAPA Nº 2: Determinar o volume(s) de sólidos permanentes.

O volume de objetos sólidos permanentes em cada ambiente da área de risco a ser protegido, que não podem ser removidos, podem ser deduzidos do volume total do ambiente, a fim de reduzir a quantidade de agente extintor. Esses objetos podem incluir colunas, vigas, áreas isoladas dentro das áreas de risco a serem protegidas e que não requerem proteção, dutos de HVAC passantes que não possuam aberturas, ou quaisquer outros objetos grandes e permanentemente fixos, que não podem ser removidos do ambiente. Calcule o volume de todos esses objetos e some-os para determinar a quantidade de volume que deve ser subtraído do volume total encontrado na Etapa Nº1.

No nosso caso a Sala do Servidor não possui nenhum objeto sólido não removível; porem em outros projetos isso deve ser previsto no calculo do volume total.,

⇒ ETAPA Nº 3: Determinar a concentração mínima de projeto.

É a concentração de agente necessária para extinguir um incêndio, definida pela norma **NFPA 2001** como a Concentração de Extinção para um combustível específico, acrescido de um fator de segurança de 20% para combustível Classe A, e 30% para combustível Classe B.

A Concentração Mínima de Projeto para áreas de riscos classe A, B e C usando agente **NOVEC™1230** são mostradas na Tabela 06 a seguir:

Tabela 06 – CONCENTRAÇÃO MÍNIMA DE PROJETO AGENTE NOVEC™1230

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)

CLASSE A: Materiais Sólidos (madeira, papel, etc.)	4,5 % v/v
CLASSE B: Combustíveis Inflamáveis	Ver Nota
CLASSE C: Equipamentos Elétricos Energizados	4,5%v/v
NOTA: Áreas de riscos classe B devem ter uma concentração mínima de 4,5%v/v. Porem muitos combustíveis inflamáveis exige um maior percentual de concentração (Ver Tabela 08).	

AS concentrações mínimas para áreas de riscos classe A e classe C são listadas e aprovadas **UL/FM** para sistemas com agente **NOVEC™1230** (FK-5-1-12), e são determinadas pela norma **NFPA-2001** edição 2018, tabela A.5.4.2.2(b) - mostrado na Tabela 07.

TABELA 07 – CONCENTRAÇÃO DE PROJETO P/ CLASSES DE RISCO A & C

(DIREITO DE IMAGEM - ©NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)2018

▲ Table A.5.4.2.2(b) Class A Flame Extinguishing and Minimum Design Concentrations Tested to UL 2166 and UL 2127

Agent	Class A MEC	Class A Minimum Design Concentration	Class C Minimum Design Concentration
FK-5-1-12	3.3	4.5	4.5
HFC-125	6.7	8.7	9.0
HFC-227ea	5.2	6.7	7.0
HFC-23	15.0	18.0	20.3
IG-541	28.5	34.2	38.5
IG-55	31.6	37.9	42.7
IG-100	31.0	37.2	41.9

No caso da Sala do Servidor estamos considerando um risco classe C, pois possui equipamentos elétricos energizados instalados. Portanto a concentração de projeto mínima a ser usada no calculo do sistema, será de 4,5% v/v.

Tabela 08 – CONCENTRAÇÃO DE PROJETO RISCO CLASSE B - NOVEC™1230

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)

Concentração de Projeto de Supressão Riscos Classe B					
Item	Combustível	Concentração de Projeto % v/v	Item	Combustível	Concentração de Projeto % v/v
1	1-Butanol	6,40	32	Hexane	5,60
2	1-Propanol	7,00	33	n-Hexane	5,50
3	2,2,4 - Trimetilpentano	6,11	34	Hydrogen	13,30
4	2- Butoxietanol	6,76	35	Hydrogen Sulfide	5,40
5	Acetic Acid	4,90	36	I-Butanol	6,30
6	Acetone	5,60	37	Isobutyl Alcohol	6,60
7	Acetonitrile	3,80	38	Iso-Octane	6,10
8	Avgas 100	5,20	39	Isopropyl Alcohol (Isopropanol)	6,40
9	Avtur	5,60	40	Jet A	5,40
10	Benzene	4,80	41	JP-4	5,30
11	Benzol	5,30	42	JP-5	5,40
12	n-Butane	5,90	43	Kerosene	5,90
13	2-Butoxyethanol	6,80	44	Methane	6,20
14	2-Butoxyethyl Acetate	6,00	45	Methanol	8,50
15	n-Butyl Acetate	5,50	46	Methyl Ethyl Ketone (MEK)	5,90
16	Cyclohexane	5,90	47	Methyl Formate	7,00
17	Cyclohexylamine	5,50	48	Methyl Isobutyl Ketone (MIK)	5,70
18	Cyclopentanone	5,30	49	Mineral Oil (Dascolene 598 DBR / Cutting Oil)	7,00
19	Denatured Alcohol	6,90	50	Morpholine	6,80
20	Diesel, Diesel No. 2	4,40	51	Nitromethane	8,90
21	Diethyl Carbonate	6,30	52	Octane	5,70
22	Diethyl Ether	6,40	53	n-Pentane	6,10
23	Dimethyl Carbonate	6,30	54	Propane	6,50
24	DMSO	6,40	55	Propylene Glycol	7,30
25	Ethane	7,30	56	Pyrrolidine	6,10
26	Ethanol	7,20	57	Stoddard Solvent	5,50
27	Ethyl Acetate	6,10	58	Tetrahydrofuran	6,50
28	Ethyl Alcohol (Ethanol)	7,30	59	Toluene	4,60
29	Gasoline / 73-130 Octane	5,90	60	Transformer Oil (see note 5)	5,90
30	Heptane (tech grade)	5,70	61	Xylene	5,20
31	n-Heptane	5,90			

➤ **ETAPA Nº4: Determinar a quantidade mínima requerida de agente NOVEC™1230.**

Agora vamos determinar a quantidade mínima necessária de agente **NOVEC™1230** para proteção de cada área de risco. A quantidade de agente no sistema de supressão pode ser excedida, mas nunca deve ser inferior ao calculado. O não fornecimento da quantidade mínima de agente calculada nesta etapa pode impedir que o sistema suprima um princípio de incêndio.

Para calcular a quantidade mínima necessária de agente **NOVEC™1230** utilizamos a menor temperatura ambiente prevista para a área de risco, e a concentração de projeto necessária em função do material existente dentro da área de risco. Temperatura ambiente mínima é definida como a menor temperatura prevista em um recinto em condições normais e geralmente é determinada pelas condições ambientais ou pelo sistema de tratamento de ar. Essa temperatura é usada no cálculo porque é o "pior caso", o que significa que será necessária uma maior quantidade de agente.

Usando essas duas variáveis concentração e temperatura mínima de projeto, o peso do agente necessário para proteção de uma área de risco pode ser calculado a partir da fórmula abaixo:

$$W = \frac{V}{S} \times \left(\frac{C}{100 - C} \right)$$

Onde:

W= Peso do agente requerido (Kg)

V= Volume da área de risco a ser protegido (m³)

S= Volume específico (m³/kg) de vapor do fluido **NOVEC™1230** superaquecido (FK-5-1-12) onde $S = 0.0664 + 0.0002741T$

C= Concentração de projeto (%) volumétrica do fluido **NOVEC™1230** (FK-5-1-12) na temperatura mínima no ambiente a ser protegido.

T= Temperatura mínima no ambiente da área de risco a ser protegido.

Nota: *Esse cálculo prevê um adicional de agente em caso de vazamento normal de um ambiente devido à expansão do agente.*

Outro método para determinar a quantidade requerida de agente **NOVEC™1230** é utilizando a tabela de Fatores de Inundação no Anexo A, onde conseguimos determinar o fator correto a ser usado.

Para fazer isso, comece localizando a temperatura ambiente mínima na coluna da esquerda da tabela siga esta linha até alcançar a coluna para a concentração mínima de projeto a ser utilizada para proteção do risco. O número listado onde a linha de temperatura e a coluna de concentração se encontram é o fator de inundação a ser usado.

Nota: *Se a temperatura ou a concentração mínima de projeto ou ambas não estiverem listadas na tabela, será necessário a interpolação linear.*

Em seguida, para determinar a quantidade de agente **NOVEC™1230** multipliquem o volume da área de risco pelo Fator de Inundação encontrado na tabela no Anexo A.

Aplicando a fórmula acima ou a tabela de Fatores de Inundação (Ver Anexo A) no projeto da Sala do Servidor, temos:

Dados:

$W = ? \text{ Kg}$

$V = 48,04 \text{ m}^3$

$T = 21^\circ\text{C}$

$S = 0.0664 + 0.0002741 \times 21 \Rightarrow S = 0,0722 \text{ m}^3/\text{Kg}$

$C = 4,5\%$

$$W = \frac{48,04 \text{ m}^3}{0,0722 \text{ m}^3/\text{Kg}} \times \left(\frac{4,5}{100 - 4,5} \right) \Rightarrow W = 665,50 \times 0,04712 \Rightarrow$$

$W = 31,35 \text{ Kg}$ de agente **NOVEC™1230**

Alternativa: Aplicando a Tabela de Fatores de Inundação (Ver Anexo A) temos:

$$W = 48,04m^3 \times 0,0722m^3/Kg \Rightarrow$$

W = 31,35 Kg de agente NOVEC™1230

➔ **ETAPA Nº 5: Ajustar a quantidade de agente em função da altitude local.**

Após determinar a quantidade de agente extintor **NOVEC™1230** é necessário corrigir o valor encontrado, em função da altitude da instalação do sistema em relação ao nível do mar. Um aumento na altitude faz com que o agente se expanda e ocupe mais espaço, o que levará a uma concentração de projeto maior, sendo necessário a redução de agente extintor, se a quantidade de agente não for ajustada. Já uma diminuição na altitude causará o efeito oposto, aumentando a quantidade de agente necessária. Este mesmo efeito acontece quanto ha aumentos ou diminuições na pressão ambiente, causados por sistemas de ventilação projetados para manter uma pressão positiva ou negativa dentro da área a ser protegida. Ajuste a quantidade de agente **NOVEC™1230** necessários multiplicando a quantidade de agente encontrada na etapa Nº4, pelo fator de correção de altitude indicado na Tabela 09. A interpolação da tabela pode ser necessária se a altitude ou pressão real não estiver listada.

Tabela 09 – FATOR DE CORREÇÃO PELA ALTITUDE

(DIREITO DE IMAGEM - ©NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)2018)

Altitude Equivalente	Pressão Interna no Ambiente Protegido	Fator Correção Atmosférica
- 914 m	84,0 cmHg	1,11
- 609 m	81,2 cmHg	1,07
- 305 m	78,7 cmHg	1,04
0 m	76,0 cmHg	1,00
305 m	73,3 cmHg	0,96
745 → 609 m	70,5 cmHg	0,93
914 m	67,8 cmHg	0,89
1220 m	65,0 cmHg	0,86
1524 m	62,2 cmHg	0,83
1829 m	59,6 cmHg	0,78
2133 m	57,0 cmHg	0,75
2438 m	55,0 cmHg	0,72
2743 m	52,8 cmHg	0,69
3048 m	50,5 cmHg	0,66

Aplicando o fator de correção pela altitude (Ver Tabela 09) na quantidade de agente **NOVEC™1230** obtido no cálculo da quantidade de agente extintor realizado para a sala de servidores da Unifaccamp na etapa nº 3, temos:

- *Local da Instalação: Cidade de Campo Limpo Paulista/SP*
- *Altitude Local: 745 m acima do nível do mar.*

Calculando o Fator de Correção Atmosférica (FCA) por interpolação linear:

$$FCA = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \times (x - x_0) \Rightarrow$$

$$FCA = 0,93 + \frac{0,89 - 0,93}{914 - 609} \times (745 - 609) \Rightarrow$$

$$FCA = 0,93 + \frac{0,89 - 0,93}{914 - 609} \times (745 - 609) \Rightarrow$$

$$FCA = \mathbf{0,92}$$

Ajustando a quantidade de agente extintor **NOVEC™1230** obtido na etapa Nº 3:

$$W = 31,35 \text{ Kg de agente NOVEC™1230} \times 0,92 \Rightarrow$$

$$W = \mathbf{28,84 \text{ Kg}}$$

$$W = \mathbf{29,0 \text{ Kg de agente NOVEC™1230}}$$

Nota: A quantidade calculada de agente é estimativa, devendo ser confirmada através do software de cálculo hidráulico do fabricante do equipamento.

