



**Faculdade de Administração e
Negócios de Sergipe – FANESE**

Núcleo de Pós-Graduação e Extensão – NPGE

Curso de Pós-Graduação “Lato-Sensu”

Engenharia de Segurança do Trabalho

**TÉCNICAS ATUAIS COM VISTAS A PROTEÇÃO DE PEÇAS ESTRUTURAIS
CONTRA A AÇÃO DO FOGO**

Eduardo Henrique Moura de Oliveira

Eng^o Roberto Theobald, M.Sc.

Aracaju/SE

2011

Eduardo Henrique Moura de Oliveira

TÉCNICAS ATUAIS COM VISTAS A PROTEÇÃO DE PEÇAS ESTRUTURAIS CONTRA A AÇÃO DO FOGO

RESUMO

O presente trabalho tem como escopo, o estudo das técnicas atuais que visam proteger as estruturas contra a ação do fogo.

Dessa forma, o conteúdo trás consigo um breve histórico dos primeiros incêndios em edificações e suas formas de proteção, a fim de minimizar as perdas matérias e principalmente humanas.

Para facilitar o entendimento do assunto, foi feita uma abordagem sobre as principais técnicas utilizadas nas estruturas de aço e concreto, utilizadas para aumentar o tempo de exposição destas ao fogo.

Como elementos norteadores do estudo, foram utilizadas algumas normas técnicas, além das revisões bibliográficas de artigos, revistas e dissertações de mestrado.

Palavras-chave: Aço, Concreto, Incêndio e Fogo.

ABSTRACT

This work has as scope, the study of current techniques designed to protect structures against the action of fire.

Thus, the content brings with it a brief history of the first fires in buildings and forms of protection, in order to minimize losses and in particular, human subjects.

To facilitate the understanding of the subject, an approach was made on the main techniques used in steel and concrete, used to increase the exposure time of this fire.

As a guiding elements of the study, some technical standards were used, in addition to literature reviews of articles, journals and dissertations.

Keywords: Steel, Concrete, Fire and Fire.

1. INTRODUÇÃO

O fogo, peça de fundamental importância para o desenvolvimento e para construção da história dos povos, esteve presente na vida dos homens, inicialmente, através dos homens primitivos, onde o seu conhecimento ocorreu através dos incêndios florestais, provocados por raios, imaginado por estes, como ação dos Deuses. Aos poucos, o tempo deu aos homens o poder de controlar e utilizar utilmente do fogo: para iluminar, aquecer, cozinhar, dentre várias outras finalidades, ajudando assim, no crescimento das cidades e na formação de novas tecnologias. Porém, a falta de domínio e de equipamentos de proteção, além da utilização incorreta dos sistemas construtivos, fez com que surgissem os primeiros incêndios nas edificações, ocasionando problemas estruturais e conseqüentemente a preocupação sobre o assunto.

O pouco conhecimento das técnicas de prevenção, aliado ao grande número de materiais e equipamentos combustíveis, presentes nas edificações, faz com que o risco de se deparar com um incêndio esteja cada vez mais presente na vida das pessoas.

Porém, muitas vezes, só quando acontecem grandes tragédias, percebe-se o quanto o ser humano é frágil, necessitando assim, observar com maior cuidado determinados assuntos. Segundo PANNONI e SILVA (2008, p. 94), “No Brasil a Segurança Contra Incêndio entrou em evidência no início da década de 70, quando ocorreram os trágicos incêndios dos edifícios Andraus (dezesesseis mortos) e Joelma (cento e oitenta e nove mortos)”, localizados em São Paulo.

A publicação da NBR 14432 (2001) tem sido uma grande aliada, frente a este assunto de tanta importância, para guiar a construção de edificações mais seguras no país.

A implantação de novas tecnologias trouxe visíveis mudanças para as edificações, dessa forma SOUZA comenta:

O desenvolvimento tecnológico trouxe profundas modificações nos sistemas construtivos fazendo com que as edificações deixassem o modelo pesado e rígido para se tornarem mais leves e mais flexíveis, uma construção caracterizada pela utilização de grandes áreas sem compartimentação; onde os tijolos e o concreto são substituídos por painéis divisórios, pelo emprego de fachadas envidraçadas e incorporação acentuada de materiais combustíveis aos elementos construtivos, introduzindo riscos que anteriormente não existiam, aumentando, conseqüentemente, a vulnerabilidade a incêndios. (SOUZA, 1988, [n.p.])

Além das ameaças acima mencionadas é necessário que observemos, também, os inúmeros outros prejuízos causados pela problemática do incêndio, dos quais destacamos: o alto custo de reorganização e muitas vezes reconstrução da edificação, a perda de mercadorias, a demissão de funcionários, além de prejudicar, na maior parte das vezes, a imagem da instituição locada na edificação.

A necessidade de se conhecer os objetivos da segurança contra incêndio é comentada por MITIDIÉRI:

É preciso conhecer os objetivos da segurança contra incêndio e saber como atuar na prevenção e proteção, desde o anteprojeto até a construção, operação e manutenção do edifício. Grande parte da incêndio é resolvida na fase do projeto. E muitas diretrizes também são encaminhadas para solução geral do problema nesta fase (MITIDIÉRI, 1998, [n.p.]).

