

PERÍCIA DE INCÊNDIO EM INDÚSTRIAS TÊXTEIS: MANUFATURA E ARMAZENAMENTO.

Jacson Luiz de Souza¹

Vanderlei Vanderlino Vidal²

RESUMO

Este artigo versa sobre a perícia em incêndio nas indústrias têxteis. Seu propósito é identificar os riscos presentes nestas edificações por ocasião das atividades de manufatura e armazenamento. O acúmulo dos sólidos em suspensão, os riscos da eletricidade estática, a falta de aterramento das máquinas e o atrito causado pelas correias de transmissão podem ocasionar a deflagração de um incêndio ou mesmo dar origem a uma explosão de pó. As hipóteses que a perícia deve considerar nas investigações dos incêndios desta natureza têm por escopo subsidiar fonte de pesquisa para apontar suas causas. Por fim, faz-se uma análise da relevância de uma série de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, do uso de ventilação natural e mecânica, da compartimentação dos ambientes e do chuveiro automático. O desempenho desses métodos de prevenção foi amplamente estudado, e seus efeitos na prevenção dos sinistros foram devidamente listados. Para conhecer os riscos de incêndio e explosões decorrentes dos sólidos em suspensão, foi realizada pesquisa às normas nacionais e internacionais, além de trabalhos e artigos científicos correlatos. Concluiu-se que as hipóteses levantadas são potenciais causas do surgimento dos incêndios.

Palavras-chave: Perícia. Sólidos em suspensão. Indústria têxtil.

¹ 1º Tenente Bombeiro Militar do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Perito em Incêndio e Explosão. Bacharel em Direito. Especialização em Engenharia de Prevenção de Incêndios. E-mail: jacson@cbm.sc.gov.br

² Tenente Coronel Bombeiro Militar do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Perito em Incêndio e Explosão. Bacharel em Administração. Especialização em Gestão de Serviços de Bombeiro. E-mail: vanderlino@cbm.sc.gov.br

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil catarinense é centenária e, segundo dados da Federação das Indústrias de Santa Catarina, o setor têxtil empregava em 2012 cerca de 166 mil trabalhadores em mais de 9.800 estabelecimentos, gerando uma participação de 17,74% na indústria catarinense, respondendo por aproximadamente US\$ 174 milhões de dólares em exportações no ano de 2013. (FIESC, 2015)

A segurança contra incêndio nesse segmento altamente industrializado tem importante papel para a atividade econômica. Neste sentido, a abordagem deste trabalho pautou-se pela seguinte questão: quais os fatores de risco associados aos produtos têxteis que podem dar causa aos incêndios nestas edificações?

Inserido nesse contexto, o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina realiza o ciclo operacional completo do poder de polícia administrativa, pois detém competência constitucional para estabelecer normas de segurança contra incêndio e pânico, analisar os projetos preventivos, combater os incêndios, realizar busca e salvamento de pessoas, proteger o patrimônio, etc., bem como realizar as perícias em incêndio. (SANTA CATARINA, 1989)

Na mesma linha, dada a relevância do tema, “a perícia em incêndio e explosão nos Corpos de Bombeiros Militares é desenvolvida para a retroalimentação da segurança contra incêndio e pânico, contemplando as seguintes finalidades:

- a) Levantar dados necessários à prevenção de incêndios, verificando a adequabilidade e o cumprimento das normas técnicas vigentes;
- b) Verificar o emprego eficiente dos recursos preventivos existentes, com vistas à orientação adequada do público interno e externo;
- c) Verificar o desenvolvimento das operações de socorro, visando à eficiência operacional da Corporação;
- d) Coletar dados técnico-científicos com vistas à adequação de equipamentos, normalização técnica, e adestramento da tropa;
- e) Auxiliar o Poder Judiciário quando esse solicitar laudos de perícias realizadas.” (CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DO DISTRITO FEDERAL, 2010, p. 7)

Portanto, o presente trabalho objetiva identificar os riscos presentes nas edificações empregadas para a atividade têxtil, e a relevância de tais riscos para a perícia nos casos em que houver incêndios. Notadamente quanto ao acúmulo dos sólidos em suspensão, aos riscos da eletricidade estática, à falta de aterramento elétrico das máquinas e ao atrito causado pelas correias de transmissão dos equipamentos.

Para atingir o objetivo final, faz-se necessário identificar os riscos associados aos sólidos em suspensão que podem causar incêndios nas edificações industriais, onde são manipulados ou armazenados produtos têxteis.

Outrossim, este trabalho também tem por objetivo específico levantar subsídios para as atividades periciais desenvolvidas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, pois que, ao apontar hipóteses que a perícia deve considerar nas investigações das causas dos incêndios dessa natureza, será possível oferecer conhecimento e fonte de pesquisa para procedimentos futuros.

Ao final, será analisada a relevância do sistema de proteção contra descargas atmosféricas para a prevenção de sinistros, e se esse sistema favorece o surgimento do incêndio caso esteja inadequadamente instalado, considerando-se o leiaute da edificação e a disposição de materiais combustíveis em seu interior. O uso de ventilação natural e mecânica para minimizar os efeitos da deposição dos sólidos em suspensão, a compartimentação da planta industrial quanto ao confinamento do incêndio e a presença dos chuveiros automáticos (sprinklers) para minimizar os efeitos de combustão acidental também serão aspectos aqui abordados.

Para o estudo, foi realizada uma pesquisa de obras nacionais e internacionais relacionadas ao tema, bem como de normas de segurança contra incêndio e pânico, além de metodologias para investigação dos sinistros dessa natureza. É de se ressaltar que, em virtude da pesquisa realizada, verificou-se a escassez de fontes de pesquisa do referido tema no Brasil.

Partindo de um processo dedutivo, buscou-se, através da descrição de hipóteses, conhecer tanto os conceitos e a visão dos autores das obras pesquisadas, como a percepção das normas elaboradas sobre os riscos, assim como suas implicações nas perícias em incêndios e explosões decorrentes.

O primeiro capítulo trata dos riscos presentes nas indústrias têxteis relacionados à formação e ao acúmulo do pó de algodão. São apontados fenômenos como o da eletricidade estática e sua correlação com os incêndios. A importância do aterramento elétrico das máquinas para a prevenção de sinistros, e o risco apresentado pelo atrito das correias de transmissão também são abarcados, uma vez que são fatores determinantes quando eventos do gênero sucedem em ambientes com presença de poeira em deposição.

O segundo capítulo apresenta as possibilidades que o perito pode considerar para entender o surgimento e apontar a origem, determinando a causa da ocorrência.

O terceiro capítulo trata dos sistemas de segurança contra incêndio e sua interação com as causas e efeitos nos incêndios. Especificamente, são abordados o sistema de proteção contra descargas atmosféricas, o uso de ventilação natural ou mecânica, a importância da compartimentação do ambiente e o uso de chuveiro automático nas edificações. Esses fatores são relacionados ao surgimento, confinamento e ao impedimento de ocorrência do fogo e de seus efeitos nos incêndios.

