

RECOMENDAÇÕES PARA ESTRUTURAÇÃO DO
CURRICULUM EM
ENGENHARIA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS
DE CURSOS *LATO SENSO*

Dayse Duarte, PhD (Coordenadora)

*Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica
Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Mecânica*

Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de Oliveira, Dr.

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil

José Jeferson do Rego Silva, PhD

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil

Miguel Medina Pena, MsC.

*Companhia Hidroelétrica do São Francisco
Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica*

Valdir Pignatta e Silva, Dr.

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Rosaria Ono, Dr.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Cristiano Correa, MsC.

Major do Corpo de Bombeiro Militar de Pernambuco

Ivan Ricardo Fernandes, MsC.

*Capitão do Corpo de Bombeiro do Paraná
Professor Visitante da Universidade Federal do Paraná*

SUMÁRIO

1.	Objetivo do curriculum proposto.....	3
2.	Estruturação do curso de especialização.....	4
2.1	Módulo básico.....	6
2.3	Módulo dinâmica do incêndio.....	9
2.3	Módulo de gerenciamento do risco de incêndio e explosão.....	14
2.3.1	Ementas básicas do módulo de gerenciamento do risco de incêndio e explosão.....	16
2.4	Módulo metodologia científica.....	18
3.	Conteúdo programático do curso proposto.....	19
4.	Referências.....	20
	ANEXO 1: Módulo para edifícios.	

1. OBJETIVO DO CURRÍCULO PROPOSTO

O engenheiro sofre a influência das mudanças da sociedade aliada o desenvolvimento tecnológico de que somos testemunhas. A mudança estrutural na sociedade inclui a perspectiva global associada as atividades profissionais do engenheiro, sendo imprescindível incorpora na sua formação técnica os aspectos éticos.

A estruturação do currículo proposto está baseado no conhecimento científico. O **Engenheiro de Segurança Contra Incêndio** deve não apenas está capacitado para aplicar soluções conhecidas aos problemas encontrados nos processos produtivos, mas sobretudo desenvolver novas soluções para novos problemas. O currículo proposto buscou um balanceamento entre as soluções de sucesso já comprovadas e a necessidade da aplicação do conhecimento científico na solução de novos problemas.

Em outras palavras, o objetivo do currículo deve ser a de formar engenheiros capazes para solucionar problemas industriais, pois é esperado que no decorrer da sua vida profissional o engenheiro tenha experiência em vários processos produtivos, por exemplo na indústria metal mecânica, na indústria da construção civil, na indústria química, entre outras. Alguns anos após concluir o curso e adquirida a experiência profissional o **engenheiro de segurança contra incêndio** deve ser capaz de desenvolver novos projetos, produtos e processos, i.e. transformar o conhecimento científico em aplicações práticas (ou seja, inovação). O que significa formar um profissional com um elevado nível de especialização e com as ferramentas básicas para a pesquisa.

2. ESTRUTURAÇÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

No passado devido a limitação do conhecimento e da tecnologia a segurança contra incêndio foi baseada em recomendações de boas práticas de engenharia. Porém, atualmente, há um maior número de especialistas em proteção contra incêndio; os computadores e softwares nos permitem simular cenários de incêndios com uma precisão aceitável, sendo possível fazermos avaliações de segurança contra incêndio baseadas no entendimento do fenômeno físico. Razão pela qual, as recomendações para o curso de **Especialização em Segurança Contra de Incêndio** foram fundamentadas na dinâmica dos incêndios. O que significa formar um profissional com um elevado nível de especialização e com as ferramentas básicas para a pesquisa

O curso de Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndio foi estruturado em quatro módulos, Tabela 1:

1. Módulo de disciplinas básicas engloba fundamentos das disciplinas de mecânica dos fluidos, mecânica dos sólidos, termodinâmica e transferência de massa e calor, as quais são comuns as engenharias, aplicada a engenharia de incêndio.
2. Módulo de disciplinas específicas, o qual foi baseado nos fundamentos **dinâmica dos incêndios**.
3. Módulo de gerenciamento do risco de incêndio e explosão.
4. Módulo metodologia científica.

A estruturação do curso foi baseada nas duas grandes áreas do conhecimento da Engenharia de Incêndios, a saber: dinâmica do incêndio e a gestão do risco de incêndio nas edificações, em geral, e na indústria. **A estruturação proposta foi direcionada para engenheiros, arquitetos, profissionais do Corpo de Bombeiro e demais profissionais de áreas afins. O anexo 1 contém um módulo direcionado para edifícios que poderá ser inserido no módulo de dinâmica do incêndio.** Nas próximas seções serão detalhadas as ementas das disciplinas de cada módulo relacionado na Tabela 1.

Tabela 1. Estruturação do curso de especialização em **Segurança Contra de Incêndio**.

Módulo	Disciplinas
Módulo Básico	<ul style="list-style-type: none">– Mecânica dos fluidos.– Mecânica dos sólidos.– Termodinâmica.– Transferência de calor e massa.
Módulo da Dinâmica do Incêndio	<ul style="list-style-type: none">– Fundamentos dos incêndios e explosões.– Dinâmica do incêndio em ambientes confinados.– Proteções ativas e passivas.– Estruturas em situações de incêndio.– Comportamento das pessoas e o incêndio.
Módulo de Gerenciamento do Risco de Incêndio e Explosão	<ul style="list-style-type: none">– Gerenciamento do risco de incêndio.– Incêndios industriais.
Módulo Metodologia Científica	<ul style="list-style-type: none">– Metodologia científica.

