

FREDIE RENART CAMARGO BIANCHI

**A IMPORTÂNCIA DA PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO EM
CENTROS EDUCACIONAIS**

SÃO PAULO
2012

FREDIE RENART CAMARGO BIANCHI

A IMPORTÂNCIA DA PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO EM CENTROS EDUCACIONAIS

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

SÃO PAULO
2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Maya pelo apoio e compreensão enquanto estive ausente neste período de realização do curso e aos meus pais Mário e Sandra por terem sempre me incentivado e auxiliado em toda esta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Ao corpo de docentes do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo pela presteza e dedicação em auxiliar nas atividades diárias no decorrer do curso.

À professora Dr^a. Renata Stellin pela sua coopetência em acessorar os alunos e profissionais administrativos que trabalharam para a realização do curso neste período de 2 anos.

Aos demais idealizadores, coordenadores e funcionários da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo que contribuíram para manter a qualidade e bom andamento do curso em condições agradáveis.

Aos colegas de classe pela espontaneidade e alegria na troca de informações e materiais numa demonstração de amizade e solidariedade.

À minha família pela paciência em tolerar minha ausência.

À minha esposa Maya, companheira de todas as horas, por todo o amor, incentivo e paciência.

Ao Corpo de Bombeiros da cidade de Londrina, em especial ao Major Roberto Enéquio de Souza pela disposição no auxílio em informações prestadas para a realização deste trabalho.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para
recomeçar de novo com mais inteligência.”

Henry Ford

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo mostrar a importância da prevenção e combate a incêndio em centros educacionais. Sendo apresentado no início, um breve histórico sobre o fogo e adiante na revisão bibliográfica, informações básicas e técnicas a fim de facilitar o entendimento do conteúdo. No decorrer do trabalho são ilustrados alguns casos reais e recentes de incêndios em escolas com comentários do autor objetivando identificar as causas e sugerindo possíveis formas de prevenção e combate. Ainda apresenta de uma forma geral desde as principais causas de incêndio até as melhores formas de combate e prevenção, mostrando detalhadamente cada sistema de combate e um comparativo em termos práticos e econômicos entre os mais usuais. Contudo é comprovada a necessidade de melhorias tanto nos sistemas de combate quanto na prevenção, que são fatores que serão abordados no trabalho e sugeridos pelo autor.

Palavras-chave: Prevenção e combate à incêndio. Engenharia de segurança. Centro educacional.

ABSTRACT

The present study aims to show the importance of prevention and fire fighting in schools. Being presented on the beginning, a brief history of the fire, and later in the literature review, basics and techniques information to facilitate understanding of the content. In the course of the study are illustrated some real and recent cases of fires in schools with author reviews with the aim of identifying the causes and suggesting possible ways to prevent and combat. Also, show in general, since the main causes of fire to the best ways to prevent and fight, showing in detail each combat system, and a comparison from a practical and economical among the most common. However, it is proven the need for improvements in both combat systems and prevention, which are factors that will be addressed in the study and suggested by the author.

Keywords: Fire prevention and fighting. Safety engineering. School.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Triângulo do Fogo	16
Figura 2 - Tetraedro do Fogo	19
Figura 3 - Incêndio em escola de Londrina	30
Figura 4 - Incêndio em escola em Belo Horizonte	31
Figura 5 - Incêndio em escola em São José do Cerrito.....	32
Figura 6 - Incêndio em Universidade em Curitiba - PR	33
Figura 7 - Incêndio em Universidade em Vitória - ES.....	33
Figura 8 - Fluxograma Sistemas Hidráulicos.....	37
Figura 9 - Hidrante Simples.....	38
Figura 10 - Detalhe de Hidrante Duplo.....	39
Figura 11 - Mangotinho em carretel	41
Figura 12 - Detalhe de Mangotinho	41
Figura 13 - Exigências para edif. do grupo E com área sup. a 750 m ² ou altura sup. a 12,00 m.	43
Figura 14 - Caminhão do Corpo de Bombeiros	46
Figura 15 - Mangueira de hidrante	47
Figura 16 - Utilizando mangueira de incêndio	47
Figura 17 - Procedimento com mangueira	47
Figura 18 - Detalhe esguicho acoplado.....	48
Figura 19 - Detalhe Caminhão	48
Figura 20 - Simulação mangotinho.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais combustíveis.....	17
Tabela 2 - Pontos de fulgor e pontos de ignição	21
Tabela 3 - Tipos de Sistema de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos.....	40
Tabela 4 - Custo mangotinho marca Mecânica Reunida.....	44
Tabela 5 - Custo mangotinho marca Kidde	45
Tabela 6 - Custo mangueira marca Imasp predial.....	45
Tabela 7 - Custo mangueira marca Imasp industrial	45

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE TABELAS	8
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO	13
1.2 JUSTIFICATIVA	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 COMBUSTÃO	14
2.2 FOGO.....	14
2.3 TRIÂNGULO DO FOGO	15
2.3.1 Combustível	16
2.3.2 Calor	17
2.3.3 Comburente.....	18
2.4 TETRAEDRO DO FOGO	18
2.5 TRANSMISSÃO DO CALOR	19
2.5.1 Condução	19
2.5.2 Convecção	20
2.5.3 Radiação.....	20
2.6 PONTOS DO FOGO	20
2.6.1 Ponto de fulgor	20
2.6.2 Ponto de Combustão.....	21
2.6.3 Ponto de ignição.....	21
2.7 CLASSIFICAÇÃO DO FOGO.....	22
2.7.1 Incêndio de classe A	22
2.7.2 Incêndio de classe B	22
2.7.3 Incêndio de classe C	22

2.7.4	Incêndio de classe D	23
2.7.5	Incêndio de classe K	23
2.8	RISCO INCÊNDIO	23
2.9	CARGA DE INCÊNDIO	24
2.9.1	Carga de Incêndio Específica.....	24
2.10	CAUSAS DE INCÊNDIOS	24
2.10.1	Cigarros e similares.....	25
2.10.2	Eletricidade.....	25
2.10.3	Atrito	25
2.10.4	Raios	26
2.10.5	Líquidos inflamáveis.....	26
2.10.6	Criminais.....	26
2.11	CENTROS EDUCACIONAIS	26
2.11.1	Definição.....	26
2.11.2	Combustíveis predominantes.....	27
2.11.3	Principais riscos envolvidos.....	27
2.11.4	Causas frequentes	27
3	MATERIAIS E MÉTODOS	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1	CASOS DE INCÊNDIOS EM ESCOLAS.....	30
4.1.1	Escola em Londrina - PR	30
4.1.2	Escola em Belo Horizonte - MG.....	30
4.1.3	Escola em São José do Cerrito - SC.....	31
4.1.4	Universidade em Curitiba – PR.....	32
4.1.5	Universidade em Vitória - ES.....	33
4.2	ESCOLHA DO AGENTE EXTINTOR	34
4.2.1	Água.....	34

4.2.2	Extinção por Resfriamento	34
4.2.3	Aplicação do Agente Extintor.....	35
4.3	SISTEMAS HIDRÁULICOS DE COMBATE A INCÊNDIO	36
4.3.1	Equipamentos portáteis	37
4.3.2	Sistemas sob comando.....	37
4.3.2.1	Sistemas de hidrante	38
4.3.2.2	Sistemas de Mangotinhos.....	40
4.3.3	Sistemas automáticos.....	42
4.3.3.1	Sistemas de chuveiros automáticos (<i>sprinklers</i>).	42
4.3.3.2	Sistemas de projetores de água.....	43
4.4	COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS.....	44
4.4.1	Custos	44
4.4.1.1	Mangotinho	44
4.4.1.2	Mangueira.....	45
4.4.2	Prático	45
4.4.2.1	Mangueiras	47
4.4.2.2	Mangotinhos.....	48
4.5	DETECÇÃO AUTOMÁTICA.....	49
4.6	COMPARTIMENTAÇÃO E ÀREAS ISOLADAS.....	50
4.7	TREINAMENTOS.....	50
4.8	SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	51
5	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

A descoberta do fogo ainda é uma incógnita para os historiadores e arqueólogos, porém acredita-se que o homem tenha tido seu primeiro contato com o fogo na Idade da Pedra, mais especificamente no período paleolítico, através de um acidente natural como um incêndio provocado por um raio ou até mesmo pela lava de um vulcão em erupção. O que pode-se afirmar sem dúvida alguma é que a descoberta de sua obtenção é considerada umas das descobertas mais importantes para a sobrevivência do ser humano.

Tendo dominado o fogo o homem passou a utilizá-lo de várias formas, tanto para o bem, quanto para o mal, desde o uso na culinária até sua utilização em guerras mortais com armas de fogo.

Porém sua utilização nem sempre é passível de ser controlada, podendo se tornar um incêndio devastador em florestas ou em edificações. E quando isso acontece, a reação do homem ainda é a mesma de nossos antepassados que para se proteger foge para um local que a princípio parece ser seguro e que muitas vezes pode não ser.

