

INCÊNDIOS RELACIONADOS A RESÍDUOS DE MADEIRA EM INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE MADEIRA

Markus Vinicius Silveira¹
Polliana Müller Giacomini²

RESUMO

Ocorrências de incêndio em indústrias de processamento mecânico de madeira acontecem com frequência no estado de Santa Catarina. A possibilidade de incêndio aumenta quanto maior a quantidade de resíduos gerados e quanto mais finamente divididos eles são. Ainda, a presença de pó de madeira em um ambiente pode proporcionar condições para uma explosão difusa. O presente trabalho realiza um estudo sobre os incêndios relacionados a resíduos de madeira ocorridos em indústrias de transformação de madeira em solo catarinense entre os anos de 2015 e 2017. Para tanto, foram analisados dados extraídos de investigações de incêndios feitas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Os resultados mostraram que os incêndios têm origem com maior frequência no local para armazenamento de resíduos e que boa parte dos sinistros foi causado por operações de manutenção de forma imprudente ou falhas em sistemas elétricos. Por fim, as informações geradas podem ser úteis para futuras ações de caráter preventivo, bem como para alterações normativas por parte da corporação.

Palavras-chave: Resíduos de madeira. Local de armazenamento. Incêndio.

1 INTRODUÇÃO

O risco de incêndio em estabelecimentos onde madeira é transformada e manipulada é inegavelmente um aspecto extremamente crítico, principalmente devido à coexistência de material combustível com muitas fontes de ignição. Para agravar a situação, quanto mais dividida a madeira, maior o risco de incêndio, de tal forma que a presença de resíduos particulados torna muito pior o comportamento da madeira em incêndios (MAPFRE, 2008).

Além do risco de incêndio, a produção de pó de madeira torna as indústrias de processamento mecânico de madeira susceptíveis a um tipo de explosão, conhecida como

¹ 1º Tenente Bombeiro Militar, Perito em Incêndio e Explosão, graduado no Curso de Formação de Oficiais pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2015), graduado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina (2012). E-mail: vinicius.s@cbm.sc.gov.br

² Capitão Bombeiro Militar, Perito em Incêndio e Explosão, graduado no Curso de Formação de Oficiais pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2012-II), bacharel em Fisioterapia pela UDESC e especialista em Fisioterapia Dermatofuncional pela UENP. E-mail: polliana@cbm.sc.gov.br

explosão difusa. Isso ocorre quando há uma dispersão de partículas finas de madeira no ar que, sob certas circunstâncias, pode entrar em combustão gerando pressão e calor muito rapidamente (WORKSAFEBBC, 2014).

As consequências de ocorrências desta natureza podem ser desastrosas. Nesse sentido, a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) reporta que entre os anos de 2003 e 2010, quatro eventos envolvendo explosão de pó de madeira vitimaram 17 bombeiros nos Estados Unidos, dos quais dois perderam a vida. (OSHA, 2013).

Na mesma linha, dois eventos chocaram o Canadá em 2012. Os sinistros ocorreram em duas empresas de transformação de madeira no estado de British Columbia, *Babine Forest Products* e *Lakeland Mill*, sendo resultante de explosões de pó de madeira, e acarretaram em quatro trabalhadores mortos e 42 feridos (THE CANADIAN PRESS, 2016).

No Brasil, um caso emblemático ocorreu no ano de 2015 na cidade de Lontras, traumatizando o pequeno município de Santa Catarina. Na ocasião, dois funcionários de uma empresa fabricante de esquadrias foram surpreendidos com uma explosão enquanto retiravam serragem de um silo, o qual fora local de um incêndio horas antes, e foram a óbito em decorrência de queimaduras (GIACOMIN; VIDAL, 2015).

Apesar de incêndios e explosões em indústrias de processamento mecânico de madeira serem reportados com frequência em noticiários e redes sociais, ainda é escasso o registro científico de ocorrências desta natureza no âmbito nacional, seja por desinteresse no tema ou falta de informações resultantes de investigações de incêndios.

Diante do exposto, o presente estudo visa abordar os incêndios envolvendo resíduos de madeira em indústrias de processamento mecânico de madeira em Santa Catarina, com o objetivo de gerar informações para subsidiar as fases normativa e estrutural do ciclo operacional de bombeiro³ da corporação.

Portanto, o presente estudo utilizará o método de abordagem indutivo, no qual, segundo Lakatos e Marconi (2003), uma verdade geral é inferida a partir de dados particulares suficientemente constatados.

