



DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE ATRAVÉS DA LINGUAGEM PYTHON PARA DIMENSIONAMENTO DE EXTINTORES DE INCÊNDIO

Daniel Augusto de Moura Pereira (UFCG) danielmoura@ufcg.edu.br
Bruno Pereira Diniz (UFCG) brunopereiradiniz046@gmail.com
Mateus José de Siqueira Silva (UFCG) mateussiqueirasilva3@gmail.com
Pedro Paulo Mendes Tomaz (UFCG) pedrtomz@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um software, através da linguagem Python, para o dimensionamento de extintores de incêndio, a fim de auxiliar profissionais da área de Engenharia de Segurança do Trabalho e do Corpo de Bombeiros. O software foi a partir da Norma Regulamentadora 23, além de regulamentos específicos, como as Normas Brasileiras Registradas 14276 e 12693, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Com as informações repassadas pelo usuário, o software mostra um relatório indicando o tipo de extintor para o ambiente selecionado, assim como a quantidade para cada um dos tipos apropriados para aquela situação, além de outras informações referentes ao risco de fogo, classe de ocupação e a distância máxima a ser percorrida para ter acesso ao extintor.

Palavras-Chaves: Segurança do Trabalho. NR-23. NBR 14276 e NBR 12693. Python. Software.

1. Introdução

Em 18 de Janeiro de 2023, um galpão do terminal de cargas do Aeroporto Internacional Tom Jobim, conhecido como Galeão — no Rio de Janeiro —, foi tomado por chamas no início daquela tarde.

No dia 28 de dezembro de 2022, em Vitória da Conquista – BA, um incêndio de grandes proporções destruiu a terceira maior loja da Havan no Estado da Bahia. A loja tinha 6300 metros quadrados de área construída e quase 100 funcionários trabalhavam no local.

Dados do Instituto Sprinkler Brasil (ISB) mostram que em 2020, foram contabilizadas 1244 ocorrências de incêndios estruturais de janeiro a dezembro, noticiadas pela imprensa. Dentre as diferentes categorias de estruturas, a que registrou o maior número de notícias na imprensa

foram os estabelecimentos comerciais (lojas, shopping centers e supermercados), com 255 registros, seguida por depósito, com 220 reportes.

Confome mostra a Figura 1, o aumento de sinistros relacionados a incêndio noticiados pela imprensa teve um incremento de 44% em relação ao ano de 2019. Pode-se perceber que a categoria “Outros” foi a que mais teve aumento (740%), seguida pela categoria de “Ocupações de Serviços de Saúde e Institucional”, 167% maior que no ano anterior. A única redução em percentual aconteceu na categoria “Educação e Cultura Física”.

Figura 1 – Aumento de sinistros relacionados a incêndio noticiados

OCUPAÇÃO	2020	VARIAÇÃO EM RELAÇÃO A 2019
COMÉRCIO	255	+19%
DEPÓSITO	220	+18%
EDUCACIONAL E CULTURA FÍSICA	38	-12%
INDÚSTRIA	192	+71%
LOCAL DE REUNIÃO DE PÚBLICO	153	+29%
EDIFICAÇÃO E EMPRESA PÚBLICA	30	+25%
SERVIÇO DE HOSPEDAGEM	20	+11%
SERVIÇO DE SAÚDE E INSTITUCIONAL	96	+167%
SERVIÇO PROFISSIONAL	114	+18%
OUTROS	126	+740%
TOTAL	1244	+44%

Fonte: Instituto Brasil Sprinkler (2020)

Os dados supracitados corroboram com a necessidade de maior preocupação e gestão na área de Proteção Contra Incêndios. Neste sentido, a Norma Regulamentadora (NR) 23 – Proteção Contra Incêndios, as Normas Brasileiras Registradas (NBR) 14276 (Brigada de Incêndio) e 12693 (Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio) e Norma Técnica (NT) 14 2017 (Carga de Incêndio nas edificações e áreas de risco) dão subsídio técnico para o Dimensionamento de Extintores de Incêndio em diversos ambientes. Porém, este dimensionamento pode se tornar difícil, na medida em que são consultadas várias normas e tabelas, dependendo do tipo de situação. Logo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um software para Dimensionamento de Extintores de Incêndio em linguagem Python.