2 RISCOS DE INCÊNDIO NAS INDÚSTRIAS TÊXTEIS

2.1 Partículas sólidas em suspensão

A National Fire Protection Association (NFPA 652, 2016, p. 14), entidade norte-americana que estuda e estabelece normas relacionadas à segurança contra incêndio, conceitua partícula sólida combustível como “qualquer material sólido composto por partículas ou pedaços distintos – independentemente do tamanho, forma ou composição química – que apresentem um perigo de incêndio”.³

As partículas sólidas combustíveis incluem pós, fibras, flocos, etc., e advêm do atrito do material que se desloca pelos equipamentos no processo de manufatura. A abrasão do material rompe e produz uma mistura de partículas grandes e pequenas, as quais podem ser classificadas como poeiras. Assim, a presença de poeira nos processos industriais pelo qual passa o produto deve ser conhecida e minimizada. (NFPA 652, 2016, p. 27, tradução nossa)

Normativamente, segundo a Instrução Técnica nº 27 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo, define-se poeira como:

Partículas com diâmetro entre 1 e 100 microns. São produzidas geralmente pelo rompimento mecânico de partícula inorgânica ou orgânica, seja pelo simples manuseio de materiais ou seja em consequência do processo de moagem, trituração, peneiramento e outros; o mesmo que pó; (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO, 2011, p. 652)

Pode-se também conceituar os sólidos combustíveis como sistemas particulados dispersos, os quais consistem em pequenas partículas sólidas ou líquidas. Dentre eles, está a poeira, definida como “partículas sólidas resultantes da desintegração mecânica de

³ 3.3.7 Combustible Particulate Solid. Any solid material composed of distinct particles or pieces, regardless of size, shape, or chemical composition, that, when processed, stored, or handled in the facility, has the potential to produce a combustible dust. (NFPA 652, 2011, p. 14)

substâncias, com diâmetros compreendidos entre 1 e 100 μm (mícrons). (CLEZAR e NOGUEIRA, 2009, p. 50)

2.1.1 Poeira de algodão

A matéria prima da indústria têxtil pode ser natural ou artificial. O algodão, como fibra natural, chega à indústria em fardos a fim de ser beneficiado, sendo que o Guia Técnico Ambiental para as indústrias têxteis do Governo de São Paulo estabelece cinco etapas para o seu beneficiamento, a saber:

- A) Fiação: etapa de obtenção do fio, a partir das fibras têxteis, que pode ser enviado para o beneficiamento ou diretamente para tecelagens e malharias.
- B) Beneficiamento: etapa de preparação dos fios para seu uso final ou não, envolvendo tingimento, engomagem, retorção (linhas, barbantes, fios especiais, etc.) e tratamentos especiais.
- C) Tecelagem e/ou Malharia: etapas de elaboração de tecido plano, tecidos de malha circular ou retilínea a partir dos fios têxteis.
- D) Enobrecimento: etapa de preparação, tingimento, estamparia e acabamento de tecidos, malhas ou artigos confeccionados.
- E) Confecções: nesta etapa, o setor tem aplicação diversificada de tecnologias para os produtos têxteis, acrescida de acessórios incorporados às peças. (SÃO PAULO, 2009, p. 6)

Em seu trabalho sobre o nível de empoeiramento têxtil, Oliveira (2011, p. 16) conceitua a poeira de algodão como:

Qualquer poeira presente durante a manipulação e processamento de algodão através da tecelagem ou por tricotagem de tecidos; poeira presente em outras operações ou processos de fabrico com algodão cru; ou ainda desperdícios, fibras ou derivados de fibra de algodão processados a partir de indústrias têxteis. Tais são as definições de poeira de algodão de acordo com o renomado autor citado.

Por outro lado, a norma americana que estuda a proteção contra os incêndios define poeira combustível como partículas sólidas, finamente divididas, as quais apresentam perigo de autoignição ou de explosão, quer estejam suspensas no ar ou expostas a um prazo razoável que leve à oxidação da concentração da poeira. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 652, 2016, p. 10, tradução nossa)

Por isso, a poeira depositada ou em suspensão nos locais em que se desenvolve o processo industrial contém, de acordo com a NFPA 652 (2016, p. 11), “uma condição que apresenta potencial de dano ou prejuízo às pessoas, aos bens ou ao ambiente devido à

combustão de uma quantidade suficiente de poeira combustível suspensa no ar ou em algum outro meio oxidante”.⁴

O risco pode decorrer de uma ignição ou combustão espontânea do próprio material através de uma reação exotérmica, pois se trata de material sólido que sofre autoaquecimento, e essa mudança lenta de temperatura provoca um estado de combustão própria a partir de 300°C, sem que haja percepção da incandescência. (QUINTIERE, 2006, p. 117, tradução nossa)

Alguns fatores que podem contribuir para a ocorrência desse tipo de fenômeno são: o tamanho da poeira, que permite reter energia e desprender temperatura; a porosidade do material, que favorece a sua difusão no ar, sua oxidação, e a metabolização da energia dos microrganismos biológicos nele presentes; a umidade, que facilita o surgimento e crescimento de bactérias e outros microrganismos; a contaminação do material com óleos insaturados, que acarreta a reação exotérmica. Somado a isso, defeitos no processo de produção também podem desencadear a combustão. O armazenamento de materiais aquecidos, por exemplo, e a presença de aditivos insuficientes no tratamento de antioxidação dos polímeros sintéticos antes da conclusão das suas reações químicas, são fatores concorrentes para ocasionar sinistros desse gênero. Como exemplo comum de ignição espontânea, cita-se, entre outros, os panos de algodão com óleo. (QUINTIERE, 2006, p. 117, tradução nossa)

Além do risco de incêndio, há o risco de explosão, pois, segundo a NFPA 652 (2016, p. 11) existe “um perigo de deflagração da poeira confinada, que é capaz de explodir ou danificar o recinto devido ao desenvolvimento da pressão interna da deflagração”.⁵

Quanto ao risco de uma deflagração intensa, Noon (2001, p. 193) avalia que: “nas edificações, muitas explosões acidentais são normalmente causadas por:

[...]

4. ignição de pó de grão, pó de carvão, pó de farinha, pó têxtil e outros tipos de pó de materiais combustíveis”.⁶

⁴ 3.3.14 Dust Deflagration Hazard. A condition that presents the potential for harm or damage to people, property, or the environment due to the combustion of a sufficient quantity of combustible dust suspended in air or another oxidizing medium. (NFPA 652, 2011, p. 11)

⁵ 3.3.15 Dust Explosion Hazard. A dust deflagration hazard in an enclosure that is capable of bursting or rupturing the enclosure due to the development of internal pressure from the deflagration.

⁶ In buildings, many accidental explosions are typically caused by some of the following:

[...]