2.1 Módulo Básico

Disciplina	Mecânica dos Fluidos
Objetivo	O objetivo é aborda um entendimento básico sobre a mecânica dos fluidos. Pois, a mecânica dos fluidos relaciona-se com disciplinas dos módulos da dinâmica do incêndio e gerenciamento do risco. As disciplinas são: Dinâmica do fogo em ambientes fechados, proteções ativas e passivas (i.e., sistemas de supressão) e incêndios industriais (sendo imprescindível para a estimativa do inventário tóxico ou flamável liberado para o meio ambiente).
Carga Horária	Total 15h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none">1. Característica dos fluidos.2. Dinâmica do fluido elementar.3. Cinemática do fluido.4. Análise diferencial dos escoamentos.5. Máquina de fluxo: Bombas.

Disciplina	Mecânica dos Sólidos
Objetivo	Esta é uma disciplina comuns a todos os cursos de engenharias, pois inclui a análise do corpo em repouso e em movimento, além do estudo da mecânica dos materiais. É relevante para a disciplina de estruturas submetidas a situações de incêndio.
Carga Horária	Total 15h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none">1. Análise estática dos corpos sólidos.<ol style="list-style-type: none">1.1 Sistema básico de forças.1.2 Equilíbrio.1.3 Forças internas e externas.1.4 Introdução a estaticidade das estruturas.2. Mecânica dos materiais.<ol style="list-style-type: none">2.1 Introdução a análise de tensão e deformação.2.2 Tração e compressão.2.3 Cisalhamento puro.2.4 Torção pura.2.5 Estudo de viga. Flexão, corte e deformação.2.6 Estudo de pilares. Instabilidade estrutural.

Disciplina	Termodinâmica
Objetivo	Esta é uma disciplina comum aos cursos de engenharia. Nesta disciplina deverá ser realizada uma revisão dos tópicos clássicos da termodinâmica, sendo recomendado uma ênfase aos tópicos relacionados a combustão. É imprescindível para o módulo de dinâmica do incêndio.
Carga Horária	Total 15h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução. <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Sistema termodinâmico e o volume de controle. 1.2 Pontos de vista macroscópico e microscópico. 1.3 Estado e propriedade de uma substância. 1.4 Processos e ciclos. 1.5 Propriedades de uma substância pura 2. Conservação de massa e energia. <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Trabalho e calor. 2.2 Primeira lei da termodinâmica. 2.3 Primeira lei da termodinâmica em volume de controle. 3. Entropia. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Definição, desigualdade de Clausius, entropia de um sistema, entropia de uma substância pura, variação de entropia em processos reversíveis, geração de entropia. 3.2 Processos politrópicos. 3.3 Aplicação da segunda lei da termodinâmica em volume de controle. 3.4 Irreversibilidade e disponibilidade. 4. Relações termodinâmicas. <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Mistura de gases ideal. 4.2 Reações químicas.

Disciplina	Transferência de Calor e Massa
Objetivo	A disciplina é comum as engenharias. E tem por objetivo rever os tópicos que são relevantes para a Engenharia de Incêndio, ou seja, para os módulos da dinâmica do incêndio e gerenciamento do risco de incêndio e explosão.
Carga Horária	Total
Ementa Básica	15h
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transferência de calor por condução. <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Condução de calor unidimensional em regime permanente. 1.2 Condução em regime permanente em múltiplas dimensões. 1.3 Condução de calor em regime não permanente. Ênfase deve ser dada aos métodos numéricos, por serem relevantes para a solução de problemas da Engenharia de Incêndios. 2. Transferência de calor por convecção. <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Fundamentos da transferência de calor por convecção. 2.2 Convecção forçada. É relevante para discussões de problemas de transferência de calor para o teto, detectores de calor e sprinklers. 2.3 Convecção natural. Ênfase deve ser dada a convecção de placas, cilindros e esferas rotativas; convecção natural em ambientes fechados e transferência de calor para paredes verticais. 3. Transferência de calor por radiação. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Radiação térmica. 3.2 Radiação do corpo negro. 3.3 Propriedades da radiação. 3.4 Fator de forma da radiação. 3.5 Radiação de invólucros cheio de gás. 3.6 Propriedades da radiação de gases e vapores. 3.7 Radiação combinada com a condução e convecção. 3.8 Radiação da chama. 4. Transferência de massa. <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Transferência de massa por difusão. 4.2 Transferência de massa por convecção. 4.3 Transferência simultânea de calor e massa. 4.4 Transferência de massa e limites de flamabilidade.