➤ **ETAPA Nº 6: Determinar a quantidade total de agente requerido para o sistema.**

A quantidade de agente calculada para cada área de risco a ser protegida, seguindo as etapas Nºs 3 e 4, devem ser somadas para obter-se a quantidade total a ser utilizada em um sistema fixo de supressão por agente extintor **NOVEC™1230**.

Para o projeto da Sala do Servidor da Unifaccamp, essa etapa pode ser pulada, pois estamos trabalhando em uma única sala.

➤ ETAPA Nº 7: Determinar o modelo e quantidade de Cilindro.

Para determinar o modelo do cilindro necessário para proteger uma ou mais áreas de riscos em um sistema fixo de supressão por agente extintor **NOVEC™1230**, devemos usar a quantidade total de agente extintor calculada na etapa 4 (arredondando para o número inteiro mais próximo), e procurar o cilindro que comporte a quantidade total de agente calculada usando a Tabela 10, que mostra a capacidade mínima e máxima de agente extintor **NOVEC™1230** para cada modelo de cilindro de fabricação **ANSUL®**.

Quando vários ambientes são protegidos por um único montante de agente, o percentual de volume individual de cada ambiente nunca pode ser inferior a 10% da soma de todos os ambientes a fim de atender os limites de distribuição (Ver item 3.3.2), e caso isso ocorra, um acréscimo de agente extintor se faz necessário.

A quantidade de cilindro está vinculado a quantidade de agente extintor a ser utilizado para proteção de um ou mais riscos simultaneamente. Quando a soma total das quantidades de agente extintor for maior que a capacidade máxima de armazenamento do maior cilindro fabricado, divide-se a quantidade total de agente pela capacidade máxima de armazenamento, o que vai determinar a quantidade de cilindros necessária para o sistema.

Nota: Quando a quantidade de agente extintor necessitar de mais de um cilindro de armazenamento, e estes forem instalados em um coletor de descarga, devem-se usar cilindros do mesmo tamanho e capacidade, e as quantidades de agente armazenado devem ser a mesma.

Na Sala do Servidor vamos consumir 29,0 Kg (28,8 Kg) de agente extintor **NOVEC™1230** e aplicando a Tabela 10 determinarmos a necessidade de 01 (um) cilindro de 90 Lbs para ser utilizado no projeto do sistema de supressão

Tabela 10 – CAPACIDADES DE ENVASE DOS CILINDROS ANSUL®

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)

Tamanho Nominal Cilindro ANSUL®	Capacidade Min. / Max. Agente NOVEC™1230 (Kg)	
	Mínima	Máxima
20 Lbs	4,1	9,5
50 Lbs	8,2	19,1
90 Lbs	16,3	38,1
140 Lbs	26	62,1
280 Lbs	53,1	127
390 Lbs	73,9	176
450 Lbs	90,3	204
850 Lbs	172	207

Nota: O (s) tamanho (s) real (is) do (s) cilindro (s) e os quilos de agente armazenado podem sofrer alteração com base no cálculo hidráulico do sistema realizado pelo programa de calculo dos fabricantes dos equipamentos.

⇒ ETAPA Nº 8: Determinar as Concentrações de Projeto.

Nesta etapa verificamos as Concentrações de Projeto do agente **NOVEC™1230** em cada área protegida, usando o volume e a quantidade de agente extintor fornecido para cada área, na temperatura ambiente mínima e máxima estimada. Verificar se estão dentro da faixa de 4,5% que é o percentual mínimo para extinção do fogo (Ver Tabela 06), a 10% que é o percentual para garantir a saúde humana (Ver Tabela 11).

TABELA 11 – PERCENTUAL DE SEGURANÇA NOAEL / LOAEL

(DIREITO DE IMAGEM - ©NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)2018)

Δ Table 1.5.1.2.1(a) Information for Halocarbon Clean Agents

Agent	NOAEL (vol %)	LOAEL (vol %)
FK-5-1-12	10.0	>10.0
HCFC Blend A	10.0	>10.0
HCFC-124	1.0	2.5
HFC-125	7.5	10.0
HFC-227ea	9.0	10.5
HFC-23	30	>30
HFC-236fa	10	15
HFC Blend B*	5.0*	7.5*

*These values are for the largest component of the blend (HFC 134A).

Na temperatura máxima verificamos e asseguramos que não haja excesso de concentração nas áreas protegidas em função de excesso de agente extintor, ou pelo aumento do volume de agente causado pelo aumento da temperatura, garantindo assim à segurança a exposição ao agente extintor. Na temperatura mínima verificamos e asseguramos que a concentração de projeto atual do agente extintor na menor temperatura, não ficara abaixo do limite mínimo de concentração de projeto necessária para extinção do fogo. Usando as temperaturas mínimas e máximas de projeto, podemos estimar as concentrações nos ambientes das áreas de risco utilizando a formula a seguir:

$$C = \left(\frac{100 \times W}{\frac{V}{S} + W} \right) \div FCA$$

Onde:

V= Volume do risco a ser protegido (m³)

S= Volume específico (m³/kg) de vapor de fluido **NOVEC™1230** superaquecido (FK-5-1-12) onde S= 0.0664 + 0.0002741T

W= Peso do agente a ser utilizado na área de risco (Kg)

T= Temperatura mínima ou máxima ambiente na área de risco.

C= Concentração de projeto de fluido **NOVEC™1230** na máxima e mínima temperatura ambiente (T) na área de risco (%).

FCA= Fator de Correção pela Altitude

Agora vamos verificar se a concentração de projeto atual do agente **NOVEC™1230** na maior e na menor temperatura, e se estão dentro da faixa de concentração de projeto de 4,5% a 10%, aplicando a formula acima para a Sala do Servidor da Unifaccamp, temos:

- **Maior Temperatura estimada: 40°C**

$$C_{Max} = \left(\frac{100 \times 29,0Kg}{\frac{48,04m^3}{0,0774m^3/Kg} + 29,0Kg} \right) \div FCA \Rightarrow$$

$$C_{Max} = \left(\frac{100 \times 29,0Kg}{\frac{48,04m^3}{0,0774m^3/Kg} + 29,0Kg} \right) \div 0,92 \Rightarrow$$

$$C_{Max} = \left(\frac{2900Kg}{620,67 Kg + 29,0Kg} \right) \div 0,92 \Rightarrow$$

$$C_{Max} = \mathbf{4,852\%}$$

- **Menor Temperatura estimada: 21°C**

$$C_{Max} = \left(\frac{100 \times 29,0Kg}{\frac{48,04m^3}{0,0723m^3/Kg} + 29,0Kg} \right) \div FCA \Rightarrow$$

$$C_{Max} = \left(\frac{100 \times 29,0Kg}{\frac{48,04m^3}{0,0723m^3/Kg} + 29,0Kg} \right) \div 0,92 \Rightarrow$$

$$C_{Max} = \left(\frac{2900Kg}{664,45 Kg + 29,0Kg} \right) \div 0,92 \Rightarrow$$

$$C_{Max} = \mathbf{4,546\%}$$

Conclusão:

Temos as concentrações de projeto na Sala do Servidor com percentuais de 4.546% e 4,852% e estão entre 4,5% e 10%, portanto a quantidade de agente e a concentração de projeto mínima estão aprovadas para aplicação no sistema de supressão com agente **NOVEC™1230**.

➤ ETAPA Nº 9: Determinar a quantidade de difusores.

Determinamos a quantidade de difusores em função de vários fatores, como dimensões e formato da área de risco, altura do ambiente, vazão através dos difusores. A Tabela 12 possibilita utilizarmos as dimensões da área a ser protegida utilizando as medidas de comprimento e largura que cada difusor é capaz de cobrir. Os retângulos são determinados pela área máxima de 167,2 m² com um raio de 9,1 m para o difusor de 360 °. Em um sistema de supressão por agente limpo podemos utilizar no máximo de 20 difusores por sistema.

REQUISITOS DO DIFUSOR 360°:

- Máxima cobertura de área por difusor - 167,2 m².
- Distância radial máxima por difusor - 9,1 m. A distância radial é definida como a distância do difusor até o ponto mais distante da área protegida.
- O difusor deve ser colocado o mais próximo possível do centro do perigo. Em sistemas de difusores múltiplos, os difusores devem estar eqüidistantes um do outro, para melhor distribuição do agente.

Existem dois métodos para calcular a quantidade de difusores para dispersão do agente extintor na área a ser protegido. Podemos usar a Tabela 12 ou a fórmula a seguir:

Onde:

Nº = Número de Difusores

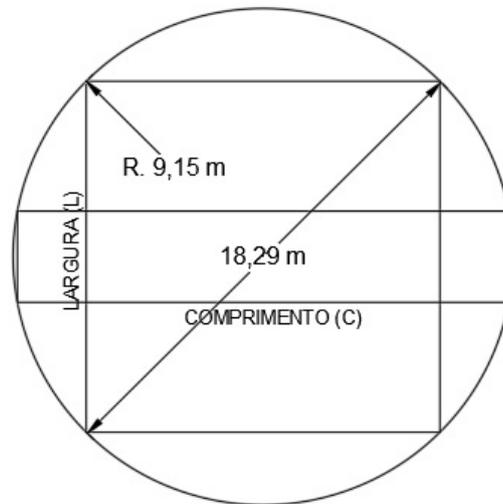
Qt = Vazão do Sistema (K/seg.)

Qdmax.= Vazão Máxima difusor de 13,6 K/seg.

$$N^{\circ} = Q_t \div Q_{d_{max}}$$

TABELA 12 – CAPACIDADE DE COBERTURA DIFUSOR 360°

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



CAPACIDADE DE COBERTURA DIFUSOR 360°											
Comprimento		Largura		Comprimento		Largura		Comprimento		Largura	
m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
1,83	6	18,30	60	7,32	24	16,78	55	12,81	42	13,12	43
2,14	7	18,30	60	7,63	25	16,78	55	13,12	43	12,81	42
2,44	8	18,00	59	7,93	26	16,47	54	13,42	44	12,51	41
2,75	9	18,00	59	8,24	27	16,47	54	13,73	45	12,20	40
3,05	10	18,00	59	8,54	28	16,17	53	14,03	46	11,90	39
3,36	11	18,00	59	8,85	29	16,17	53	14,34	47	11,29	37
3,66	12	18,00	59	9,15	30	15,86	52	14,64	48	10,98	36
3,97	13	18,00	59	9,46	31	15,56	51	14,95	49	10,68	35
4,27	14	17,69	58	9,76	32	15,56	51	15,25	50	10,07	33
4,58	15	17,69	58	10,07	33	15,25	50	15,56	51	9,76	32
4,88	16	17,69	58	10,37	34	14,95	49	15,86	52	9,15	30
5,19	17	17,69	58	10,68	35	14,95	49	16,17	53	8,54	28
5,49	18	17,39	57	10,98	36	14,64	48	16,47	54	7,93	26
5,80	19	17,39	57	11,29	37	14,34	47	16,78	55	7,32	24
6,10	20	17,39	57	11,59	38	14,03	46	17,08	56	6,71	22
6,41	21	17,08	56	11,90	39	14,03	46	17,39	57	5,80	19
6,71	22	17,08	56	12,20	40	13,73	45	17,69	58	4,58	15
7,02	23	16,78	55	12,51	41	13,42	44	18,00	59	3,36	11

Nota: m = metros / ft = pés

Aplicando os requisitos acima na Sala do Servidor da Unifaccamp, determinamos a quantidade de difusores de gás necessários para atender o sistema:

Usando a tabela:

- Sala do Servidor medindo 4,07 m x 4,07 m usando um difusor de 360° usando a cobertura indicada na Tabela 12 = 4,27 m x 17,69 m:

- 4,07 m comprimento / 4,27 = 0,95 \cong 1 Difusor
- 4,07 m largura / 17,69 = 0,23 \cong 1 Difusor
- 1 Difusor \times 1 Difusor = 1 Difusor de 360° é requerido para a Sala do Servidor.