4. Ignition of grain dust, coal dust, flour dust, textile dust, and other types of dust from combustible materials. (NFPA 652, 2011, p. 11)

2.1.2 Risco da deposição de poeiras em máquinas elétricas e outros equipamentos, ou dispersas pelo ar

A rede elétrica energizada apresenta riscos de ignição por uma fonte elétrica durante passagem de corrente, e pode desencadear a queima do material no foco inicial. O calor e a temperatura podem ser gerados por uma grande variedade de meios, tais como: arcos elétricos, curtos-circuitos, corrente excessiva através de cabos e equipamentos, além do aquecimento de resistência, dentre outros. O incêndio se manterá desde que a temperatura da fonte de calor se mantenha queimando por tempo suficiente para levar os objetos combustíveis próximos à combustão, e desde que haja oxigênio suficiente para alimentá-lo. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 83, tradução nossa)

Para que ocorra a deflagração da poeira, quatro requisitos são essenciais: o primeiro deles é a existência de poeira combustível; depois, é preciso que a poeira combustível esteja dispersa no ar ou em outro meio oxidante; o terceiro requisito é que a poeira combustível esteja em concentração suficiente ou superior à concentração mínima para gerar um perigo de explosão; e, por último, que exista ao menos uma fonte de ignição, como uma descarga eletrostática, um arco voltaico, uma brasa, uma chama ou, ainda, alguma superfície aquecida. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 28, tradução nossa)

Para definir se há perigo de incêndio ou explosão de poeira, foi estabelecido o critério da espessura da camada de poeira medida sobre o equipamento. Se esta camada tiver profundidade de 0,8mm, apresenta risco de deflagração de sinistro. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 12, tradução nossa)

Em resumo, conforme figura abaixo, tanto confinada quanto dispersa a poeira apresenta risco caso haja uma fonte de calor e oxigênio nas concentrações necessárias.

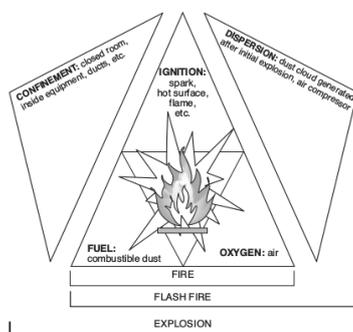


Figura 1 – Elementos necessários para incêndio ou explosão de poeira
Fonte: NFPA 652 (2016, p. 31, tradução nossa)

Não há possibilidade de evitar o surgimento do pó, entretanto, a sua deposição pode ser controlada. Para isso, devem ser providenciados meios para impedir que a poeira penetre no sistema. A sujeira deve ser recolhida e não devolvida às máquinas. Sugere-se a instalação de grelhas ou outro dispositivo de separação. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 21, tradução nossa)

2.1.3 Dutos exaustores

Os dutos exaustores devem ser construídos de metal ou material não combustível. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013. p. 17, tradução nossa)

O transporte pneumático para coleta de pó ou um sistema de aspiração centralizado conduz materiais que podem atuar como fonte de ignição. Em virtude disso, devem ser providenciados meios para minimizar este perigo. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 22, tradução nossa)

Uma das formas de controle é a utilização de um sistema de limpeza por aspiração centralizada remota (que não gere fonte de energia no local de coleta). Esse processo consiste em um sistema de tubos fixos que funciona por pressão negativa ou pressão positiva, com utilização de mangueiras localizadas sobre as máquinas e equipamentos, as quais fazem a coleta do pó acumulado nas superfícies, e direcionam o resíduo para um filtro de ar-poeira. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013 p. 27, tradução nossa)

Entretanto, esse sistema de aspiração centralizada também provoca o risco de gerar incêndio, pois ele é projetado para coletar e transmitir tanto poeiras combustíveis quanto peças de metal e outros materiais estranhos, o que poderia criar uma fonte de ignição dentro do sistema durante o processo de limpeza a vácuo. Portanto, é essencial que esse aspecto também seja considerado, pois o processo de aspiração demanda uma proteção adequada que minimize o perigo representado pelo atrito de materiais tão diversos. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 652, 2016 p. 50, tradução nossa)

O sistema de dutos que extrai as partículas sólidas combustíveis deverá atender à NFPA 91 (Standard for exhaust systems for air conveying of vapors, gases, mists, and particulate solids). Além desses requisitos, deve ser projetado para não permitir o acúmulo de materiais sólidos em seu interior; para tanto, o ângulo interno de inclinação não pode ser inferior a 30 graus. Já no caso de áreas compartimentadas, os dutos também devem ter um sistema de isolamento quando atravessarem estas paredes divisórias, a fim de que esse recurso

evite a propagação de incêndio. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 17, tradução nossa)

É vedado projetar e instalar múltiplos dutos para coleta da poeira. No entanto, caso isso seja necessário, deve-se prever a conexão desses dutos aos vários equipamentos interligados. Se não forem interligados, até podem coexistir com outros dutos; entretanto, cada duto deve ter um sistema de isolamento antes do sistema coletor, sendo que, nos sistemas centralizados de coleta a vácuo, é permitida a multiplicidade de dutos. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 19, tradução nossa)

Quando se trata de prevenir e controlar os riscos de poeiras explosivas nas redes de dutos, alguns cuidados são fundamentais, tais como:

A tubulação condutora do ar, dos pontos ao sistema de separação, deve ser bem dimensionada para que não haja depósitos de material ao longo desse canal condutor, nem que haja formação de eletricidade estática. Para tanto, a tubulação deve ser provida de janelas de segurança e portas de inspeção. As velocidades de controle devem ser bem definidas para que não se utilize nem potência em demasia nem potências tão baixas que impliquem na ocupação de grandes áreas. Além disso, as tubulações devem ser resistentes aos esforços mecânicos das pressões envolvidas, como dilatações, aterramentos, etc. (SÁ, ???, p. 77)

2.2 Eletricidade estática

A descarga de eletricidade estática é um outro fator que contribui para incêndios e explosões em muitas indústrias. Muitas vezes ela é gerada em locais onde não é notada, sob circunstâncias em que normalmente não causa problemas. No entanto, deve ser reconhecido que a eletricidade estática é uma importante fonte de ignição potencial, particularmente naqueles processos que envolvam a manipulação de líquidos inflamáveis, de gases e poeiras combustíveis. Algumas indústrias expostas a esses riscos são as do petróleo, a química, a têxtil, a indústria plástica, a impressão, as empresas agrícolas, indústrias de mineração e as de metais em pó, e indústrias de serviços como os de limpeza a seco. Muitos reconhecem o perigo da eletricidade estática e tentam controlá-lo, enquanto outros ignoram sua ocorrência e o perigo representado por esse tipo de ameaça. (DEHAAN, 2007, p. 374, tradução nossa)

A eletricidade estática é gerada em partes do equipamento, tais como cintos de transmissão de energia em movimento; e mesmo o processo de armazenamento não fica livre de provocar seu surgimento. Arcos estáticos podem ser descarregados a partir de tais equipamentos, e o aterramento adequado é vital para evitar sobrecarga. Qualquer processo

que envolva a armazenagem e movimentação de gases inflamáveis, líquidos, fibras e poeiras combustíveis, ou de outros materiais facilmente inflamáveis e similares podem estar sujeitos ao risco de incêndio decorrente da eletricidade estática. (DEHAAN, 2007, p. 375, tradução nossa)