³ O ciclo operacional de bombeiro compreende quatro fases, quais sejam, preventiva ou normativa, passiva ou estrutural, ativa ou combatente, e investigativa ou pericial (CBMDF, 2010).

Para a construção do trabalho foi utilizada a técnica de pesquisa documental, por meio de coleta de dados em fontes primárias, quais sejam, os documentos resultantes de investigações de incêndios realizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa (CBMSC).

A partir dos elementos levantados, serão tratados aspectos como situações que podem dar origem a incêndios nas supracitadas indústrias e locais onde comumente os incêndios iniciam.

2 A MADEIRA COMO MATERIAL COMBUSTÍVEL

A madeira é o combustível mais comumente encontrado em incêndios ordinários. Resulta de um processo natural que ocorre dentro de células vivas onde estruturas orgânicas muito complexas são sintetizadas. A grosso modo, a madeira é constituída por celulose (cerca de 50%), hemicelulose (cerca de 25%) e lignina (cerca de 25%), com adição de resinas, sais e água em diferentes porcentagens (DEHANN, 2007).

Adicionalmente, a madeira pode ser obtida de uma grande variedade de árvores, possuindo ampla variação em quantidade de água, componentes voláteis, e outras propriedades químicas. Ainda, além das diversas origens, os materiais constituídos de madeira são bastante alterados por processos de manufatura, com uma variedade de produtos com todo tipo de tratamento e acabamento (DEHANN, 2007).

Apesar de ser um material combustível, a madeira não queima tão facilmente quanto parece, quando consideramos o seu comportamento em um incêndio. Sem a presença de uma chama, é necessária uma temperatura na superfície maior que 400°C para a sua ignição. De outro lado, na presença de chama, a temperatura da superfície deve atingir em torno de 250°C durante um tempo antes de iniciar a ignição. Contudo, quanto mais dividida a madeira, maior o risco de incêndio, devido a maior superfície de troca de calor (MAPFRE, 2008).

2.1 RELAÇÃO SUPERFÍCIE-MASSA

O coeficiente superfície-massa é uma característica dos combustíveis sólidos que tem relação direta com o comportamento do material no incêndio. É a relação entre a superfície de um determinado material combustível com a sua massa (CBMDF, 2010).

Quanto maior o coeficiente superfície-massa maior a sua capacidade de ignição. Isso ocorre pois à medida que a área de superfície aumenta, mais material combustível fica exposto ao calor, o que provoca mais geração de gases inflamáveis em função da pirólise (CBMDF, 2010).

Portanto, quanto mais dividida ou particulada a madeira se encontrar em um ambiente, maior a probabilidade de entrar em combustão. Dessa forma, estabelecimentos que produzem ou trabalham com resíduos de madeira, principalmente, maravalha, serragem e pó, possuem uma grande possibilidade de ocorrências de incêndio.

2.2 RISCO DE INCÊNDIO EM INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA

Além da presença de resíduos particulados, associado à elevada carga de incêndio, a presença de algumas fontes de ignição torna a indústria de transformação da madeira uma atividade com alto risco de incêndio (MAPFRE, 2008)

A geração de resíduos é consequência direta da transformação da madeira maciça ou painéis de madeira reconstituída. De maneira simplificada, o processamento da madeira, associado à geração de resíduos, pode envolver os estágios de corte ou seccionamento, geralmente feito com serra circular, serra fita ou similar; usinagem de peças por meio de cortes consecutivos utilizando tornos, plainas e similares; lixamento e polimento. (MAPFRE, 2008)

Os resíduos da madeira podem ser classificados em função da sua morfologia em cavacos (partículas com dimensões máximas de 50x20mm), maravalha (resíduos com mais de 2,5mm), serragem (partículas com dimensões entre 0,5 a 2,5mm, geralmente proveniente do uso de serras), e pó (resíduos menores que 0,5mm) (IBQ, 2002, p. 35, apud JUNIOR et al, 2004, p. 6).

2.3 RISCO DE EXPLOSÃO DE POEIRA DE MADEIRA

Partículas de madeira finamente divididas, quando dispersas no ar, podem provocar explosões particularmente violentas e destrutivas (NFPA, 2011). Por conseguinte, as indústrias de transformação da madeira podem proporcionar condições propícias para que aconteça uma explosão.