2. Referencial Teórico

2.1 Segurança do Trabalho

De acordo com Barsano, 2018 “A segurança do trabalho é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes durante a atividade laboral do trabalhador. Seu principal objetivo é a prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e outras formas de agravos à saúde do profissional”.

Para Peixoto, 2011 “A Segurança do Trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas adotadas, visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho das pessoas envolvidas”.

A segurança do trabalho combina outros conhecimentos relevantes (medicina do trabalho, ergonomia, saúde ocupacional, segurança patrimonial) para identificar os fatores de risco que levam à ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais, avaliar seu impacto na saúde do trabalhador e recomendar técnicas para implementação no ambiente de trabalho Intervenções (MATTOS et al., 2011).

2.1.1 Proteção Contra Incêndios

Para Ono (2007), medidas de prevenção são aquelas que se destinam a prevenir a ocorrência do início do incêndio, isto é, controlar o risco do início do incêndio enquanto que as medidas de proteção são aquelas destinadas a proteger a vida humana e os bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio que já se desenvolve.

No campo da proteção contra incêndio, os sistemas são divididos em dois grandes grupos que se complementam: proteção passiva e proteção ativa.

Segundo Ono (2004), “A proteção passiva é constituída de medidas de proteção contra incêndio incorporadas ao edifício e que não necessitam de um acionamento para o seu funcionamento em caso de incêndio, podendo desempenhar ou não outra função paralela ao longo do seu uso”.

De acordo com Freire (2009), “A proteção ativa envolve todas as formas de detecção, de alarme e de combate ao fogo para a extinção de um princípio de incêndio já instalado ou, então, para o controle do seu crescimento até a chegada do corpo de bombeiros que farão o combate final”.

A NR 23 estabelece que as organizações devem fornecer a todos os funcionários as seguintes informações:

- a) utilização dos equipamentos de combate ao incêndio;
- b) procedimentos de resposta aos cenários de emergências e para evacuação dos locais de trabalho com segurança; e
- c) dispositivos de alarme existentes.

Os locais de trabalho devem ter um número suficiente de saídas e ser organizados para que as pessoas nesses locais possam sair com rapidez e segurança em caso de emergência.

2.1.2 Tipos de Extintores de Incêndio

Um extintor é um aparelho manual utilizado com a finalidade de combater princípios e focos de rogo que contém um determinado agente extintor para certos tipos de incêndio (PEREIRA, 2017).

Segundo Nogueira (2017), de uma forma geral, os extintores de incêndio são classificados de acordo com o seu agente extintor, os mais conhecidos são assim apresentados (Tabela 1):

- Água Pressurizada (AP)
- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Espuma Mecânica
- Pó Químico Seco (PQS)
- Gás Halogenado

Tabela 1 – Tipos de Extintores

Agente	Indicação
Água	Incêndios de classe A, age por resfriamento e nunca se deve utilizar em incêndios de classes B e C.
Gás Carbônico	Incêndios de classe B e C, age por abafamento extinguindo o oxigênio e resfriado os materiais.
Pó Químico B/C	Incêndios de classe B e C, extingue o fogo por meio de reações químicas.
Espuma Mecânica	Incêndios de classe A e B, age por abafamento e resfriamento, nunca ser utilizado em fogo de natureza classe C.
Pó Químico A/B/C	Incêndios de classe A, B e C age por reações químicas e abafamento pode ser utilizado em fogos de qualquer tipo de natureza.
Cloreto de Sódio D	Incêndios de classe D, o incêndio é extinto através do isolamento entre o metal e a atmosfera e o resfriamento.



2.2 Norma Regulamentadora – 23 – Proteção contra Incêndios

A Norma Regulamentadora (NR) 23 estabelece as medidas de proteção contra incêndio que devem dispor os locais de trabalho, visando à prevenção da saúde e da integridade física dos trabalhadores (JÚNIOR, 2017).