2.2 Módulo Dinâmica do Incêndio

Disciplina	Fundamentos dos Incêndios e Explosões
Objetivos da Aprendizagem	<p>Entender os conceitos básicos da dinâmica dos incêndios e explosões. Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar o risco de incêndio dos combustíveis gasosos, líquidos e sólidos. 2. Interpretar os diagramas de flamabilidade e utiliza-los para prevenir e mitigar explosões. 3. Entender os mecanismos de ignição dos combustíveis.
Carga Horária	Total 30h
Ementa Básica	<p>Termoquímica Reações químicas Misturas gasosas Lei de conservação para sistemas Aplicação da conservação de massa e energia nas reações químicas Autignição</p> <p>Chama Pré-misturada Ignição forçada Velocidade da chama Limites de flamabilidade Análise quantitativa da ignição, propagação e extinção da chama Chama laminar de jato</p> <p>Chama Difusa Chama turbulenta de jato Dinâmica da chama: <i>Buoyant plume, fire plume, upward flow</i>, interação entre a chama e o compartimento e efeito do vento sobre a chama Aplicações práticas: Detectores, sprinklers e remoção de fumaça. Extinção das chamas difusas</p> <p>Queima de Líquido e Sólido Incêndio de poça Queima de gotículas (i.e. <i>spray fire</i>) Queima de polímeros sintéticos Queima de madeira Queima de poeiras <i>Flashpoint e firepoint</i></p> <p>Ignição de Líquido e Sólidos Dinâmica da evaporação Estimativa do tempo de ignição Fluxo de calor nos incêndios envolvendo materiais sólidos: Ignição durante um fluxo de calor constante e ignição durante um fluxo de calor descontínuo. Ignição de materiais sólidos finos Ignição de materiais sólidos grossos Ignição espontânea de materiais sólidos Propriedade de ignição dos materiais</p>

Disciplina	Dinâmica do Incêndio em Ambientes Confinados
Objetivos da Aprendizagem	<p>O objetivo é entender o mecanismo do desenvolvimento do incêndio em ambientes fechados, com um volume igual ou menor do que 100m³. Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entendimento da dinâmica do incêndio em espaço fechado. 2. Estimar o fluxo de calor, massa e produtos de combustão no compartimento em chama. 3. Entendimento do risco de incêndio em espaço fechado.
Carga Horária	Total
	30h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceitos básicos: <i>Pre-flashover, flashover e post-flashover</i>. 2. Descrição qualitativa do incêndio em espaço fechado. <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Etapas do desenvolvimento do incêndio em função da temperatura. 2.2 Influências no desenvolvimento do incêndio: O ambiente e o combustível. 3. Análise quantitativa do incêndio em ambiente fechado. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Taxa de queima e a energia liberada pelo incêndio. 3.2 Impacto do incêndio no ambiente. 4. Dinâmica do incêndio controlado pela ventilação. <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Mapeamento da pressão no ambiente com aberturas. 4.2 Fluxo de massa através das aberturas. 5. Dinâmica da fumaça em espaço fechado. 6. Modelagem computacional de incêndio em espaço fechado.

Disciplina	Proteções Ativas e Passiva
Objetivos da Aprendizagem	<p>O objetivo é desenvolver um entendimento para avaliação e projeto das proteções ativas e passivas: Sistemas de detecção, sistemas de sinalização, sistemas automáticos de supressão, sistemas de controle da fumaça e proteções passivas usuais. Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar e avaliar os diferentes sistemas de proteção ativa e passivas. 2. Identificar e avaliar sistemas de proteção ativa específicos. 3. Avaliar o desempenho das proteções ativas e passivas. 4. Projetar sistemas de proteção ativa em conformidade com as normas e códigos vigentes. 5. Projetar sistemas de proteção ativa para atender objetivos específicos da edificação ou indústria.
Carga Horária	Total 90h
Ementa Básica	<ul style="list-style-type: none"> - Assinatura dos incêndios: Aerosol, gás, transporte (i.e., transferência de calor por convecção e radiação), efeitos dos produtos de combustão nas pessoas e na estrutura. - Dinâmica do incêndio em ambientes fechados e o sistema de detecção. - Princípio de funcionamento dos sistemas de detecção. - Projeto de sistemas de detecção. - Avaliação dos sistemas de detecção. - Sistemas de sinalização. <p>Os sistemas de supressão automáticos devem incluir os seguintes tópicos: Componentes básicos, tipos de sistemas, aplicação, critérios de projeto, espaçamento e localização, dimensionamento e configuração da tubulação e considerações de segurança.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agentes de supressão e mecanismos de supressão. - Sistemas de supressão com água. - Sistemas de supressão com espuma. - Sistemas de supressão com dióxido de carbono. - Outros agentes de supressão. <p>Sistema de Detecção</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extintores portáteis. - Hidrantes. - Operações associadas ao corpo de bombeiro. <p>Sistema de Supressão Automático</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produção de fumaça nos incêndios. - Movimento da fumaça. - Sistema de pressurização das escadas. - Sistemas de controle da fumaça, incluindo os sistemas para espaços não compartimentados. - Teste do sistema de controle da fumaça. <p>Sistemas Manuais</p> <ul style="list-style-type: none"> - Argamassas projetadas - Paneis isolantes - Tintas intumescentes - Paredes e portas corta fogo <p>Sistema de Controle da Fumaça</p> <p>Soluções usuais proteção passiva</p>

