

**ESTUDO RELACIONADO AO FENÔMENO DA IGNIÇÃO INSTANTÂNEA
DECORRENTE DO PROCESSO DE INJEÇÃO DCPD**

**STUDY RELATED TO THE INSTANT IGNITION PHENOMENON FROM
THE DCPD INJECTION PROCESS**

Gabriela Matiola Cordeiro¹ Clayton Alexandre Pereira²

RESUMO

O crescimento da produção industrial e a competitividade das indústrias em aumentar sua carteira de clientes faz com que as indústrias invistam cada vez mais na inovação das matérias primas utilizadas na transformação dos seus produtos. Junto com o crescimento da produção vem o aumento da geração de resíduos industriais que, quando mal gerenciados, mal manuseados e mal dispostos podem causar acidentes, danos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente. Neste sentido o presente trabalho tem como objetivo demonstrar através de um estudo de caso, realizado em uma empresa transformadora de plásticos de engenharia, a importância de conhecer a composição da matéria prima escolhida para a transformação além de saber manusear e destinar corretamente os resíduos industriais gerados durante a transformação do plástico, como é o caso do DCPD (Diciclopentadieno), que possui a característica de autoignição quando exposto ao calor ambiente. Por meio do estudo de caso pode-se observar que a empresa deve seguir as recomendações do fornecedor da matéria prima e assim evitar possíveis acidentes, que já foram objetos de danos a pessoas e ao patrimônio do local. Conclui-se que através de medidas de controle simples inseridas na rotina dos trabalhadores, bem como a implantação de alguns itens na estrutura da empresa, os acidentes podem ser evitados.

PALAVRAS-CHAVE: Autoignição. Descarte. Manejo.

¹Graduanda em Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Italo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: gmatiola39@gmail.com

²Professor Especialista de ensino superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Italo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: capereira@fatecbt.edu.br

ABSTRACT

The growth of industrial production and the competitiveness of industries in increasing their customer base means that industries are investing more and more in the innovation of the raw materials used in the transformation of their products. Along with the growth of production comes the increase in the generation of industrial waste that, when poorly managed, poorly handled and ill-disposed can cause accidents, damages the health of workers to the environment. In this sense, the present work aims to demonstrate through a case study, carried out in an engineering plastics processing company, the importance of knowing the composition of the raw material chosen for the transformation besides being able to handle and correctly destine the generated industrial waste During the transformation of the plastic, as is the case of DCPD (Dicyclopentadiene), which has the characteristic of autoignition when exposed to ambient heat. Through the case study, it can be observed that the company must follow the recommendations of the supplier of the raw material and thus avoid possible accidents, which have already been objects of damages to people and the assets of the place. It is concluded that through simple control measures inserted in the routine of the workers, as well as the implementation of some items in the structure of the company, accidents can be avoided.

KEYWORDS: Autoignition. Discard. Management.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças mercadológicas e as necessidades do mundo atual fazem com que as empresas busquem produtos com tecnologia avançada e de alto desempenho. A melhoria contínua dos produtos oferecidos ao mercado é um desafio constante que toda indústria enfrenta diariamente. Outro grande desafio das indústrias é o equacionamento da geração excessiva de resíduos sólidos e rejeitos e sua disposição final de maneira ecologicamente segura. A preocupação mundial em relação aos rejeitos tem aumentado ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final (JACOBI; BESEN,2011). Além disso é preciso conhecer o material que está sendo manufaturado, suas particularidades para que todo o processo de manufatura ocorra de maneira segura para os trabalhadores e para a empresa evitando acidentes de trabalho e danos prediais.

Segundo a CETESB desafio de destinar corretamente os rejeitos não se limita apenas em encontrar um local apropriado para seu descarte, mas principalmente em conhecer sua composição química e assim saber qual o real impacto causa ao meio ambiente.

O presente trabalho irá demonstrar como uma empresa realiza a transformação de um material que possui particularidades, que se não forem de conhecimento de todos os envolvidos durante o processo de manufatura do mesmo podem acarretar acidentes causados pela má disposição dos rejeitos gerados durante as operações de transformação e no armazenamento anterior ao descarte.