Os Sistemas de Proteção Contra Incêndio das edificações são de fundamental importância para garantir a segurança da edificação e de sua população. Estes Sistemas são formados por um conjunto de meios de proteção ativos e passivos que visam proteger a integridade física dos ocupantes, através de uma saída segura da edificação, da entrada segura das equipes dos Corpos de Bombeiros e Brigadas de Incêndio, além da minimização dos prejuízos da edificação sinistrada e de sua vizinhança.

Entre os meios de proteção ativa destacamos os sistemas de proteção por extintores, hidrantes, chuveiros automáticos, sistema de detecção e iluminação. Já nos meios de proteção passiva podemos citar a capacidade resistência das estruturas, a aplicação na estrutura de elementos retardantes à ação do fogo, a compartimentação, as saídas de emergência, o isolamento do risco, o isolamento entre edificações, o controle dos materiais de acabamento e outros incorporados à construção da edificação que não requerem nenhum tipo de acionamento para o seu funcionamento.

Dessa maneira, o estudo teve como enfoque o estudo das técnicas atuais com vistas a proteção de peças estruturais contra a ação do fogo visando diminuir o comprometimento da estrutura física da edificação e conseqüentemente minimizar perdas sociais, econômicas e (ou) humanas.

2. DESENVOLVIMENTO

O aço e o concreto, elementos estruturais da maior parte das edificações, sofrem reduções em suas propriedades quando submetidos à ação do fogo, dessa forma, tal problema pode levar a um colapso da estrutura, provocando assim, perdas materiais e muitas vezes, o que é muito pior, a perdas de vidas humanas.

Para combater essa problemática, é necessário que os calculistas dimensionem a estrutura para resistir às altas temperaturas.

Outra forma de combate às temperaturas elevadas pode ser através da utilização de materiais que envolvam a estrutura. Esses materiais de proteção contra incêndio, em geral, são isolantes que ajudam a retardar o calor transferido para o elemento estrutural, conseguindo-se um tempo maior de exposição ao incêndio.

REGOBELLO e SILVA comentam sobre as soluções utilizadas com maior frequência na proteção das estruturas:

Quando ocorre um aumento excessivo da temperatura num elemento estrutural uma das soluções mais frequentes é envolvê-la com um material de proteção, o qual é empregado com maior frequência em elementos metálicos. A maior ou menor eficiência desse revestimento está diretamente relacionada às suas propriedades térmicas. (REGOBELLO e SILVA, 2007, [n.p.]

FAKURI (2000) comenta que para as estruturas resistirem a altas temperaturas eram empregados, no início, materiais já usados na construção com técnicas simples, como a execução de alvenarias contornando pilares ou o embutimento de vigas e pilares em concreto.

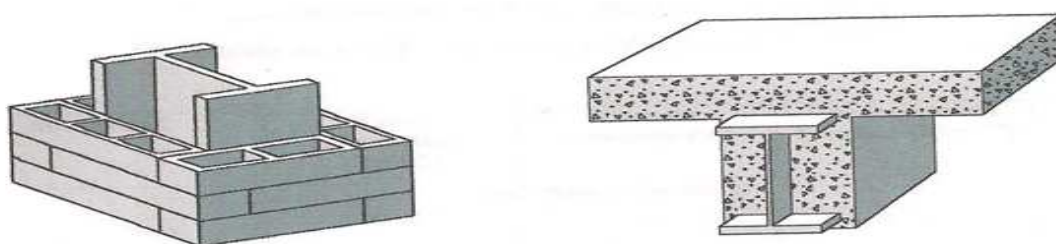


Figura 1-Exemplos de Proteção da Estrutura de Aço: o 1º com Alvenaria e o 2º com Concreto.

(Caldas, 2008, p.58)

Nos dias atuais há muitas literaturas falando sobre o assunto. VARGAS e SILVA comentam sobre as propriedades que os materiais utilizados para proteção térmica devem apresentar:

Os materiais utilizados para proteção térmica devem apresentar: baixa massa específica aparente, baixa condutividade térmica, alto calor específico, adequada resistência mecânica (quando expostos ao impacto), garantia de integridade durante a evolução do incêndio, além do custo compatível com a realidade da obra. (VARGAS e SILVA, 2003, p.40)

2.1 ESTUDO DOS MATERIAIS DE PROTEÇÃO DAS ESTRUTURAS DE AÇO

2.2.1 Materiais Projetados

São materiais utilizados para proteção da estruturas, aplicados diretamente no local em forma de jato. Tais produtos são econômicos, porém apresentam o acabamento inadequado, conforme ilustra a imagem a seguir.



Figura 2- Acabamento da Estrutura após jateamento, aparentando chapisco

(KAEFER, 2003)

REFRASSOL comenta sobre a utilização deste tipo de material e dá exemplos da explicação no mundo e no Brasil:

Estes materiais são os mais utilizados no mundo para proteção de estruturas metálicas. Os edifícios Sears Towers (Chicago – EUA) e as Torres Petronas (Kuala Lumpur – Malásia), são protegidos com este tipo de material. No Brasil, alguns dos maiores edifícios e prédios comerciais com o Shopping Center Frei Caneca em São Paulo – SP e a Central dos correios em Santo Amaro – SP, Aeroporto Internacional de Brasília – DF e o Centro Empresarial Aeroporto em Porto Alegre – RS, receberam proteção passiva contra fogo com materiais projetados em áreas internas, aparentes ou não. (REFRASSOL).