Caracterizada como Norma Especial pela Portaria SIT nº 787, de 28 de novembro de 2018, a redação original da NR-23 estabelecia disposições relativas à proteção contra incêndio, a saídas para rápida retirada do pessoal em serviço, a equipamentos suficientes para combater o fogo no seu início e a pessoas adestradas (sic) no uso correto destes equipamentos (MPS, 2022).

O objetivo da NR-23 é proteger as pessoas, o patrimônio e combater um incêndio ou início de incêndio, uma vez que a situação já tenha sido desencadeada. Por isso ela é chamada de Proteção Contra Incêndios, ou Proteção e Combate a Incêndios.

2.3 Norma Brasileira Registrada 14276 – Brigada de Incêndio

A NBR 14276 surgiu da necessidade de padronização das atividades das brigadas de emergências, ficando as organizações livres para agregar outros padrões, de acordo com as suas necessidades e/ou riscos envolvidos, visando otimizar as ações próprias e os socorros públicos ou de terceiros (ABNT, 2021).

Conforme NBR 14276 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021, p. 7) “Esta Norma estabelece os requisitos e procedimentos para composição, treinamento e atividades das brigadas de emergência de incêndio, para proteger a vida e o patrimônio, bem como para reduzir as consequências sociais e os danos ao meio ambiente”.

De acordo com a NBR 14276 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021, p. 6) “É importante ressaltar que esta Norma foi elaborada com as melhores práticas adotadas no mercado brasileiro e referências técnicas estrangeiras e internacionais, bem como com a aplicação dos conceitos de gestão e de melhoria contínua”.



2.3.1 Norma Brasileira Registrada 12693 – Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio

NBR 12693 de 2021, que trata dos Sistemas de Proteção por Extintor de Incêndio, que naturalmente está relacionada a NR 23 da Portaria 3.214/78 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS, que regulamenta o Art. 153 da CLT.

Esta Norma fixa as condições exigíveis para projeto e instalação de sistemas de proteção por extintores portáteis e/ou sobre rodas e se aplica a riscos isolados que necessitem de sistema de proteção por extintores portáteis e/ou sobre rodas, para a salvaguarda de pessoas e bens materiais (ABNT, 2021).

2.4 Norma Técnica 14/2017 – Carga de Incêndio nas edificações e áreas de risco

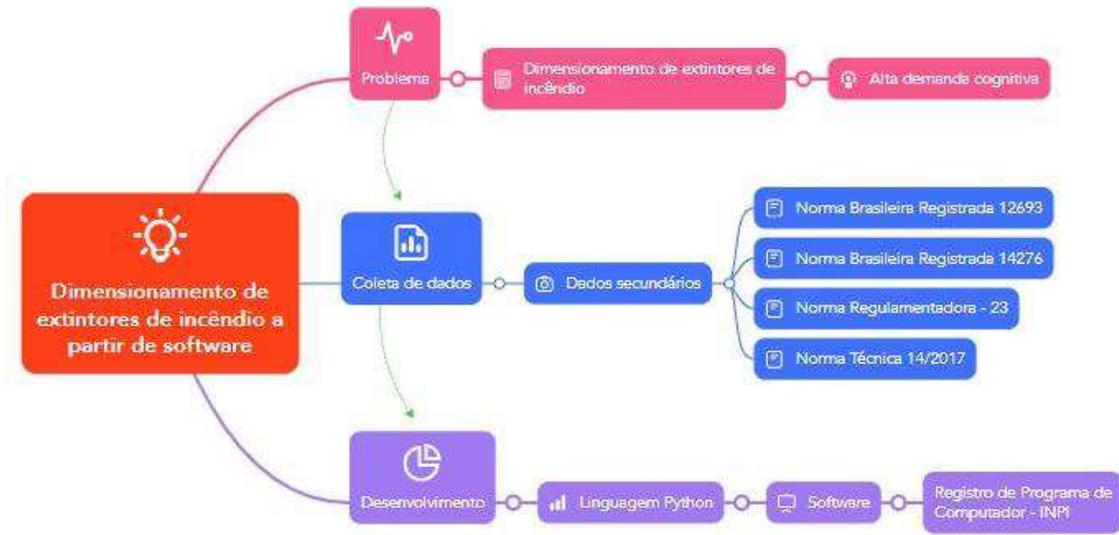
Pela Lei Federal nº 13.425/2017 a Norma Técnica 14/2017, estabelece diretrizes gerais e valores sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público.