Existem relatos históricos de grandes incêndios que chocaram a humanidade como o grande incêndio de Roma, talvez o primeiro grande incêndio numa região urbana que devastou toda uma cidade, que tinha em grande parte de suas construções um material altamente inflamável, a madeira.

No Brasil, houve dois grandes incêndios em edifícios, que ocorreram na cidade de São Paulo e não podem ser esquecidos. É o caso dos edifícios Joelma em 1974 que fez 189 vítimas fatais e 345 feridos e o Andraus em 1972 que deixou 16 mortos 330 feridos.

Com o aumento da incidência desses desastres no decorrer dos anos, o homem se viu com a obrigação de criar mecanismos que possa ser eficiente e ágil no momento de ocorrência de um incêndio.

Para evitar que o fogo fuja do controle do homem e se transforme em uma tragédia, o profissional de Engenharia Civil desempenha um papel importante, projetando edificações mais seguras, sistemas de combate a incêndios mais eficientes e rotas de fuga adequadas para o melhor abandono da edificação.

Como a tecnologia está em constante aperfeiçoamento e os processos industriais cada vez mais automatizados, é importante que os sistemas de prevenção, retardo e combate a incêndios estejam sempre evoluindo.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a importância do combate a incêndio em centros educacionais, expondo os principais riscos envolvidos de um incêndio em edificações com este tipo de ocupação.

Objetiva também citar as formas mais eficientes de combate ao incêndio, além das precauções que se deve tomar para evitar este sinistro, demonstrando e comparando sistemas fixos de combate a incêndio, focando principalmente em centros educacionais, onde o risco é considerado de classe leve, porém com consequências graves.

Além disso, o estudo apresenta as vantagens e desvantagens de cada sistema em diversos aspectos como prático, teórico e de custos.

1.2 JUSTIFICATIVA

O que justifica a realização deste trabalho, é que de algum modo ele possa passar a informação aos profissionais e aos consumidores, para que os mesmos possam fazer uma análise sobre a correta escolha de sistemas fixos de combate à incêndio, visando sempre a praticidade e a eficiência.

É por essa razão que serão analisados tanto fatores econômicos, técnicos e também práticos, visando mostrar claramente cada resultado aqui analisado em relação aos fatores que serão estudados. Desta forma poderá ser feita uma análise conclusiva deste estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É necessário demonstrar as definições a respeito do fogo propriamente dito, para melhor compreensão do assunto.

2.1 COMBUSTÃO

A definição de combustão pode ser entendida como uma reação química entre uma substância e o oxigênio, que é ativada pelo calor. Esta reação caracteriza-se por ser uma reação exotérmica, ou seja, que libera calor em proporções de produzir luminosidade, (SECCO O., vol. I , p. 16, 1982).

O calor produzido na combustão é causado pelo rompimento das ligações moleculares do combustível, estabelecendo uma reação em cadeia. O que sobra desta combustão são apenas vapor d'água e o gás carbônico (CO_2), podendo também produzir o dióxido de enxofre (SO_2), (SECCO O., vol. I , p. 16, 1982).

Pode-se dizer que a combustão é um processo de oxidação rápida, ao contrário da oxidação do ferro, chamada de ferrugem. Assim a combustão produz chamas que consistem em um fluxo de gases e vapores queimando, emitindo luz que é o resultado da ação do calor sobre a substância combustível.

2.2 FOGO

O primeiro grande cientista a estudar o fogo foi Lavoisier, e até os dias atuais suas teorias são aceitas. Antes disso pode-se dizer que nada era conhecido sobre o fogo. Em épocas anteriores como na antiguidade, o fogo era considerado algo divino. Já na Idade Média, os alquimistas acreditavam que era apenas mais um elemento como a terra, a água e o ar, e o consideravam indivisível.

Atualmente, conforme demonstrado nos itens anteriores, pode-se dizer que o fogo é a parte visível de uma combustão, podendo ser um gás, um vapor ou

mesmo um sólido em combustão, em um local que tenha fornecimento de oxigênio, que pode ser tanto ao ar livre ou em local fechado onde o ar possa ser forçado para que a combustão seja mantida.

Existem duas formas que o fogo pode se apresentar fisicamente. Em brasas ou em chamas, e as duas podem aparecer isoladamente ou simultaneamente.

Segundo Ferreira, (1985), as formas físicas do fogo normalmente são fatores determinados pelo combustível. No caso de combustíveis gasosos e líquidos o fogo se apresenta na forma de chamas. É caso em que os líquidos se transformam em vapores antes de se queimar. Caso o combustível seja sólido o fogo poderá se apresentar em brasas ou em chamas e brasas simultaneamente. Os sólidos de origem orgânica, submetidos ao calor destilam gases que queimam como chamas, restando o carbono (carvão) que queima como brasa. Alguns sólidos como a parafina e as gorduras, se liquefazem e se transformam em vapores queimando unicamente com chamas, outros sólidos como metais queimam diretamente apresentando-se incandescentes, como o caso do enxofre.

2.3 TRIÂNGULO DO FOGO

Considera-se o fogo composto por três elementos essenciais: combustível, calor e o comburente que é o oxigênio do ar, formando o triângulo do fogo conforme representado pela figura 1. Somente haverá fogo quando os três elementos estiverem juntos.



Figura 1 - Triângulo do Fogo
Fonte: Arquivo Próprio

2.3.1 Combustível

É o elemento passível de sofrer a queima, ele serve de campo de propagação do fogo, ou seja, a substância que alimenta o fogo que pode ser compreendida por uma variedade imensa de materiais como madeira, papel, gasolina, graxa, óleos e etc., (FERREIRA, Edil, 1985).

Podem sofrer o processo de combustão quase todos os materiais orgânicos, mas apenas alguns inorgânicos são combustíveis. O que define a combustibilidade de um material é a sua capacidade de combinar com o oxigênio quando submetido ao calor. Além disso, existe uma relação com a capacidade de condução de calor do material, que quanto maior a sua condutibilidade de calor, mais difícil e demorado será o processo da queima como o caso dos metais sólidos por exemplo. Já a madeira que é um material de baixa condutibilidade, sofrerá este processo mais facilmente. Isto se deve ao fato de que um material mal condutor de calor, concentra essa energia em um único ponto, enquanto que um bom condutor distribui o calor por todo o material, com a temperatura leva mais tempo para se elevar e gerar o calor suficiente para a combustão.

Os combustíveis podem ser encontrados em três diferentes formas: sólidos, líquidos ou gasosos, porém todos passam pela forma gasosa imediatamente antes de entrarem em combustão para se combinarem com o comburente antes de

ter o início do processo. Alguns sólidos como os metais passam antes pelo estado líquido e depois pelo estado gasoso para depois sofrerem a reação.

Na tabela 1 é possível ver alguns exemplos de materiais combustíveis e os estados em que são encontrados na natureza.

Tabela 1 - Materiais combustíveis

Estado na natureza	Material
Sólidos	Madeira, papel, tecido, aço
Líquidos	Alcool, gasolina, óleo diesel, acetona
Gasosos	GLP, hidrogênio, acetileno

Fonte: Arquivo Próprio.

2.3.2 Calor

É o nome dado à energia térmica que é transferida de um corpo a outro exclusivamente devido à diferença de temperatura. Na maior parte das vezes, é o elemento responsável pelo início da combustão, sendo assim um elemento essencial e um dos componentes do triângulo do fogo, (FERREIRA, 1987).

Conforme visto anteriormente os materiais combustíveis necessitam passar por um processo de transformação de seu estado normal para o gasoso para então poder queimar. E o teor de calor necessário para vaporizar um combustível, é diferente para cada tipo de material. O álcool etílico, por exemplo, não necessita sofrer elevações de temperatura para mudar seu estado físico para gasoso, ao contrário da madeira que é um sólido, portanto necessita de uma temperatura bem maior para sofrer a vaporização.

Porém para que o processo de queima seja completo, não basta atingir a temperatura necessária para que o corpo sofra vaporização, é preciso também que o calor fornecido seja contínuo, ou seja, é preciso manter o calor para que a combustão não seja interrompida. Um método eficaz na prevenção de incêndio é localizar as possíveis fontes de calor e neutralizá-las a fim de evitar um incêndio.

2.3.3 Comburente

O oxigênio, também chamado de comburente é o elemento que dá vida às chamas e intensifica o processo de combustão. Ele está presente em quase todas as combustões. Em ambientes onde não exista pelo menos 16% de oxigênio, não é possível obter chamas de uma combustão, apenas brasas, e se essa proporção for de até 8% não existirá nem mesmo a combustão.

Sabe-se que o oxigênio é o principal elemento comburente existente na natureza e são raras as situações onde ocorre a combustão na sua ausência. Isto ocorre no caso da queima do antimônio em atmosfera de cloro.

2.4 TETRAEDRO DO FOGO

Apesar do triângulo do fogo ser a nomenclatura mais usada, com a criação do agente extintor gás halon, foi necessário uma atualização do nome para tetraedro do fogo que seria o nome mais apropriado para representar a combustão, tendo em vista que na constituição do fogo existe um quarto elemento: a reação em cadeia. É nesse elemento que o gás atua para cessar a combustão.