2.1.1.1 Tipos de Materiais Projetados

Os materiais projetados podem ser encontrados de três diferentes formas: Argamassa à base de vermiculita, argamassa cimentícia e fibra projetada, conforme explicam os itens a seguir.

2.1.1.2 Argamassa à Base de Vermiculita

A composição do material em estudo é informada por SILVA (2001) como sendo um tipo de argamassa composta por agregados leves à base de vermiculita, cimento e aglomerantes minerais.

O referido autor informa, também, as características e a forma de comercialização da vermiculita:

A vermiculita é um agregado mineral que apresenta grande resistência mecânica, pertencente ao grupo dos minerais micáceos. É incombustível e apresenta ponto de fusão em torno de 1370º C. sua estrutura é lamelar trifórmica e quando é aquecida, perde água, intumescce e se expande ortogonalmente. Sua densidade varia de 100 a 130 Kg/m³. O material é comercializado na forma de flocos e misturado a seco aos demais componentes, na própria obra, com posterior adição de água. (SILVA, 2001,[n.p.]).



Figura 3- Vermiculita em forma de flocos

(REGOBELLO, 2007, p.49)

A forma de aplicação do material é assim comentada por REGOBELLO:

A aplicação argamassa à base de vermiculita deve ocorrer durante a etapa de montagem das estruturas, pois requer limpeza após aplicação, que pode ser feita por jateamento ou com uso de espátulas, porém, há necessidade de utilização de pinos soldados na estrutura e telas para sua adequada fixação. Depois de aplicada apresenta acabamento rústico e deve receber uma pintura à base de epóxi, uma vez decorrido o tempo de secagem. (REGOBELLO, 2007, p.48)



Figura 4 – Argamassa à base de Vermiculita

(KAEFER, 2003)

O referido autor comenta sobre a abundância do material no Brasil:

A vermiculita é um mineral abundante no Brasil, fato que gera um menor custo deste material, o que, por sua vez, contribui para a queda nos custos dos outros tipos de materiais para proteção passiva, muitos deles importados. Porém, a necessidade de uso de pinos e telas torna este sistema menos utilizado em obras convencionais. (REGOBELLO, 2007, p.49)

2.1.1.3 Argamassa Cimentícia

MENDES comenta sobre a composição de argamassa cimentícia:

As argamassascimentícias são compostas por materiais aglomerantes, como gesso e cimento, em grande quantidade, e resinas acrílicas. As composições dos aglomerantes variam de acordo com a sua utilização. A argamassa de baixa densidade, em torno de 250 kg/m^3 , é indicada para o interior das edificações, podendo permanecer expostas ou sob o forro. Sua composição consiste de 80% de gesso e 20% de cimento portland. Já as argamassas de média e alta densidade têm como aglomerante básico o cimento portland. Apresentam densidadesde 350 kg/m^3 e 650 kg/m^3 , respectivamente. São indicadas para usos externos e locais que necessitem de materiais com alta resistência contra impactos e umidade. Todas elas podem ser aplicadas diretamente sobre o aço e apresentam elevada aderência, dispensando o uso de pinos e/ou telas. Podem ser coloridas em fábrica ou pintadas na obra, e não apresentam erosão sob corrente de ar. As argamassas de média e alta densidade apresentam vantagens com relação à argamassa de baixa densidade. Elas possuem grande resistência a impactos e à umidade, podendo ficar expostas às intempéries, bem como podem ser desempenadas apresentando acabamento de superfície lisa. (MENDES, 2004, [n.p.]).

De acordo com MENDES, serão apresentadas, abaixo, figuras ilustrando as argamassas cimentícias aplicadas nas estruturas, conforme classificação citada acima:



Figura 5 – Argamassa Cimentícia de Baixa Densidade
(MENDES, 2004, [n.p.])

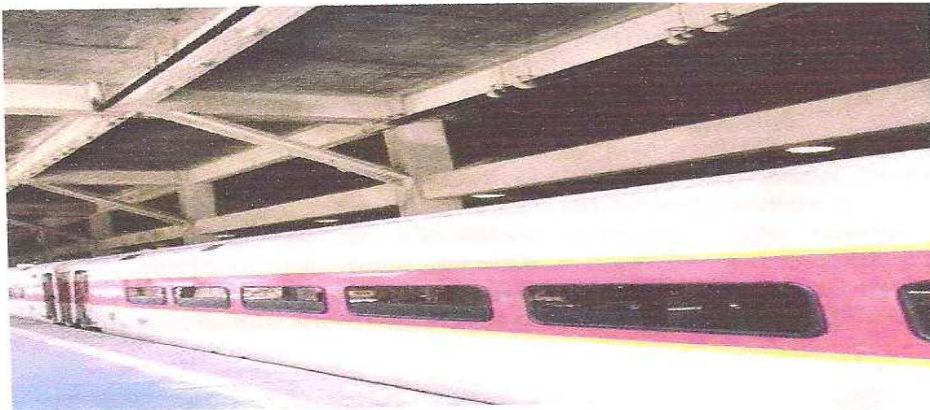


Figura 6 – Argamassa Cimentícia de Média Densidade
(MENDES, 2004, [n.p.])