O contato físico de materiais que possuem cargas elétricas positivas e negativas frequentemente tem como resultado a formação da eletricidade estática. Ela decorre da movimentação de produtos durante o processo de separação, quando há transferência de elétrons (carga de íons negativos) entre os corpos, sendo que aquele que perdeu a carga torna-se positivo, e o corpo que ganhou os elétrons se equilibra, tornando-se carregado negativamente. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 91, tradução nossa)

Outras fontes de geração da eletricidade estática são oriundas dos materiais pulverizados que transitam por transportadores pneumáticos, rampas e correias transportadoras em movimento. Além disso, até mesmo os movimentos das camadas das roupas e o contato dos calçados com pisos e locais que tenham depósito de poeira podem provocar o surgimento dessas correntes estáticas. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 91, tradução nossa)

Uma carga estática tanto pode ser removida como eliminar-se ou dissipar-se naturalmente. Ela não permanece se não estiver em um corpo eletricamente isolado de seus arredores. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 93, tradução nossa)

A poeira, o tecido e a celulose não são em si mesmos condutores elétricos. A presença de todos esses materiais em equilíbrio com a atmosfera não representa riscos. Portanto, caso as condições de umidade relativa estejam acima de 50%, esses materiais estarão em equilíbrio, uma vez que apresentarão umidade suficiente para evitar os perigos da eletricidade estática e do acúmulo significativo de poeira. Contudo, a umidade relativa do ar abaixo de 30% seca esses materiais, tornando-os bons isolantes, propensos ao acúmulo da eletricidade estática. Some-se a isso o fato de que a poeira presente nas correias de acionamento das máquinas não absorve vapor d'água, isolando a superfície e acumulando cargas estáticas, ainda que a umidade relativa esteja próxima de 100 %. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 93, tradução nossa)

Em seu trabalho sobre a Prevenção e o Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas, Sá (???, p. 70) assevera que:

"Indústrias que processam com tecelagem em suas instalações têm um alto risco de explosão com as poeiras suspensa (sic), e para evitar que estas possam entrar em combustão, o ambiente é umidificado constantemente, para que a umidade das partículas seja alta e a possibilidade de inflamar é maior (sic), sendo esta medida a das mais antigas e atuais até hoje."

As condições necessárias para a ignição dos produtos a partir da eletricidade estática são cinco, a saber: (1) um meio eficaz para geração da carga estática; (2) um meio de acumulação e manutenção de uma carga de potencial elétrico suficiente; (3) a formação de um arco de descarga elétrica estática de energia suficiente; (4) uma fonte de combustível na mistura adequada com um mínimo de energia de ignição inferior à energia do arco elétrico estático; e (5) a fonte do arco e a fonte de combustível devem estar suficientemente próximas da ocorrência do fenômeno. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 93, tradução nossa)

Não há fórmula absoluta que impeça a geração da eletricidade estática, até porque a formação de cargas eletrostáticas, por si só, não representa um potencial perigo de incêndio ou explosão. Outros fatores devem estar associados e, para haver a ignição, a ocorrência de uma descarga repentina ou a combinação de cargas positivas e negativas que proporcionem um arco elétrico sob uma atmosfera incendiável são necessários. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 91, tradução nossa)

As poeiras das fibras do algodão decorrem da manipulação e do processamento industrial, os quais podem gerar a eletricidade estática pela agitação do produto durante a sua manufatura. Com frequência, essa operação resulta no acúmulo de uma carga estática em outro corpo condutor que esteja isolado e mantenha contato com esta poeira. Segundo a norma americana, a energia mínima necessária para inflamar uma nuvem de poeira vai de 10 a 100mJ. Esta pode se inflamar com uma quantidade de energia menor do que a gerada por um arco estático decorrente de uma máquina ou gerado pelo corpo humano, que, como se sabe, pode acumular eletricidade estática, chegando a gerar durante atividade normal um potencial de energia que pode chegar a 10 kV, 15 kV, e desprender energia de um possível arco na ordem de 20mJ a 30 mJ (miliJoule). Comparando-se estes valores com as energias mínimas de ignição (MIEs) de gases ou vapores, o perigo é facilmente perceptível. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 92, tradução nossa)

Nesse sentido é que os processos de transformação da indústria têxtil importam cuidados especiais, pois:

"Todos os sistemas de movimentação de poeiras com características inflamáveis por fluxo de ar carreador, tanto de baixa, média ou alta pressão, deverão merecer estudo

especifica (sic) para que estas cargas não sejam acumuladas nas partículas, pois ao atingir certa carga, esta poderá detonar uma faísca que dará início às explosões dentro das redes de transporte ou de exaustão." (SÁ, ????, p. 69)

Previne-se o acúmulo de carga elétrica estática em ferramentas condutoras ou estático--dissipativas de limpeza a vácuo, mangueiras e engates através do aterramento desses componentes do sistema. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 36, tradução nossa)

2.3 Aterramento elétrico das máquinas

A falta de aterramento dos sistemas, máquinas e equipamentos é responsável pela maioria dos incêndios e explosões decorrentes da eletricidade estática. A energia de uma descarga ocasionada por um arco elétrico é altamente concentrada no espaço e no tempo. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 93, tradução nossa)

Toda instalação elétrica deve ser conectada à terra com o objetivo de equilibrar o potencial do sistema elétrico, para assegurar que qualquer cômodo ou equipamento metálico exposto ao sistema conectado não se carregue eletricamente. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 84, tradução nossa)

Aterramento é o processo de conectar eletricamente os fios condutores através de cabos metálicos, a fim de igualá-los ao potencial elétrico do solo, minimizando as diferenças de potencial elétrico existente entre os equipamentos e a terra. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 93, tradução nossa)

A descarga ocasionada por um arco elétrico produz altas temperaturas, mas na maioria dos casos não gera a ignição de muitos materiais combustíveis. Entretanto, se estes tiverem grande área de superfície e peso – tais como os fardos de algodão, lenços de papel e gases ou vapores combustíveis – podem incendiar-se caso estejam em contato com um arco elétrico. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 84, tradução nossa)

Uma descarga atmosférica pode desprender impulsos de alta tensão em uma instalação elétrica. Uma vez que as tensões e correntes de relâmpagos são tão altos, os arcos podem saltar em muitos lugares, causar danos mecânicos e também inflamar combustíveis. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 84, tradução nossa)

2.4 Atrito causado pelos equipamentos, correias de transmissão e ventiladores

A instalação dos equipamentos nas indústrias deve levar em consideração tanto a eliminação do atrito causado pelas correias de transmissão, quanto o controle da temperatura dos ambientes; o alinhamento adequado das esteiras rolantes, para minimizar seus efeitos, também é fator relevante, além do uso de equipamento elétrico próprio para não gerar esta condição, eliminar o sobreaquecimento e controlar a velocidade de transporte. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 33, tradução nossa)