Disciplina	Estruturas em situação de incêndio		
Objetivos da Aprendizagem	<p>Os objetivos são: 1) Entendimento do comportamento mecânico das estruturas em situação de incêndio; 2) Conhecimento sobre dimensionamento de estruturas em situação de incêndio. Métodos aproximados normativos; 3) Noções de desempenho de edificação para segurança contra incêndio. Padrão normativo nacional.</p> <p>Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender o comportamento mecânico das estruturas em situação de incêndio. 2. Empregar métodos aproximados para o dimensionamento de peças estruturas em situação de incêndio. 3. Analisar o desempenho de edificações em situação de incêndio. 		
Carga Horária	Total 180h	Teoria 150h	Prática 30h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anatomia das estruturas em situações de incêndio <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Elementos e práticas construtivas das edificações. 1.2 Conceitos básicos de resistência ao fogo de elementos construtivos. 1.3 Comportamento de materiais e estruturas em situações de incêndio. 1.4 Patologias das edificações em situação de incêndio. 2. Legislação e códigos normativos (orientações técnicas) para a segurança contra incêndio em edificações. 3. Ensaio de reação e resistência ao fogo de materiais e elementos construtivos. Indicado como aulas práticas e teóricas. 4. Comportamento mecânico de estruturas de aço em situação de incêndio: vigas, pilares e ligações. <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Perfis laminados a quente. 4.2 Perfis formados a frio. 5. Comportamento mecânico de estruturas de concreto armado em situação de incêndio: lajes, vigas e pilares. 6. Comportamento mecânico de estruturas mistas (aço e concreto) em situação de incêndio: lajes, vigas e pilares. 7. Comportamento mecânico de estruturas de madeira em situações de incêndio: Treliças, vigas e pilares. 8. Comportamento mecânico de alvenaria estrutural e de vedação, em bloco cerâmico e bloco de cimento, em situação de incêndio. 9. Comportamento ao fogo de materiais de revestimento e outros elementos construtivos utilizados nas edificações. 10. Procedimentos para avaliar danos nas edificações submetidas a incêndio. 		

Disciplina	Comportamento das Pessoas e os Incêndios
<p>Objetivos da Aprendizagem</p>	<p>Os indivíduos interagem com os incêndios de muitas maneiras. Eles podem causar a ignição de substâncias inflamáveis por acidente ou intencionalmente. Ou podem ser vítimas do incêndio, se não conseguirem escapar dos seus impactos, i.e., energia térmica e produtos de combustão. Além disso, os bombeiros entram na edificação em chama para realizar suas atividades de busca e extinção. Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de responder aos seguintes questionamentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Como os ocupantes da edificação reagirão as etapas iniciais do incêndio (i.e., ignição e estabelecimento da chama)? 2. Como os ocupantes da edificação escaparão do incêndio? 3. Como o incêndio será controlado e extinguido? 4. Como o ocupante da edificação se torna vítima do incêndio?
<p>Carga Horária</p>	<p style="text-align: center;">Total</p> <p style="text-align: center;">30h</p> <p>Ementa Básica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comportamento das pessoas em incêndios ou outras situações de emergências. 2. Impacto dos produtos de combustão nos ocupantes da edificação. 3. Evacuação. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Comportamento e controle de multidões. 3.2 Projeto das rotas de circulação. 3.3 Procedimentos de evacuação em edifícios altos. 3.4 Modelos de evacuação. 3.5 Modelos computacionais para a movimentação de pessoas. 4. Análise de cenários de incêndio envolvendo pessoas. 5. Programas de treinamento em segurança contra incêndio.

2.3 Módulo de Gerenciamento do Risco de Incêndio e Explosão

O objetivo do módulo gerenciamento do risco de incêndio e explosão é desenvolver uma nova maneira de pensar sobre o gerenciamento de risco de incêndio/explosão baseado no entendimento da dinâmica do fenômeno físico, o qual foi detalhado no módulo dinâmica do incêndio. Dentro deste contexto o módulo gerenciamento do risco de incêndio e explosão parte de uma consideração muito simples produção ou prevenção? Se a organização decide dar prioridade a prevenção há o risco de que seus objetivos financeiros não sejam atingidos comprometendo, talvez, sua missão. A questão que se delinea é a **salvação** da organização. **Deve ser ressaltado que as organizações estão abrigadas em uma edificação.**

Ao abrir o dicionário temos que salvação designa primeiramente o fato de ser salvo, de escapar a um grande perigo ou uma grande desgraça. Mas de que catástrofe, de que perigo medonho as organizações devem se proteger? Da morte, aqui representada pela morte das pessoas, da perda do seu patrimônio, dos danos ao meio ambiente, da perda da sua continuidade operacional, no evento de um incêndio ou explosão. Eis porque todas elas de diferentes formas se esforçarão para conquistar a vida eterna, apesar de serem mortais. Por que mortais? Porque os riscos existem devido a limitação do conhecimento e da tecnologia disponível hoje.

As organizações vivem em um dilema, ou seja um ciclo de falhas. Inicialmente a organização destina recursos suficientes para a segurança contra incêndio, com o objetivo de evitar a sua morte. Com o passar do tempo, considera que seus riscos estão sob controle. Ao rever seus objetivos é pressionada a realocar os recursos destinados a segurança (contra incêndio) para outros projetos, até o momento em que uma falha desencadeia um incêndio comprometendo alguns de seus objetivos. Neste momento recursos são direcionados para reestabelecer a integridade de suas barreiras de proteção para evitar a sua morte.