Figura 7 – Argamassa Cimentícia de Alta Densidade
(MENDES, 2004, [n.p.])

2.1.1.4 Fibra Projetada

REGOBELLO explica a composição, as características, além da forma de aplicação do material em estudo:

As fibras projetadas são compostas por lã de rocha e materiais aglomerantes, sendo o último em menor quantidade. São de baixa densidade, em torno de 250 a 300 kg/m³, e indicados para usos interiores e exteriores, podendo permanecer expostas ou não (no caso, com forro). Além disso, o material pode ser aplicado diretamente sobre o elemento estrutural, pois apresentam elevada aderência, dispensando o uso de pinos e/ou telas. Não necessitam de revestimentos e não apresentam erosão sob corrente de ar. Permitem uma aplicação rápida, devendo ser realizada preferencialmente durante a fase de construção, porém, podendo também ser aplicada durante períodos de reformas. O material que a constitui não necessita mistura prévia e seca rapidamente. (RAGOBELLO, 2007, p.50).



Figura 8 – Aplicação de Fibra Projetada em uma coluna

(REGOBELLO, 2007, P.50)



Figura 9 –Detalhe após a aplicação de Fibra Projetada

(REGOBELLO, 2007, P.50)

2.2.1 Placas Rígidas

As placas rígidas são revestimentos que envolvem a estrutura de aço, isolando-a da ação do fogo. Estes revestimentos apresentam acabamento satisfatório por possuir superfície lisa. Podem ser encontradas de três formas diferentes: placas de gesso acartonado, placas de lã de rocha e os painéis de silicato autoclavados, conforme explica os itens abaixo.

2.1.2.1 Placas de Gesso Acartonado

SILVA e VARGAS dão uma breve explicação sobre a composição, as características e o custo das placas de gesso acartonado:

As placas de gesso acartonado são placas semelhantes às placas de gesso convencional, porém possuem fibras de vidro e vermiculita na sua composição, garantindo características específicas para a proteção contra incêndio. Seu custo é superior quando comparado às placas convencionais “dry-wall”, porém apresentam acabamento excelente, idêntico as placas “dry-wall”, tornando-se uma solução adequada em situações que necessitam de bom acabamento, contribuindo ainda com o isolamento acústico e podendo trabalhar como paredes de compartimentação corta-fogo. Não podem permanecer expostas às intempéries devido à presença de gesso em sua composição. (SILVA e VARGAS, 2003, [n.p.]).

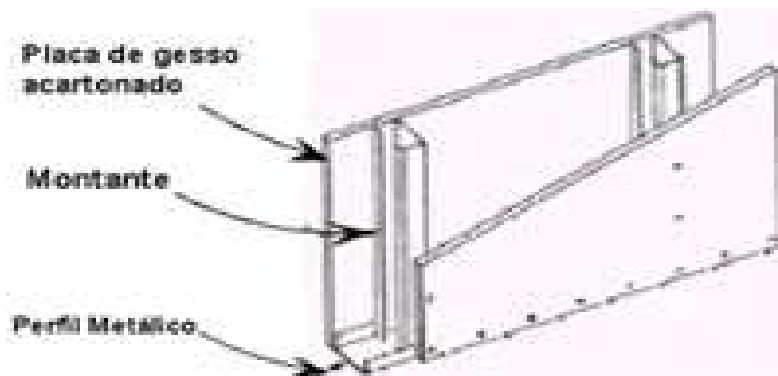


Figura 10 – Detalhe da aplicação da Placa de Gesso Acartonado

(REGOBELLO, 2007, P.50)

2.1.2.2 Placas de Lã de Rocha

REGOBELLO informa a composição e a forma de aplicação do material:

Esses painéis são compostos por materiais fibrosos, no caso, a lã de rocha, a qual é obtida pela fusão da rocha de origem basáltica. Constituem painéis aglomerados por pulverização de resinas term endurecíveis. São aplicados no sistema de caixa, fixados por pinos previamente soldados à estrutura ou por sistema de travamento de

encaixe sob pressão, sem a utilização de soldas. Podem ser aplicados durante reformas, com a edificação em uso, pois geram menos sujeira que as argamassas projetadas. (REGOBELLO, 2007, p.55)