A produção de faíscas é outro possível mecanismo de ignição que pode ser gerado a partir de um ventilador ou ventoinha. O calor produzido pelo atrito no contato das peças móveis, ou mesmo a falha nos rolamentos aquecidos em contato com uma concentração de poeiras têm potencial para desencadear um incêndio. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 37, tradução nossa)

Ao operador dos equipamentos dotados de correias cabe o monitoramento de folgas, vibrações, de limpeza e alinhamento, assim como o controle de altas velocidades das correias desses equipamentos. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 652, 2016, p. 22, tradução nossa)

3. SUBSÍDIOS PARA A PERÍCIA NAS INDÚSTRIAS TÊXTEIS

Os fenômenos elétricos são causas comuns de incêndios, mas nem todos os sinistros são provocados por curtos-circuitos; inclusive, no entender de alguns pesquisadores, muitos utilizam esses fenômenos como um último recurso, atribuindo-lhes a origem dos incêndios. Quando ocorrer um incêndio, é provável que o fogo irá causar curtos-circuitos. Nesse sentido, o investigador que não conseguir determinar a causa específica da ocorrência poderá encontrar alguma evidência de curto-circuito, e a isso atribuir a origem do incêndio. Portanto, deve-se ter o cuidado para determinar se o curto-circuito foi primário (antecedente do incêndio e foi sua causa) ou secundário (decorrente do incêndio e sua consequência). Além disso, há de se observar que o curto-circuito primário pode ocorrer em um local e provocar incêndio em outro equipamento que estava energizado, dando origem a um curto-circuito secundário. (NOON, 2001, p. 150, tradução nossa)

3.1 Aterramento elétrico

Ao avaliar uma edificação sinistrada, o perito não se deve deixar levar unicamente pela aparência da ligação dos equipamentos ao conector de aterramento. Testes elétricos devem ser feitos para confirmar as condições do sistema, pois muitos fatores, como a desconexão e a corrosão, podem afetar o estado original do material, comprometendo o seu desempenho. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 93, tradução nossa)

Quando todo o sistema de aterramento tiver continuidade elétrica, a resistência normalmente será inferior a 10 ohms. Maior resistência pode indicar que há descontinuidade no sistema de aterramento, quer seja por conta de conexões soltas quer seja pela falta delas ou, ainda, por corrosão. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 40, tradução nossa)

Caso haja suspeita de que o incêndio teve ignição a partir de um arco voltaico, devem ser realizados exames e testes na rede de condutores do aterramento por pessoal qualificado, utilizando os critérios da NFPA 77, Recommended Practice on Static Electricity. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 93, tradução nossa)

3.2 Eletricidade estática

Muitas vezes, a investigação da fonte de ignição por eletricidade estática depende de outras evidências que não uma evidência física direta. Outras circunstâncias e a eliminação de outras fontes de ignição também devem ser consideradas. Ao investigar a eletricidade estática como uma possível fonte de ignição, o perito deve identificar se as cinco condições necessárias para a ignição existiram, conforme descrito anteriormente no item 2.2. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 94, tradução nossa)

Em complemento, deve-se analisar o mecanismo que gerou a eletricidade estática, identificando o material que acumulou a carga, sua condutividade elétrica e onde pode ter ocorrido a descarga. Também deve ser feito o registro das condições meteorológicas do momento, incluindo a umidade do ar. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 94, tradução nossa)

A localização do arco elétrico que se originou da energia estática deve ser determinada com a maior precisão possível, mesmo sem uma evidência física de que realmente tenha

ocorrido. O relato de testemunhas, embora raro para estes casos, deve ser considerado, mas corroborado por análise das demais evidências. Também se deve avaliar se a descarga produzida teria energia suficiente para ser uma fonte de ignição suficientemente forte para queimar o material combustível que estivesse nas proximidades durante a ocorrência do fenômeno. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 94, tradução nossa)

3.3 Descargas atmosféricas

Os raios podem atingir as edificações de quatro maneiras: através de uma antena, de ar condicionado ou de outro equipamento acima do telhado; podem incidir diretamente sobre a estrutura da edificação; podem atingir árvores ou outro edifício nas proximidades; ou, ainda, podem precipitar-se sobre os cabos elétricos que cercam o edifício. A partir daí, podem se bifurcar e encontrar um cabo metálico, como o aterramento elétrico da edificação. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 94, tradução nossa)

Os danos produzidos pelos raios têm como características, primeiramente, a enorme carga elétrica potencial e energia gerada na queda. Em segundo lugar, o calor e a temperatura extremamente altos gerados, os quais podem apresentar: (a) destruição de árvores pela evaporação imediata da umidade nelas contida; (b) marcas de fundição e rompimento dos cabos de cobre e até o desaparecimento de partes dele, sendo que tais cabos também podem se romper em vários pontos, devido ao enorme campo magnético gerado pela corrente de descarga; (c) marcas de destruição do concreto onde o fenômeno atingiu a edificação ou onde alcançou as hastes do aço do concreto, que sofreram dissipação de energia e lascamento do concreto. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 94, tradução nossa)

Um relâmpago pode enviar impulsos extremamente altos para uma instalação elétrica. Uma vez que as tensões e correntes de relâmpagos são tão altos, os arcos podem saltar em muitos lugares, causar danos mecânicos e inflamar materiais combustíveis. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 84, tradução nossa)

3.4 Atrito

A poeira excessiva causa sobrecarga de trabalho nas máquinas e equipamentos na medida em que, por exemplo, se um motor trabalhar parcialmente bloqueado, causará atrito nas correias e polias. Soma-se a isso a possível falta de manutenção, de lubrificação dos rolamentos e defeitos no mecanismo de partida. (DEHAAN, 2007, p. 407, tradução nossa)

Os riscos que podem ser encontrados na fiação incluem danos no isolamento dos fios causados pelo atrito contra superfícies afiadas, quando são instalados e puxados através dos eletrodutos e das caixas. A deterioração do isolamento dos condutores, a exposição ao calor, à umidade e a vapores químicos também são vestígios a serem considerados. Danos mecânicos nos isolamentos plásticos causados por roedores, assim como a presença de arestas cortantes, pregos ou grampos no meio dos isoladores são outros fatores a serem pesquisados. Além disso, as conexões mal feitas podem ocasionar um aquecimento localizado e a deterioração do material ou de componentes plásticos. Também se deve prestar atenção à bitola da fiação elétrica, aos cabos de alimentação e à sua integridade quanto ao isolamento. (DEHANN, 2007, p. 412, tradução nossa)

3.5 Dutos de exaustão

A análise da situação deve levar em consideração o tipo de sistema de aspiração, coleta e transporte da poeira. Tudo isso deve estar documentado e incluir informações quanto ao tipo e tamanho das partículas sólidas, quanto à concentração de poeira combustível na corrente de ar, ao potencial de reação entre as partículas transportadas, quanto à sua condutividade e às propriedades físico-químicas que podem afetar o incêndio e os meios de extinção deste. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 15, tradução nossa)