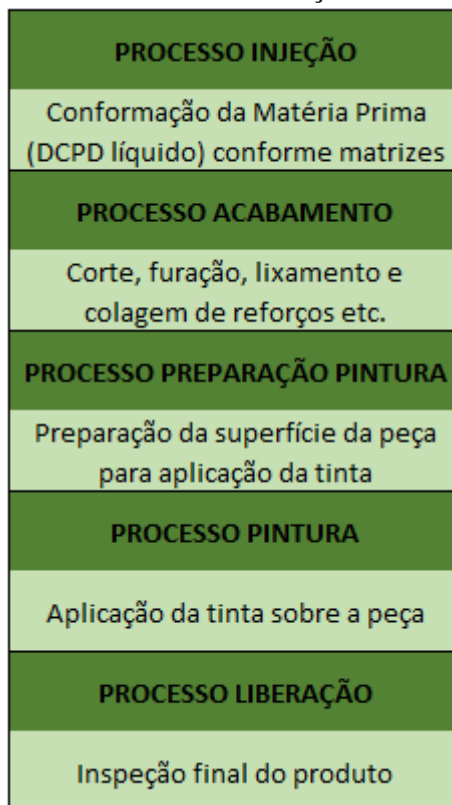
2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Processos de transformação do DCPD

Diciclopentadieno (DCPD na forma abreviada) é um polímero que quando em temperatura ambiente apresenta forma líquida e quando misturado com um catalizador e aquecido pode ser moldado transformando-se em um termofixo.

O DCPD em sua forma líquida permite conformação em moldes de diversos formatos e dimensões. Sua alta resistência após a moldagem e a capacidade de receber operações secundárias de acabamento, como lixamento e pintura, o torna aplicável em diversos setores do mercado, conforme demonstra a figura 1.

Figura 1: Processo de transformação do DCPD



Seguem algumas aplicações.

Setor automotivo em máquinas agrícolas, carros e caminhões, demonstradas na figura 2.

- Capôs;
- Para-choques;
- Para-lamas;
- Carrocerias;
- Leito para cargas entre outros.
- Leito e caixa de equipamento de ressonância magnética;
- Caixas para jogos de fliperama;
- Caixas eletrônicos;
- Carrinhos elétricos e empilhadeiras.
- Suporte para motores;
- Racks para transmissão
- Bandejas para o transporte de grandes componentes.

Figura 2: Caminhão Mercedes Actros



Uma característica marcante do DCPD é sua capacidade de autoignição. Após a realização de operações posteriores a injeção como, lixamento, furação ou corte, geram resíduos em forma de pó fino que disposto de maneira incorreta pode acarretar incêndios. Tão pouco quanto cinco gramas do pó fino DCPD obtido através de lixamento, ou moagem, que deixado em uma pilha de forma cônica, pode experimentar auto oxidação exotérmica alcançando temperaturas dentro da pilha de quase 500°C. Embora ele não possa pegar fogo, ele pode incendiar próximo materiais inflamáveis como papel, solventes, madeira ou trapos.

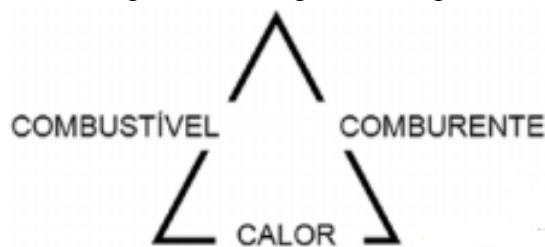
Segundo Kuo (1986 citado por ARIELLO, 2010, p. 3) a autoignição é um processo espontâneo que ocorre na ausência de fontes externas de ignição, como centelhas, chamas piloto, arcos-voltaicos e fios quentes.

2.2 Prevenções e combate a incêndios

No Brasil o fogo é definido pela NBR 13860: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz.

O fogo é representado graficamente pela figura do triângulo, demonstrado na figura 3, onde ilustra os três elementos necessários para a formação do fogo, combustível, comburente e calor, que explica os meios de extinção do fogo pela retirada do combustível, do comburente ou do calor (SEITO,2008 p.35).

Figura 3: Triângulo do Fogo



As brigadas de combate a incêndios surgiram porque o corpo de bombeiros profissional não consegue estar presentes em todos os locais, como empresas, comércios e indústrias, por isso todas as legislações atuais determinam a existência de grupos treinados para o combate a incêndios, abandono de local e situações de emergência, são compostas de funcionários treinados de diversos setores (ou de vários andares) da empresa para a extinção dos focos de incêndio (SEITO, 2008. p.287,288)

Telmo Brentano (2007 citado por ROCHA 2016, p.7), os incêndios são classificados, de acordo com o material combustível, em cinco classes: A, B, C, D e K:

- Classe A: são considerados desta classe os materiais combustíveis que queimam em profundidade e extensão, deixando resíduos. Os materiais que constituem esta classe são: madeira, papel, tecidos, algodão, borracha, etc. O agente extintor mais indicado para combater incêndios desta classe é a água, que tem o poder de penetração e resfriamento.
- Classe B: nesta classe de incêndio estão enquadrados os materiais que queimam em sua extensão e geralmente não deixam resíduos. São desta classe de incêndio: gasolina, óleos, gases, graxas, tintas, álcoois, tinner, etc. Para a extinção dos incêndios desta classe, são 8 usados pós químicos e agentes espumantes misturados em água que, ao serem aplicados, formam uma camada isolante que impede a presença do oxigênio na combustão.
- Classe C: estão enquadrados nesta classe de incêndio os materiais e equipamentos elétricos quando energizados, tais como: motores, fios, transformadores, computadores, eletrodomésticos e qualquer outro material metálico usados na aplicação de energia elétrica. A característica fundamental para esta classe de incêndio é a presença da eletricidade no equipamento ou material. Os agentes extintores indicados para combater incêndios desta classe são os pós químicos secos, líquidos vaporizantes e o gás carbônico (CO₂).
- Classe D: constituem esta classe de incêndio os metais que queimam facilmente quando fundidos, finamente divididos ou em forma de lâminas, como exemplo o

magnésio, o titânio, o sódio, o potássio, dentre outros. O comportamento dos materiais enquadrados nesta classe, por ocasião de um incêndio, é diferente dos demais, visto que durante a combustão forma-se uma reação em cadeia que dificulta a sua extinção através de procedimentos convencionais. Seu combate exige equipamentos, técnicas e agentes extintores especiais, que formam uma capa protetora isolando o metal combustível do ar atmosférico.

- Classe K: São os fogos em óleos e gorduras em cozinhas.

2.3 Resíduos Sólidos

De acordo com a definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 10004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos são aqueles resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. São incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas características tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Conforme o SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos) os resíduos industriais podem ser definidos como os gerados nos processos produtivos e instalações industriais. A instituição ainda afirma que a classificação de resíduos sólidos, perigosos ou não perigosos, envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (SINIR, 2016).

- **Resíduos perigosos:** aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- **Resíduos não perigosos:** aqueles que não se enquadram na classificação anterior.

O ministério do meio ambiente diz que a política nacional dos resíduos sólidos prevê a redução da geração dos resíduos sólidos incentivando o consumo sustentável e

disponibiliza instrumentos que ajudam a aumentar a reciclagem dos resíduos quando possível e a destinação adequada dos rejeitos.

Segundo o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) a política nacional dos resíduos sólidos no Brasil é um grande marco regulatório ambiental.

Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010a) instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, inaugurando um importante marco regulatório ambiental e estabelecendo princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações a serem adotados no país, visando à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Esta lei foi regulamentada pelo Decreto nº 7.405/2010, também conhecido como Pró-Catador (IPEA, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso de caráter exploratório e de uma pesquisa de campo com coleta dos dados e investigação no local em que acontecem os fenômenos. A pesquisa foi conduzida em uma indústria, localizada no município de Botucatu/SP, com aproximadamente 300 funcionários, atuante a mais de 30 anos no mercado de transformação de plásticos de engenharia, na fabricação de peças para o setor automobilístico, agroindustrial, máquinas de movimentação de terra e encarroçamento de ônibus. A obtenção das informações se deu através de entrevistas com operadores, líderes e gerente diretamente ligados a transformação da matéria prima, além de uma apresentação do material disponível na internet.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com alguns relatos dos colaboradores da empresa em estudo, durante o alto verão, quando as temperaturas ambientais estão naturalmente mais elevadas, alguns trabalhadores, por falta de atenção e conhecimento, aglomeraram o pó gerado no processo de lixamento em um ponto conforme ilustra a figura 4, junto com outros restos de materiais como lixas e panos.

O forte calor fez com que o poder de autoignição do DCPD pudesse ser observado por todos. Gerou-se um foco de incêndio que logo foi controlado com o uso de extintores.

Figura 4: Pó gerado durante o processo



O caso mais grave de incêndio descrito ocorreu na área de descarte dos resíduos de DCPD. O pó gerado durante o dia foi deixado em uma caçamba em local descoberto fora da fábrica onde aguardava, junto com outros materiais de descarte, uma empresa especializada na remoção de descarte desse resíduo. Toda a área de descarte dos resíduos de DCPD e de outros resíduos gerados na fábrica foi consumida pelo fogo, não houve feridos e o incêndio foi controlado com o auxílio do corpo de bombeiros.

Em outros casos de menor gravidade foi possível observar a existência de fumaça sendo exalada pela pilha de pó. Um fator de alta importância que contribui diretamente com as ocorrências de focos de incêndio é a falta de conhecimento dos funcionários sobre as características do DCPD. Alguns funcionários relatam preocupação com o pó que fica sobre o próprio corpo ou acumulado sobre peças, situação demonstrada na figura 5.