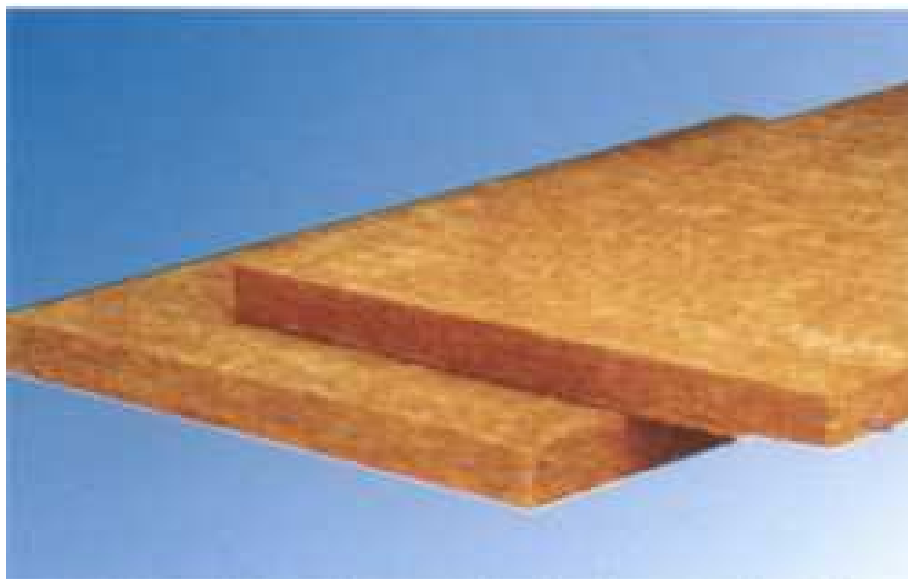


Figura 11 –Detalhe da aplicação da Placa de Lã de Rocha
(ISAR, 2009)

O autor supracitado ainda comenta sobre a problemática da exposição deste material:

Estes materiais não devem ficar expostos ao intemperismo ou exposição pública, pois apresentam acabamento rústico e baixa resistência mecânica. Porém, em estruturas aparentes de estacionamento e galpões podem ser fornecidos com várias opções de acabamento, como filmes PVC, não-tecido automotivo, alumínio reforçado, além de texturizações e cores. (REGOBELLO, 2007, p.56).

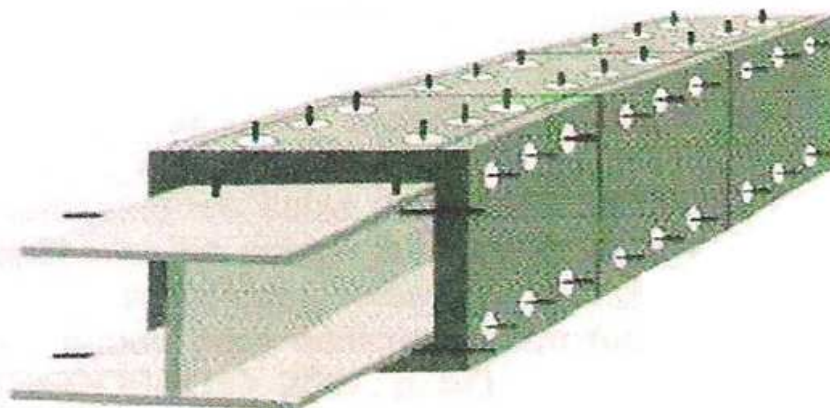


Figura 12 – Fixação de Placa de Lã de Rocha por meio de pinos
(REGOBELLO, 2007, P.56)

2.1.2.3 Painéis de Silicato Autoclavado

REGOBELLO informa a composição, as propriedades e a forma de aplicação do material:

São constituídos por placas rígidas que apresentam elevada resistência mecânica e à abrasão. Podem ser aplicados nas edificações em serviço, pois são instalados por meio de travamentos com parafusos ou grampos, sem necessidade de solda na estrutura. Seu acabamento é similar aquele obtido com a aplicação das placas de gesso acartonado, podendo receber massas e pinturas, conferindo boas soluções para os interiores das edificações. (REGOBELLO, 2007, p.57).

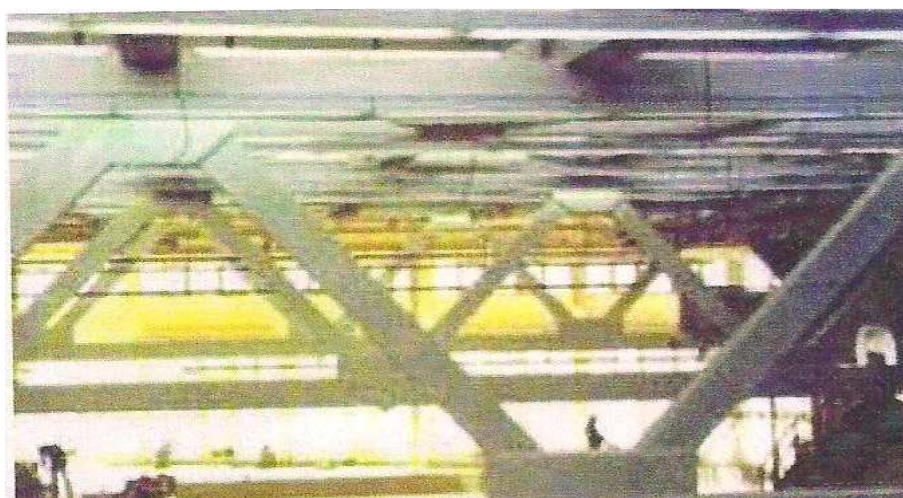


Figura 13 – Estrutura Protegida por Painéis de Silicato Autoclavado

(REFRASOL, 2009)

2.2.1 MANTAS

REGOBELLO tece algumas explicações sobre a composição e a forma de aplicação das mantas nas estruturas:

As mantas são materiais flexíveis que podem ser compostas por aglomerados de fibra cerâmica, lã de rocha ou outro material fibroso apresentando baixa densidade, em torno de 64 kg/m^3 . Essas mantas são aplicadas no contorno, envolvendo a estrutura, sendo fixados por meio de pinos metálicos soldados previamente à estrutura. Esse sistema é adequado para edificações em funcionamento, pois geram pouca sujeira. (REGOBELLO, 2007, p.57).