Para que este processo ocorra, cinco elementos precisam estar presentes: oxigênio, combustível (pó de madeira), uma fonte de ignição, dispersão do combustível no ar, e confinamento” (WORKSAFEBC, 2012). O confinamento pode ser parcial ou total, podendo ser em um equipamento de processamento, em um coletor de poeira, numa sala, ou num prédio inteiro. Ainda, o deslocamento de ar causado por uma explosão, pode dispersar poeira combustível acumulada em áreas de trabalho ou de armazenamento, alimentando uma ou mais explosões subsequentes, geralmente mais severas que a primeira (OSHA, 2013).

Ademais, segundo a NFPA (2011), no geral, uma concentração com risco de explosão de poeira combustível pode existir quando as partículas possuem um tamanho igual ou menor que 500 micrometros.

2.4 FONTES DE IGNIÇÃO EM INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA

A *National Fire Protection Association (NFPA)* elenca inúmeras possíveis fontes de ignição em instalações de processamento de madeira, entre elas: operações que geram calor, sistemas elétricos, superfícies aquecidas, descargas atmosféricas, equipamentos a combustão, eletricidade estática, equipamentos de processamento e usinagem, atrito, ventiladores e combustão espontânea (NFPA, 2017). Algumas dessas fontes de ignição serão abordadas a seguir.

2.4.1 Operações a quente

A NFPA (2019) define operações a quente como trabalhos com queima, soldagem ou qualquer operação similar que é capaz de dar início a um incêndio ou explosão.

A soldagem é por vezes realizada em indústrias de processamento de madeira para manutenção de equipamentos, móveis, entre outros. Registros de acidentes neste tipo de estabelecimento mostram que situações perigosas podem acontecer devido a respingos de metal fundido em torno do local de trabalho, ou em função dos eletrodos e ferramentas aquecidas, ou ainda, pelo efeito do calor conduzido pelo metal, causando um incremento relevante na temperatura mesmo a distâncias consideráveis do ponto de soldagem (MAPFRE, 2008).

Com o propósito de prevenção, este tipo de operação deve ser evitada na presença de produtos combustíveis ao alcance de centelhas de soldagem, produtos combustíveis em contato com dutos ou tubulações que estão sob operação, pó de madeira, serragem e madeira tanto ao alcance de centelhas quanto em contato com dutos quentes (MAPFRE, 2008).

Na mesma linha, a NFPA designa áreas específicas para este tipo de atividade e, caso o trabalho tenha que ser realizado fora da área designada, este deve ser feito somente sob um programa de permissão de operações a quente e em acordo com a normativa *NFPA 51B – Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work* (NFPA, 2017).

2.4.2 Sistemas elétricos

Uma ignição por energia elétrica envolve a geração de temperatura suficientemente alta e calor pela passagem de corrente elétrica. Isso pode ocorrer de várias maneiras, como curto circuito e arcos por falha em aterramento, corrente excessiva por um condutor ou equipamento, etc. Assim, o requisito para que haja a ignição é a manutenção da temperatura da fonte elétrica por tempo suficiente para que o combustível adjacente atinja sua temperatura de ignição e, na presença de ar, permita a combustão (NFPA, 2011).

De maneira a prevenir que incêndios iniciem por falta elétrica em indústrias de processamento mecânico de madeira, a NFPA prevê que em locais onde ocorre acúmulo de pó, ou onde pode haver suspensão de pó no ar, devem ser utilizados sistemas e equipamentos elétricos com configurações adequadas, de acordo com os artigos 502 ou 503 da normativa *NFPA 70® – National Electrical Code* (NFPA, 2017).

2.4.3 Combustão espontânea

Segundo a NFPA (2011, apud MARQUES; VIDAL, 2015, p. 2),

Combustão espontânea é o fenômeno decorrente do aumento de temperatura de forma espontânea (autoaquecimento) de determinados materiais até o seu ponto de ignição, sem ter contato com nenhum agente ígneo ou qualquer outro material que forneça energia calorífica.

No caso da madeira, a temperatura de combustão espontânea é relacionada à temperatura na qual a oxidação se torna suficientemente exotérmica para aumentar a temperatura dos combustíveis ao seu redor e, desse modo, se tornar autossustentável

(DEHANN, 2007). Segundo DeHaan (2007), vários autores reportam que a temperatura de combustão espontânea da madeira está na ordem de 230 a 260°C.