Usando a formula:

$$N^{\circ} = 2,82/13,6 = 0,20 \cong \mathbf{1 \text{ Difusor}}$$

REQUISITOS DE PROJETO PARA USO DOS DIFUSORES:

- A altura máxima dos difusores acima do nível do piso para uma fileira única de difusores deve ser de 4,3 m. Para alturas acima de 4,3 m, é necessário prever uma linha adicional de difusores.
- Os difusores devem estar localizados na área de risco a ser protegida. Salas separadas ou compartimentos parciais localizados dentro de uma área de risco comum a ser protegida, podem exigir difusores adicionais para garantir a distribuição adequada do agente dentro de toda a área de risco comum.
- Se a velocidade de descarga do difusor for uma preocupação, o projetista pode adicionar mais difusores a fim de diminuir a velocidade de descarga em cada difusor, até um limite aceitável.
- Caso a área de risco for irregular, com dimensões variadas, o projetista pode aumentar a quantidade de difusores para fornecer uma distribuição mais uniforme do agente.
- Para áreas de riscos com vários níveis (mezaninos), os difusores dos níveis intermediários devem ser posicionados no topo da altura projetada para cada nível intermediário. Os difusores devem ser montados a uma distancia máxima de 305 mm do teto.

➤ ETAPA Nº 10: Vazão Estimada de Agente Extintor por Área.

Esta etapa estima a vazão total em cada espaço protegido, o que permite ao projetista do sistema dimensionar o tamanho da rede de tubulação e dos difusores para fins de projeto. Este dimensionamento é aproximado, cabendo ao projetista avaliar com exatidão após a elaboração do projeto se os dimensionamentos estão corretos. Para isso é necessário o envio do projeto para o fornecedor dos equipamentos do sistema de supressão, para que este aprove ou não o dimensionamento feito pelo projetista utilizando um programa de cálculo hidráulico aprovado.

Para estimar a vazão total em cada espaço protegido utilizamos a fórmula a seguir:

$$Q_t = W \div t_{max}.$$

Onde:

Q_t = Vazão total (Kg/sec.)

W = Peso do agente a ser utilizado na área de risco (Kg).

t_{max} = Tempo de Descarga máximo do sistema de supressão = 10 segundos.

Aplicando a fórmula acima na Sala do Servidor da Unifaccamp, temos

$$Q_t = 28,23 \text{ Kg} \div 10 \text{ seg}$$

$$Q_t = \mathbf{2,82 \text{ Kg/seg}}$$

➤ ETAPA Nº 10: Dimensionando a Rede de Tubulação.

Sabendo a vazão total para cada área, e antes de prosseguir para a execução do projeto executivo do sistema de supressão por agente extintor **NOVEC™ 1230** temos que dimensionar os diâmetros dos ramais da rede de distribuição do agente extintor. Usando a vazão total de cada área calculada na etapa anterior localizamos na Tabela 13, o diâmetro correspondente a vazão total.

TABELA 13 – DIÂMETRO TUBULAÇÃO X VAZÃO AGENTE

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)

DIÂMETRO TUBULAÇÃO X VAZÃO DE AGENTE			
Diâmetro In.	Diâmetro mm	Minima Vazão (Kg/s)	Maxima Vazão (Kg/s)
1/2"	15	0,5	1,4
3/4"	20	0,9	2,5
1"	25	1,6	3,9
1.1/4"	32	2,4	5,7
1.1/2"	40	4,1	9,1
2"	50	6,4	13,6
2.1/2"	60	9,1	24,9
3"	80	13,6	40,8
4"	100	24,9	56,7
5"	125	40,8	90,7
6"	150	54,4	136,1

Os fabricantes de equipamentos para sistemas de supressão por agente limpo **NOVEC™1230**, produzem difusores de gás de 1/2" a 2" de diâmetro de conexão. Quando a vazão total da área ultrapassa a vazão máxima de 13,6 Kg/s, é necessário dividir a vazão total da área protegida pela vazão máxima, a fim de determinar a quantidade de ramais necessários, e conseqüentemente de difusores de gás.

Na Sala do Servidor da Unifaccamp a vazão total na área é de 2,82 Kg/s que fica na faixa de vazão mínima e máxima na Tabela 13 de 1,6 Kg/s a 3,9 Kg/s, que corresponde a um diâmetro de 1". Em nosso projeto vamos utilizar um ramal único da saída do cilindro de armazenamento até o difusor de descarga.

Nota: O diâmetro encontrado é estimado. Deve ser realizado o calculo hidráulico para confirmar ou adequar o diâmetro a fim de atender as condições de projeto do sistema.

⇒ ETAPA Nº 11: Posicionamento Cilindro e Difusores no Projeto.

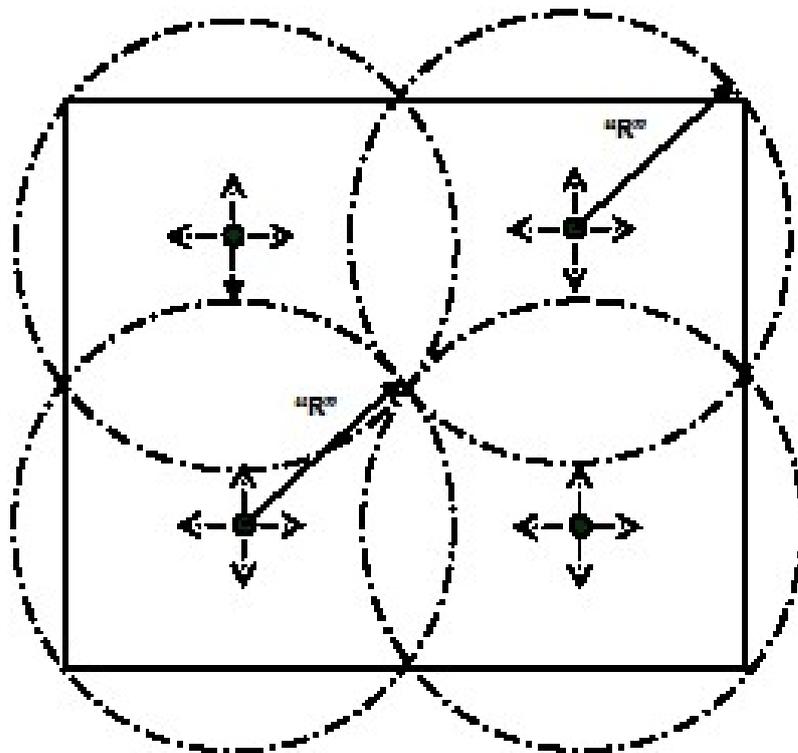
Usando um desenho de planta baixa das áreas protegidas, localize cada difusor e o cilindro. É bom lembrar que os difusores de gás devem estar localizados no topo da área de risco, apontados para cima ou para baixo. (difusores em entre pisos e forros

também podem ser apontados para cima ou para baixo). O posicionamento no layout deve seguir as seguintes regras:

- a) Difusores 360° devem ser posicionados simetricamente, ou próximo disto dentro da área protegida. A área de cobertura do difusor deve sobrepor totalmente a área a ser protegida. Em caso de mais de um difusor as coberturas devem sobrepor o suficiente para cobrir a próxima área de cobertura do próximo difusor sem deixar pontos cegos (Figura 31). Raio de Cobertura para difusor 360° é de 9,1m (Ver requisitos do difusor 360°).

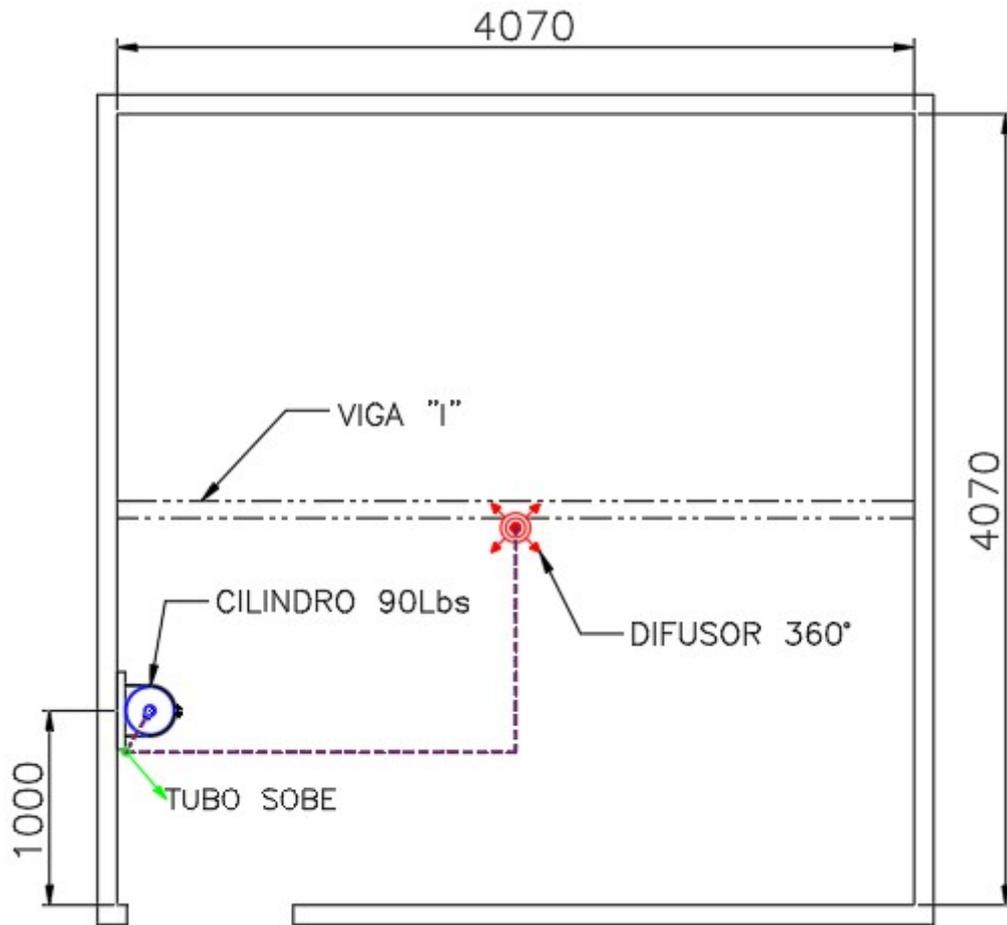
FIGURA 31 – POSICIONAMENTO DIFUSOR 360°

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



Na Figura 32 temos o desenho de planta baixa da Sala do Servidor da Unifaccamp onde mostra o posicionamento do cilindro de armazenamento de agente extintor modelo 90LBS e do difusor de gás de 360° da **ANSUL®** que foram selecionados nas etapas anteriores.