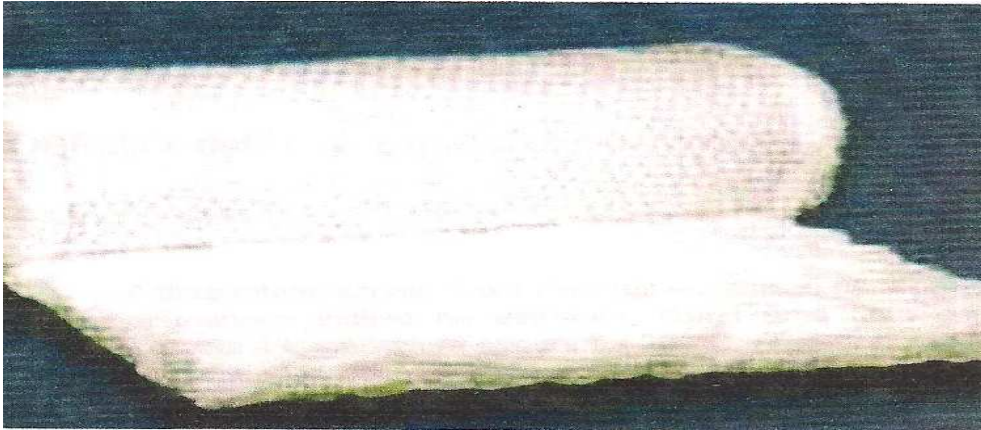


Figura 14–Manta composta por Lã de Vidro
(ISAR, 2009)

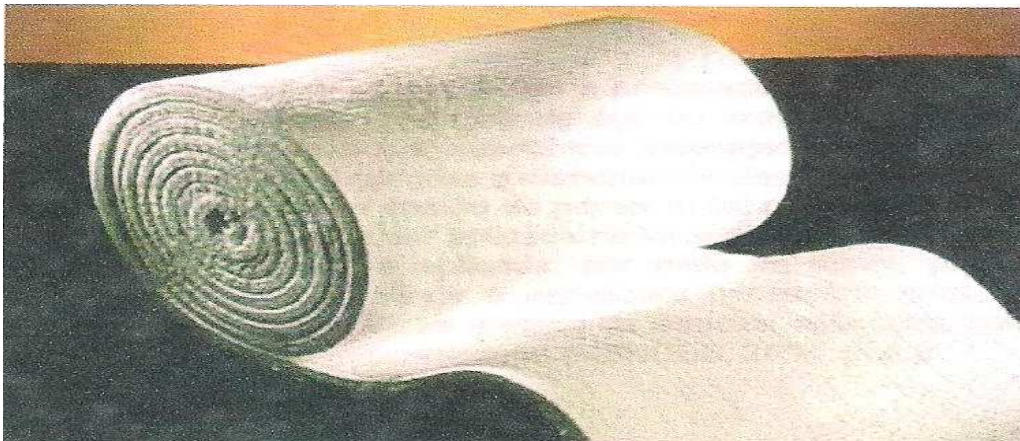


Figura 15–Manta composta por Fibra Cerâmica
(ISAR, 2009)



Figura 16 – Aplicação da Manta composta por Fibra Cerâmica na Estrutura de Aço
(DIAS, 2002, [n.p.])

2.2.1 Tintas Intumescentes

REGOBELLO define e explica como funciona a tinta intumescente na estrutura:

A tinta intumescente é um material específico para proteção passiva, o qual permanece inativo na estrutura, como uma tinta comum, até que seja exposta à temperatura superior a 200°C. a partir desta temperatura inicia-se um processo de expansão volumétrica, ou seja, intumescem, tornando-se uma espuma rígida (devido às resinas que compõem a tinta) com poros preenchidos por gases atóxicos. O processo de expansão volumétrica retarda a elevação rápida de temperatura das estruturas metálicas. (REGOBELLO, 2007, p.57)

MENDES explica como se aplica o material na estrutura:

A aplicação se inicia com a preparação da superfície do aço por meio de jato de areia, granalha de aço ou lixamento mecânico, sendo necessário remover qualquer substância indesejada, como carepas de laminação e soldagem, oxidações e manchas de óleos, graxas ou gorduras. Em seguida, aplica-se uma demão de primer epóxi compatível, sendo que uma segunda demão deverá ser aplicada no local da edificação após a montagem. A tinta intumescente é aplicada, por meio de spray, pincel ou rolo, em várias demãos, até atingir a espessura necessária para a proteção passiva. A figura abaixo ilustra a etapa de limpeza, aplicação, acabamento e expansão de sistema intumescente. (MENDES, 2004, [n.p.]).