As cargas de incêndio contidas nesta norma são aplicáveis a edificações e áreas de risco para classificação de risco e determinação do nível exigido de medidas de segurança contra incêndio de acordo com o disposto na Norma Técnica 01.

3. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa descritiva e exploratória e que seguiu o seguinte diagrama metodológico para sua realização, conforme a Figura 2:

Figura 2 – Diagrama metodológico



Fonte: Autores (2023)

A demanda cognitiva para o correto Dimensionamento de Extintores de Incêndio motivou o desenvolvimento de uma ferramenta computacional de simples utilização e assertiva. Os dados foram coletados a partir das Normas Brasileiras Registradas 12693 e 14276, Norma Regulamentadora 23 – Proteção Contra Incêndios e a Norma Técnica 14 2017. Em seguida, utilizou-se a linguagem de programação *Python* para desenvolver o programa de Dimensionamento de Extintores. O programa desenvolvido teve seu Registro de Programa de Computador (RPC) deferido pelo Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI).

4. Resultados e Discussão

O programa denominado Dimensionamento de Extintores, apresenta um menu de opções com as classes de ocupação de acordo com a NBR 14276 e a NT 14/2017, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Menu de Classe de Ocupação

```

    CLASSE POR OCUPAÇÃO
    Opções de Ocupação de Risco:
    1 - Habitação Unifamiliar | 2 - Habitação Multifamiliar | 3 - Habitação Coletiva
    4 - Hotel Assemelhado | 5 - Hotel Residencial | 6 - Comércio Pequeno
    7 - Comércio Médio | 8 - Centros de Compras | 9 - Prestação de Serviço
    10 - Agências | 11 - Serviço de Reparação | 12 - Laboratório
    13 - Escola em Geral | 14 - Escola Especial | 15 - Espaço de Cultura Física
    16 - Centro de Treinamento | 17 - Pré-Escola | 18 - Centro de Relíquias
    19 - Centros Religiosos e de Velório | 20 - Centro Esportivo | 21 - Estação
    22 - Auditórios | 23 - Clube Social | 24 - Construção Temporária
    25 - Local para Refeição | 26 - Recreação Pública | 27 - Exposição
    28 - Casas de Show | 29 - Garagem Privada | 30 - Garagem Pública
    31 - Posto de Combustível | 32 - Serviço de Manutenção | 33 - Hangares
    34 - Garagens Náuticas | 35 - Hospitais | 36 - Centros de Cuidados Especiais
    37 - Hospital e Assemelhado | 38 - Edificações das Forças Armadas e Polícias | 39 - Cadeias
    40 - Clínica e Consultório | 41 - Indústria com carga de incêndio até 300 MJ/m² | 42 - Indústria com Carga de Incêndio entre 300 MJ/m² a 1200 MJ/m²
    43 - Indústria com Carga de Incêndio Superior a 1200 MJ/m² | 44 - Depósito de Material | 45 - Depósito com Carga de Incêndio até 300 MJ/m²
    46 - Depósito com Carga de Incêndio entre 300 MJ/m² e 1200 MJ/m² | 47 - Depósito com Carga de Incêndio superior a 1200 MJ/m² | 48 - Centrais de Energia
    49 - Geração de Energia | 50 - Comércio | 51 - Indústria
    52 - Depósito | 53 - Túnel | 54 - Líquido ou Gás Inflamável
    55 - Central de Comunicação | 56 - Canteiro de Obras | 57 - Silos
    58 - Terra Selvagem | 59 - Pátio de Contêineres | 60 - Atividades Agrozootécnicas
    61 - Minas
    Digite o número referente a qual classe deseja ver o relatório: 60
  