FIGURA 32 – PLANTA BAIXA SALA DO SERVIDOR UNIFACCAMP

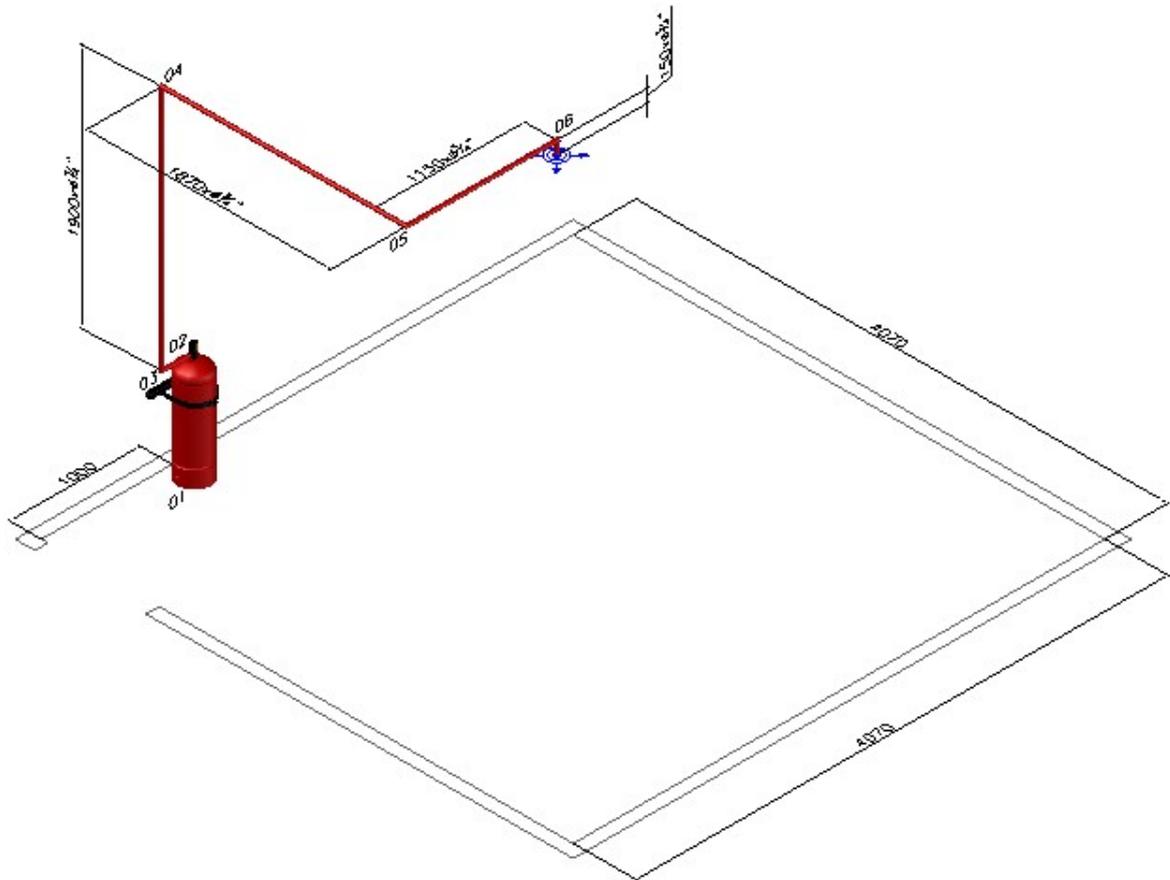


Após posicionar cilindro e difusor dentro da área de risco, devemos fazer um desenho isométrico da rede de tubulação de distribuição do agente extintor, considerando os dimensionamentos das quantidades de ramais e diâmetros dos mesmos realizados na etapa 10.

As informações contidas no isométrico serão inseridas no software de cálculo hidráulico da **ANSUL®**, fabricante dos equipamentos que deveram ser instalados na área a ser protegida.

A Figura 33 mostra o isométrico da rede de tubulação de distribuição do agente extintor a ser montada na Sala do Servidor da Unifaccamp, com as indicações dos pontos de “Nó”, comprimento das tubulações, etc.

FIGURA 33 – ISOMÉTRICO - REDE DE TUBULAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO



Pontos de “Nó” mostrado no isométrico indica o início ou o término de uma ramificação (segmento) na rede de tubulação.

3.5 Equipamentos do sistema de detecção, alarme e supressão de incêndio.

Existem diversos fabricantes de equipamentos para sistemas de detecção, alarme e supressão a incêndio no mundo, porem devido a garantias de funcionamento exigidos por normas como **NFPA-2001**, **ISO 14520** e **NFPA-72**, e agências certificadoras como **Underwriters Laboratories – UL** e **FM Global** são poucas as empresas qualificadas para produzirem e comercializarem este tipo de equipamentos.

Para o projeto da Sala do Servidor vamos utilizar os equipamentos de supressão a incêndios produzidos pela empresa americana **ANSUL®**, com renome mundial na

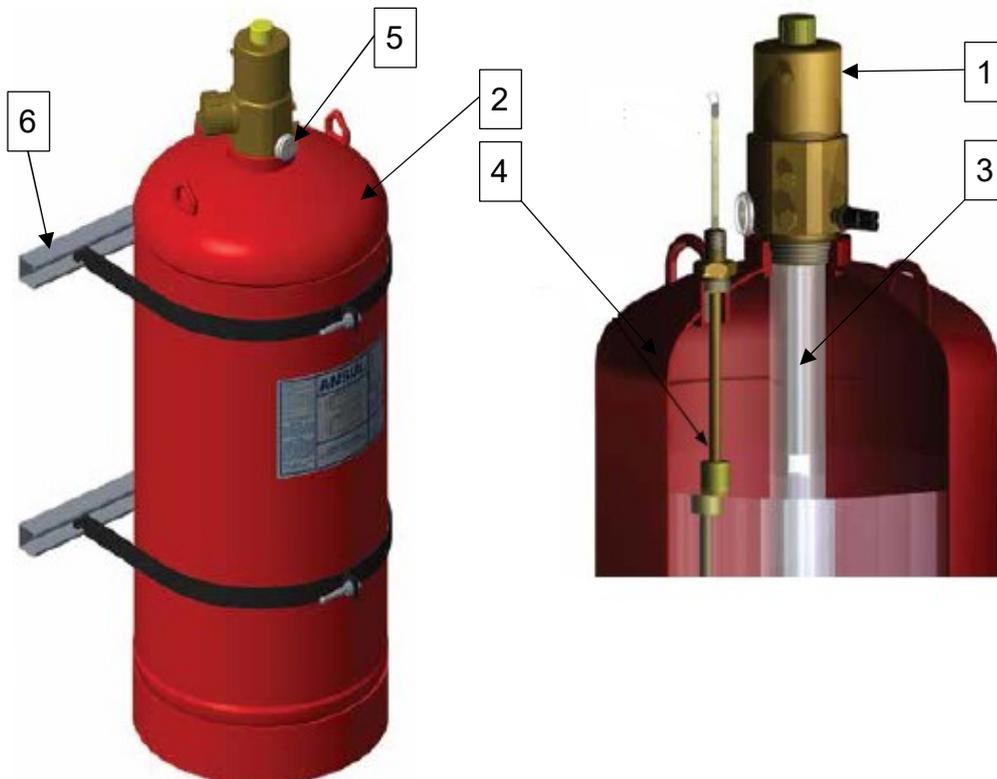
área de segurança contra incêndio. Na sala do Servidor da Unifaccamp serão utilizados os seguintes equipamentos de supressão:

- **Cilindro de Armazenamento para Agente Novec™ 1230**

Os sistemas fixos de supressão a incêndio utilizam um ou mais cilindros para armazenamento e transporte do agente extintor de incêndio. Os cilindros **ANSUL®** (Figura 33) consistem de um tanque em aço carbono soldado e pintado com tinta epóxi brilhante na cor vermelho segurança. Possui válvula reguladora de pressão fabricada em bronze, dotada de um tubo sifão, manômetro e bocal para conexão a rede de tubulação de distribuição, com diâmetro de 1" (25mm). É responsável pela liberação do agente extintor contido dentro do cilindro que está pressurizado a pressão de 25 Bar @ 21°C junto com Nitrogênio Seco, que é o gás responsável pela propulsão do agente extintor para área a ser protegida.

FIGURA 34 – CILINDRO

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



Componentes Padrões dos Cilindros de Armazenamento:

- 1 – Válvula de Reguladora de Pressão
- 2 – Tanque de Armazenamento de agente extintor gasosos
- 3 – Tubo Sifão
- 4 – Medidor de Nível
- 5 – Manômetro Diferencial de Pressão
- 6 – Conjunto Suporte de Fixação do Cilindro

Na tabela 14 apresentamos os modelos, capacidades e dimensões dos cilindros de armazenamento de agente **NOVEC™1230**. O cilindro a ser utilizado no projeto será o modelo 90 Lbs (código 570634).

Tabela 14 – Cilindro de Armazenamento

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)

Cilindro		Capacidade de Enchimento (Kg)		Conexão da Válvula		Altura do Piso até a válvula	Diâmetro Cilindro	Peso Vazio	Distância Equivalente
Código	Modelo	Máx.	Mín.	mm	Pol.	mm	mm	Kg	m
570635	20 Lbs	4,1	9,5	25	1	304	254	15	6,096
570633	50 Lbs	8,2	19,1	25	1	502	254	19	6,096
570634	90 Lbs	16,3	38,1	25	1	833	254	26	6,096
570638	140 Lbs	26	62,1	50	2	596	406	49	10,668
570639	280 Lbs	53,1	127	50	2	1020	406	72	10,668
570640	390 Lbs	73,9	176	50	2	1350	406	90	10,668
570641	450 Lbs	90,3	204	50	2	1630	406	106	10,668
570586	850 Lbs	172	207	80	3	1466	610	207	25,910

- **Pressostato de Baixa Pressão**

O pressostato de baixa pressão é utilizado para monitoramento da pressão interna do cilindro (Figura 35), e em caso de queda da pressão, enviar um sinal elétrico de alerta para o Painel de Controle de Incêndio. Opera na faixa de pressão de 20,3 a 24,1 Bar. Tensão elétrica de 24VDC @ 5A.

FIGURA 35 – PRESSOSTATO DE BAIXA PRESSÃO

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)

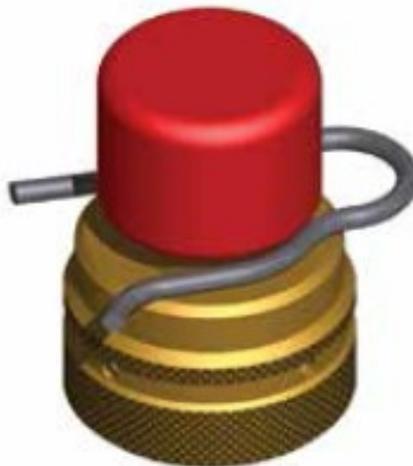


- **Atuador Manual da Válvula do Cilindro**

O atuador manual (Figura 36) é usado para operar mecanicamente o sistema de liberação da válvula do cilindro de agente extintor. Pode ser montado diretamente sobre a válvula do cilindro ou sobre o Atuador Elétrico Automático. Possui um pino de segurança para evitar acionamento acidental e que deve ser retirado para poder acioná-lo. Corpo fabricado em liga de latão com botão de acionamento em PVC na cor vermelha. Força de atuação mínima de 25,5 N.

FIGURA 36 – ATUADOR MANUAL

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Atuador Solenóide Elétrico Automático**

O atuador elétrico automático (Figura 37) é usado para operar eletricamente o sistema de liberação da válvula do cilindro de agente extintor. É montado sobre a válvula, e requer uma solenóide de 24VDC para sua operação. Possui corpo em aço inoxidável, porca de fixação em latão, e pino de acionamento em aço inoxidável. Tensão de operação 24VDC @ 0,25A, e força para atuação manual de 50N. Para rearmar o atuador elétrico após a sua ativação, é necessário utilizar uma ferramenta de rearme. Em sua parte superior pode ser conectado o Atuador Manual.

FIGURA 37 – ATUADOR SOLENOIDE ELÉTRICO AUTOMÁTICO

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Adaptador Giratório DN 25 (1")**

O Adaptador Giratório (Figura 38) é utilizado para fazer a conexão entre a válvula de descarga do cilindro de armazenagem de agente **NOVEC™1230**, e a rede de tubulação de distribuição, permitindo a sua montagem e desmontagem. Fabricado em aço com acabamento zincado.

FIGURA 38 – ADAPTADOR GIRATÓRIO DN 25

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Difusor de Descarga**

O difusor de descarga (Figura 39) é responsável pela dispersão do agente extintor **NOVEC™1230** dentro da Sala do Servidor da Unifaccamp. A configuração a ser adotada será de 360°, com diâmetro de conexão e orifícios calibrados (conforme relatório de cálculo hidráulico realizado por Software da ANSUL®). Os difusores são fabricados em liga de Latão nos diâmetros de 15mm (1/2"), 20mm (3/4"), 25mm (1"), 32mm (1.1/4"), 40mm (1.1/2"); 50mm (2").

FIGURA 39 – DIFUSOR DE DESCARGA

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



A maioria dos sistemas fixos de supressão por agentes extintores gasosos atuam em conjunto com um sistema de detecção e alarme de incêndio, que é o responsável por enviar os comandos elétricos de ativação ao sistema de supressão. Na Sala do Servidor da Unifaccamp, vamos utilizar um sistema de detecção e alarme do tipo Convencional da marca Tyco **SIMPLEX®**, que é composto basicamente por:

- **Central de Alarme de Incêndio**

A Central de alarme de incêndio (Figura 40), é projetado para operação de liberação de sistemas de supressão por agente gasoso extintor. Com a capacidade de detecção precoce do perigo de incêndio, é responsável por receber os sinais elétricos dos detectores de fumaça, e pelo envio do sinal de ativação para o atuador elétrico localizado na parte superior da válvula do cilindro de armazenamento. Também ativa os sinais de alarme dos Avisadores áudio visuais, instalados dentro e fora do risco a ser protegido.