A maior probabilidade de acontecer uma combustão espontânea em uma indústria de processamento de madeira é no local de armazenamento de resíduos, especialmente na presença de partículas finas. A forma mais simples de evitar que isso ocorra é o descarregamento periódico e a limpeza correta da estrutura de armazenamento (MAPFRE, 2008).

O autoaquecimento de resíduos de madeira confinados pode ocorrer devido à atividade microbológica, processo químico de oxidação, migração de umidade, absorção de umidade ou uma combinação desses. Por consequência, se o processo de autoaquecimento for continuado, pode haver uma combustão espontânea dando início a um incêndio (PERSSON, 2013).

2.5 SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS DE MADEIRA

A coleta e o armazenamento adequado de resíduos gerados no processamento mecânico da madeira são indispensáveis para o bom funcionamento da indústria, de tal modo que diminuem o risco de incêndio e explosão, bem como a insalubridade no ambiente fabril.

Um dos recursos mais eficientes para diminuição dos resíduos de madeira é o sistema de ventilação local exaustora. Esse sistema visa a captação dos materiais particulados diretamente na fonte geradora e direcionamento destes para um ciclone, onde são separados da massa de ar, e armazenados (NOBRE; CAMILO; ALVES, 2013).

Por sua vez, o armazenamento de resíduos de madeira é realizado em estruturas com diferentes formas e materiais construtivos, conforme ilustrado na figura 1. Na maioria dos casos, a unidade de armazenamento é construída em uma estrutura elevada, semelhante a um mezanino, para facilitar a descarga do material quando do transporte para a destinação final. Assim, os resíduos são depositados na estrutura, via de regra, pela parte superior e retirados por gravidade pela parte inferior.

Figura 1 – Estruturas para armazenamento de resíduos de madeira: a) estrutura em madeira; b) estrutura em alvenaria; c) silo metálico.



Fonte: Sistema de Perícias do CBMSC.

2.5.1 Limpeza da área fabril

Aliado ao um bom sistema de retirada de resíduos particulados, a área fabril das indústrias deve ter uma rotina de limpeza regular. Nesse sentido, a NFPA faz uma série de orientações para evitar que materiais acumulem fora, dentro ou ao redor de equipamentos operacionais ou, ainda, dentro da instalação em quantidade suficiente para criar um risco indevido de incêndio (NFPA, 2017). Entre as recomendações está a utilização prioritária de aspirador de pó, ao invés de ar comprimido ou vassouras, no intuito de minimizar geração de nuvens de poeira.

3 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE MADEIRA

Segundo ONO (2010), a segurança contra incêndios é um conjunto de medidas que devem estar compatibilizadas e racionalmente integradas para diminuir a probabilidade do risco de incêndio e minimizar suas consequências, sendo considerada uma questão de segurança pública, tendo o poder público a incumbência de definir os requisitos mínimos necessários à garantia da incolumidade física das pessoas e da preservação do meio ambiente.

No Brasil, as normas que versam sobre segurança contra incêndio são em sua maioria elaboradas pelos corpos de bombeiros militares dos diversos entes federativos. Outra fonte normativa bastante utilizada a Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Ainda, alguns documentos normativos nacionais fazem referência a normas norte-americanas, como as elaboradas pela NFPA.

Por sua vez, no Estado de Santa Catarina, as medidas e sistema de segurança contra incêndios são definidas e detalhadas por meio de Instruções Normativas (IN's), elaboradas pelo CBMSC.

Para fins de aplicação das medidas e sistemas, as indústrias de processamento mecânico de madeira são classificadas como edificações industriais, segundo IN 01 – Da Atividade Técnica, não possuindo distinção em função do seu alto risco de incêndio e explosão.

No mais, existe uma instrução normativa específica para silos (IN 34 – Atividades Agropastoris e Silos), porém, seus dispositivos normativos abarcam locais de armazenamento de grãos e não fazem menção a locais de armazenamento de resíduos de madeira.

Outros países já tratam a segurança nas indústrias de transformação de madeira com maior atenção. Nos Estados Unidos da América, por exemplo, a NFPA elaborou a norma 664 – *Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities*, na qual são fornecidos critérios detalhados de proteção contra incêndio e explosão em indústrias de processamento de madeira. No texto há, entre outras exigências e orientações, um rol de fontes de ignição e formas de prevenção e mitigação do incêndio, e ainda medidas diretamente relacionadas a explosão de poeira combustível de madeira.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados analisados no presente trabalho foram levantados por meio de pesquisa documental, sendo a fonte primária o banco de dados do sistema interno informatizado de perícia do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Ademais, as informações abordadas são fruto de investigações de incêndio realizadas por peritos e inspetores da corporação.