Gerenciar o risco de incêndio/explosão é aprender a morrer e ao mesmo tempo é a medicina das organizações. O medo da morte gera angústia refletida na certeza de que a tecnologia sempre pode surpreender. As organizações confiáveis são neuróticas em entender: o que pode dar errado e como pode errado. E o que nos promete o gerenciamento do risco? As organizações não precisam ter medo do risco de incêndio/explosão, pois estes podem ser mantidos a níveis aceitáveis. O módulo de gerenciamento de risco de incêndio proposto está baseado em três pilares: o conhecimento (os modelos matemáticos), a ética (o que aceitável?) e a salvação (a manutenção da missão e objetivos da organização). Concluindo, o módulo proposto reconhece a interdisciplinaridade do gerenciamento do risco de incêndio/explosão. As ementas básicas estão fundamentada no conhecimento da dinâmica do incêndio e explosão, bem como nos aspectos de projeto, construção, operação e manutenção das edificações, em geral.

2.3.1 Ementas Básica do Módulo Gerenciamento do Risco de Incêndio e Explosão

Disciplina	Gerenciamento dos Riscos de Incêndio
Objetivos da Aprendizagem	<p>O objetivo é desenvolver uma nova maneira de pensar sobre o risco de incêndio e explosão nas edificações e processos industriais, incorporando conhecimentos científicos-técnicos e de gestão. Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar, avaliar e prevenir o risco de incêndio e explosão nas etapas do ciclo de vida das edificações e processos. 2. Comunicar o risco, em especial para os profissionais com pouco ou nenhuma experiência em engenharia de incêndio.
Carga Horária	<p style="text-align: center;">Total 60h</p>
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceitos básicos. <ol style="list-style-type: none"> 1.1 A edificação: Conceito de espaço e barreira. 1.2 O processo: Conceitos de barreiras preventivas e de mitigação. 1.3 Projeto do incêndio: Sala de origem e sistemas genéricos. 1.4 Confiabilidade. 1.5 Incertezas. 1.6 Gerenciamento do risco: Recomendações prescritivas e baseadas no desempenho. 2. Acesso ao risco. <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Técnicas qualitativas e quantitativas de identificação de perigos, associadas aos equipamentos/software e as pessoas. 2.2 Análise probabilística da frequência do perigo. 2.3 Análise qualitativa e probabilística das consequências do incêndio/explosão. 2.4 Risco e critérios de aceitabilidade. 3. Desempenho da edificação. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Avaliação da edificação ao estabelecimento da chama. 3.2 Avaliação da edificação a extinção manual, i.e., ao controle e extinção do incêndio pelo Corpo de Bombeiros. 3.3 Avaliação das proteções ativas. <ol style="list-style-type: none"> 3.3.1 Confiabilidade dos sistemas de alarme e notificação. 3.3.2 Confiabilidade do sistema de sprinkler. 3.4 Avaliação das proteções passivas usuais. 3.5 Avaliação dos danos à estrutura, ou seja energia térmica irradiada pelo incêndio e produtos de combustão. 3.6 Tenabilidade da fumaça. 3.7 Avaliação de obstáculos a evacuação dos ocupantes. 4. Filosofias de proteção. <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Estratégias para a proteção das pessoas, edificação, continuidade operacional, do entorno e meio ambiente 5. Custo do incêndio. 6. Estruturação da análise de decisão. 7. Implementação do programa de gerenciamento de risco, o qual deve incluir o planejamento de emergência.

Disciplina	Incêndios Industriais
Objetivos da Aprendizagem	<p>Os incêndios nas plantas industriais que não estão abrigadas em uma edificação, a exemplo uma refinaria ou plataforma de petróleo, são fenômenos físicos distintos. O objetivo da disciplina de incêndios industriais é capacitar o aluno para identificar, avaliar e prevenir estes acidentes. Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entender a dinâmica e consequências dos incêndios de poça, jato, spray e <i>flash fire</i>. 2. Entender a dinâmica e consequências das explosões de nuvem de vapor. 3. Entender a dinâmica e consequências do <i>Boiling Liquid Expand Vapor Explosion-BLEVE</i> 4. Propor diretrizes para a mitigação dos incêndios industriais.
Carga Horária	<p style="text-align: center;">Total 60h</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Teorias dos acidentes. 2. O layout e o risco de incêndio/explosão das plantas industriais. 3. Modelos matemáticos para a estimativa inventário vazado para o meio ambiente. 4. Dispersão de gases tóxicos e inflamável. 5. Análise qualitativa e quantitativa dos incêndios e explosão na indústria. <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Incêndio de poça. 4.2 Incêndio de jato. 4.3 Incêndio spray. 4.4 <i>Flash fire</i>. 4.5 Explosão físicas e químicas. 6. Análise probabilística da vulnerabilidade dos cenários de incêndio e explosão. <ol style="list-style-type: none"> 6.1 Impacto nas pessoas. 6.2 Impacto nas estruturas. 6.3 Impacto no meio ambiente. 7. Risco de incêndio para processos específicos. <ol style="list-style-type: none"> 7.1 Edificações maiores do que 100m³. Para edificações maiores do que 100m³ é provável que não ocorra um <i>flashover</i>, ou seja a probabilidade de um <i>spreadover</i> é maior. 7.2 Armazenamento de líquidos inflamável. 7.3 Incêndio em equipamentos de potência e cabos. 8. Implementação do programa de integridade mecânica.
Ementa Básica	