O motor do ventilador deve ser projetado e adequado para o caso ao qual se aplica, bem como a quantidade de pó que deve ser recolhida diariamente (limite de 10Kg). Outro detalhe importante diz respeito à distância entre os coletores, assim como a distância dos filtros de ar, a qual deve ser superior a 7 metros de qualquer chama aberta ou superfície quente capaz de inflamar uma nuvem de poeira do material que ele contém. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 15, tradução nossa)

Nas áreas onde houver o risco de explosão ou incêndio da poeira, a temperatura de superfícies externas tais como compressores, vapores de água, ou redes de tubulação, dutos e

equipamentos deve ser mantida abaixo de 80% (em graus Celsius) da parte inferior da temperatura de ignição de superfície da poeira, ou da temperatura de ignição da nuvem de poeira. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 23, tradução nossa)

4 A INTERAÇÃO DOS SISTEMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO PARA AS CAUSAS E EFEITOS DOS INCÊNDIOS

É primordial que o perito em incêndio reconheça o tipo de construção de uma edificação e entenda sua interação com o fogo para investigar a causa do sinistro. O desenvolvimento, a propagação e o controle do incêndio estão diretamente relacionados ao tipo de construção, à capacidade de resistência de seus elementos estruturais, aos sistemas de proteção, à circulação dos ocupantes, ao leiaute interno e aos materiais de acabamento. Além disso, é importante que o perito reconheça o material combustível presente, a taxa de liberação de calor e sua influência para o crescimento do fogo. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 64, tradução nossa)

Como a forma de propagação do incêndio está relacionada ao projeto da construção e aos materiais combustíveis ali depositados, o perito deve avaliar o comportamento desses materiais e os seus efeitos. Contudo, alterações nos tipos de ocupações podem constituir um perigo para o combate a tais ocorrências. Cita-se, como exemplo, um comércio de tecidos que se converta em armazenamento de tintas; tal estabelecimento terá uma maior intensidade e maior capacidade de propagação do incêndio e, em uma eventual ocorrência desse gênero, talvez a edificação possa não resistir. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 64, tradução nossa)

4.1 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

Segundo dispõe a Norma Brasileira 5419, o sistema de proteção contra descargas atmosféricas se destina a garantir a segurança da estrutura contra os efeitos de uma descarga elétrica. Tanto efeitos elétricos como magnéticos dessas correntes podem afetar o interior de uma edificação. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005, p. 2)

Em Santa Catarina, as edificações industriais sujeitas à instalação do sistema devem se enquadrar primeiramente na Instrução Normativa (IN) nº 01/CBMSC/2015, que em seu art. 129 estabelece que as indústrias com área construída superior a 750m², ou com uma altura

igual ou superior a 20 metros deverão, a princípio, dispor de sistema de proteção contra descargas atmosféricas. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2015, p. 35)

Convém destacar que a IN nº 10/CBMSC/2014 alerta que a existência do sistema de proteção contra descargas atmosféricas na edificação não garante proteção absoluta da sua estrutura, das pessoas ou dos bens em seu interior. No entanto, caso a edificação seja atingida por um raio, a utilização do sistema diminui consideravelmente os riscos de danos. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014, p. 4)

O sistema de captura das descargas atmosféricas instalado na cobertura deve obedecer alguns requisitos. Disciplina o art. 105 da Instrução Normativa *in comento* as dimensões mínimas para uma cobertura metálica (telhado) ser considerada um sistema captor, a saber:

Tabela 1 – Espessuras mínimas dos componentes do SPDA

| Material | Captores | | | Descidas | Aterramento |
|--------------------------|----------|-----|-----|----------|-------------|
| | NPQ | NPF | PPF | | |
| Aço galvanizado a quente | 4 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | 4 |
| Cobre | 5 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Alumínio | 7 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | - |
| Aço Inox | 4 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | 5 |

NPQ – não gera ponto quente; NPF – não perfura; PPF – pode perfurar.

Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2014, p. 22)

A exigência de espessura mínima da telha metálica a fim de que possa ser utilizada como captor é evitar a geração de ponto quente na ocorrência de uma descarga atmosférica. Assim, se a telha apresentar espessura inferior a 2,5mm, abaixo dela não poderá ser depositado material combustível ou liberado o trânsito de pessoas. Para isso, deverá ser prevista a instalação de captores adicionais sobre o telhado. Caso se pretenda utilizá-la como captor, abaixo dela deverá haver um elemento construtivo incombustível, como uma laje, por exemplo. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014, p. 22)

4.2 Ventilação industrial

A ventilação exerce influência direta sobre o incêndio, uma vez que, em dado momento, combina-se à quantidade e ao tipo de combustível envolvido no sinistro para proporcionar maior taxa de liberação de calor. Caso haja alteração na oferta de ventilação do ambiente, tanto pode ocorrer a propagação das chamas sobre outros materiais combustíveis,

como tal ocorrência pode não se concretizar. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 38, tradução nossa)

Portanto, a dinâmica dos incêndios permite afirmar que “não existem dois incêndios iguais, pois são vários os fatores que concorrem para seu início e desenvolvimento, podendo-se citar:

- a) forma geométrica e dimensões da sala ou local.
- b) superfície específica dos materiais combustíveis envolvidos.
- c) distribuição dos materiais combustíveis no local.
- d) quantidade de material combustível incorporado ou temporário.
- e) características de queima dos materiais envolvidos.
- f) local do início do incêndio no ambiente.
- g) condições climáticas (temperatura e umidade relativa).
- h) aberturas de ventilação do ambiente.
- i) aberturas entre ambientes para a propagação do incêndio.
- j) projeto arquitetônico do ambiente e ou edifício.
- k) medidas de prevenção de incêndio existentes.
- l) medidas de proteção contra incêndio instaladas”. (SEITO, 2008, p. 43)

O Guia para investigação de incêndios e explosões do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal aponta que os incêndios apresentam algumas características típicas quanto à profundidade de queima nas superfícies dos ambientes atingidos pelo fogo. Tais fatores devem ser considerados pelos peritos na análise de uma cena de incêndio, como, por exemplo: a existência de focos múltiplos no ambiente, a existência ou não da ventilação, a compartimentação e o tipo de combustível presente. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL, 2010, p. 311)

Clezar e Nogueira (2009, p. 22) entendem que um sistema de ventilação nas indústrias é essencial para manter ou melhorar a qualidade do ambiente de trabalho. Para tanto, “o seu emprego pode ser dividido em três áreas principais: controle de contaminantes em níveis aceitáveis, controle da temperatura e umidade para conforto, e prevenção ao fogo e a explosões”.