Quando se tem iniciada uma combustão, os combustíveis produzem mais calor, e esse calor ajuda a manter o processo liberando mais gases combustíveis que alimenta ainda mais as chamas e acabam desenvolvendo uma reação em cadeia.

Essa reação química em cadeia representa a transferência de energia de uma molécula em combustão para outra que ainda não sofreu o processo. A transferência de energia é feita por radicais livres liberados pela molécula em combustão.

A figura 2 ilustra o tetraedro do fogo.

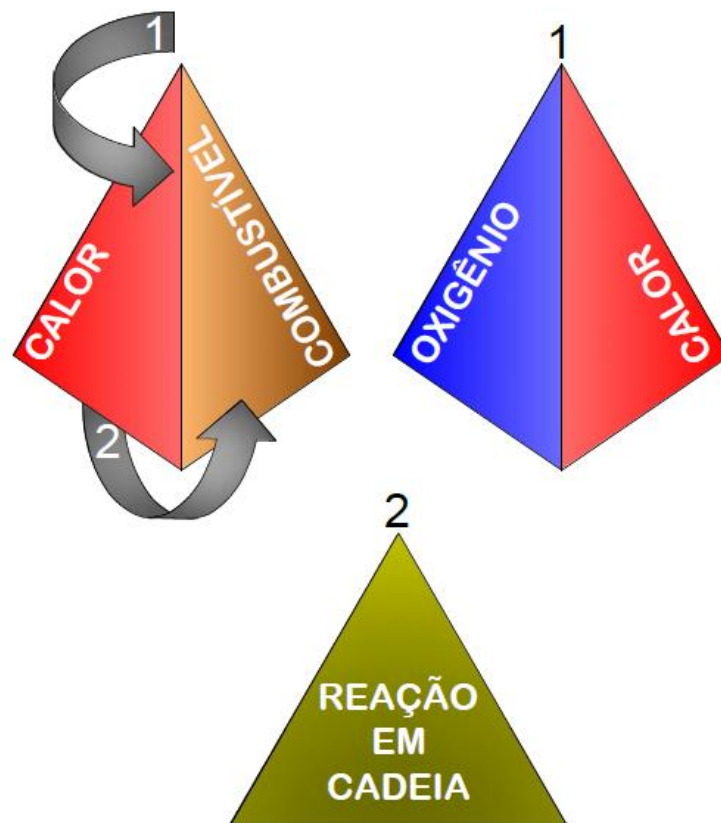


Figura 2 - Tetraedro do Fogo
Fonte: Arquivo Próprio

2.5 TRANSMISSÃO DO CALOR

É importante saber os conceitos de transmissão do calor para de discutir a respeito de prevenção e combate a incêndio. Existem três formas de transmissão que serão exemplificadas a seguir:

2.5.1 Condução

É a forma onde os corpos trocam calor entre si através do contato direto. Um exemplo prático disso seria uma barra de ferro previamente aquecida em contato com uma viga de madeira na temperatura ambiente. A barra de ferro passa a trocar calor com a viga que como estava fria passa a receber calor, enquanto a

barra perde calor. E esta troca torna-se perigosa quando a viga não é capaz de absorver todo o calor transmitido pela barra, podendo resultar em uma combustão.

2.5.2 Convecção

É a troca de calor por um meio transmissor que pode ser um gás ou um líquido. Ocorre quando gases aquecidos, resultantes de uma combustão em um pavimento inferior, atingem pavimentos superiores. Estes gases, dependendo da temperatura, podem ser os responsáveis pela ignição de uma nova combustão.

2.5.3 Radiação

É a forma em que o calor é transmitido através de ondas de energia calorífica que se desloca pelo espaço. O exemplo mais comum de transmissão de calor por radiação se dá através do sol, que aquece todo o planeta através de sua irradiação.

2.6 PONTOS DO FOGO

O fogo possui diferentes pontos a serem analisados e cada um deles tem a sua parcela de importância na área de prevenção e combate a incêndio. Os pontos em questão são três: ponto de fulgor, ponto de combustão e ponto de ignição que serão definidos nos próximos capítulos.

2.6.1 Ponto de fulgor

Brentano (2011, p. 80) descreve o ponto de fulgor como sendo a temperatura mínima em que um material combustível inicia a emissão de vapores em quantidade suficiente para se combinar com o oxigênio do ar junto a sua superfície, que entra em ignição quando em contato com uma fonte de calor, criando somente um lampejo, porque a chama não é capaz de se manter devido à geração desses vapores ser insuficiente para manter a combustão.

2.6.2 Ponto de Combustão

É a temperatura mínima, na qual os gases que se desprendem dos corpos combustíveis, quando entram em contato com uma fonte externa de calor, inicia-se combustão e continuam a queimar. (FERIGOLO, 1977).

2.6.3 Ponto de ignição

Segundo a definição de Ferreira (1985, p. 32), ponto de ignição é a temperatura mínima, na qual os gases que se desprendem dos combustíveis, entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, independentemente da fonte de calor.

Abaixo estão relacionados os pontos de fulgor e de ignição de algumas substâncias as quais merecem atenção quanto à prevenção contra incêndios.

Tabela 2 - Pontos de fulgor e pontos de ignição

Combustível	Ponto de fulgor		Ponto de ignição	
	°C	°F	°C	°F
Ácido acético	42,8	109	465	869
Alcatrão	90	194	600	1112
Alcool etílico	12,6	55	365	689
Alcool metílico (metanol)	11	52	385	725
Asfalto	204ou+	400ou+	484,5	905
Butana	gás		405	761
Éter etílico	-45	-49	160	320
Fósforo Vermelho			260	500
Gás natural	gás		483	900
Gasolina de 56 – 92 octanas	-42	-45	280	536
Gasolina de 100 octanas	-38	-36	456	853
Gasolina de 100 a 130 octanas (aviação)	-45,5	-50	440	824
Hidrogênio	gás		400	752
Lacas	-17,7/26,8	0/80	235	455
Metano	gás		540	1004
Nitroglicerina			160	320
Óleo de colza			445	833
Pixe	207	404,6		
Solventes (tipo Varsol)	38/43	100/110	232	450
Tolueno	4,4	40	480	896

Fonte: Manual de prevenção e combate de incêndio. V. I – Cel. Orlando Secco (1982. p. 27)

2.7 CLASSIFICAÇÃO DO FOGO

O fogo é classificado diferentemente em função do material combustível. Desta forma é possível fazer a distribuição dos agentes extintores com foco na classe de incêndio de cada material combustível. As classes de incêndio são as seguintes:

2.7.1 Incêndio de classe A

Os incêndios da classe “A” compreendem os incêndios em combustíveis sólidos inflamáveis: papel, madeira, fibras etc., que, quando incendiados deixam cinzas e brasas, queimando em razão de seu volume, isto é, em superfície e profundidade. Necessita-se para a sua extinção o efeito de resfriamento, proporcionado pela água ou soluções que a contenham em grande percentagem, a fim de reduzir a temperatura do material em combustão abaixo do seu ponto de ignição. Este estudo tem foco nesta classe de incêndio, tendo em vista a predominância dele em centros educacionais.

2.7.2 Incêndio de classe B

São os incêndios em líquidos combustíveis inflamáveis, tais como: gasolina, óleo etc., os quais quando queimam não deixam brasas e caracterizam-se por queimar na superfície. Para sua extinção, o método mais eficaz é o abafamento.

2.7.3 Incêndio de classe C

São os incêndios em equipamentos elétricos energizados e que oferecem risco ao operador, por isso exigem para sua extinção um agente extintor não condutor de eletricidade. Caracterizam-se por não deixar resíduos. Para sua extinção podem ser utilizados os extintores de pó químico, porém o mais recomendado é o extintor de dióxido de carbono (CO₂).

2.7.4 Incêndio de classe D

São os incêndios em metais pirofóricos (magnésio, potássio, alumínio em pó, zinco, titânio, sódio e zircônio) que exigem para a sua extinção agentes extintores especiais, que formam uma capa que isola o metal combustível do ar atmosférico, interrompendo a reação em cadeia e consequentemente a combustão.

2.7.5 Incêndio de classe K

A letra “K” no nome da classe é proveniente de “*kitchen*” da língua inglesa que significa cozinha. A razão deste nome é explicada pelo fato de esta classe representar os incêndios que ocorrem em óleos combustíveis de fritura, gorduras animais em estado líquido, graxas e etc., que são utilizados com mais frequência em cozinhas comerciais e industriais. A extinção é feita através do abafamento, que pode ser utilizado o pó químico ou líquidos especiais que provoquem a saponificação do combustível.

2.8 RISCO INCÊNDIO

Risco incêndio é a potencialidade de incêndio que um determinado ambiente apresenta. Esta potencialidade depende de fatores internos e externos à edificação. Entre os fatores internos estão os tipos de materiais armazenados no local, a forma de armazenamento, as condições e tipo de construção da edificação. E os externos são a exposição do prédio às chamas expostas, atritos, reações químicas, cargas elétricas, raios entre outras fontes de energia, (FERIGOLO, 1977).