FIGURA 40 – CENTRAL DE ALARME DE INCÊNDIO SIMPLEX 4004R

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Detector Convencional de Fumaça**

O detector de fumaça (Figura 41) é utilizado para detectar incêndios em seu estágio inicial, quando o sinistro ainda é pequeno e com plenas possibilidades de controle. É apropriado para uso em locais que possuam materiais como madeira, papel, plásticos, materiais elétricos, materiais sintéticos, líquidos combustíveis, tecidos e outros materiais que liberam fumaça no início da combustão.

FIGURA 41 – DETECTOR DE FUMAÇA CONVENCIONAL SIMPLEX TRUEALARM

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Sinalizador Áudio e Visual**

Os sinalizadores Audio Visuais (Figura 42) são montadas diretamente em paredes ou divisórias, podendo também ser fixadas em condutores ou caixas de passagem. São interligadas diretamente a Central de Alarme de incêndio. Esta é uma característica importante pois garante a continuidade de operação da notificação mesmo na eventual falta de energia externa, uma vez que as centrais de incêndio, por normalização técnica, devem possuir um sistema de alimentação de energia auxiliar, fornecido por baterias seladas.

FIGURA 42 – SINALIZADOR AUDIO VISUAL MULTI CANDELA

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Acionador Manual Dupla Ação Tipo Puxe e Empurre**

O Acionador Manual de dupla ação (Figura 43) é montado diretamente em paredes ou divisórias, podendo também ser fixadas em condutores ou caixas de passagem. São interligadas diretamente a Central de Alarme de incêndio. Tem dupla função pois aciona o atuador eletromecânico instalado na valvula do cilindro de armazenamento, e os alertas audio visuais instalados no ambiente protegido.

FIGURA 43 – ACIONADOR MANUAL DUPLA AÇÃO TIPO PUXE E EMPURRE

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



- **Chave de Manutenção e Bloqueio do Sistema**

Chave de Manutenção e Bloqueio (Figura 44) é montado diretamente em paredes ou divisórias, podendo também ser fixadas em condutes ou caixas de passagem. São interligadas diretamente a Central de Alarme de incêndio. Tem por função bloquear o sistema manualmente evitando a ativação da solenoide do atuador eletromecânico instalado na válvula do cilindro de armazenamento, evitando a descarga do agente extintor. Também pode ser utilizada para desarmar o sistema durante uma manutenção.

FIGURA 44 – CHAVE DE MANUTENÇÃO E BLOQUEIO DO SISTEMA

(DIREITO DE IMAGEM TYCO FIRE PROTECTION PRODUCTS – DIVISÃO ANSUL®)



3.6. Projeto executivo do sistema de supressão

Para a elaboração do projeto executivo da Sala do Servidor da Unifaccamp, já dispomos de todas as informações necessárias para o seu desenvolvimento. O projeto será realizado em computador através do programa da Autodesk – AutoCad 2018 – Versão Student. O projeto está no Anexo B impresso em formato A4, e Plotado no Formato A1 no final deste trabalho.

3.7 Instalação do sistema de supressão e detecção e alarme de incêndio

Toda a instalação deve ser executada de acordo com os parâmetros deste trabalho e em conformidade com o projeto executivo do sistema e as exigências da norma **NFPA 2001**. A instalação deve ser realizada por profissional ou empresa qualificada e especializada em montagem de sistemas de combate a incêndio.

Abaixo informamos alguns requisitos importantes que devem ser observados durante a compra dos materiais de infra-estrutura mecânica e elétrica para realização da montagem do sistema.

➤ **Montagem da rede de tubulação de distribuição:**

- Tubos em aço carbono ASTM A 53 ou ASTM A 106, preto ou galvanizado, Schedule 40, sem costura;
- Conexões roscadas em aço maleável ASTM A 197, classe 300, rosca NPT;
- Não é permitido o uso de buchas de redução, apenas conexões tipo luva de redução.
- Não são aceitos tubos e conexões em Ferro Fundido, PVC, etc.
- Para vedação das roscas utilizarem somente fita de PTFE (Teflon).
- Não permita que a fita se sobreponha à abertura do tubo, pois isso pode causar possível obstrução da passagem do agente extintor.
- Antes de montar os tubos e conexões, certifique-se de que todas as extremidades estejam cuidadosamente limpas isentas de lascas e incrustações. O interior dos tubos e conexões deve estar livre de óleo e sujeira.
- Todos os comprimentos dos tubos devem ser medidos de centro a centro das conexões, conforme mostrado em projeto isométrico.
- Suportes tipo “mão francesa” rígidos para apoio da tubulação devem ser fabricados em perfilado tipo cantoneira de abas iguais, em aço carbono ASTM A 36, nas dimensões indicadas em projeto executivo.
- Suportes tipo “mão francesa” rígidos devem ser colocados a uma distancia de 305 mm do bocal de descarga, e a uma distancia de 100 mm de curvas e tes de desvios, a fim de evitar deslocamento devido a “golpe de aríete”, causado pela descarga do agente extintor gasoso.
- Suportes tipo “Gota ou pendulo” podem ser usados entre os suportes rígidos.
- Distanciamento entre suportes deve seguir o indicado em projeto executivo.
- Pintura de acabamento dos tubos, conexões e suportes rígidos deve ser com tinta esmalte na cor vermelho segurança. Caso o tubo não seja galvanizado, aplicar 02 demãos de tinta anticorrosivo antes da pintura de acabamento.

- Fixação da tubulação nos suportes rígidos deve ser feito com abraçadeiras tipo “U” em vergalhão roscado de aço carbono galvanizado.
- Após montagem da rede de tubulação de distribuição, deve ser feito a limpeza interna da rede com injeção de ar comprimido 100% isento de umidade, ou com gás Nitrogênio, para retirada de possíveis resíduos metálicos, ou qualquer outro tipo de resíduo.
- Deve ser realizado teste de estanqueidade que consiste em testar a linha toda montada com pressão de 1,1 vezes a pressão de trabalho no intuito de verificar se existem vazamentos por juntas ou flanges.

⇒ **Montagem dos Equipamentos do sistema de supressão:**

- O cilindro de armazenamento de agente de extintor deve ser fixado a uma superfície sólida, através da cinta de fixação, conforme indicado em projeto executivo.
- Demais acessório como Atuador elétrico, Atuador manual, comutador de baixa pressão devem ser instalados por técnico especializado.
- Difusor de gás deve ser montado de acordo com o posicionamento indicado em projeto executivo. Não deve ser utilizado nenhum tipo de ferramenta de aperto para realizar a montagem dos difusores, devendo ser realizado por aperto manual.
- A área de apoio do cilindro de armazenamento do agente extintor deve suportar a carga vertical indicada no calculo hidráulico do sistema.
- Para um desempenho bem sucedido do sistema, os equipamentos devem ser instalados dentro de uma faixa de temperatura de trabalho de 0°C a 55°C.

⇒ **Montagem dos Equipamentos de Detecção e Alarme de Incêndio:**

- Os equipamentos de detecção e alarme de incêndio devem ser instalados em conformidade com as exigências da norma **ABNT NBR 17240:2000**, e com o projeto executivo do sistema, por pessoal especializado.
- Deve ser disponibilizado no local da instalação do sistema ponto de força 220V para ligação da Central de Incêndio.
- Devem ser utilizados eletrodutos galvanizados do tipo médio de diâmetro $\frac{3}{4}$ ”.
- Usar abraçadeiras tipo “D” para fixação dos eletrodutos.

- Pontos de fixação de dispositivos de detecção e alarme de incêndio e derivações da rede elétrica dever ser feita por condutores tipo LL, LR, T, X em alumínio com tampa.
- Fiação para interligação dos dispositivos elétricos do sistema, deverá ser utilizado cabo flexível 1,5mm² Preto (+) e vermelho (-).

3.8 Comissionamento & startup

Como é recomendado pelas boas praticas de Engenharia, devemos sempre após o termina de cada obra, realizar o comissionamento e startup das instalações executadas, nos mais diversos setores da Indústria. Todo e qualquer tipo de instalação deve ser comissionada e deve passar pelo Startup. Isso garante e assegura que as instalações foram pré- testadas antes de serem liberadas para os usuários finais.

O comissionamento e startup devem ser realizados pelos prestadores de serviços de montagem e instalação e fornecedores de equipamentos e sistemas. Estas etapas servem para que o fornecedor e os prestadores de serviços garantam que o sistema opera de acordo com o especificado, bem como para gerar um relatório de entrega de um equipamento ou sistema. Na verdade, através destes testes é que o fornecedor poderá estabelecer uma forma de liberar o equipamento para uso do cliente final. Lembramos novamente que os testes de comissionamento e startups visam às boas práticas de fabricação e montagem garantindo a operacionalidade do sistema. No comissionamento devem ser verificados e inspecionados todas as montagens e instalações feitas pelos prestadores de serviços em conjunto com o fornecedor dos equipamentos e sistemas, e o responsável da empresa contratante da obra. Nesta etapa, o comissionamento garante que o sistema foi instalado em conformidade com o projeto executivo fornecido, normas e premissas de segurança e qualidade.

O objetivo do startup é que haja uma parametrização e calibragem dos equipamentos mecânicos e elétricos instalados, e a realização dos testes de ativação do sistema de supressão, detecção e alarme de incêndio para garantir que o sistema esteja em seu pleno e perfeito funcionamento, formalizando junto ao cliente a entrega final dos equipamentos e do sistema.

A Unifaccamp quando da implantação do projeto proposto neste trabalho, deve solicitar ao fabricante dos equipamentos, e dos prestadores de serviço de montagem do sistema, um plano de Comissionamento e Startup.

3.9. Treinamento

A Unifaccamp quando da implantação do projeto proposto neste trabalho, deve solicitar ao fabricante ou seu representante legal, o treinamento para uso dos equipamentos instalados no sistema de detecção, alarme e supressão de incêndio. Os participantes desse treinamento devem ter formação técnica na área de manutenção e segurança.

3.10 Manutenção

As informações a seguir detalham as etapas básicas necessárias para realizar a verificação e a manutenção periódica em um sistema de supressão de incêndio por agente limpo **NOVEC™1230** dentro das limitações estabelecidas pelas normas **NFPA 2001, ISO 14520**.

Os procedimentos de checagem descritos pretendem representar os requisitos mínimos para a parte extintora do sistema.

As informações contidas nesta etapa não cobrem os procedimentos de manutenção e serviço das partes elétrica e de controle do sistema. Estes procedimentos devem ser cuidadosamente verificados de acordo com as recomendações do fabricante dos equipamentos de detecção e alarme de incêndio.

Aconselhamos que a Unifaccamp, em caso de instalação do sistema proposto nesse trabalho, realize a contratação de uma empresa especializada em manutenção de sistemas de Detecção, Alarme e Supressão de Incêndio para realizar as manutenções periódicas, necessárias para manter o perfeito funcionamento do sistema instalado.

➤ SALA DO SERVIDOR DA UNIFACCAMP

1. Verificação da Área de Risco

1.1 Checagem

Uma boa revisão da área de risco é tão importante quanto à operação adequada dos componentes e do sistema. Os itens a seguir devem ser verificados.