Dessa forma, os efeitos do fogo devem ser utilizados pelo investigador para identificar os padrões do incêndio, embora as circunstâncias de cada um sejam diferentes devido às estrutura dos materiais, à carga de combustível, aos fatores de ignição, ao fluxo de ar e à ventilação, entre outras variáveis. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 52, tradução nossa)

Ao se pesquisar as linhas de demarcação, que são as fronteiras entre a queima e as marcas da fumaça nos materiais e no ambiente, o perito deve entender o contexto do incêndio que foi afetado por variáveis como o próprio material em si, pela taxa de liberação de calor,

além de avaliar consequências das atividades de extinção do incêndio, da temperatura da fonte de calor, da ventilação e também levar em conta o tempo de exposição do material ao calor. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 52, tradução nossa)

O fluxo de ar necessário para resistir a um incêndio confinado pode ser fornecido por ventilação mecânica ou natural (através de aberturas), sendo esta preferível em relação àquela, exceto onde as aberturas de ventilação natural sejam extremamente limitadas. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 41, tradução nossa)

A ventilação natural através de porta ou janela aberta que porventura exista no local, decorre da flutuação da temperatura do ar, do fogo e da camada de gases quentes no ambiente, pois estes têm densidade menor do que o ar ambiente e fluem para o exterior pelo topo das aberturas. A altura do fluxo da fumaça e dos gases aquecidos deixa marcas, conhecidas como “plano neutro”, as quais ficam visíveis em padrões de incêndio sobre a moldura das portas. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 41)

A ventilação aumenta a velocidade de queima ao longo dos materiais, com áreas que apresentam grandes danos, contudo, nem sempre são essas áreas o ponto de origem do incêndio. O fogo pode se espalhar a partir de combustíveis de queima lenta para combustíveis com uma queima rápida, ocasião em que este último pode produzir os maiores danos. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 53)

Outra observação a respeito da ventilação, que além de afetar a intensidade do incêndio também interfere na sua localização, na sua forma e na magnitude dos padrões do sinistro. No caso de haver uma oferta de ar fresco pelas aberturas, maiores serão os danos apresentados pelos objetos próximos destas, sem que também se possa indicar que seja esta a zona de origem da ocorrência. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 54, tradução nossa)

4.3 Compartimentação

A interposição de uma barreira física com determinada resistência ao incêndio ou à explosão pode ser conceituada como compartimentação. Sua função é impor um limite à migração das partículas de combustível sólido e restringir o tamanho de uma área de risco. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 8, tradução nossa)

A compartimentação tem por finalidade evitar que os incêndios e explosões atinjam compartimentos adjacentes, os sistemas de segurança da edificação, as propriedades vizinhas,

as áreas de armazenamento próximas, ou ainda impedir que o sinistro afete os elementos estruturais da edificação. Em resumo, ela deve ser projetada, construída e equipada para impedir a propagação do incêndio para ambientes adjacentes. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 10, tradução nossa)

A forma mais comum de propagação do incêndio em edificações compartimentadas ocorre através de portas e escadas abertas, e poços desprotegidos. Mesmo as edificações construídas com material combustível, tais como madeira e gesso, apresentam significativa resistência aos incêndios. Quando há compartimentação e são mantidas suas aberturas, o incêndio ficará restrito a este ambiente pelo tempo necessário ao seu enfraquecimento, ainda que seja severo. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 921, 2011, p. 64, tradução nossa)

Nessa linha, no território catarinense, as edificações industriais com mais de 6m de altura ou área maior/igual a 750m² deverão possuir paredes corta-fogo, desde que a carga de incêndio seja superior a 120Kg/m². (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2015, p. 35)

As edificações industriais que tenham depósito com carga de fogo elevada deverão ter paredes que resistam 4 horas ao fogo, com estabilidade, estanqueidade e isolamento térmico, sendo que as aberturas destas paredes devem ser protegidas por portas corta-fogo. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2015, p. 31)

As portas corta-fogo devem retardar a propagação do fogo, do calor e dos gases de um ambiente para outro, e, para isso, devem ter características que resistam à ocorrência dele: bom desempenho quanto ao isolamento térmico, estanqueidade à fumaça, vedação às chamas e aos gases. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014, p. 26)

4.4 Chuveiros automáticos

Segundo Solomon, o chuveiro automático demonstrou ser um importante sistema de prevenção e combate a incêndios a partir de um estudo que foi apresentado na década de 1980 nos Estados Unidos da América, quando uma estatística trouxe os seguintes resultados:

8% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por apenas um sprinkler;
48% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por apenas dois sprinklers;
89% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por até 15 sprinklers.
(1996, Apud MÁRIO, 2013, p. 15)

E o referido autor ainda acrescenta duas informações importantes quando assevera: “Os danos materiais causados por incêndio em hotéis foram 78% menores nos hotéis que dispunham de um sistema correto de sprinklers; não se tem registro de mais de duas vítimas fatais em edificações protegidas por sistemas de sprinklers corretamente projetados e operados.” (SOLOMON Apud MÁRIO, 2013, p. 15)

O chuveiro automático é um sistema incorporado à estrutura da edificação. Quando ocorrer um foco de incêndio, ele entrará em funcionamento ao ser acionado, espargindo água em pressão e vazão normalizadas, no menor tempo possível entre a detecção e o combate às chamas, visando a extinção do sinistro antes da fase da propagação, e permitindo, ainda, a percepção dos usuários e a evacuação do local com segurança. (OLIVEIRA, GONÇALVES e GUIMARÃES, 2008, p. 239)

Nas indústrias onde os chuveiros automáticos são instalados, a acumulação de pó sobre as superfícies deve ser minimizada para evitar um número excessivo de aspersores abertos em caso de um incêndio. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 24, tradução nossa)

Em contrapartida a tais benefícios, a instalação dos chuveiros automáticos nas indústrias têxteis apresenta alguns danos potenciais, como a queda de água sobre os equipamentos ou sobre as fibras de algodão não alcançadas pelo incêndio, por exemplo. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 654, 2013, p. 54, tradução nossa)

Entretanto, para a eliminação de um incêndio incipiente nas indústrias que dispõem de grandes áreas sem compartimentação, o sistema de chuveiros automáticos agirá sobre o foco do incêndio e restringirá sua propagação para outras áreas, funcionando como uma cortina d'água que compartimenta e isola o risco. (OLIVEIRA, GONÇALVES e GUIMARÃES, 2008, p. 239)

Nesse sentido, a Instrução Normativa nº 01/CBMSC/2015 estabeleceu que as indústrias com área igual ou maior que 3000m² e com carga de incêndio maior do que 120Kg/m² deverão ter chuveiros automáticos. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2015, p. 35)

3 CONCLUSÃO

Revisando a proposta inicial, conclui-se que as indústrias têxteis, desde o processo de fiação até a entrega do produto final, produzem poeiras sólidas na decomposição e transformação do algodão, sendo impossível evitar sua ocorrência.

No entanto, deve-se minimizar a deposição dessa poeira sobre as superfícies das plantas industriais, e também diminuir a sua circulação pelo ambiente, pois que a concentração dessas partículas sólidas apresenta riscos de incêndio e explosão.