A potencialidade de incêndio em materiais armazenados em uma edificação influencia diretamente no valor da carga incêndio desta edificação ou também chamada de carga combustível do prédio, que é definida pela Instrução Técnica nº 14 de São Paulo como sendo soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos.

2.9 CARGA DE INCÊNDIO

De acordo com Brentano (2011), carga de incêndio, ou também chamada de carga térmica ou carga de fogo é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis num ambiente, pavimento ou edificação, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos. Para uma exemplificação prática dos valores de carga de incêndio, 1 kg de madeira equivale a 19 MJ (megajoules) de carga de incêndio.

2.9.1 Carga de Incêndio Específica

A carga de incêndio específica ou densidade de carga de incêndio de um ambiente, pavimento ou edificação é o valor da carga de incêndio total dividido pela área de piso correspondente, expresso em megajoules por metro quadrado (MJ/m^2). A carga de incêndio específica é, também, chamada simplesmente de carga de incêndio, carga térmica ou carga de fogo, confundindo-se com a definição anterior. A carga de incêndio específica é referenciada em unidades da carga de incêndio média das madeiras, que é de 19 MJ/m^2 . (Brentano, p. 58, 2011).

De acordo com a IT 14 (2004) do estado de São Paulo, os centros educacionais possuem uma carga de incêndio de 300 MJ/m^2 , o que é considerado uma carga razoavelmente baixa e por isso os centros educacionais são considerados de risco leve.

2.10 CAUSAS DE INCÊNDIOS

As causas de incêndio são consideradas noções básicas e fundamentais para o projetista e também para o brigadista. Existe uma série de fatores que devem acontecer simultaneamente para a ocorrência de um incêndio, como o calor próximo a um material combustível em um ambiente com a presença do oxigênio. Porém deve-se levar em consideração o fator humano, que quase sempre está presente nas causas de incêndio por negligência comportamental, (Brentano, 2011).

Algumas das principais causas estão relacionadas abaixo:

2.10.1 Cigarros e similares

Em tempos de seca o cigarro acaba sendo um grande vilão para os combatentes. A brasa do cigarro quando arremessada ao chão, pode encontrar um material combustível com alto potencial de queima, pois as condições são totalmente favoráveis devido ao clima seco. Neste caso o fator humano é o principal responsável, tendo em vista que uma atitude prudente de apagar o cigarro e jogar em local adequado poderia evitar um sinistro.

2.10.2 Eletricidade

A eletricidade está presente em grande número nas causas de incêndio. Seu uso inadequado através de improvisações ou até mesmo por imperícia podem causar grandes desastres.

A energia elétrica ao fluir pelos fios que a conduzem, sofre uma resistência à geração de calor que é absorvida pelos condutores. Caso o condutor seja insuficiente para absorver este calor gerado pela corrente elétrica, pode ocorrer o derretimento por sobrecarga no fio e consequentemente a fundição do metal que ao encontrar um material combustível tem grandes chances de ocasionar um incêndio. Mais uma vez o comportamento humano é fundamental na prevenção deste tipo de acidente, podendo ser evitado pelo dimensionamento correto por parte do projetista e também pelo uso adequado dos equipamentos elétricos pelo usuário.

2.10.3 Atrito

É uma causa comum no setor industrial, devido à utilização em grande escala de máquinas que possuem peças em atrito por longos períodos. A fricção entre peças resulta na transformação de energia mecânica em energia calórica.

Para evitar a geração de calor devido ao atrito entre as peças é necessário manter as peças sempre lubrificadas e se precaver quanto fazendo manutenções periódicas nos sistemas de arrefecimento.

2.10.4 Raios

A descarga atmosférica é uma causa que dificilmente pode ser evitada devido a sua imprevisibilidade e por ser praticamente incontrolável.

Os raios geram calor de grandes proporções que são difíceis até mesmo de se medir. Nem mesmo o dimensionamento correto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas pode garantir sua eficiência por completo.

2.10.5 Líquidos inflamáveis

São causas comuns em indústria em decorrência de vazamentos acidentais causados muitas vezes pelo descuido humano.

2.10.6 Criminais

São praticamente imprevisíveis e inevitáveis, pois não se pode saber o local e hora que uma pessoa mal intencionada poderá causar um incêndio. Muitas vezes esse tipo de incêndio tem como intenção esconder provas ou até mesmo a intenção de receber o valor da seguradora.

2.11 CENTROS EDUCACIONAIS

2.11.1 Definição

Entende-se como centros educacionais qualquer instituição de ensino primário, médio, superior, cursos preparatórios e outros que possuam concentração de pessoas adultas ou crianças em um local próprio para difusão do conhecimento.

Esses locais caracterizam-se por possuir várias salas reunidas lado a lado e geralmente tendo um corredor como único acesso a um grupo de salas.

Grande parte dos frequentadores de uma escola é formada pelos alunos, e a menor parte pelos funcionários da escola, que compreende os professores, zeladores, diretores e setor administrativo.

Geralmente no centro de um complexo educacional existe um pátio a céu aberto ou fechado, onde possa concentrar as pessoas que estão nas salas nos horários de intervalo das aulas.

2.11.2 Combustíveis predominantes

Em escolas, os materiais que podem servir para alimentar um incêndio são os materiais combustíveis de classe “A” que são os sólidos inflamáveis, e são basicamente formados por papéis, proveniente de livros, cadernos e apostilas, e a madeira das cadeiras, carteiras e mobiliário em geral.

Além desses materiais citados existem outras fontes de combustível como líquidos inflamáveis oriundos de produtos de limpeza, equipamentos elétricos, gás de cozinha (glp) e etc. Porém estes materiais existem em quantidades bem menores do que os primeiros. Com isso é necessário uma atenção maior na prevenção a esses focos mais favoráveis a ocorrer um incêndio.

2.11.3 Principais riscos envolvidos

Os riscos de incêndio em um centro educacional estão relacionados à combustão em sólidos inflamáveis conforme mencionado sua predominância no capítulo anterior. Para evitar que estes combustíveis não entrem em contato com uma possível fonte de calor é necessário tentar eliminar os riscos, que podem ser pelo menos diminuídos através do comportamento humano.

Atenção especial deve ser dada às instalações elétricas, que devem sempre passar por manutenções e verificações a fim de se evitar um superaquecimento nos condutores.

2.11.4 Causas frequentes

As possíveis causas de um incêndio em um centro educacional estão ligadas a diversos fatores, porém existem algumas que podem ser relacionados como as mais frequentes e prováveis de ocorrer.

Dentre elas pode-se destacar a causa devido a instalações elétricas subdimensionadas e sem a devida manutenção. E é um dos motivos mais frequentes de causas de incêndio.

Além do risco elétrico, existem também as causas criminais relacionadas ao vandalismo, pois sabe-se que este tipo de estabelecimento abriga inúmeros jovens que nem sempre são bem intencionados, e por motivos inúmeros podem iniciar um incêndio. Em alguns casos existe a falta de conhecimento das proporções que o incêndio pode tomar por parte do criminoso, que talvez não tenha a intenção de causar tanto estrago, porém pela sua ignorância, o fogo foge de seu controle e torna-se um incêndio.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado consiste em buscar informações necessárias para a compreensão do assunto inicialmente a partir de consultas a diferentes tipos de referências bibliográficas, tais como: livros técnicos, manuais, normas e legislação vigente, assim como a catálogos e materiais técnicos de empresas especializadas em prevenção e combate a incêndio.

Já a hipótese do estudo é questionar se os sistemas adotados cumprem com eficiência, dando agilidade ao procedimento.

O trabalho foi distribuído de maneira gradativa onde inicialmente é mostrado a parte conceitual do trabalho e posteriormente abrange a problemática em que o assunto é focado, restringindo-se apenas a sistemas utilizados em edificações de risco leve, tendo em vista que centros educacionais possuem baixos valores de carga de incêndio.

A análise do objeto do estudo é facilitada com os casos reais demonstrados. São casos recentes de incêndio em centros educacionais em diversas regiões do país. E a partir destes, o leitor visualiza facilmente os pontos a serem melhorados e as principais causas que devem ser prevenidas, que no decorrer do estudo é enfatizado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CASOS DE INCÊNDIOS EM ESCOLAS

4.1.1 Escola em Londrina - PR

Em Londrina no estado do Paraná ocorreu um incêndio na Escola estadual Professor João Rodrigues na madrugada de 29 de janeiro de 2012, o incêndio destruiu boa parte dos livros da biblioteca e o laboratório de informática. A perícia constatou que não foi um incêndio por falhas elétricas e suspeita de um incêndio criminal. Ver figura 3.