```

Fonte: Autores (2023)



Posteriormente com a escolha de número referente a uma das classes, é exibido um relatório inicial com informações sobre o local da edificação como risco de fogo, classe de ocupação, divisão, exemplo, nível de treinamento e a distância máxima a percorrer até o extintor, apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Relatório Inicial

```
----- NORMA REGULAMENTADORA Nº23 ATUALIZADA EM 2022 -----  
----- DE ACORDO COM A NBR-14276 -----  
----- DIMENSIONAMENTO DE EXTINTORES -----  
----- ATIVIDADES AGROZOOTÉCNICAS -----  
-----  
Risco de fogo: Pequeno, Médio e Alto  
Classe de ocupação: A, B e C  
Divisão: M-8 (especial)  
Exemplos: Áreas de plantação e de criação de animais.  
Nível de treinamento: Básico, Intermediário e Intermediário  
Distância máxima a percorrer até o extintor: 10 a 20 metros  
-----
```

Fonte: Autores (2023)

Em seguida o usuário deve informa o comprimento e a largura da edificação, para a realização do cálculo de acordo com a NBR 12693, com isso mostrará a distribuição sugerida com o tipo e o número de extintores necessários para o determinado local escolhido, como está apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Calculo da Distribuição e Tipos de Extintores

```
-----  
Calculando o número ideal de extintores para o espaço analisado:  
Digite o valor do comprimento (m) do local: 1000  
Digite o valor da largura (m) do local: 500  
A área total é 500000.00 m2  
Número de extintores necessários: 555 para 500000.00 m2  
-----  
----- TIPOS DE EXTINTORES RECOMENDADOS -----  
-----  
----- EXTINTORES PORTÁTEIS OU MÓVEIS -----  
139 extintor(es) de água pressurizada de 10 litros  
139 extintor(es) de espuma mecânica ou química de 10 litros  
139 extintor(es) de gás carbônico (CO2) de 6 Kg  
139 extintor(es) de pó químico seco de 4 Kg  
-----  
----- OU -----  
-----  
----- EXTINTORES SOBRE RODAS -----  
139 extintor(es) de água pressurizada de 75 litros  
139 extintor(es) de espuma mecânica ou química de 75 litros  
139 extintor(es) de gás carbônico (CO2) de 10 Kg  
139 extintor(es) de pó químico seco de 20 Kg  
-----  
*Distribuição sugerida.  
-----  
*O cálculo do dimensionamento de extintores considera o arredondamento para mais.  
-----
```

Fonte: Autores (2023)

Chegando ao final do Dimensionamento, o operador obtém um relatório geral com todas as informações sobre a classe de ocupação escolhida e é informado da gratuidade do uso do software para uso não comercial, assim como os autores do mesmo, e é perguntado se o