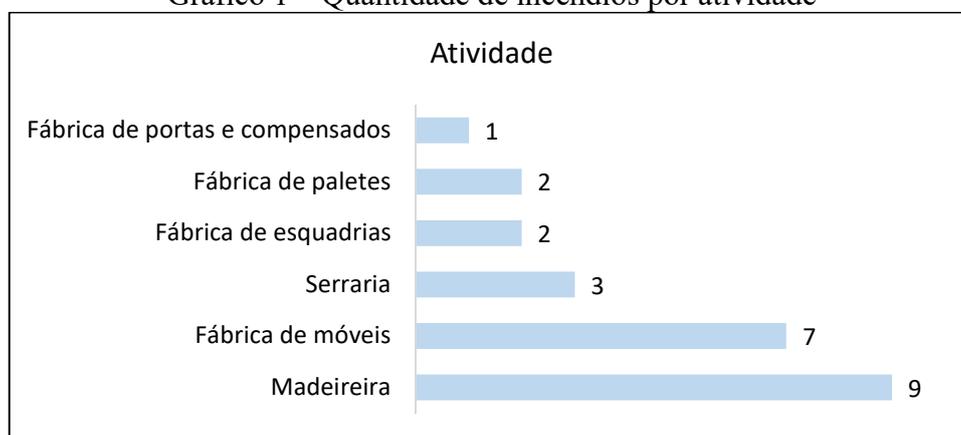
O intervalo de dados utilizado compreende o período entre 1º de janeiro de 2015 e 31 de dezembro de 2017, por apresentar informações mais fidedignas e consistentes.

Ainda, foram descartadas as investigações que não possuem as informações necessárias para o estudo, bem como as que possuem dados incompletos.

4.1 TIPO DE ATIVIDADE

Ao todo, foram analisadas 24 (vinte e quatro) ocorrências em indústrias de transformação da madeira. Como pode ser observado no gráfico 1, a maior incidência foi em madeireiras e fábricas de móveis. Isto possivelmente está atrelado ao fato de Santa Catarina ser reduto de inúmeras instalações desta natureza, possuindo, reconhecidamente, grandes polos de empresas do setor moveleiro, a exemplo da região de São Bento do Sul.

Gráfico 1 – Quantidade de incêndios por atividade



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo CBMSC

Os resíduos gerados a partir de uma transformação inicial da madeira possuem características distintas daqueles oriundos da industrialização e do beneficiamento da madeira. Estes últimos, em regra, possuem aditivos como tintas, vernizes e aglutinantes, que modificam as características de queima da madeira. Nesse sentido, pode ser verificado no gráfico 1 que os incêndios ocorrem com frequência semelhante em todas as indústrias, independentemente da composição do resíduo gerado.

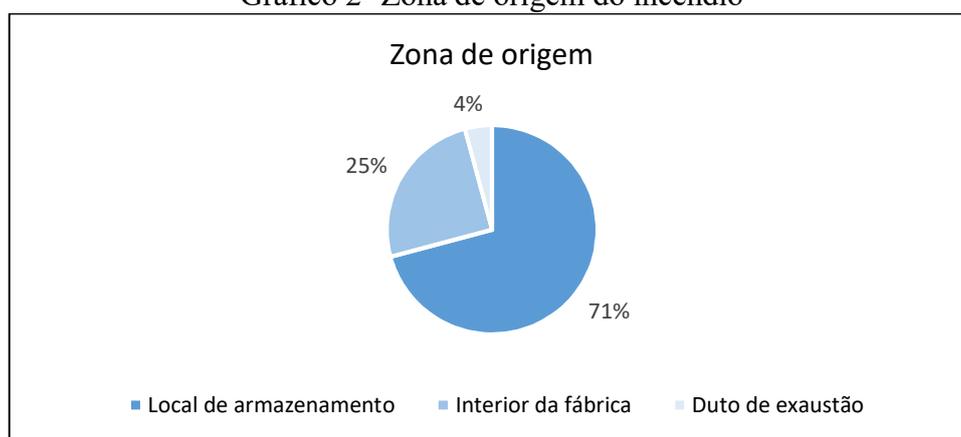
4.2 ZONA DE ORIGEM

A zona de origem é a região onde ocorreu a eclosão de um incêndio, podendo ser um cômodo, uma repartição ou outra parcela de uma edificação. Em uma investigação, a determinação da zona de origem é fundamental para o entendimento da dinâmica do incêndio, desde o surgimento até a forma de propagação e desenvolvimento.