Figura 3 - Incêndio em escola de Londrina

Fonte: http://www.bonde.com.br/?id_bonde=1-3--1405-20120129/

4.1.2 Escola em Belo Horizonte - MG

Um incêndio queimou vários objetos e cerca de nove mil livros didáticos na madrugada do dia 30 de janeiro de 2012 na Escola Estadual Maria Luiza Miranda Bastos, região Norte de Belo Horizonte. Segundo o corpo de bombeiros, o incêndio

atingiu a biblioteca onde havia diversos sólidos inflamáveis como cadeiras, livros, mesas e mobiliário em geral. A suspeita desse incêndio é de que tenha sido um ato de vandalismo, ou seja, criminoso. Ver figura 4.



Figura 4 - Incêndio em escola em Belo Horizonte

Fonte: <http://www.hojeemdia.com.br/minas/>

4.1.3 Escola em São José do Cerrito - SC

Em São José do Cerrito, um incêndio destruiu um antigo alojamento que servia como depósito de materiais. O incêndio ocorreu em oito de dezembro de 2012, e os próprios alunos e funcionários da escola ajudaram no combate ao incêndio. Segundo relatos de uma professora, levou certo tempo para os alunos perceberem que as mangueiras de incêndio podiam ser conectadas umas as outras, até isso eles usaram baldes de água. Este é um caso que demonstra que se os alunos que combateram o incêndio tivessem um treinamento básico de combate a incêndio, poderiam ter evitado maiores estragos. Professores disseram que a provável causa do incêndio teria sido um curto circuito no sistema elétrico da escola. Ver figura 5.



Figura 5 - Incêndio em escola em São José do Cerrito

Fonte: <http://www.clmais.com.br/informacao/28613/>

4.1.4 Universidade em Curitiba – PR

No dia 5 de fevereiro de 2008 um prédio da Universidade Tuiuti de Curitiba no Paraná incendiou e teve todo o prédio consumido pelas chamas. O incêndio de grandes proporções aconteceu no período da noite, aproximadamente às 19 horas e estavam em período de férias. Um fato que contribuiu para que as chamas tomassem todo o prédio rapidamente é que a construção era toda em madeira, um material combustível facilmente consumido pelo fogo.

Segundo a perícia da Polícia Civil o incêndio foi causado por um curto circuito, apesar de um porteiro que estava próximo ao local na hora do incêndio ter visto um balão caindo próximo à região. Ver figura 6.



Figura 6 - Incêndio em Universidade em Curitiba - PR

Fonte: <http://oblogdosol.blogspot.com/2008/02/incndio-destri-prdio-da-universidade.html>

4.1.5 Universidade em Vitória - ES

Um incêndio no Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo causou um prejuízo de mais de 50 mil reais, de acordo com informações do chefe do departamento da Universidade. O incêndio ocorreu na manhã do dia 19 de setembro de 2011. A perícia acredita que a causa do incêndio tenha sido um curto circuito em um dos aparelhos de ar condicionado.



Figura 7 - Incêndio em Universidade em Vitória - ES

Fonte: <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2011/09/incendio-destroi-sala-de-aula-na-universidade-federal-do-es.html>

4.2 ESCOLHA DO AGENTE EXTINTOR

Tendo em vista que existe a predominância de sólidos inflamáveis nos centros educacionais, a melhor opção como agente extintor para este tipo de combustível é a água conforme classificação dos materiais combustíveis visto anteriormente.

4.2.1 Água

Sendo a substância mais difundida na natureza, a água também é o agente extintor mais utilizado. Portanto a sua utilização tem grande importância para o combate ao incêndio.

Ela pode ser encontrada em três formas físicas distintas: sólida, líquida e gasosa. E em qualquer forma física em que ela aparece, sua constituição química é a mesma, sendo sua fórmula H_2O , isto é, compõem-se de duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio.

Normalmente este elemento é encontrado na natureza em seu estado líquido, porém pode ser solidificado a temperaturas inferiores a $0^{\circ}C$ ou vaporizado quando submetido à temperatura superior a $100^{\circ}C$, em condições normais e pressão no nível do mar. Nos três estados a sua coloração é transparente e não possui cheiro e nem sabor.

Sendo o principal solvente da natureza a água pode ser decomposta em seus elementos pela corrente elétrica, apesar de ser um corpo estável. Em temperaturas altíssimas, acima de 1700° , ela produz um gás chamado gás hidrogênio e o oxigênio, elementos de sua composição.

4.2.2 Extinção por Resfriamento

Resfriamento é o método mais eficaz para se combater sólidos inflamáveis que estão em processo de combustão. E a água atua como o agente extintor que irá resfriar os materiais combustíveis.

De acordo com o exposto sobre o tetraedro do fogo, basta eliminar um de seus componentes para que o processo de combustão seja encerrado. No caso da

água, ela atua diretamente no componente “calor”, resfriando o material em chamas, fazendo com que o sistema perca um de seus componentes chave.

Esse tipo de extinção se baseia nos princípios de calorimetria. Qualquer corpo em combustão libera uma determinada quantidade de calor e para se extinguir este fogo, precisa-se anular esse calor que é liberado provocando um resfriamento no corpo em ignição.

A água atua efetivamente para o resfriamento do material, pois possui alto calor latente de vaporização, que significa a quantidade de calor absorvida por uma substância para a passagem do estado líquido para o vapor.

Para elevar a temperatura de um grama de água de 14,5°C para 15,5°C necessita-se de uma caloria, e esta quantidade de calor na hipótese de um incêndio, deve ser subtraída do fogo. Logo, a água é a resposta natural para se combater um incêndio, devido as suas propriedades de absorção de calor e também pelo fato ser facilmente encontrada na natureza, tornando-a assim uma forma econômica de combate ao incêndio.

Para que se tenha a extinção do fogo de forma rápida e eficiente do material combustível é necessário que se aplique água em quantidade suficiente e também ter cuidados em relação à forma correta de aplicação do agente, que é um fator importante a ser levado em consideração.

4.2.3 Aplicação do Agente Extintor

A aplicação da água no fogo é feita na forma de jatos aspersores utilizando diferentes equipamentos de combate ao incêndio como as mangueiras de hidrante, mangotinhos, chuveiros automáticos e sistemas projetores de água.

Existem basicamente três formas de jatos para se combater um incêndio e a eficiência de cada uma está relacionada com a área do jato e com o volume de água que entra em contato com o calor. As formas mencionadas acima são:

- a) Jato compacto ou sólido: É uma das formas mais utilizadas para o combate. Neste tipo de combate por resfriamento, a recomendação dos combatentes é que se atue diretamente na base do fogo, seja utilizando equipamentos móveis ou fixos. É comum acontecer com combatentes inexperientes a atuação de combate por resfriamento

com esguicho compacto aplicando a água na parte superior das chamas. Isso faz com que se tenha uma baixa eficiência no combate, além de se ter um alto desperdício de agente extintor.

- b) Jato na forma de neblina: Este tipo de jato atua no fogo tanto por resfriamento como por abafamento. É possível ter um jato em forma de neblina aumentando a pressão no esguicho regulável. Com o aumento da pressão, é possível obter gotas em maiores quantidades em com diâmetros menores, com isso também consegue uma absorção maior de calor.
- c) Jato na forma de chuveiro: Para se obter um jato deste tipo é necessário um esguicho próprio regulável que age com uma cobertura maior sobre o fogo, também por resfriamento e abafamento. A forma como o jato é lançado sob o fogo é mais eficiente que a primeira, pois ao lançar a água por cima na forma de chuveiro, o jato desce em direção ao fogo sob forma de milhares de gotículas de água, com isso proporcionando uma área maior de superfície de contato com o calor e assim absorvendo o mesmo com maior facilidade.

4.3 SISTEMAS HIDRÁULICOS DE COMBATE A INCÊNDIO

Tendo em vista que o foco deste estudo é em edificações utilizadas como centros educacionais e nestes locais existe a predominância de sólidos inflamáveis, será mostrado apenas sistemas de combate à incêndio utilizando água como agente extintor. Pois conforme visto nos capítulos anteriores, este é o agente mais eficiente neste tipo de material combustível.

Os sistemas de combate a incêndio que utilizam água como agente extintor são divididos em: equipamentos portáteis, sistemas sob comando e sistemas automáticos, conforme ilustrado na figura 8.

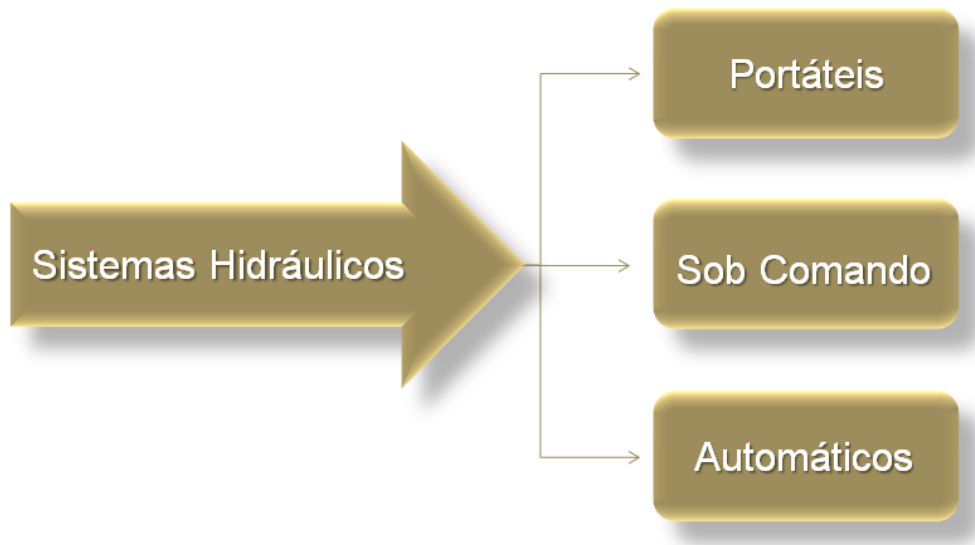


Figura 8 - Fluxograma Sistemas Hidráulicos
Fonte: Arquivo Próprio.