FATOR A CONSIDERAR	RECOMENDAÇÕES
Configuração da Área	As dimensões da área devem ser verificadas em relação às mostradas no (s) projeto (s) do sistema. Se o volume da área foi alterado, o peso do agente deve ser recalculado e comparado com o peso do agente fornecido. A área também deve ser verificada quanto às paredes, ou divisórias móveis que foram adicionadas ou alteradas. Se paredes ou divisórias foram adicionadas, verifique se todas as áreas dentro do risco ainda recebem cobertura adequada do bico e distribuição do agente.
Porta	Deve estar vedada na parte inferior, possuir mecanismos de travamento e fechamento automático. Este sistema deve estar integrado a Central de Incendio e deve se abrir automaticamente caso o sistema de detecção e alarme de incêndio for ativado.
Dutos	Todos os dutos que entram ou saem do (s) espaço (s) protegido (s) devem ser isolados com dampers corta fogo estanques na entrada e saída do duto, e devem ser acionados por molas ou motorizados para fornecer um fechamento de ar de 100% no caso de ativação do sistema de supressão.
HVAC	A (s) unidade (s) deve (m) ser desligada (s) após o alarme, se a (s) unidade (s) não puder (em) ser desligada (s) o volume de dutos deve ser protegido.
Penetrações	Todos os furos, fissuras, aberturas ou penetrações nas paredes do perímetro devem ser vedados e os ralos do piso devem ser preenchidos com um líquido que não evapore. Como anticongelante ou óleo mineral. As caixas de interruptores e tomadas de parede devem ser veladas
Paredes	Todas as paredes do perímetro devem se estender até a laje a laje, e cada uma deve ser selado na parte superior e inferior no lado interno. Onde as paredes não se estendem de laje a piso, os anteparos terão que ser instalados para alcançar as características de vedação desejadas. Paredes de blocos porosos devem ser seladas.
Cabos, Tubos e Dutos	Penetrações de cabos, tubos e dutos na área, montados junto às paredes, pisos ou lajes devem ser permanentemente vedadas.

Estanqueidade da Área de Risco	Teste de estanqueidade da área é aconselhável ser realizado, a fim de garantir a concentração do agente extintor dentro da área protegida Consulte o NFPA Standard 2001, para obter informações adicionais e procedimentos de teste de estanqueidade.
Funções Auxiliares	Operação de funções auxiliares como fecho de portas, fecho de dampers, desligamento do sistema HVAC, etc. devem ser verificados quando o sistema de controle for ativado, manual e automaticamente.

1.2 Manutenção

Certos aspectos sobre a área de risco podem ter mudado ou sido negligenciados, o que poderia afetar o desempenho geral do sistema.

INTERVALO	FATOR	RECOMENDAÇÃO
1 ANO		Os itens descritos Verificação do Sistema precisam ser verificados novamente durante a manutenção do sistema. Se as condições de perigo indicarem a incapacidade de manter a concentração do agente, é necessário realizar um teste de estanqueidade.
	Checar Área de Risco	O volume da área de risco deve ser verificado para determinar se esta sendo fornecida a quantidade de agente para proteção adequada da área. Se forem encontradas alterações, o sistema precisará ser recalculado.

➤ COMPONENTES DO SISTEMA

Antes de iniciar a verificação do sistema ou a manutenção do sistema, desative o circuito de ativação do Atuador Elétrico na Central de Incêndio.

1. Cilindro de Armazenamento e acessórios:

1.1 Checagem

FATOR A CONSIDERAR	RECOMENDAÇÕES
	Os itens descritos abordados na seção de Verificação da Área de Risco precisam ser verificados novamente durante a verificação dos componentes do sistema.
Pressão do Cilindro	A pressão deve ser de 25 bar a 21°C. Para temperaturas diferentes de 21°C, utilize a Tabela de temperatura versus pressão no Anexo C.

Peso do Agente Extintor	A quantidade de agente no cilindro deve ser verificada pesando o cilindro. Essa informação deve ser registrada e afixada no cilindro para que possam ser usadas nas futuras manutenções.
Pressostato de Baixa Pressão	Se estiver sendo usado, verifique se o dispositivo está instalado corretamente no cilindro e conectado corretamente a Central de incêndio.
Atuador Elétrico	Verificar se o dispositivo esta instalado corretamente sobre a válvula do cilindro, e conectado corretamente a Central de Incêndio.

1.2 Manutenção

Esses procedimentos não impedem os exigidos pela norma NFPA 2001.

INTERVALO	FATOR	RECOMENDAÇÕES
3 MESES	Checar Pressão do Cilindro	A pressão nominal deve ser 25 bar @ 21°C; no entanto, a pressão irá variar conforme a temperatura. Na faixa de 10°C a 27°C, a diferença é de aproximadamente 15 kPa por grau. Para temperaturas diferentes de 21°C, consulte a Tabela de temperatura versus pressão no Anexo C deste trabalho Se a perda de pressão indicada exceder 10% da pressão nominal, verifique se não esta havendo vazamentos e reparo conforme necessário.
6 MESES	Verificar o Peso do Agente Extintor	Verifique se o peso do agente em cada cilindro corresponde ao peso do agente marcado na etiqueta. Se o peso indicar uma falta que exceda 5% do peso marcado na etiqueta, o contêiner deve ser levado para executar um serviço de reparo e/ou recarga.
10 ANOS	Inspeção do Cilindro	O cilindro deve ser testado novamente se tiver passado mais de dez anos desde o último teste hidrostático. Também deve ser realizada uma inspeção visual externa do cilindro, para garantir sua integridade.

➤ REDE DE TUBULAÇÃO

1.1 Checagem do Sistema

FATOR A CONSIDERAR	RECOMENDAÇÕES
Tubulação de Descarga	Verifique se a tubulação está instalada de acordo com os desenhos de projeto do sistema. Caso contrário, o sistema precisa ser recalculado.
	Verifique a tubulação para ver se ela está bem apoiada e livre de qualquer movimento lateral. Todas as juntas devem ser verificadas quanto à estanqueidade mecânica. A tubulação de descarga deve ser testada sob pressão de acordo com a NFPA 2001, última edição.
Pressostato de Alta Pressão	Verifique se o Pressostato de Alta Pressão está instalado e conectado corretamente.
Válvulas de Retenção	Se usada, verifique se a "Flecha de Fluxo" está apontando na direção correta.

1.2 Manutenção

Esses procedimentos não impedem os exigidos pela norma NFPA 2001.

INTERVALO	FATOR	RECOMENDAÇÕES
6 MESES	Condição do Tubo	Verifique a tubulação de descarga do sistema quanto à corrosão e danos.
	Suportes do Tubo	Verifique todos os suportes da tubulação para se certificar de que estão bem apertados e de que toda a tubulação está bem apoiada.

➤ DIFUSORES DE DESCARGA

1.1 Checagem do Sistema

FATOR A CONSIDERAR	RECOMENDAÇÕES
Quantidade e Localização	Verifique se o número de difusores está correta e instalado no local correto em conformidade com projeto executivo do sistema.
	Verifique para garantir que o (s) difusor (s) esteja (m) / posicionado (s) corretamente.
Orifícios Difusores	Verifique se os orifícios dos difusores estão limpos e desobstruídos

1.2 Manutenção

Esses procedimentos não impedem os exigidos pela norma NFPA 2001.

INTERVALO	FATOR	RECOMENDAÇÕES
6 MESES		Os itens descritos na Checagem do sistema precisam ser verificados novamente durante a manutenção do sistema.
	Corrosão	Verifique se os orifícios não estão mostrando sinais de corrosão.
	Obstrução	Verifique todos os orifícios dos difusores quanto a obstruções e certifique-se de que objetos grandes não tenham sido colocados na frente dos difusores que possam bloquear a descarga do agente.

4. RESULTADOS

O projeto desenvolvido neste trabalho é para proteção contra incêndio na Sala de Servidores, tendo em vista a segurança dos dados armazenados em seus servidores, e a integridade física dos demais equipamentos e moveis instalados dentro da sala. Independente do conteúdo físico dentro da sala, a proteção não será alterada, pois a quantidade de agente extintor gasoso previsto no projeto, esta dimensionado em função do volume da sala. Caso o projeto seja instalado, em conformidade com as especificações, normas e projetos contidos neste trabalho, a Unifaccamp terá um sistema de proteção contra incêndio de alta eficiência. Isso garantira a proteção das informações contidas em seus servidores, bem como a estrutura física da sala e de seu conteúdo, principalmente da integridade física das pessoas que trabalham na área, ou próxima dela.

Existem vários casos de sucesso, onde a instalação de sistemas de supressão a incêndio por agente limpo gasoso **NOVEC™1230** são utilizados; abaixo citamos alguns desses casos:

- **HP – HEWLETT PACKARD (CEITEC) – Viamão/RS – CPD**
- **NIC. BR – São Paulo/SP– Unidade 1 e 2 – CPD**
- **CPFL – Cia. Piratininga de Força e Luz – Unidade Itaim – São Paulo/SP – CPD**
- **CPFL – Cia. Piratininga de Força e Luz – Unidade Jundiaí/SP – CPD**
- **COLGATE PALMOLIVE – Unidade S.B do Campo/SP – CPD**
- **HOSPITAL SANTA JOANA – São Paulo/SP – CPD**
- **HOSPITAL SANTA MARIA – São Paulo/SP – CPD**
- **TRIBUNAL DE JUSTIÇA – Rio Branco/AC – CPD**
- **JBS FRIBOI – São Paulo/SP – CPD / TELEFONIA**
- **BR DISTRIBUIDORA – Rio de Janeiro/RJ – CPD MODULAR**
- **WDI SOLUÇÕES – Vinhedo/SP – CPD**
- **MAGNETI MARELI – Lavras/MG – CPD**
- **HP – PUCRS – Porto Alegre/RS – Laboratório de Informática**
- **TRANSPETRO (PETROBRAS) – Rio de Janeiro/RJ – TELECON**

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A procura e o desenvolvimento por agentes extintores cada vez mais eficientes e seguros são permanentes. É importante sempre usarmos três parâmetros básicos para avaliação de um agente extintor em um projeto de prevenção a incêndio: a toxicidade do gás estudado e dos compostos gerados durante o seu uso; os parâmetros ambientais, onde se analisam os potenciais de impacto ambientais do gás referente à camada de ozônio e ao aquecimento global; e a sua eficiência na extinção do incêndio.

No âmbito pessoal este trabalho nos levou a descobrir que a Engenharia Mecânica também é muito importante na área de segurança contra incêndio, principalmente no desenvolvimento de sistemas hidráulicos responsáveis pelo transporte dos diversos tipos de agentes extintores, no dimensionamento de cargas desses agentes. Na especificação dos materiais a serem aplicados nas redes hidráulicas, como tubos e conexões. Também podemos afirmar, que independente da área da Engenharia, quando se trata de desenvolvimento de novos sistemas, produtos ou equipamentos para proteção, prevenção e combate a incêndio, os profissionais que atuam nesta área devem juntar os esforços e conhecimentos de todas as áreas da Engenharia, a fim de promover e garantir a segurança e a integridade física do ser humano

O projeto do sistema de supressão a incêndio desenvolvido neste trabalho para proteção da Sala do Servidor da Unifaccamp baseou-se nas orientações do fabricante dos equipamentos e agente de supressão utilizados no projeto, e na norma **NFPA 2001:2018**. Com relação ao projeto do sistema de Detecção e Alarme de Incêndio para ativação automática do sistema de supressão foi baseado na norma **ABNT-NBR-17240:2000**.