2.4 Módulo Metodologia Científica

Disciplina	Metodologia Científica
Objetivos da Aprendizagem	A metodologia científica é um conjunto de técnicas e processos empregados para a pesquisa e a formulação de uma produção científica. Após a conclusão deste módulo o aluno deve ser capaz de elaborar um trabalho científico.
Carga Horária	Total 15h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none">1. Fundamentos da metodologia científica.2. Pesquisa da literatura.3. Tipologias de pesquisa.4. Instrumentos de pesquisa.5. Coleta de dados.6. Análise.7. Comunicação.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DO CURSO PROPOSTO

Módulos	Disciplinas	Carga Horária
Básico	Mecânica dos Fluidos	15h
	Mecânica dos Sólidos	15h
	Termodinâmica	15h
	Transferência de Calor e Massa	15h
Dinâmica do Incêndio	Fundamentos dos Incêndios e Explosão	30h
	Dinâmica do Fogo em Ambientes Fechados	30h
	Proteções Passivas e Ativas	90h
	Estruturas em Situações de Incêndio	180h
	Comportamento das Pessoas e os Incêndios	30h
Gerenciamento do Risco de Incêndio e Explosão	Gerenciamento dos Riscos de Incêndio	60h
	Incêndios Industriais	60h
Metodologia Científica	Metodologia Científica	15h
Total:		555h

4. REFERÊNCIAS

- Bart Merci e Tarek (2016). Fluid mechanics aspects of fire and smoke dynamics in enclosure. CRCPress.
- M. Woodrow, L. Bisky e J. Toredo (2013). A nascent educational framework for fire safety engineering. Fire Safety Journal 58, 180-194.
- Douglas Drysdale (2011). An introduction to fire dynamics. John Wiley&Son, LTD.
- Marc Assael e Konstantinos Kakosimos (2010). Fires, explosions, and toxic gas dispersions: Effects calculations and risk analysis. CRCPress.
- Vytenis Babrauskas (2008). Hazards of combustion products: Toxicity, opacity, corrosivity and heat release. Interscience Communication Limited.
- James G. Quintiere (2006). Fundamentals of fire phenomena. John Wiley&Sons, LTD.
- David R. Hague (2004). Fire protection systems for special hazard. National Fire Protection Association.
- Robert Fitzgerald (2004). Building fire performance analysis. John Wiley&Sons, LTD.
- Robert Zalosh (2003). Industrial fire protection engineering. John Wiley&Sons, LTD.
- Mark Tweedle (2003). Managing risk and reliability of process plants. Gulf Professional Publishing.
- John. Hole e James A. Milke (2002). Principles of smoke management. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineer e a Society of Fire Protection Engineers.
- Bjorn Karlsson e James G. Quintiere (2000). Enclosure fire dynamics. CRCPress.
- James G. Quintiere (1998). Principles of fire behavior. Delmar Publishers.
- S.E. Magnusson, D. Drysdale, R. Fitzgerald, V. Motevalli, F. Mowrer, J. Quintiere, R.B. Williamson, R. Zalosh (1995). A proposal for a model curriculum in fire safety engineering. Fire Safety Journal 25, 1-88.

ANEXO 1

DISCIPLINAS

DO

MÓDULO PARA EDIFÍCIOS

Disciplinas do Módulo para Edifícios

A estruturação do curso de especialização em Engenharia de Incêndio integra as disciplinas dos módulos: básico, dinâmica do incêndio, gerenciamento do risco de incêndio e explosão e metodologia científica. O módulo para edifícios poderá ser inserido no módulo da dinâmica do incêndio, conforme o conteúdo programático abaixo recomendado.

Módulo	Disciplinas	Carga Horária
Básico <i>Recomendado 60h</i>	Mecânica dos Fluidos	15h
	Mecânica dos Sólidos	15h
	Termodinâmica	15h
	Transferência de Calor e Massa	15h
Dinâmica do Incêndio <i>Recomendado 360h</i>	Fundamentos dos Incêndios e Explosão	30h
	Dinâmica do Fogo em Ambientes Fechados	30h
	Aspectos técnicos do projeto arquitetônico visando a segurança contra incêndio.	30h
	Saídas de emergência e comportamento humano.	30h
	Controle de movimento de fumaça.	30h
	Sistemas hidráulicos de proteção contra incêndio.	30h
	Sistemas de detecção e alarme de incêndio.	30h
	Comportamento ao fogo dos elementos construtivos e dos materiais combustíveis incorporados às edificações.	30h
	Estruturas de concreto em situação de incêndio.	30h
	Estruturas de aço em situação de incêndio.	30h
	Planos de emergência e gestão de segurança contra incêndio.	30h
	Aplicação em projeto.	30h
Gerenciamento do Risco de Incêndio e Explosão <i>Recomendado 120h</i>	Gerenciamento dos Riscos de Incêndio.	60h
	Incêndios Industriais.	60h
Metodologia Científica <i>Recomendado 15h</i>	Metodologia Científica	10h
Total da Carga Horária:		555h

Nos próximos parágrafos são detalhadas as ementas das disciplinas do módulo para edifícios.