4.3.1 Equipamentos portáteis

O equipamento portátil que utiliza água como agente extintor é o extintor de incêndio de água pressurizada. É um sistema que utiliza água comum dentro de um cilindro pressurizado com gás nitrogênio a uma pressão de 10,5 kgf/cm². Existem diversas capacidades para este equipamento, sendo que o mais utilizado é o de 10 litros. É um equipamento que deve ser utilizado em princípios de incêndio. O jato de um equipamento deste pode chegar ao máximo a 10 metros com duração de um minuto. É utilizado em todos os centros educacionais devido a sua eficiência e portabilidade.

4.3.2 Sistemas sob comando

Os sistemas sob comando são constituídos por pontos de tomadas de água dispostos de forma que toda a área seja atendida por pelo menos um dos pontos ou conforme recomendado em projeto. São operados manualmente e utilizam mangueiras de incêndio. Além de água podem ser operados lançando espuma.

4.3.2.1 Sistemas de hidrante

As instalações fixas de hidrantes são as mais comuns e podem ser consideradas básicas na Prevenção e Combate a Incêndio, pois são consideradas indispensáveis mesmo nos locais equipados com sistemas automáticos de proteção. São exigidos obrigatoriamente pelos Corpos de Bombeiros nos prédios residenciais, comerciais e industriais, mesmo que utilizem outros meios fixos automáticos como, por exemplo, chuveiros automáticos, pois servirão como meios auxiliares ou complementares na extinção de incêndios. (SECCO O. , vol 2, p. 9, 1982)

O sistema é composto basicamente por uma rede de tubulações que tem como ponto final o próprio hidrante, um sistema de moto-bombas quando necessário para atingir a pressão necessária requisitada em norma, mangueiras de borracha com revestimento em poliéster, esguichos que devem ser acoplados à ponta da mangueira e reservatórios de água com volume suficiente para atender o especificado em projeto. Ver figura 9.



Figura 9 - Hidrante Simples
Fonte: Própria

O dimensionamento da rede é feito baseado na classe de risco da edificação, que dependendo da carga de incêndio deverá ter um sistema com maior ou menor pressão e vazão. Os fatores de vazão e pressão sofrem variações de

acordo com a potência da bomba e diâmetros da tubulação, mangueira e esguicho. Sempre visando atender a pressão e vazão mínima especificado em norma no hidrante mais desfavorável, ou seja, aquele que tem a maior perda de carga considerando as conexões, comprimento da tubulação e altura.

A Instrução Técnica nº 22 do estado de São Paulo exige em ambientes internos a utilização de mangueiras com comprimento máximo de 30 metros e em ambientes externos com comprimento máximo de 60 metros, recomendando utilizar lances máximos de 15 metros para atingir o comprimento total exigido. Outros estados brasileiros também utilizam a mesma exigência em relação ao comprimento das mangueiras.

Um ponto de hidrante pode ser composto por uma saída de mangueira denominado hidrante simples ou duas saídas de mangueiras denominado hidrante duplo (ver figura 10). Em casos especiais pode ter mais do que duas saídas de mangueira para cada ponto de hidrante. Podem ser fixados na parede ou na própria coluna de tubulação.

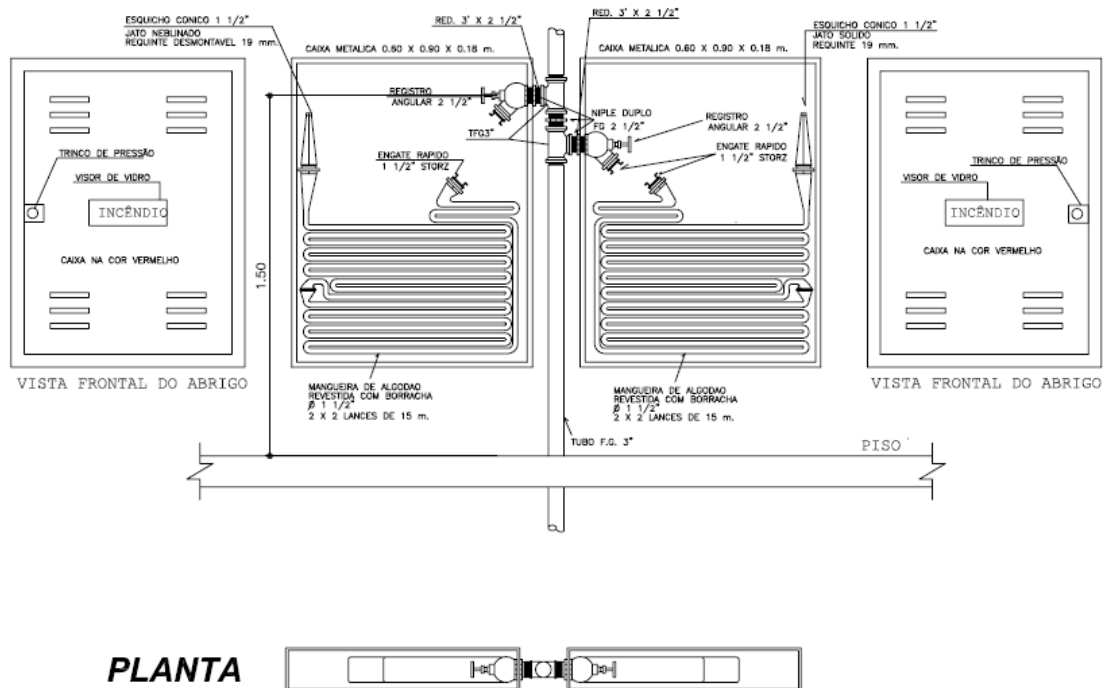


Figura 10 - Detalhe de Hidrante Duplo

Fonte: Código de prevenção do corpo de bombeiros do Paraná 2001

É o sistema mais utilizado em centros educacionais, principalmente relacionado ao custo quando comparado com outros sistemas.

Ver na tabela 3 as exigências para sistemas de hidrantes e mangotinhos no estado de São Paulo.

Tabela 3 - Tipos de Sistema de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos.

Tipo	Esguicho	Mangueiras de Incêndio		Número de expedições	Vazão Mínima do hidrante mais desfavorável (l/min)
		Diâmetro (mm)	Comprimento máximo (m)		
1	Jato regulável	25 ou 32	45 ³	Simples	80 ¹ ou 100 ²
2	Jato Compacto e 13 mm ou regulável	40	30	Simples	130
3	Jato Compacto e 16 mm ou regulável	40	30	Simples	200
4	Jato Compacto e 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simples	400
5	Jato Compacto e 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	600

Notas:

1) Edificações enquadradas nos grupos A, E, F-2 e F-3.

2) Demais ocupações, que utilizam sistemas 1 ou 2, não enquadradas na nota 1).

3) Acima de 30 m de comprimento de mangueiras semirrígidas é obrigatório o uso de carretéis axiais.

Fonte: IT 22 estado de São Paulo. (2004. p. 10)

4.3.2.2 Sistemas de Mangotinhos

Define-se como um sistema constituído por tomadas de incêndio, que são estrategicamente distribuídas de acordo com as normas em locais da edificação, nas quais há uma saída de água, contendo válvula de abertura rápida, de passagem plena, permanentemente acoplada nela uma mangueira semirrígida, com diâmetro nominal de 25 ou 32 mm em cuja extremidade tem um esguicho regulável acoplado.

É composto por um carretel de aço com alimentação axial onde são enrolados 20, 25 ou 30 metros de mangueira de 25,4mm (1") ou 19 mm (3/4") com pressão de trabalho de 150 psi (10,5 kgf/cm²). O esguicho regulável em sua extremidade livre possui três posições sucessivas: fechado, neblina e jato. Os carretéis devem ser projetados para proteger uma área equivalente ao alcance do mangotinho, os quais são alimentados pela rede e reserva dos hidrantes ou por rede própria. Ver figuras 11 e 12.



Figura 11 - Mangotinho em carretel

Fonte: <http://damaeq.ind.br/produtos/bombeiro/mangotinho/>

O sistema de mangotinho, embora seja um sistema muito prático devido à facilidade de seu uso é pouco usado no Brasil, isso se deve principalmente ao custo do sistema que é maior quando comparado com o hidrante, além disso, não é previsto no Código de prevenção do Corpo de Bombeiros de vários estados. No estado do Paraná passou a vigorar somente em janeiro de 2012 o novo código que prevê a utilização de mangotinhos para risco leve.