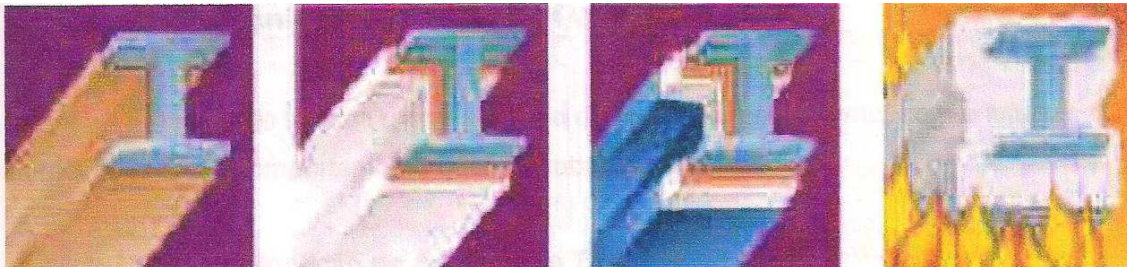


Figura 17 – As diversas fases da Tinta Intumescente na Estrutura

(REFRASOL, 2009)

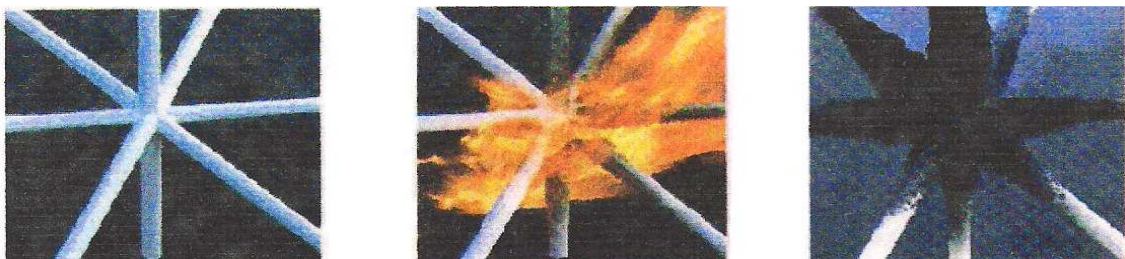


Figura 18 – Estrutura Protegida por Tinta Intumescente Submetida a ação do fogo na Estrutura

(KAEFER, 2003)

2.2 ESTUDO DOS MATERIAIS DE PROTEÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Para a manutenção das estruturas das edificações construídas em concreto durante incêndios constitui um problema que necessita rapidamente ser solucionado, dado o risco de rompimento repentino destes materiais durante a exposição ao fogo.

Diante destas considerações LIMA (2007, p.98) afirma que, *“torna-se imprescindível analisar alternativas técnicas para minimizar ou eliminar a tendência aos deslocamentos explosivos”*.

LIMA (2007) informa que além das alternativas técnicas para solucionar a problemática dos incêndios no concreto, informadas no capítulo anterior, conhecidas como técnicas de proteções passivas e/ou ativas que são sobrepostas aos elementos estruturais, há também, as proteções passivas ou reforços incorporados à matriz cimentícia do concreto, que passam a fazer parte do mesmo, formando um material compósito.

2.2.1 Técnicas de Proteção Passiva

Este tipo de técnica prevê a adição de materiais ao concreto, com o intuito de melhorar o seu comportamento quando submetidos ao calor.

2.2.1.1 Colocação de Aditivos no Traço do Concreto

CASTELLOTE informa as mudanças na estrutura do concreto após a aplicação se aditivos:

A escolha de traços que contenham aditivos capazes de alterar a estrutura de poros, aumentando as reservas de espaço que podem ser ocupadas pelo vapor e, também, a permeabilidade da matriz cimentícia. Dentro estes aditivos, os incorporadores de ar poderiam contribuir para a liberação do vapor gerado durante o aquecimento através dos vazios criados na matriz cimentícia. No entanto, estudos mais específicos para esta finalidade devem ser realizados, pois a adição dos mesmos pode levar a uma considerável redução na capacidade portante pela elevação do volume de vazios. Em alguns casos pode-se tentar controlar a umidade do concreto, a fim de que evitar que haja quantidades elevadas de águas nos poros, pois baixos valores de umidade total na mistura tendem a provocar uma hidratação mais continuada ao longo do tempo, com incorporação da água livre na forma de água quimicamente combinada ou adsorvida. (CASTELLOTE, 2003, [n.p.]).

2.2.1.2 Emprego de Armadura de Pele

KHOURY fala sobre o emprego de armadura de pele na proteção das colunas de concreto:

O emprego de armadura de pele para limitar a extensão dos danos, melhorando significativamente o desempenho de colunas. No entanto, este tipo de armadura somente deverá ser empregado em casos onde as normas requeram altas resistências ao fogo, pois os reforços suplementares, embora protejam as colunas do spalling, não evitam o fenômeno propriamente dito. Os benefícios se restringem a limitar os danos decorrentes do incêndio, e facilitar o reparo da estrutura (KHOURY, 2003b, p.11).