Nos incêndios analisados houve uma predominância da zona de origem, como pode ser observado no gráfico 2. A grande maioria dos incêndios (71%) iniciaram nos locais de armazenamento de resíduos das indústrias, enquanto uma parcela menor (25%) teve origem no interior da fábrica.

Esta informação é relevante se considerarmos o risco de explosão de poeira combustível de madeira inerente desses locais, podendo causar acidentes fatais como aquele ocorrido na cidade de Lontras, em junho de 2015.

Gráfico 2- Zona de origem do incêndio



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo CBMSC.

4.3 MATERIAL CONSTRUTIVO DOS LOCAIS DE ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS

Ao longo do estudo percebeu-se uma grande variedade construtiva dos locais para armazenamento de resíduos. Alguns fatores que influenciam na escolha do material construtivo da edificação são o volume de resíduos produzidos e o patamar econômico da empresa. Assim, como existem empresas de diversos portes no ramo da transformação da madeira, desde pequenas marcenarias até grandes indústrias moveleiras, há também diversas formas construtivas de depósitos. Portanto, empresas menores optam, em geral, por construir pequenos depósitos de madeira ou alvenaria, enquanto empresas maiores geralmente constroem estruturas metálicas, tipo silos, ou edificações de alvenaria.

O gráfico abaixo aponta que 47% dos depósitos onde os incêndios tiveram origem eram construídos de alvenaria ou concreto. Por sua vez, 41% das edificações eram de metal e outras 12% de madeira. O número baixo de depósitos construídos em madeira pode estar ligado ao fato de que, na maioria dos casos de incêndio, esse tipo de edificação

é totalmente consumida pelas chamas, o que inviabiliza a investigação ou, ainda, o Corpo de Bombeiros nem sequer é acionado.

Gráfico 3 – Material construtivo do local de armazenamento de resíduos



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo CBMSC.

4.4 EVENTO CAUSAL

Para a doutrina de investigação de Santa Catarina, entende-se como evento causal o acontecimento que deu origem ao incêndio ou explosão. A tabela 1 elenca os eventos que deram origem aos incêndios em todas as investigações analisadas, bem como traz uma coluna com os eventos causais relacionados aos incêndios que iniciaram nos locais de armazenamento de resíduos.

Percebe-se que a maior incidência de eventos foi indeterminada, ou seja, não foi possível encontrar vestígios que levassem a conclusão do que causou o incêndio. Aqui vale frisar que na maioria dos casos os investigadores desconsideraram a possibilidade de combustão espontânea do resíduo de madeira que, como já foi visto, pode ocorrer, especialmente em locais de armazenamento que não são descarregados regularmente.

Uma informação importante que pode ser extraída da tabela é que em algumas oportunidades o evento causal foi fruto de uma operação de equipamento de forma imprudente. Ao todo, cinco incêndios iniciaram por operação à quente (de soldagem ou lixamento) realizadas em depósitos metálicos carregados com resíduos.

Ainda, em três ocasiões o evento que deu origem ao incêndio em local de armazenamento de resíduo foi indicado como sendo a geração de centelha ou fagulha por algum equipamento da fábrica, a qual fora transportada para o depósito pelo sistema de coleta de resíduos.

A falha em sistema elétrico, por sua vez, é um evento causal que foi relacionado, na maioria das vezes, com incêndios que iniciaram dentro da fábrica. Isto ocorre devido à grande quantidade de equipamentos elétricos geralmente encontrados nas indústrias. Ademais, a única falha elétrica que deu origem a um incêndio no depósito de resíduos foi ocasionada no motor do sistema de exaustão.