No estado de São Paulo os sistemas de hidrantes e mangotinhos são dimensionados respeitando os requisitos apresentados nas tabelas 3.

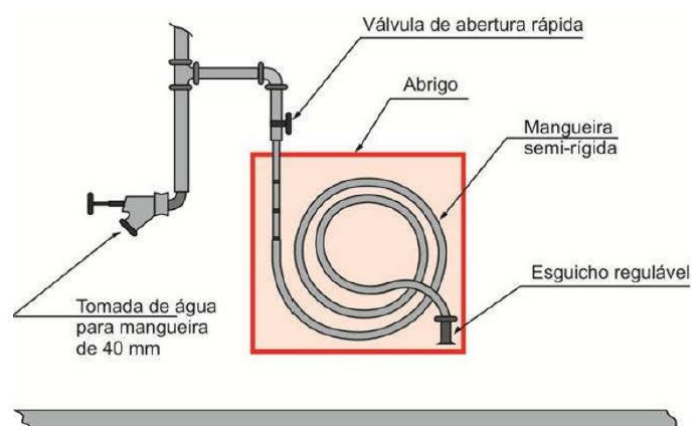


Figura 12 - Detalhe de Mangotinho

Fonte: Código de prevenção do corpo de bombeiros do Paraná 2011

4.3.3 Sistemas automáticos

4.3.3.1 Sistemas de chuveiros automáticos (*sprinklers*).

São sistemas compostos por uma rede de canalizações de água com dispositivos distribuídos uniformemente e com espaçamentos adequados para proteger todo o ambiente, sem que haja áreas descobertas. O dispositivo é instalado no teto do ambiente que se deseja proteger e é disparado quando a temperatura do ambiente atinge o valor limite de acionamento do sistema. No equipamento existe uma ampola com um líquido que varia de acordo com a temperatura que é estipulada para o acionamento, e quando a mesma é atingida, a ampola se rompe e libera a passagem da água sob pressão do sistema.

A eficiência do sistema é notória pelo fato de não necessitar de acionamento manual. Como visto nos casos de incêndio citados acima, os incidentes ocorreram na maior parte em períodos de férias ou em horário e local que não havia a circulação de pessoas para poder informar ou combater o princípio do incêndio.

Porém de acordo com a figura 13, retirada do decreto estadual nº 46.076, de 31 de agosto de 2001, este tipo de proteção não é exigido na grande maioria dos centros educacionais, tendo em vista que somente em edificações acima de 30 metros de altura é obrigatório o uso de chuveiros automáticos.

Grupo de ocupação e uso	GRUPO E – EDUCACIONAL E CULTURAL					
Divisão	E-1 = E-2 = E-3 = E-4 = E-5 = E-6					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X ³	X ³	X ³	X ³	X ³	X ³
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical				X ¹	X ¹	X ²
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X
Plano de Intervenção de Incêndio						
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos						X

NOTAS ESPECÍFICAS:

1 – A compartimentação vertical será considerada para as fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações;

2 – Poderá ser substituído por controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações;

3 – Recomendado.

NOTAS GENÉRICAS:

a – Edificações destinadas a escolas que possuam alojamentos ou dormitórios devem ser protegidas pelo sistema de detecção de fumaça nos quartos; e

b – Os locais destinados a laboratórios devem ter proteção em função dos produtos utilizados.

Figura 13 - Exigências para edif. do grupo E com área sup. a 750 m² ou altura sup. a 12,00 m.

Fonte: Decreto estadual Nº 46.076, de 31 de agosto de 2001 – São Paulo.

4.3.3.2 Sistemas de projetores de água.

Os sistemas de projetores de média e alta pressão são constituídos por uma rede de canalizações de água com dispositivos de formatos especiais, uniformemente distribuídos e com espaçamentos adequados nos ambientes que devem ser protegidos, que fazem a aplicação de água sob a forma de uma neblina

muito fina. Caracterizam-se por necessitar de uma pressão mais elevada que a do sistema de chuveiros automáticos para terem a capacidade de produzir esta neblina muito fina. São usados para apagar incêndios em riscos específicos, como transformadores, estufas de secagem, etc., e em óleos e outros líquidos inflamáveis. (Brentano, p. 89, 2011).

Para casos de proteção em centros educacionais, não é exigido este tipo de sistema, que caracteriza-se por ser utilizado em ambientes com risco elevado.

4.4 COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS

Para demonstrar os prós e contras de cada sistema, foi feito um breve comparativo entre o sistema de mangueiras de hidrantes e o de mangotinhos que são os mais usuais em edificações utilizadas como centros educacionais.

4.4.1 Custos

Os custos foram levantados diretamente com os fabricantes dos sistemas e foi analisado apenas o custo dos materiais, desconsiderando o custo da instalação de cada sistema. Ver tabelas 4 a 7.

4.4.1.1 Mangotinho

Tabela 4 - Custo mangotinho marca Mecânica Reunida

Comp	Valor (R\$)	IPi	Frete	V. Fixo (R\$) ⁽¹⁾	V. Basc (R\$) ⁽²⁾
15	299,00	5%	5%	1098,90	1793,00
20	379,00	5%	5%	1186,90	1881,00
30	479,00	5%	5%	1296,90	1991,00
40	597,00	5%	5%	1426,70	2120,80

Notas:

1) Valor do Carretel Fixo = R\$ 700,00

2) Valor do Carretel Basculante = R\$ 1331,00

Fonte: Setor de vendas da Mecânica Reunida. (02/2012)

Tabela 5 - Custo mangotinho marca Kidde

Comp	Valor (R\$)	IPI	Frete	Total (R\$)
15	2184,00	5%	5%	2402,40
20	2230,00	5%	5%	2453,00
25	2275,00	5%	5%	2502,50
30	2320,00	5%	5%	2552,00
45	2458,00	5%	5%	2703,80

Fonte: Setor de vendas da Kidde. (02/2012)

4.4.1.2 Mangueira

Tabela 6 - Custo mangueira marca Imasp predia 1 ½"

Comp	Valor (R\$)	Frete	Total (R\$)
15	102,00	5%	107,10
20	146,00	5%	153,30
25	178,00	5%	186,90
30	207,00	5%	217,35

Fonte: Setor de vendas da Kidde. (02/2012)

Tabela 7 - Custo mangueira marca Imasp industrial 1 ½"

Comp	Valor (R\$)	Frete	Total (R\$)
15	172,00	5%	180,60
20	202,00	5%	212,10
25	258,00	5%	270,90
30	303,00	5%	318,15

Fonte: Setor de vendas da Kidde. (02/2012)

4.4.2 Prático

Em termos de prática no uso dos dois sistemas, é indiscutível que o mangotinho é melhor. O sistema permite ao usuário uma maior facilidade no combate a incêndio quando comparado com mangueiras de incêndio. Além de o mangotinho ser mais leve ele é mais prático, pois o combatente não necessita desenrolar toda a mangueira para utiliza-la, ao contrário das mangueiras padrões que necessitam ser toda desenrolada para que possa ser usada, pois a mesma não é flexível como o mangotinho.

Outro fator importante a levar em consideração é o esguicho, que no caso do mangotinho já vem acoplado. No caso da mangueira, o usuário deve acoplá-lo à mangueira antes de usar o sistema, desta forma levando um tempo maior para iniciar o combate ao incêndio.

É importante levantar a questão de que essas comparações feitas são consideradas que o sistema está sendo manuseado por um profissional, o que nem sempre acontece. Quando faz essa comparação levando em consideração usuários leigos, essa diferença se intensifica ainda mais, pois o usuário que não tem experiência no combate e nem conhecimento de como utilizar os sistemas, encontraria uma dificuldade muito maior ao tentar utilizar o sistema de mangueiras.

Para comparar a utilização dos dois sistemas na prática foi realizado um treinamento com o corpo de bombeiros da cidade de Londrina que cedeu um caminhão que possui tanto o sistema de mangueiras quanto o de mangotinhos.

O treinamento foi realizado no estacionamento do restaurante universitário da Universidade Estadual de Londrina e a figura 14 mostra o caminhão utilizado no treinamento.



Figura 14 - Caminhão do Corpo de Bombeiros
Fonte: Arquivo Próprio.

4.4.2.1 Mangueiras



Figura 15 - Mangueira de hidrante
Fonte: Arquivo Próprio.

Na figura 15 é possível ver uma mangueira de incêndio enrolada. Desta forma pode-se perceber que ela não é rígida e seu formato arredondado não é permanente, ou seja, ela só fica na forma circular quando em uso.



Figura 16 - Utilizando mangueira de incêndio
Fonte: Arquivo Próprio.



Figura 17 - Procedimento com mangueira
Fonte: Arquivo Próprio.

A figura 16 mostra a dificuldade que se tem uma pessoa para segurar a mangueira de incêndio em funcionamento, além de na figura 17 mostrar o procedimento de esticar a mangueira para posteriormente usá-la.