Disciplina 1	Aspectos técnicos do projeto arquitetônico visando a segurança contra incêndio.
Objetivos	Abordar os aspectos técnicos do projeto arquitetônico e urbanístico que influenciam no nível de segurança contra incêndio das edificações, ressaltando a importância da introdução de medidas adequadas desde a fase inicial do processo de planejamento e projeto dos empreendimentos.
Carga Horária	Total 30h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução. 2. Histórico – casos de incêndio onde o projeto ou urbanístico influenciou o crescimento do sinistro. 3. Infraestrutura e equipamentos urbanos de segurança contra incêndio. 4. Leis de uso e ocupação do solo e do planejamento urbano. 5. Critérios para implantação da edificação no lote. 6. Proteção passiva contra incêndio. 7. Projeto de leiaute e compartimentação horizontal. 8. Fachadas e compartimentação vertical. 9. Componentes construtivos de vedação horizontal e vertical. 10. Componentes estruturais e segurança contra incêndio. 11. Integração entre proteção passiva e ativa.

Disciplina 2	Saídas de emergência e comportamento humano.
Objetivos	Abordar o fator humano na segurança contra incêndio em edificações, dando ênfase ao comportamento humano na ocorrência de um incêndio e a importância do projeto de saídas de emergência. O projeto arquitetônico e o gerenciamento de edificações para evitar a perda de vidas humanas serão discutidas, assim como as exigências constantes nas principais regulamentações e normas vigentes.
Carga Horária	Total 30h
Ementa Básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Histórico sobre a relação do homem com o fogo e os incêndios. 2. Definição e conceitos de saída de emergência. 3. O comportamento humano em situação de incêndio. 4. Os efeitos do incêndio (fogo, calor, fumaça, etc.) no ser humano. 5. O mito do pânico. 6. A importância do gerenciamento da edificação e do treinamento da população. 7. Sistemas de segurança passivos e ativos para saídas de emergência. 8. Métodos de dimensionamento de projeto de saídas de emergência. 9. Conceitos básicos e a evolução dos métodos de cálculo. 10. Método de projeto segundo a norma brasileira NBR 9077 e a regulamentação estadual. 11. Tendência das regulamentações. 12. O código baseado no desempenho (não prescritivo). 13. Modelos de simulação de evacuação.

Disciplina 3 Controle de movimento de fumaça.**Objetivos**

Fornecer conceitos e subsídios para o projeto de sistemas de controle de movimento de fumaça de incêndio e para sua aplicação.

Carga Horária**Total****30h****Ementa Básica**

1. Efeitos nocivos da fumaça e do calor gerados no incêndio.
2. O fenômeno da movimentação da fumaça.
3. Técnicas de controle do movimento da fumaça (acantonamento, exaustão natural, exaustão mecânica e pressurização).
4. Equipamentos e componentes para sistemas de controle de fumaça.
5. Dimensionamento de sistemas de controle de fumaça.
6. Comissionamento e testes de aceitação de sistemas de controle de fumaça.
7. Plano de manutenção de sistema de controle de fumaça.

Disciplina 4 Sistemas hidráulicos de proteção contra incêndio.**Objetivos**

Fornecer informações que permitam projetar sistemas de combate a incêndio, com a finalidade de proporcionar um adequado nível de segurança nas edificações.

Carga Horária**Total****30h****Ementa Básica**

1. Introdução à proteção ativa contra incêndio das edificações.
2. Características e especificações de extintores de incêndio.
3. Projeto de sistema de extinção por extintores portáteis e sobre rodas.
4. Características e especificações de hidrantes e mangotinhos.
5. Projeto de sistema de extinção por hidrantes e mangotinhos.
6. Características e especificações de chuveiros automáticos.
7. Projeto de sistema de extinção por chuveiros automáticos.
8. Sistemas fixos especiais de água e gases.
9. Plano de manutenção de sistemas hidráulicos de proteção contra incêndios.

Disciplina 5 Sistemas de detecção e alarme de incêndio.**Objetivos**

Fornecer subsídios para a elaboração de projeto de sistemas de detecção e alarme de incêndio, levando-se em conta o risco de incêndio do local a ser protegido, voltado à proteção da vida humana e ao patrimônio. Será abordado, ainda, sinalização e iluminação de emergência.

Carga Horária**Total****30h****Ementa Básica**

1. Introdução aos sistemas de detecção e alarme de incêndio, sinalização e iluminação de emergência.
2. Sistemas de alarme manual.
3. Sistemas de detecção e alarme automático e seus componentes.
4. Sistemas inteligentes de detecção, alarme e acionamento de sistemas de supressão.
5. Sistemas de sinalização de emergência.
6. Sistemas de iluminação de emergência e seus componentes.
7. Plano de manutenção de sistemas ativos (elétricos e eletrônicos) de proteção contra incêndio.