2.2.1.3 Adição de Filamentos Fibrosos

Outra forma de proteção passiva do concreto se dá através da adição de filamentos fibrosos a sua matriz, assim explicada por CASTELLOTE:

A adição de filamentos fibrosos (ou fibras, como são comumente denominadas) a matriz cimentícia do concreto, tais como fibras de aço e/ou polipropileno. A adição de fibras de aço ao concreto para reduzir e, em alguns casos, evitar os deslocamentos explosivos que ocorrem em altas temperaturas tem a função primordial de inibir a formação e a propagação de micro-fissuras. Sua maior eficácia ocorre em temperaturas compreendidas entre 300°C e 400°C. Acima destes patamares, as fibras começam a se expandir, devido ao aquecimento e, conseqüentemente, terminam por perder a aderência com a matriz cimentícia, o que pode favorecer o aparecimento de micro-fissuras. Além disto, a adição destas fibras não elimina o risco das explosões em concretos extremamente compactos, pois elas aumentam à resistência a tração do material e acabam ocasionando uma explosão mais violenta, devido à abrupta liberação de grande quantidade de energia. (CASTELLOTE, 2003, [n.p.]).

3. CONCLUSÃO

O estudo dos materiais que retardam a ação do fogo nas estruturas de aço e concreto apresentou-se como algo extremamente importante, principalmente para as edificações que possuem um maior grau de exposição ao calor ou que necessitam por suas características construtivas estarem mais protegidas, a fim de evitar problemas que comprometam a estrutura física da edificação, e conseqüentemente perdas materiais e principalmente humanas.

Dessa forma, tornou-se necessário um incessante estudo sobre este assunto, algo que só aconteceu no Brasil e no mundo após a ocorrência de sinistros gigantescos, que tiveram como consequência muitas perdas materiais e de vidas.

Assim, levando em consideração as características e propriedades das estruturas de aço e do concreto, se faz necessário a aplicação de alguns materiais de proteção da estrutura contra à ação do fogo.

A aplicação dos materiais retardantes à ação do fogo nas estruturas de aço e concreto necessita ainda da observação de alguns fatores como a estética do local, a velocidade de aplicação, o Tempo de Resistência ao Fogo necessário para estrutura, além do custo, o que faz com que se utilizem diferentes tipos de proteção.

Com isso, conclui-se que há uma necessidade cada vez maior de aprofundar os estudos neste assunto, visto que, ficou evidente a interferência de forma direta na vida dos seres humanos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 14.323 (2001). Dimensionamento de estruturas de aço e de estruturas mistas aço e concreto de edifícios em situação de incêndio.

CALDAS, R.B., Análise numérica de estruturas de aço, concreto e mistas em situação de incêndio. Belo Horizonte, 2008. 1v. Tese de Doutorado – Engenharia de Estruturas – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

CASTELLOTE, M. et al. Microstructure: solidphases. In: COURSE ON EFFECT OF HEAT ON CONCRETE, Udine, Itália: International Center for Mechanical Sciences, 2003. 13p. Apostila.

Dias, L.A.M (2002). Estruturas de Aço. Conceitos, técnicas e linguagem. Ziguarte. São Paulo.

FAKURY, R.H.; SILVA, V.P.; MARTINS, M.M. (2000). Temperatura Crítica de Elementos Estruturais de Aço em Situação de Incêndio. In: Jornadas Suldamericanas de IngenieriaEstructural, Anais. Puntadel Este.

ISAR, Isolamentos Térmicos.Disponível em <<http://www.isar.com.br>>.Acesso em 20.09.2011.

KAEFER, Elka. Materiais de Proteção Passiva Contra o Fogo. COBENI.2003.

KHOURY, G. Spalling. In: COURSE ON EFFECT OF HEAT ON COCRETE, 2003, Udine, Itália: International Center for Mechanical Sciences, 2003b, p.11. Apostila.

LIMA, Rogério. Investigação do comportamento de concretos em temperaturas elevadas. Porto Alegre, 2007. Tese de Doutorado. Doutor em Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MENDES, C. L. (2004). Estudo sobre perfis formados a frio em situação de incêndio. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos.

MITIDIERI, Marcelo L. Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo: reação ao fogo. São Paulo, 1998. 1v. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PANNONI, Fabio; SILVA, Valdir. Segurança das Estruturas em Situação de Incêndio. A Segurança Contra Incêndio no Brasil. Projeto Editora, São Paulo, 2008.

REFRASOL. Estruturas Metálicas – Produtos: Argamassas Projetadas Leves. Disponível em <<http://www.refrasol.com.br>>. Acesso em 20.09.2011.

REGOBELLO, R.; SILVA, V.P.. Análise Termestrutural de Vigas Biengastadas Constituídas por Perfis Formados à Frio em Situação de Incêndio. CILAMCE, 2007.

SILVA, V. P.. Estruturas de Aço em Situação de Incêndio. Ziguarte Editora, São Paulo, 2001.

SILVA, V.P.; VARGAS M.R.. Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço, Instituto Brasileiro de Siderurgia – IBS / Centro Brasileiro de Construção em Aço – CBCA, Rio de Janeiro, 2003.

SOUZA R.; MITIDIERI FILHO, C. V.. Cooperação Técnica Brasil-Japão na Área de Prevenção de Incêndios, In: Tecnologia das Edificações / Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha–Pini–Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT – São Paulo, 1988.