4.4.2.2 Mangotinhos

Este tipo de sistema possui um carretel onde a mangueira, mais conhecida como mangotinho, é enrolada conforme figura 11. O fato de esta mangueira poder ser enrolada em um carretel é uma das grandes vantagens do sistema, levando em consideração a agilidade no uso do mesmo em caso de emergência. E isto só é possível por tratar-se de uma mangueira produzida com um material que a torna semirrígida.



Figura 18 - Detalhe esguicho acoplado
Fonte: Arquivo Próprio.



Figura 19 - Detalhe Caminhão
Fonte: Arquivo Próprio.

Na figura 18 é possível ver o esguicho que já vem acoplado à mangueira, que é uma das vantagens na agilidade. Já na figura 19 vê-se os dois sistemas no caminhão do Corpo de Bombeiros. O mangotinho na parte superior e os engates da mangueira de hidrantes na parte inferior.



Figura 20 - Simulação mangotinho
Fonte: Própria.

A figura 20 mostra a utilização do mangotinho na prática, simulando um combate a incêndio. A imagem não mostra claramente a facilidade que é quando comparado com a mangueira de hidrante.

4.5 DETECÇÃO AUTOMÁTICA

Detectores são equipamentos que tem como função detectar um incêndio com intuito de diminuir o tempo entre a equipe de combate ser informada e o fogo ser alastrado. Existem diversos tipos de detecção de incêndio. Pode ser por temperatura ou fumaça que são os mais comuns e mais acessíveis.

Assim como os chuveiros automáticos, os detectores de fumaça tem uma função muito importante na diminuição do estrago, porém não são exigidos pelos órgãos responsáveis em edificações utilizadas como centros educacionais, conforme exposto na figura 13 retirada do Decreto estadual Nº 46.076, de 31 de agosto de 2001 do estado de São Paulo.

4.6 COMPARTIMENTAÇÃO E ÁREAS ISOLADAS

Além das medidas convencionais de combate e prevenção já citadas é necessário que ainda na definição do projeto arquitetônico da edificação se faça o isolamento ou compartimentação das edificações do complexo educacional. Esse isolamento deve proporcionar um tempo extra até que o fogo se propague para as outras áreas, facilitando assim a fuga de todos os ocupantes da edificação.

4.7 TREINAMENTOS

A eficiência de um combate a incêndio está diretamente relacionada com o fator “agilidade”, ou seja, quanto mais rápido for à ação, maior será a eficácia e menor será o estrago. E para conseguir agilidade nesse procedimento, é necessário treinar várias vezes. Por isso que o treinamento é um dos fatores mais importantes em situações de emergência.

Os treinamentos na área de prevenção e combate consistem em simulações da situação real de um incêndio ou emergência. Essas simulações devem abranger todos os frequentadores do estabelecimento.

No caso de escolas, os frequentadores são na grande maioria os estudantes e em menor parte os funcionários incluindo os professores. Para esta situação sugere-se dividir os treinamentos em dois assuntos: rota de fuga de emergência e combate a incêndio. Os funcionários da escola ficam responsáveis pela parte do combate à incêndio e os alunos teriam foco na fuga, desta forma a situação de emergência tende a ser menos desastrosa. Os grupos de alunos também podem ser treinados para o combate assim como os funcionários para a fuga, porém o foco de cada grupo seria como o proposto anteriormente.

É evidente de que quanto maior o número de tópicos puder abranger nesses treinamentos, melhor será a equipe de brigadistas e mais eficiente será a fuga. Porém sabe-se que no Brasil são raras as instituições que cumprem o mínimo de treinamentos em emergências. Logo atendendo apenas o planejamento proposto acima, já se teria índices menores de perda de vidas e de materiais.

4.8 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Como dito no capítulo anterior, a rapidez em uma situação de emergência é fundamental para o sucesso do procedimento e as saídas de emergência existem para poder atender a demanda de pessoas em uma fuga em tempo hábil para que todos possam sair com o mínimo de lesões possíveis.

As saídas de emergência não consistem apenas em portas, mas sim em todo o percurso da fuga, abrangendo:

- Sinalizações luminosas e reflexivas no piso e nas paredes;
- Portas;
- Aberturas;
- Corredores;
- Escadas e corrimões;
- Guarda-corpo;
- Acessos e rampas.

O dimensionamento correto de todos os itens citados acima é feito em função da população, altura e o tipo de ocupação e deve seguir as recomendações da ABNT NBR 9077/2001.

5 CONCLUSÃO

O trabalho mostra a importância do enfoque no combate e prevenção a incêndio em centros educacionais. Pôde-se perceber que é necessário complementar alguns itens das normas brasileiras e dos códigos estaduais que regem este tipo de estabelecimento.

Um fato que se destacou em relação as causas de incêndio foi a causa elétrica que está presente em quase todos os casos de incêndio em escolas.

Ainda verifica-se que a propagação do fogo se dá principalmente pelo fato de o princípio do incêndio se dar na ausência de pessoas. Na maior parte dos casos reais demonstrados os incêndios ocorreram em setores onde não havia nenhuma pessoa no local, ou pelo fato de ser um ambiente quase inabitável ou pelo motivo de estar em período de férias. Isso comprova a necessidade da obrigatoriedade dos detectores de fumaça.

Nos sistemas hidráulicos de combate a incêndio, o mangotinho se mostrou mais vantajoso, apesar de o custo não ser favorável. Porém a praticidade no uso e agilidade são fatores que prevalecem em relação ao sistema de mangueiras de hidrante convencional em uma situação de emergência.

E por fim o comportamento humano tem uma parcela bastante grande a se considerar tanto nas causas de incêndio quanto no combate. Em relação as causas viu-se que em alguns casos os incêndio foram provocados por pessoas mal intencionadas que dificilmente poderiam ter sido evitados, porém minimizados com implantação de sistemas adequados de prevenção. E em relação ao combate, foi visto que o treinamento dos ocupantes da edificação é a melhor solução para melhorar o comportamento humano em situações de emergência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRENTANO, T. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações**. 4. ed. Porto Alegre, 2011. 672 p.

_____. **Dimensionamento e Projetos de Instalações Hidráulicas em Redes de Combate à Incêndios**. Campinas: Secureng, 2007.

PARANÁ. Corpo de Bombeiros. **Código de Prevenção de Incêndios**. 3. ed. Curitiba, 87 p. 2001.

_____. Corpo de Bombeiros. Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico. **Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Curitiba, 36 p. 2011.

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros. Instrução Técnica nº 22. **Sistemas de Hidrantes e Mangotinhos para Combate à Incêndio**. São Paulo, 24 p. 2004.

_____. Corpo de Bombeiros. Instrução Técnica nº 14. **Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco**. São Paulo, 10 p. 2004.

FERIGOLO, F. C. **Prevenção de Incêndio**. Porto Alegre: Editora Sulina, 1977. 257 p.

FERREIRA, E. D. **Segurança - Agentes e Aparelhos Extintores**. São Paulo: Centrais Impressoras Brasileiras, 1987. 287 p.

_____. **Segurança - Proteção Contra Incêndio**. São Paulo: Centrais impressoras brasileiras, 1985. v.1. 467 p.

SECCO, C. O. **Manual de Prevenção e Combate de Incêndio**. 3. ed. São Paulo, Editora Bernardino Ramazzini. 1982. v. 1. 537 p.

_____. **Manual de Prevenção e Combate de Incêndio**. 3. ed. São Paulo, Editora Bernardino Ramazzini. 1982. v. 1. 406 p.

SEITO, A. I., GILL, A. A., PANNONI, F. D., ONO, R., SILVA, S. B., CARLO, U. D., et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo, Projeto Editora. 2008. 457 p.

Folha de Londrina – Bondnews - portal eletrônico de notícias. Londrina - PR, jan/2012 – disponível em: <http://www.bonde.com.br/?id_bonde=1-3--1405-20120129>. Acesso em: 20 fev. 2012.

G1, portal eletrônico de notícias. Londrina - PR, jan/2012 – disponível em: <<http://g1.globo.com/videos/parana/v/pericia-comprova-que-incendio-em-escola-de-londrina-nao-foi-causado-por-falha-eletrica/1791345/>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

CLMais, portal eletrônico de notícias. Lages - SC, dez/2011 – disponível em: <<http://www.clmais.com.br/informacao/28613/>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

Hoje em dia, portal eletrônico de notícias. Belo Horizonte - MG, jan/2012 – disponível em: <<http://www.hojeemdia.com.br/minas/incendio-destroi-quase-9-mil-livros-e-escola-publica-no-bairro-planalto-1.399660>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

Gazeta do Povo, portal eletrônico de notícias. Curitiba - PR, fev/2008 – disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/parana/conteudo.phtml?id=735265>>. Acesso em: 24 fev. 2012.

G1, portal eletrônico de notícias. Vitória - ES, set/2011 – disponível em: <<http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2011/09/incendio-destroi-sala-de-aula-na-universidade-federal-do-es.html>>. Acesso em: 24 fev. 2012