Durante o trabalho de pesquisa e desenvolvimento deste trabalho, foi observada a carência normativa e de conteúdo referente a sistemas de supressão a incêndio por agentes extintores gasosos nas normas **ABNT**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Seito, Alexandre Itiu; Gill, Alfonso Antonio; Pannoni, Fabio Domingos; Bento da Silva, Rosaria Ono Silvio; Del Carlo, Ualfrido; Pignatta, Valdir Silva – **SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO BRASIL** – Ano de publicação 2008.
- Vellano Engenharia e Projetos: **Os 12 maiores incêndios do Brasil: Existe algo em comum?** - Blog <http://www.3m.com/NOVEC1230fluid> , consultado 10/05/2018;
- Brentano, Telmo – **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações** – Ano de publicação 2004.
- **Tratado de Kioto** – O que é, objetivos, ações, diminuição do aquecimento global, gases poluentes. https://www.suapesquisa.com/geografia/protocolo_kyoto.htm
- Enciclopédia Britânica: **Protocolo de Montreal** – <https://www.britannica.com/event/Montreal-Protocol>
- Relatório Técnico: **Thermal Decomposition Considerations with 3M NOVEC 1230 Fire Protection Fluid**. – Ano de elaboração 2004. http://www.3m.com/3M/en_US/novec-us/applications/fire-suppression/ , consultado 10/05/2018.
- **ANSUL Sapphire Engineered Clean Agent System** – Design, Installation, Recharge and Maintenance Manual – Ano de publicação 2010.
- Product Information: **3M™ Novec™ 1230 Fire Protection Fluid** – 3M Electronics Markets Material Division – Ano de publicação 2009.
- Relatório Técnico: **Thermal Decomposition Considerations with 3M NOVEC 1230 Fire Protection Fluid**. – Ano de elaboração 2004. http://www.3m.com/3M/en_US/novec-us/applications/fire-suppression/ , consultado 10/05/2018.
- <http://multimeios.seed.pr.gov.br/resourcespace-seed/pages/home.php?login=true>

ANEXOS

ANEXO A – FATORES DE INUNDAÇÃO AGENTE NOVEC™1230

TOTAL FLOODING QUANTITY (SI UNITS)		Weight Requirements of Hazard Volume, W/V (kg/m³)^a													
Temp. t (°C)^b	Specific Vapor Volume S (m³/kg)^c	4.2	4.5	5	5.5	5.85	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
		Design Concentration (% by volume)^d													
-20	0.0609	0.7197	0.7736	0.8640	0.9555	1.0200	1.0479	1.1413	1.2357	1.3311	1.4275	1.5250	1.6236	1.7233	1.8241
-17.7	0.0615	0.7123	0.7656	0.8552	0.9457	1.0096	1.0371	1.1296	1.2230	1.3174	1.4129	1.5094	1.6070	1.7056	1.8054
-15	0.0623	0.7039	0.7565	0.8450	0.9344	0.9976	1.0248	1.1161	1.2084	1.3018	1.3961	1.4915	1.5879	1.6853	1.7839
-10	0.0637	0.6887	0.7402	0.8268	0.9143	0.9761	1.0027	1.0921	1.1824	1.2737	1.3660	1.4593	1.5537	1.6490	1.7455
-5	0.0650	0.6742	0.7246	0.8094	0.8950	0.9555	0.9816	1.0690	1.1575	1.2469	1.3372	1.4285	1.5209	1.6143	1.7087
0	0.0664	0.6603	0.7096	0.7926	0.8765	0.9358	0.9613	1.0470	1.1336	1.2211	1.3096	1.3990	1.4895	1.5809	1.6734
5	0.0678	0.6469	0.6953	0.7766	0.8588	0.9168	0.9418	1.0258	1.1106	1.1964	1.2831	1.3707	1.4593	1.5489	1.6395
10	0.0691	0.6341	0.6815	0.7612	0.8417	0.8986	0.9232	1.0054	1.0886	1.1727	1.2576	1.3435	1.4304	1.5182	1.6070
15	0.0705	0.6217	0.6682	0.7464	0.8254	0.8812	0.9052	0.9859	1.0674	1.1498	1.2332	1.3174	1.4026	1.4887	1.5757
20	0.0719	0.6099	0.6555	0.7322	0.8096	0.8644	0.8879	0.9671	1.0471	1.1279	1.2096	1.2923	1.3758	1.4603	1.5457
21.1	0.0722	0.6073	0.6527	0.7291	0.8062	0.8607	0.8842	0.9630	1.0427	1.1232	1.2046	1.2869	1.3701	1.4542	1.5392
25	0.0733	0.5985	0.6432	0.7184	0.7945	0.8482	0.8713	0.9490	1.0275	1.1068	1.1870	1.2681	1.3500	1.4329	1.5167
30	0.0746	0.5875	0.6314	0.7052	0.7799	0.8326	0.8553	0.9315	1.0086	1.0865	1.1652	1.2448	1.3252	1.4066	1.4888
35	0.0760	0.5769	0.6200	0.6925	0.7658	0.8176	0.8399	0.9147	0.9904	1.0668	1.1442	1.2223	1.3013	1.3812	1.4620
40	0.0774	0.5666	0.6090	0.6802	0.7522	0.8031	0.8250	0.8985	0.9728	1.0479	1.1239	1.2006	1.2783	1.3567	1.4361
45	0.0787	0.5568	0.5984	0.6684	0.7391	0.7891	0.8106	0.8829	0.9559	1.0297	1.1043	1.1797	1.2560	1.3331	1.4111
50	0.0801	0.5472	0.5882	0.6570	0.7265	0.7756	0.7967	0.8677	0.9395	1.0121	1.0854	1.1595	1.2345	1.3103	1.3869
54.44	0.0813	0.5390	0.5794	0.6471	0.7156	0.7640	0.7848	0.8547	0.9254	0.9969	1.0691	1.1422	1.2160	1.2907	1.3661
55	0.0815	0.5380	0.5783	0.6459	0.7142	0.7625	0.7833	0.8531	0.9237	0.9950	1.0671	1.1400	1.2137	1.2882	1.3636
60	0.0829	0.5291	0.5687	0.6352	0.7024	0.7499	0.7704	0.8390	0.9084	0.9786	1.0495	1.1211	1.1936	1.2669	1.3410
65	0.0842	0.5205	0.5594	0.6249	0.6910	0.7377	0.7578	0.8253	0.8936	0.9626	1.0324	1.1029	1.1742	1.2463	1.3191
70	0.0856	0.5122	0.5505	0.6148	0.6799	0.7259	0.7457	0.8121	0.8793	0.9472	1.0158	1.0852	1.1554	1.2263	1.2980
75	0.0870	0.5041	0.5418	0.6052	0.6692	0.7144	0.7339	0.7993	0.8654	0.9323	0.9998	1.0681	1.1372	1.2070	1.2775
80	0.0883	0.4963	0.5334	0.5958	0.6588	0.7033	0.7225	0.7869	0.8520	0.9178	0.9843	1.0515	1.1195	1.1882	1.2577
85	0.0897	0.4887	0.5252	0.5866	0.6487	0.6926	0.7115	0.7749	0.8390	0.9038	0.9692	1.0355	1.1024	1.1701	1.2385
90	0.0911	0.4813	0.5173	0.5778	0.6390	0.6821	0.7008	0.7632	0.8263	0.8901	0.9547	1.0199	1.0858	1.1524	1.2198
95	0.0925	0.4742	0.5096	0.5692	0.6295	0.6720	0.6904	0.7519	0.8141	0.8769	0.9405	1.0047	1.0697	1.1353	1.2017
100	0.0938	0.4672	0.5022	0.5609	0.6203	0.6622	0.6803	0.7409	0.8022	0.8641	0.9267	0.9900	1.0540	1.1188	1.1842
105	0.0952	0.4605	0.4950	0.5528	0.6113	0.6527	0.6705	0.7302	0.7906	0.8517	0.9134	0.9758	1.0389	1.1026	1.1671
110	0.0966	0.4540	0.4879	0.5450	0.6027	0.6434	0.6609	0.7199	0.7794	0.8396	0.9004	0.9619	1.0241	1.0870	1.1505
115	0.0979	0.4476	0.4811	0.5374	0.5942	0.6344	0.6517	0.7098	0.7685	0.8278	0.8878	0.9485	1.0098	1.0718	1.1344
120	0.0993	0.4414	0.4744	0.5299	0.5860	0.6256	0.6427	0.7000	0.7579	0.8164	0.8756	0.9354	0.9958	1.0570	1.1188
125	0.1007	0.4354	0.4680	0.5227	0.5780	0.6171	0.6339	0.6904	0.7475	0.8053	0.8636	0.9226	0.9823	1.0426	1.1035
130	0.1021	0.4296	0.4617	0.5157	0.5703	0.6088	0.6254	0.6812	0.7375	0.7945	0.8520	0.9102	0.9691	1.0285	1.0887

ANEXO D – CÁLCULO HIDRAULICO DO SISTEMA DE SUPRESSÃO



QUALYFIRE SIST. DE PREVENÇÃO A INCÊNDIO

AV. DR. SEBASTIAO MENDES SILVA, 468
ANHANGABAU
JUNDIAI/SP
BRAZIL

Phone: 5511-45210101
Sapphire™ Designer Program - ANSL3.61b
UL: EX4510 FM: 3014140

Project: SALA DO SERVIDOR DE DADOS DE INFORMÁTICA
File Name: ENGMU-MCALC-N1230-0237-REV00_UNIFACCAMP_SALA DO
SERVIDOR_AMBIENTE.FLC

Consolidated Report

Customer Information

Company Name: UNIFACCAMP - Centro Universitario Campo Limpo
Paulista
Address: Rua: Guatemala, nº 167
Jardim América - CEP 13231-230
Campo Limpo Paulista - São Paulo
Phone: (11) 4812-9400
Contact: Prof. Alexandre Capelli
Title: Coordenador Engenharia Mecânica

Project Data

Project Name: SALA DO SERVIDOR DE DADOS DE INFORMÁTICA
Designer: A.C.MÜLLER
Number: ENGMU-MCALC-N1230-0237-REV00
Account: TCC-2018
Location: Predio 2 - Rua Guatemala , 167
Description: Sistema Fixo de Supressão por Agente Limpo
NOVEC-1230 no Ambiente da Sala do Servidor da
UNIFACCAMP.

Designer Notes

Desenho Base nº: ENGMU-DES-N1230-0237-REV00

Norma Aplicada: NFPA 2001:2018

DADOS DO RISCO:

Tipo de Construção: Alvenaria
Tipo de Risco : Equipamentos Elétricos Energizados
Aberturas : 01 porta 2,10 x 0,85 m
Dimensões Internas: 4,07 x 4,07 x 2,90 m
Temperaturas Interna Min/Max.: 21°C / 40°C
Altitude Local da instalação: Campo Limpo Paulista-SP / 745m acima do nível do mar

Page: 1 of 6

Calculation Date/Time: terça-feira, 10 de julho de 2018, 13:41:08
Copyright (c) Hughes Associates, Inc. Licensed to: Ansul Incorporated



Consolidated Report Designer Notes

DADOS DE PROJETO:

Classe de Risco (NFPA-10): " C "
 Concentração de Projeto: 4,5 % v/v (NFPA-2001:2018, tabela A.5.4.2.2(b))
 Tempo de descarga Mín./Máx.: 6 segundos / 10 segundos

Enclosure Information

Elevation: 745 m (relative to sea level)
 Atmospheric Correction Factor: 0,93

Enclosure Number:	1
Name:	SALA DO SERVIDOR DE DADOS DE INFORMÁTICA - AMBIENTE
Enclosure Temperature...	
Minimum:	21,0 C
Maximum:	40,0 C
Maximum Concentration:	4,860 %
Design Concentration...	
Adjusted:	4,547 %
Minimum:	4,500 %
Minimum Agent Required:	29,2 kg
Width:	4,07 m
Length:	4,07 m
Height:	2,90 m

Volume:	48,04 cubic m
Non-permeable:	0,00 cubic m

Total Volume:	48,04 cubic m
Adjusted Agent Required:	29,5 kg
Number of Nozzles:	1



Consolidated Report Agent Information

Agent: Novec / Propellant N2
(Novec is a trademark of 3M)

Adjusted Agent Required: 29,5 kg
 Container Name: 90 lb Cylinder Assembly
 Container Part Number: 570634
 Number of Main Containers: 1
 Number of Reserve Containers: 0
 Manifold: No Manifold

Starting Pressure: 24,8 bar
 Pipe Take Off Direction: Horizontal
 Agent Per Container: 29,5 kg
 Fill Density: 0,922 kg / l
 Container Empty Weight: 26,1 kg
 Weight, All Containers + Agent: 55,6 kg
 Floor Area Per Container: 0,05 square m
 Floor Loading Per Container: 1097 kg /square m

Pipe Network

Part 1 - Pipe

Description	Start	End	Pipe			
			Type	Diameter	Length	Elevation
Main Cyl. X 1	0	1		25 mm	0,83 m	0,83 m
Adaptor	1	2		25 mm	0,06 m	0,00 m
Pipe	2	3	40T	20 mm	0,24 m	0,00 m
Pipe	3	4	40T	20 mm	1,90 m	1,90 m
Pipe	4	5	40T	20 mm	1,87 m	0,00 m
Pipe	5	6	40T	20 mm	1,15 m	0,00 m
Pipe/E1-N1	6	7	40T	20 mm	0,15 m	-0,15 m

Part 2 - Equivalent Length

Start	End	90	45	Thru	Side	Union	Other	Added	Total
0	1	0	0	0	0	0		0,00 m	6,10 m
1	2	0	0	0	0	0	25mmadap	0,00 m	0,18 m
2	3	0	0	0	0	0		0,00 m	0,24 m

Page: 3 of 6

Calculation Date/Time: terça-feira, 10 de julho de 2018, 13:41:08
 Copyright (c) Hughes Associates, Inc. Licensed to: Ansul Incorporated