Figura 5: Trabalhador coberto de pó



O poder de autoignição do DCPD pode ser totalmente eliminado com simples atitudes que podem ser adotadas durante o dia a dia. O pó deve ser recolhido várias vezes durante o expediente de trabalho. Além disso deve ser armazenado em tambores com tampa e totalmente molhados, conforme figura 6, eliminando assim sua capacidade de ignição. Devem ficar armazenados em local coberto separado de outros materiais.

Figura 6: Exemplo de tambor



Para que seja minimizada as ocorrências devido à falta de conhecimento dos trabalhadores envolvidos, a empresa deve providenciar um programa de treinamentos cujo conteúdo aborde os riscos inerentes deste material, bem como medidas de controle e prevenção à serem aplicadas na rotina de trabalho.

Para o caso de ocorrência de incêndios, a empresa deve reforçar sua estrutura de equipamentos utilizados para prevenção e combate a incêndios nesta área, como a instalação de chuveiros automáticos (*sprinklers*), alarmes, etc. Os hidrantes, demonstrados na figura 7, já existem, porém estão localizados em setores vizinhos o que acarreta certa demora na contenção de incêndios caso venham a ocorrer.

Outro item primordial é que a empresa venha a estruturar a brigada de emergência específica para este local, composta pelos trabalhadores que ali desenvolvem suas atividades, os quais terão treinamentos que abordem sobre os riscos inerentes ao produto e a rotina de trabalho, bem como utilização dos equipamentos de prevenção e combate a incêndios e sua localização na edificação.

Figura 7: Hidrante



5 CONCLUSÕES

As sugestões de melhorias no processo citadas no item anterior para eliminar os incidentes ocorridos e relatados foram implementadas pela empresa e já demonstram bons resultados.

Hoje o todo o pó gerado durante a produção é molhado e acondicionado em tambores que são lacrados e aguardam ser recolhidos em um local coberto e bem ventilado.

O número de ocorrências de incêndio reduziu significativamente, chegando a um patamar muito próximo da eliminação completa.

A empresa implementou um programa de treinamentos de segurança do trabalho voltado especificamente para esta atividade e os funcionários envolvidos já possuem uma nova conscientização quanto aos riscos do produto. Estes treinamentos são desenvolvidos com os novos trabalhadores do local em sua admissão e também são executados treinamentos de reciclagem com os trabalhadores mais experientes.

Os itens que envolvem instalação de equipamentos de combate a incêndios demandam investimentos por parte da empresa, e desta forma, ainda não foram executados. Porém, faz parte do próximo orçamento anual a compra e instalação dos mesmos.

A brigada de emergência também foi constituída e seus procedimentos fazem parte da rotina de atividades dos trabalhadores do local, que recebem treinamentos de formação e reciclagem para exercerem esta atribuição.

O empenho de todos em cumprir as recomendações e precauções quanto ao manejo e disposição do pó DCPD é muito visível e com isso foi possível acabar com as ocorrências de acidentes.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 13860/1997. Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro: 1997. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/icb/wpcontent/uploads/2017/02/aseguranca_contra_incendio_no_brasil.pdf. Acesso em 06/2017.

ARIELLO, Ana Flávia. Simulação de Autoignição e Propagação de Chamas Laminares de Etanol, N-Heptano e Isoctano com Modelos Cinéticos Detalhados. 2010. 74f. Dissertação. Disponível em < http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26096/Dissertacao_Ana_Flavia_Ariello.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 02/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: resíduos sólidos, classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: < <http://residuossolidos.cetesb.sp.gov.br/residuos-solidos/residuos-industriais/introducao-residuos-industriais/>> Acesso em: 09/2016.

JACOBI, P. R.; BESEN, G.F. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010> Acesso em: 08/2016.

JOANA FIDELIS DA PAIXÃO. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais. Relatório de Pesquisa. Disponível em: < http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf>. Acesso em: 20, nov. 2016 Brasília, DF, p.9, 2012.

METTON Liquid Molding Resin Post – Molding Guide, 2006. 32p.

POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acesso em: 15, out.2016.

ROCHA, Amanda Carla Batista Querino da. Análise das Instalações de Proteção e Combate a Incêndio de uma Edificação Pública. 2016. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de

Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SEITO.A.I. et.al. A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO BRASIL. São Paulo, SP: Projeto Editora, 2008. 496p.

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. Tipos de Resíduos. Disponível em: < <http://sinir.gov.br/web/guest/tipos-de-residuos>>. Acesso em 09/2016.