usuário deseja continuar a operação para uma nova consulta. Caso escolha “SIM”, o programa irá reiniciar ou se escolher “NÃO”, será encerrada a execução do software como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Relatório Final e Loop de execução

```
----- NORMA REGULAMENTADORA Nº23 ATUALIZADA EM 2022 -----  
----- DE ACORDO COM A NBR-14276 -----  
----- DIMENSIONAMENTO DE EXTINTORES -----  
----- ATIVIDADES AGROZOOTÉCNICAS -----  
-----  
Risco de fogo: Pequeno, Médio e Alto  
Classe de ocupação: A, B e C  
Divisão: M-8 (especial)  
Exemplos: Áreas de plantação e de criação de animais.  
Nível de treinamento: Básico, Intermediário e Intermediário  
Distância máxima a percorrer até o extintor: 10 a 20 metros  
-----  
Calculando o número ideal de extintores para o espaço analisado:  
Digite o valor do comprimento (m) do local: 1000  
Digite o valor da largura (m) do local: 500  
A área total é 500000.00 m2  
Número de extintores necessários: 555 para 500000.00 m2  
-----  
----- TIPOS DE EXTINTORES RECOMENDADOS -----  
-----  
----- EXTINTORES PORTÁTEIS OU MÓVEIS -----  
139 extintor(es) de água pressurizada de 10 litros  
139 extintor(es) de espuma mecânica ou química de 10 litros  
139 extintor(es) de gás carbônico (CO2) de 6 Kg  
139 extintor(es) de pó químico seco de 4 Kg  
-----  
----- OU -----  
-----  
----- EXTINTORES SOBRE RODAS -----  
139 extintor(es) de água pressurizada de 75 litros  
139 extintor(es) de espuma mecânica ou química de 75 litros  
139 extintor(es) de gás carbônico (CO2) de 10 Kg  
139 extintor(es) de pó químico seco de 20 Kg  
-----  
*Distribuição sugerida.  
-----  
*O cálculo do dimensionamento de extintores considera o arredondamento para mais.  
-----  
Todos os direitos reservados. O uso não comercial (acadêmico) deste programa é gratuito. A única coisa que se pede em troca é citar esta ferramenta quando utilizar resultados em publicações. Para citar: DINIZ, Bruno Pereira; PEREIRA, Daniel Augusto de Moura; TOMAZ, Pedro Paulo Mendes; SILVA, Mateus José de Siqueira; SANTOS, Marcos Dos.  
Dimensionamento de Extintores em Python (v.1) 2022.  
-----  
Deseja realizar outra consulta? _
```

Fonte: Autores (2023)

O relatório final (Figura 6), apresenta diversas informações pertinentes a respeito da edificação escolhida, da distribuição sugerida e dos tipos de extintores para aquele tipo de risco de incêndio. O software tem a função, além de auxiliar em dimensionar extintores, diminuir de uma forma significativa o esforço cognitivo para o preenchimento de dados, com apenas três cliques se obtém um relatório pertinente ao local que deseja saber as informações de forma bem rápida.



5. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um software, a partir da linguagem de programação Py, para dimensionamento de Extintores de Incêndio. Como resultado, o software aqui desenvolvido é capaz de gerar todo o dimensionamento dos Extintores de Incêndio, em conformidade em alguns segundos, reduzindo, portanto, a demanda de tempo e cognitiva do Engenheiro de Segurança do Trabalho, Técnico de Segurança do Trabalho ou Bombeiros.

Itens como as saídas de emergências, a sinalização, iluminação, extintores, instalações elétricas, além das condições gerais de funcionamento dos sistemas de proteção devem ser regularmente checados e inspecionados. Vale salientar que, quando bem dimensionado e implantado, o conjunto de proteção contra incêndios é capaz de salvaguardar vidas, além do próprio ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12693: **Brigada de incêndio e emergência — Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14276: **Sistemas de proteção por extintores de incêndio**. Rio de Janeiro. 2021.

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira. **Segurança do trabalho guia prático e didático**. Saraiva Educação SA, 2018.

FREIRE, Carlos Darci da Rocha. **Projeto de proteção contra incêndio (PPCI) de um prédio residencial no centro de Porto Alegre**. 2009.

HENN, G. et al. **PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS: aplicação da NR 23 em bibliotecas universitárias setoriais**. 2021.

JÚNIOR, S. M. A. **Manual de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho**. 11º ed. São Paulo: Rideel, 2017.

MATTOS, Ubirajara; MÁSCULO, Francisco. **Higiene segurança do trabalho**. Elsevier Brasil, 2011.

MPS. **Página institucional do Ministério da Previdência Social, 2022**. Disponível em <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br>>. Acesso em 17 jan. 2023.

ONO, R. **Parâmetros de garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. Ambiente Construído**. Porto Alegre, v.7, n.1. p. 97-113. jan./mar. 2007.

ONO, Rosaria. Proteção do Patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação. **Palestra apresentada na Fundação Casa de Rui Barbosa. Rio de Janeiro, 2004**.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Segurança do trabalho. Santa Maria: Universidade Federal Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011**.