É fundamental o trabalho preventivo na aspiração, coleta e transporte desse pó para garantir um ambiente seguro. Falhas nos sistemas de aterramento das máquinas, equipamentos e rede elétrica podem proporcionar energia estática suficiente para desencadear a ignição destas partículas combustíveis, principalmente, se tais partículas estiverem em concentrações que favoreçam a ocorrência de incêndio, além de apresentarem baixa umidade e estarem próximas o suficiente para serem alcançadas pela corrente estática.

O atrito das correias, esteiras e dutos utilizados para o processo de exaustão da poeira ou qualquer outro tipo de duto instalado para conforto térmico no ambiente deve merecer atenção. Esse equipamento deve ser projetado, instalado e mantido a fim de não proporcionar o acúmulo da poeira, pois são locais confinados que ficam longe dos olhos e podem ser fontes de ignição para os incêndios.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas e o sistema elétrico devem estar aterrados a fim de equalizarem seu potencial na ocorrência de um raio. Para isso, um bom projeto elétrico e a correta execução desse projeto não pode desconsiderar o risco decorrente da falta de aterramento de todo o sistema.

Por conseguinte, muito embora as indústrias têxteis apresentem os mais variados sistemas e medidas de segurança contra incêndio em conformidade com sua área, altura e carga de incêndio, apresentou-se o contexto do sistema contra descargas atmosféricas para a proteção da edificação e de suas peculiaridades quanto a eventuais danos.

Além disso, edificações com um sistema de ventilação natural adequado ou mesmo com ventilação mecânica reduzem as temperaturas na ocorrência de um incêndio. Em virtude disso, esses sistemas retardam a propagação do fogo, facilitando a visibilidade, o resgate de vítimas e o combate ao incêndio. Por outro lado, a investigação dos sistemas de ventilação atingidos pelos sinistros possibilita nuances que o perito não deve desconsiderar na

investigação do incêndio, pois a partir dessa análise é possível perceber como progrediu o fogo, que marcas deixou e se a deficiência ou a oferta de ventilação contribuiu para a propagação e para os danos.

A proteção das edificações através da compartimentação também foi abordada, uma vez que essa estratégia permite confinar o sinistro e evitar danos adjacentes, bem como preservar a estrutura e proporcionar um combate mais eficaz e seguro à propagação das chamas.

Outro sistema extremamente útil aqui descrito, pois atua na extinção do incêndio ainda na sua fase inicial, é o sistema dos chuveiros automáticos em indústrias têxteis. Embora apresente pequenos inconvenientes quanto aos danos em equipamentos e produtos quando acionado, certamente a falta desses chuveiros em um edifício que incendiou pode ter consequências fatais para o processo industrial, uma vez que a percepção prematura do incêndio é fator determinante para facilitar o combate ao sinistro, com o acionamento dos chuveiros e a preservação dos ambientes.

Por derradeiro, apresenta-se como sugestão para futuros trabalhos, o estudo da pertinência legal e técnica para que o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina passe a fiscalizar e exigir, na análise dos projetos preventivos contra incêndio, bem como nas vistorias para funcionamento, os laudos das instalações elétricas industriais e sua regular manutenção por profissional legalmente habilitado, visando coibir o surgimento dos incêndios decorrentes dos riscos aqui apresentados.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas: Rio de Janeiro, 2005. 44 p
- CLEZAR, Carlos A. NOGUEIRA, Antonio Carlos R. **Ventilação industrial**. 2ª Edição revista. Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Instrução Normativa nº 01/CAT/CBMSC**: Da atividade técnica: Florianópolis, 2015. 72 p
- _____. **Instrução Normativa nº 09/CAT/CBMSC**: Sistemas de saída de emergência: Florianópolis, 2015. 46 p
- _____. **Instrução Normativa nº 10/CAT/CBMSC**: Sistema de proteção contra descargas atmosféricas: Florianópolis, 2015. 50 p
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. Instrução Técnica nº 27/2015. **Armazenamento em silos. Texto para consulta pública - 2015**. Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetcb/Downloads/IT-27-Armazenamento_em_silos.pdf> Acesso em: 16 out. 2015.
- DEHAAN, John. **Kirk's Fire Investigation**. 2007
- DISTRITO FEDERAL. Corpo de Bombeiros Militar. **Guia para investigação de incêndios e explosões**. Brasília: 2010.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Indústria Têxtil e do Vestuário de Santa Catarina**. Disponível em: <http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site_topo/pei/info/textil-e-vestuario>. Acesso em: 22 out. 2015.
- GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA TÊXTIL. Disponível em: <http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/MeioAmbiente/2014/CartilhasPublica%C3%A7%C3%B5es/FI-0054-14-CARTILHA-PRODUCAO-MAIS-LIMPA-INTRANET.pdf>. Acesso em: 04 out. 2015.
- MÁRIO, Lauro. **Análise comparativa de custos para as diferentes ocupações de risco no sistema aberto de chuveiros automáticos**. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/98118>>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 652**: Standard on the Fundamentals of Combustible Dust. Quincy, MA,USA, 2016. 78 p
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 654**: Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids. Quincy, MA,USA, 2013. 64 p
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 921**: Guide for Fire and Explosion Investigations. Quincy, MA,USA, 2011. 347 p
- NOON, Randall K. **Forensic Engineering Investigation**. Whashington, DC: 2001. 451 p
- OLIVEIRA, Antonio José Pereira de. **Avaliação dos níveis de empoeiramento – Estudo de caso na indústria têxtil**. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/61646>>. Acesso em: 14 out. 2015.
- OLIVEIRA, Lúcia Helena de. GONÇALVES. Orestes M. GUIMARÃES, Aderson Pereira. Sistemas de combate a incêndio com água. In: SEITO, Alexandre Itiu, et al (Org.). **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 233-255.

QUINTIERE, James G. **Fundamentals of Fire Phenomena**. Maryland, USA: John Wiley & Sons, Ltd, 2006.

SÁ, Ary de. **Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas**. Disponível em:
<<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/poeiras-explosivas.pdf>>, acesso em: 10 out. 2015.

_____. **Prevenção e controle dos riscos com poeiras explosivas R4**. Disponível em:
<http://www.ares.org.br/uploads/pdf/explosoes_com_poeiras.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015

SANTA CATARINA. Constituição (1989). **Constituição do Estado de Santa Catarina**. Disponível em:
<http://www.alesc.sc.gov.br/portal_alesc/sites/default/files/consituicao_compilada_2015-09-14_0.pdf>. Acesso em: 30 set. 2015.

SÃO PAULO. Governo do Estado. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil**. Disponível em:
<http://www.sinditextilsp.org.br/guia_p%2Bl.pdf.pdf>, acesso em 16 out. 2015.

SEITO, Alexandre Itiu. Fundamentos de fogo e incêndio. In: SEITO, Alexandre Itiu, et al (Org.). **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 35-54.