Tabela 1 – Evento causador do incêndio em toda a edificação e nos locais de armazenamento de resíduos

Evento causal	Quantidade	
	Toda a edificação	Local de armazenamento
Indeterminado	5	4
Operação de soldagem	4	4
Falha em sistema elétrico	4	1
Geração de centelha/fagulha por equipamentos	3	3
Superaquecimento do motor do exaustor	2	1
Chama direta	2	1
Operação de lixamento	1	1
Descarga atmosférica	1	1
Dispersão do pó de madeira incandescente no ar	1	1
Secagem de maravalha	1	0
Total	24	17

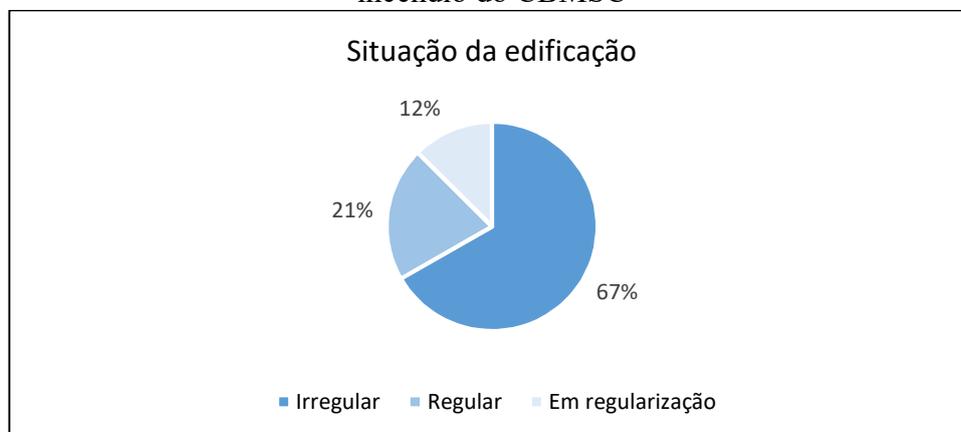
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo CBMSC.

4.5 SITUAÇÃO DA EDIFICAÇÃO JUNTO AO CBMSC

O gráfico 4 mostra a situação das edificações analisadas em relação à segurança contra incêndio e pânico, considerando a normatização do CBMSC. Foram definidas como edificações regulares aquelas que possuíam atestado de funcionamento e todos os sistemas preventivos instalados e funcionando, conforme previsto. Constatou-se que dois terços das edificações estavam irregular na época do sinistro. Isto revela o descaso ou desinformação dos responsáveis pelas empresas quando o assunto é segurança contra incêndio. É bem verdade que a simples instalação correta das medidas e sistemas preventivos não garante que o incêndio não ocorra, porém, em algumas investigações

analisadas os bombeiros envolvidos no combate relataram que a presença de sistemas preventivos poderia ter mitigado consideravelmente as consequências do incêndio.

Gráfico 4 – Situação das edificações sinistradas conforme normas de segurança contra incêndio do CBMSC



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados fornecidos pelo CBMSC.

5 CONCLUSÃO

O estudo mostrou que os incêndios ocorrem tanto em indústrias de transformação primária, como serrarias e madeireiras, quanto em indústrias de industrialização e beneficiamento, como fábricas de esquadrias e móveis, de tal modo que todo resíduo de madeira gerado merece atenção quando se fala em segurança contra incêndio.

Foi verificado que o local de armazenamento de resíduos é um ponto crítico das indústrias, uma vez que 71% dos incêndios analisados iniciaram lá. Ainda, há uma grande diversidade construtivas desses locais, sendo observados no trabalho depósitos de madeira, alvenaria e metal.

Os principais eventos identificados como causadores de incêndio têm relação com operações imprudentes de manutenção, especialmente nos locais de armazenamento de resíduos, e falhas em sistemas elétricos, notadamente no interior das fábricas.

Por fim, foi identificado que a maioria das edificações sinistradas não estavam regularizadas junto ao CBMSC na época do incêndio, fato que evidencia que a segurança contra incêndio não é prioridade, mesmo quando o risco é muito elevado.

Diante de exposto, infere-se que indústrias de processamento mecânico de madeira carecem de uma atenção maior em relação à segurança contra incêndio por parte de todos os envolvidos. Ações simples como limpeza adequada da fábrica e manutenção periódica dos equipamentos podem reduzir muito a possibilidade de incêndio e explosão.

Desta forma, sugere-se criação e divulgação de material informativo e educativo com informações já amplamente difundidas em todo mundo, como: Os resíduos de madeira como maravalha, serragem e pó de madeira, queimam mais facilmente do que a madeira densa; e o pó de madeira suspenso no ar, formando uma nuvem de poeira, pode entrar em combustão muito rapidamente e causar uma explosão. O apêndice A traz uma proposta de informativo elaborado por meio serviço online *canva*, disponível em <https://www.canva.com/>.