Consolidated Report

Part 2 - Equivalent Length

Start	End	90	45	Thru	Side Union	Other	Added	Total
3	4	1	0	0	0	0	0,00 m	2,56 m
4	5	1	0	0	0	0	0,00 m	2,53 m
5	6	1	0	0	0	0	0,00 m	1,83 m
6	7	1	0	0	0	0	0,00 m	0,82 m

Part 3 - Nozzles

Start	End	Flow	Name	Size	Type	Nozzle Area
0	1	29,5 kg				
1	2	29,5 kg				
2	3	29,5 kg				
3	4	29,5 kg				
4	5	29,5 kg				
5	6	29,5 kg				
6	7	29,5 kg	E1-N1	20 mm	16 Port - BR	172,03 square mm

Parts Information

Total Agent Required: 29,5 kg
 Container Name: 90 lb Cylinder Assembly (Part: 570834)
 Number Of Containers: 1
 Field1

Nozzle	Type	Diameter	Nozzle Area	Part Number
E1-N1	16 Port - BR	20 mm	172,03 square mm	570603

Nozzle	Drill Diameter	Drill Size
E1-N1	3,7000 mm	3.70 mm

Pipe:	Type	Diameter	Length
	40T	20 mm	5,31 m

'Other' Items:
 1 - 25 mm Union Adaptor (Part: 570557)

List of 90 degree elbows:
 4 - 20 mm

Page: 4 of 6

Calculation Date/Time: terça-feira, 10 de julho de 2018, 13:41:08
 Copyright (c) Hughes Associates, Inc. Licensed to: Ansul Incorporated

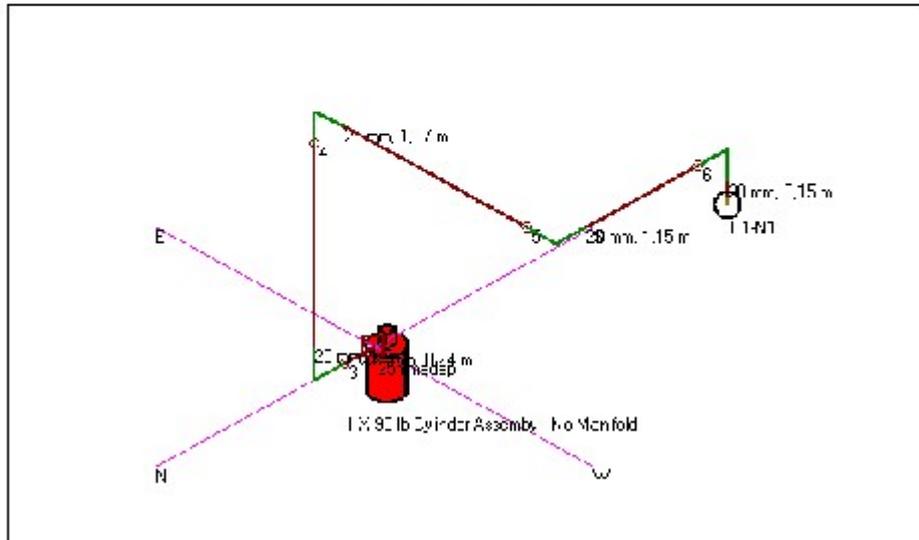


**Consolidated Report
System Acceptance**

System Discharge Time: 9,5 seconds
 Percent Agent In Pipe: 12,7%
 Percent Agent Before First Tee: 0,0%
 Enclosure Number: 1
 Enclosure Name: SALA DO SERVIDOR DE DADOS DE
 INFORMÁTICA - AMBIENTE
 Minimum Design Concentration: 4,500%
 Adjusted Design Concentration: 4,547%
 Predicted Concentration: 4,548%
 Maximum Expected Agent Concentration: 4,860% (At 40,0 C)

Nozzle	Minimum Agent Required	Adjusted Agent Required	Predicted Agent Delivered	Nozzle Pressure (Average)
E1-N1	29,2 kg	29,5 kg	29,5 kg	7,438 bar

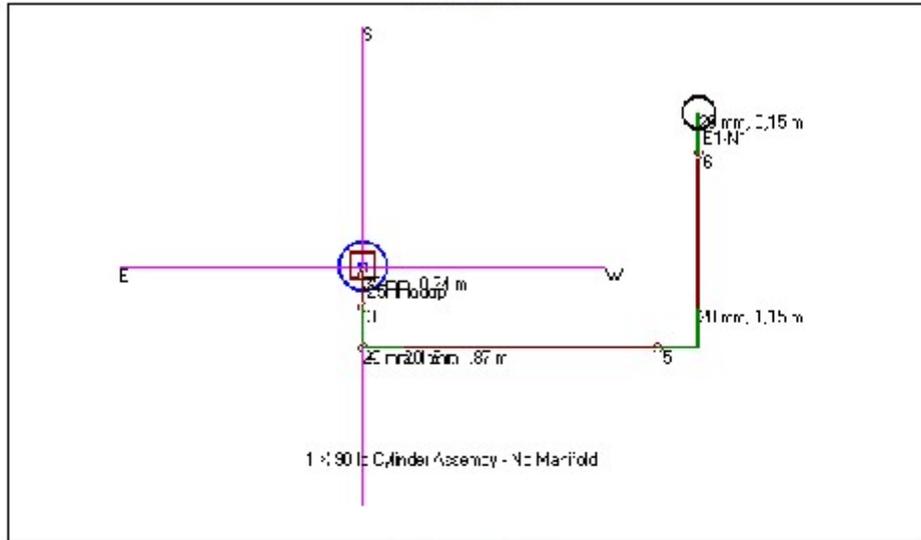
ISOMETRIC VIEW



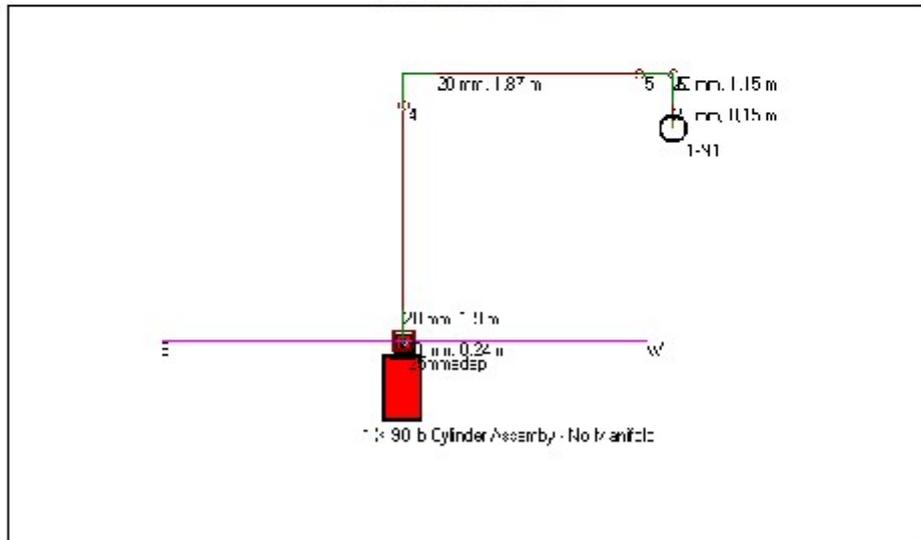


Consolidated Report

PLAN VIEW



ELEVATION VIEW



ANEXO E – CUSTO INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE SUPRESSÃO



Qualify Fire
SISTEMAS DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO

QUALIFY FIRE SISTEMAS DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO LTDA
AV. DR. SEBASTIÃO MENDES SILVA, 469
ANHANGABAU - CEP: 13208-090 - JUNDIAÍ/SP
CNPJ: 06.250.502/0001-57 - IE: 407.456.280.114
(11) 452.1-01.01 - www.qualifyfire.com.br



Orçamento nº: **8898**
Revisão nº: **0**
Emissão: **06/11/2018**

Cliente: Centro Universitário Campo Limpo Paulista
Endereço: Rua Guaraná, 167 - Prédio 2
Fone: (11) 4812-9400

Ref. ar: SALA DO SERVIDOR

Operação: CONSUMIDOR FINAL

Prezados Senhores: Atendendo vossa solicitação, temos a grata satisfação de submeter à apreciação de V.Sas. Nossa proposta de fornecimento de Equipamentos de Proteção e Combate a Incêndio, conforme segue:

Item	Produto	Descrição	NOM	Un.	Qtde	Unitário	IP	ICMS	ICMS-ST	Subtotal
1	DG 008	AGENTE LIMPO NOVEC1.230	2914.79.90		29,5	R\$ 255,00	0%	18%	R\$50,00	R\$ 7.522,50
2	570834	CLINDRO 90 LBS C/ VALVULA 1"	7911.00.00		1	R\$ 7.720,00	10%	18%	R\$50,00	R\$ 7.720,00
3	570085	ONTA DE FIXAÇÃO P/ CILINDROS DE 20 A 90 LBS NOVEC	7926.19.00		1	R\$ 412,00	10%	18%	R\$50,00	R\$ 412,00
4	570557	ADAPTADOR GIRATORIO P/ VALVULA DE 1"	8481.90.90		1	R\$ 104,00	5%	18%	R\$50,00	R\$ 104,00
5	570537	ATUADOR SOLENOIDE 24VDC	8481.90.90		1	R\$ 2.397,00	0%	18%	R\$50,00	R\$ 2.397,00
6	570549	ATUADOR MANUAL	8481.90.90		1	R\$ 740,00	0%	18%	R\$50,00	R\$ 740,00
7	570600	DEFUSOR NOVEC 1230 NPT LATÃO	8424.90.90		1	R\$ 1.090,00	5%	18%	R\$50,00	R\$ 1.090,00
8	570585	COMUTADOR DE BAIXA PRESSÃO	8536.50.90		1	R\$ 511,00	15%	18%	R\$50,00	R\$ 511,00
9	4004-9301	Panel de Controle -4004R	8531.20.00		1	R\$ 1.190,00	15%	18%	R\$50,00	R\$ 1.190,00
10	2081-9046	Modulo Supervisão Atuador Solenoide	8531.90.00		1	R\$ 390,00	15%	18%	R\$50,00	R\$ 390,00
11	4098-9601	Detector de Fumaça Pontual	8531.90.00		2	R\$ 195,00	15%	18%	R\$50,00	R\$ 390,00
12	4098-9788	Base Detector de Fumaça	8531.90.00		2	R\$ 60,00	15%	18%	R\$50,00	R\$ 120,00
13	2099-9149	Adoneador Manual Dupla Ação com Cabeça trazeira	8531.90.00		1	R\$ 85,00	15%	18%	R\$50,00	R\$ 315,00
14	4906-9127	Sirene Audio Visual Não Endereçavel, Vermelha de Parede com caixa trazeira	8531.90.00		2	R\$ 320,00	15%	18%	R\$50,00	R\$ 640,00
15	PD 119	Serviços Diversos	0000.00.00		1	R\$ 1.690,00	0%	0%	R\$50,00	R\$ 2.120,00
16	-	Serviço de Instalação, Comissionamento, Start-up e Treinamento	0000.00.00		1	R\$ 7.000,00	0%	0%	R\$50,00	R\$ 7.000,00

Condições de Pagamento: 28 DDL
Impostos: IP / ICMS / PIS e COFINS
Prazo de Entrega: Imediato salvo venda Prévia
Validade desta Proposta: 05 dias úteis.
Frete: Por conta e risco do cliente.
Embalagem: Por nossa conta.
Garantia: 12 Meses da data de emissão da nota fiscal, se for constatado defeito de fabricação.

Observações Gerais:

- 1 - Serviços Diversos executados e lançados pela empresa General Safety:
 - First fill dos cilindro
 - Função de Difusor.
 - Cálculo hidráulico do sistema.
 - Programação Panel de Controle em nosso laboratório.
 - Serviço de Instalação não incluso materiais de Infraestrutura hidráulica e elétrica (tubos, conexões, suportes, eletrodutos, condutores, fiação, etc)

Sem mais para o momento e à disposição de V.Sas, para eventuais esclarecimentos que se façam necessários, e certos de sermos apreciados com o vosso pedido.

Sergio Fernandes Rosa
Diretoria Comercial