Disciplina 6 **Comportamento ao fogo dos elementos construtivos e dos materiais combustíveis incorporados às edificações.**

Objetivos Avaliar a segurança contra incêndio de uma edificação, analisando o desempenho dos elementos de compartimentação por meio da verificação da estabilidade/ integridade, estanqueidade e isolamento térmico, bem como o comportamento frente ao fogo dos materiais combustíveis incorporados aos edifícios. Tal estudo será fundamentado nos parâmetros obtidos em ensaios de reação e resistência ao fogo descritos em métodos nacionais e internacionais consagrados.

Carga Horária **Total**
 30h

Ementa Básica

1. Conceitos gerais da segurança contra incêndio.
2. Conceito de reação ao fogo.
3. Conceito de resistência ao fogo.
4. Ensaios de reação e de resistência ao fogo tendo por base metodologias nacionais (ABNT) e internacionais (UL, ASTM, ISO, BSI, etc.).
5. Laboratórios. Conceito e determinação da carga incêndio e taxa de liberação de calor.
6. Finalidade e materiais.

Disciplina 7 **Estruturas de concreto em situação de incêndio.**

Objetivos Apresentar os avanços tecnológicos da engenharia de estruturas em situação de incêndio, objetivando a formação de profissionais com conhecimento adequado para verificar estruturas de concreto em situação de incêndio.

Carga Horária **Total**
 30h

Ementa Básica

1. Conceitos sobre dimensionamento de estruturas de concreto à temperatura ambiente.
2. Ações e segurança.
3. Importância da proteção passiva.
4. Comportamento do material concreto em incêndio.
5. Spalling.
6. Comportamento do material aço em incêndio.
7. Dimensionamento de elementos de concreto em incêndio.
 - 7.1 Vigas: métodos tabular e gráfico.
 - 7.2 Lajes comuns, lisas e nervuradas: método tabular.
 - 7.3 Pilares: métodos tabular e analítico.
8. Exemplos de aplicação.
9. Noções sobre métodos avançados (computacionais): análise térmica, método da isoterma de 500°C.

	Disciplina 8	Estruturas de aço em situação de incêndio.
	Objetivos	Apresentar os avanços tecnológicos da engenharia de estruturas em situação de incêndio, objetivando a formação de profissionais com conhecimento adequado para verificar estruturas de aço e mistas de aço e concreto em situação de incêndio.
Ementa Básica	Carga Horária	Total
		30h
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fenômenos de instabilidade global, local e localizada. 2. Noções sobre não linearidade geométrica e do material. 3. Ações e segurança. 4. Edifícios isentos de verificação estrutural. 5. Importância da solução arquitetônica. 6. Conceitos sobre dimensionamento de estruturas de aço à temperatura ambiente. 7. Fluência a altas temperaturas. 8. Comportamento do material aço em incêndio. 9. Determinação da temperatura nos elementos de aço sem e com revestimento contra fogo. Fator de massividade. 10. Dimensionamento analítico de elementos de aço em incêndio: Tração, compressão, flexão e flexão composta. 11. Perfis formados a frio e <i>light steel framing</i>. 12. Dimensionamento experimental (simplificado e avançado) de elementos de aço em incêndio. 13. Materiais de revestimento contra fogo. 14. Dimensionamento de estruturas mistas em incêndio. Pilares, vigas e lajes. 15. Exemplos de aplicação. 16. Noções sobre métodos avançados (computacionais).

	Disciplina 9	Planos de emergência e gestão de segurança contra incêndio.
	Objetivos	Apresentar ao aluno os conceitos, equipamentos e as estruturas mais importantes de elaboração de planos de ação de emergência industriais e de contingência. Conscientizar o aluno sobre a importância de elaborar e manter um plano sempre atualizado. Dar condições ao aluno para planejar e coordenar simulados e ações de emergência. Dar noções de gestão de segurança contra incêndio de edificações.
Ementa Básica	Carga Horária	Total
		30h
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Plano de Emergência. Plano de Contingência. Planos de Auxílio Mútuo (PAM). Segurança no transporte e armazenamento de produtos perigosos. 2. Plano de atendimento a emergência com transporte de produtos perigosos. 3. Estrutura de planos de emergência. Funções da equipe de emergência. 4. Procedimentos de emergência. Equipamentos de emergência, rotas de fuga e pontos de encontro em áreas/instalações industriais. 5. Treinamento de exercícios de emergência e simulados de emergência. 6. Plano de emergência para sistemas especiais: silos, estação de distribuição de energia, engarrafamento de GLP, petroquímica. 7. Gestão da segurança contra incêndio em edificações.

Disciplina 10 **Aplicação em projeto.**

Objetivos Aplicação prática dos conceitos e métodos fornecidos nas demais disciplinas em projetos de edificações.

Carga Horária

Total
30h

Ementa Básica

1. Soluções arquitetônicas visando a segurança contra incêndio de edificações.
2. Projetos de segurança contra incêndio de diferentes tipos de edificações.
3. Projetos hidráulicos de segurança contra incêndios: sistemas de proteção por extintores, hidrantes ou mangotinhos, e chuveiros automáticos.
4. Projetos elétricos de segurança contra incêndios: sistemas de detecção e alarme, incluindo sinalização e iluminação de emergência.
5. Verificação da segurança das estruturas.
6. Projetos especiais.