Outrossim, após os resultados apresentados, recomenda-se que o local de armazenamento, ou ao menos os resíduos de madeira, sejam considerados na instrução normativa IN 34 – Atividades Agropastoris e Silos, em função do seu risco de incêndio e explosão.

REFERÊNCIAS

- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Guia para investigação de incêndios e explosões**. Brasília-DF: 2010. 21p.
- DEHAAN, John D. **Kirk's Fire Investigation**. 6 ed. Upper Saddle River: Pearson – Prentice Hall, 2007.
- GIACOMIM, P. M.; VIDAL, V. V. **Estudo de Caso de um Incêndio em Silo de Serragem**: causas do sinistro e consequências para a atividade de extinção de incêndios. Florianópolis, 2015. 18 p.
- JUNIOR, F. C. et al. **Indústria Moveleira e Resíduos Sólidos**: considerações para o equilíbrio ambiental. Revista Educação & Tecnologia. Curitiba: Editora do CEFET, 2004. p. 209 – 228. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/grupos/tema/25indus_moveleira_ambiental.pdf>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.
- MAPFRE. **Woodworking Facilities Safety Guide**. Madrid: MAPFRE RE, 2008. 32p. Disponível em: <https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/images/safety-guide-woodworking_tcm636-80884.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- MARQUES, M. L.; VIDAL, V. V. **Combustão Espontânea**: entendendo os mecanismos de reação e sua relação com a dinâmica de incêndio. Florianópolis: 2015. 15p.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 51B**: Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work. Quincy, 2019.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 664**: standard for the prevention of fires and explosions in wood processing and woodworking facilities. Quincy, 2017.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 921**: guide for fire and explosion investigations. Quincy, 2011.

NOBRE, C. A.; CAMILO, G.; ALVES, G. **Proposta de Melhoria da Qualidade do Ar de uma Indústria Moveleira**. 2013, 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. **Firefighting Precautions at Facilities with Combustible Dust**. [S.l.]: OSHA, 2013. 30 p.

ONO, R. **O Impacto do método de dimensionamento das saídas de emergência sobre o projeto arquitetônico dos edifícios altos**: uma análise crítica e proposta de aprimoramento. 2010, 457 p. Tese (livre-docência na área de Tecnologia da Arquitetura), Universidade de São Paulo. 2010.

PERSSON, H. **Silo Fires**: Fire extinguishing and preventive and preparatory measures. Karlstad: 2013. 122 p. Disponível em: <<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27144.pdf>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2019.

THE CANADIAN PRESS. **British Columbia Sawmill explosion victims suing WorkSafeBC**. Disponível em: <<https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/b-c-sawmill-explosion-victims-suing-worksafebc-1.3400506>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

WORKSAFEBC. **Combustible dust in wood products manufacturing**: a shop-floor guide for employers and survivors. British Columbia: 2014. 52 p.

APÊNDICE A



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
DIRETORIA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

GUIA DE PREVENÇÃO PARA INDÚSTRIA MADEIREIRA E SIMILAR

Se você possui uma indústria madeireira, moveleira ou similar, fique atento às seguintes situações:

Fique atento



Indústrias de processamento mecânico de madeira possuem grande risco de incêndio.

Os resíduos de madeira, sob certas circunstâncias, podem provocar uma reação de autoaquecimento a ponto de causar uma combustão espontânea, sem a presença de uma fonte externa de calor.

O pó de madeira suspenso no ar, formando uma nuvem de poeira, pode entrar em combustão muito rapidamente e causar uma explosão.

Os resíduos de madeira como maravalha, serragem e pó de madeira, queimam mais facilmente do que a madeira densa.



Previna-se

Evite acúmulo de pó na fábrica. Camadas espessas de pó são consideradas perigosas

Utilize um sistema de exaustão de resíduos adequado e bem dimensionado.

Utilize preferencialmente aspirador de pó para limpezas mais simples. Evite dispersar o pó com ar comprimido ou varrer de maneira violenta.

Descarregue regularmente o local de armazenamento de resíduos.

Não realize operações a quente (soldagem, lixamento, etc.) com resíduos próximos. Nunca faça soldagem em um silo metálico carregado de resíduo.

Evite eletricidade estática realizando o aterramento das partes metálicas de equipamentos, dutos e estruturas.

Mantenha os equipamentos lubrificados e mantidos

