

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



2535  
878

MODEL: 428

GMB

7739  
572

**Atena**  
Editora

Ano 2018

...ical idea, but no more radical an idea than that one day each of us would have a personal computer. Remember the skeptics who once doubted that anyone would ever purchase a personal computer.

The Artificial Intelligence (AI) market is predicted to grow in 2016 to in 2021, attaining Compound Annual Growth Rate (CAGR).

barriers manufacturers face in evaluating and adopting technologies, and explores how global manufacturing companies can best capitalize on emerging technologies. The study defines exponential technologies, relative change at an rapidly accelerating, nonlinear pace facilitated by substantial progress and cost reduction in the areas of computing power, bandwidth, and data storage.

All of this, of course, flies in the face of conventional wisdom that

what's interesting is that the designer of the Fast Cheap and Out of Control (FCO) is the creator of the Boeing and Airbus aircrafts, the most complex machines ever built, which has been an absolute challenge, and could be poised to embrace a new era of complexity in the next few years.

The robotics future could look a lot like we've ever thought. We're used to thinking about the robot as a daily presence in our lives, and even robot sex workers. All of these stories seem to suggest that it is just a matter of time before robots catch up to humans in intelligence.

AI is being used today to enable collaborative robots, predictive analytics, improving recruitment and retention, and other applications. For AI in manufacturing, the most significant application is the use of AI in predictive maintenance, which allows machine learning algorithms to analyze data from sensors and other sources to predict when a machine is likely to fail, allowing for proactive maintenance and reducing downtime.

Much as the computing industry moved from a mainframe to a PC to a mobile stage, with the large market being improvements in computing power while thinking in terms of the room where work is done. There are many ways in which we are surrounded in our daily lives, doing everything from creating our health to clearing our arteries, and connecting with each other as part of swarm intelligence.

future robots should look like us and think like us. Certainly,

the story of the humanoid robot is a story that is easy to tell: it feeds into our notions that we are increasingly

headed to a world where man and machine co-exist, where robots play a daily active role in all of our lives. Consider some of the stories that have appeared in just the past week:

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

suggest that it is just a matter of time before robots catch up to humans in intelligence.

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M149e Machado, Marcos William Kaspchak  
A engenharia de produção na contemporaneidade 4 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 4)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-001-8  
DOI 10.22533/at.ed.018180912

1. Engenharia de produção. 2. Segurança do trabalho.  
3. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. No volume IV apresenta, em seus 28 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho.

As áreas temáticas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

As organizações desenvolvem um papel de transformação no espaço onde atuam. Dessa forma, são responsáveis por garantir o equilíbrio entre o uso eficiente e seu impacto nas reservas de recursos existentes, sejam eles naturais ou humanos.

Este volume dedicado à sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho traz artigos que tratam de temas emergentes sobre a gestão ambiental e políticas de conservação, gestão de resíduos sólidos e recursos hídricos, responsabilidade social, ética empresarial e estudos ergonômicos do ambiente de trabalho.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

### SUSTENTABILIDADE, RESPONSABILIDADE SOCIAL E SEGURANÇA DO TRABALHO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE LÁCTEOS SOB A PERSPECTIVA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA	
Felipe Ungarato Ferreira Sabine Robra Luciano Brito Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
AUTOAVALIAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL PARA IMPLANTACAO EFETIVA DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NUMA MOAGEIRA DE TRIGO	
Ismael Santos Souza Sandra Patrícia Bezerra Rocha Alcides Anastácio de Araújo Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES	
Fernanda Camargo Barrile Beatriz Antoniassi Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS	
Mayra Cristina Silva Santos Mayara Fernanda Silva e Santos Karine Paola Paixão dos Santos Maria Amélia Pereira Edson Antônio Gonçalves de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>58</b>
A PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E SEU POTENCIAL PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Lucas Dziurza Martinez Silveira <b>DOI</b> <b>10.22533/at.ed.0181809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
A GESTÃO AMBIENTAL COM FOCO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO	
Eduardo Alves Pereira Luan Cesar Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0181809126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>84</b>
A GESTÃO AMBIENTAL: MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NO TRATAMENTO DE	

## RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

Pedro Vitor Tavares de Andrade Ramos  
Carlos Eduardo Moreira Guarido  
Gisele Dornelles Pires  
Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira

**DOI 10.22533/at.ed.0181809127**

### **CAPÍTULO 8 ..... 98**

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DO SERVIÇO DE SAÚDE (PGRSS) À LUZ DA CERTIFICAÇÃO OHSAS 18.001: UM ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO HOSPITALAR  
Juan Pablo Silva Moreira

Henrique Pereira Leonel  
Janaína Aparecida Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.0181809128**

### **CAPÍTULO 9 ..... 115**

AValiação QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS PRESENTES NO PROCESSO DE SOLDAGEM

Stella de Paiva Espíldora Santolaia  
Lucas Soares Pina

**DOI 10.22533/at.ed.0181809129**

### **CAPÍTULO 10 ..... 124**

O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE ILHÉUS: um estudo de caso

Antonino Santos Batista  
Antônio Oscar Santos Góes  
Almeciano José Maia Júnior  
Maria Josefina Vervloet Fontes  
Cheila Tatiana de Almeida Santos  
Luan Moreti Alves do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.01818091210**

### **CAPÍTULO 11 ..... 135**

AValiação DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO QUANTO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Alessandra Ribeiro Silva  
Antonio Hevertton Martins Silva  
Elton Alvarenga Pessanha Junior  
Henrique Rego Monteiro da Hora  
Milton Erthal Junior

**DOI 10.22533/at.ed.01818091211**

### **CAPÍTULO 12 ..... 150**

A ECONOMIA CIRCULAR E O CENÁRIO NO BRASIL E NA EUROPA

Suzana Maia Nery  
Amanda Silveira Freire

**DOI 10.22533/at.ed.01818091212**

### **CAPÍTULO 13 ..... 164**

SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO DE LIMPEZA DA CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DA APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Manoel Gonçalves Filho

Lisleandra Machado  
Reinaldo Gomes da Silva  
Silvio Roberto Ignácio Pires

**DOI 10.22533/at.ed.01818091213**

**CAPÍTULO 14 ..... 180**

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE CARAZINHO (RS)

Berenice de Oliveira Bona  
Daiane Gonçalves  
Jessica Citron Muneroli  
Jessica Zanata  
Nilson da Luz Freire

**DOI 10.22533/at.ed.01818091214**

**CAPÍTULO 15 ..... 193**

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO COMPARATIVO CONVENCIONAL X CALHA PET

Débora de Souza Gusmão  
Valdete dos Santos de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.01818091215**

**CAPÍTULO 16 ..... 211**

ANÁLISE DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO COM ESTUDO DE CASO NO CAMPO DE FUTEBOL DA UFERSA CAMPUS MOSSORÓ-RN

Izaac Paulo Costa Braga  
Camila Lopes Andrade  
Kátia Priscila Fernandes Maia Medeiros  
Hálison Fernandes Bezerra Dantas  
Rafael de Azevedo Palhares

**DOI 10.22533/at.ed.01818091216**

**CAPÍTULO 17 ..... 222**

PANORAMA DA ÁGUA PRODUZIDA DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NO ESTADO DE SERGIPE/BRASIL

Roberto Oliveira Macêdo Júnior  
Fabiane Santos Serpa  
Gabriel Francisco da Silva  
Denise Santos Ruzene  
Daniel Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.01818091217**

**CAPÍTULO 18 ..... 227**

A FORMAÇÃO DAS PRÁTICAS ASSOCIATIVAS E A SUA RELAÇÃO COM A POLÍTICA ESTADUAL DE AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES DE PEQUENO PORTE DE PROCESSAMENTO ARTESANAL DO RS

Giovana Bianchini  
Onorato Jonas Fagherazzi

**DOI 10.22533/at.ed.01818091218**

**CAPÍTULO 19 ..... 239**

ECONOMIA SOCIAL: ESTUDOS DE CASO SOBRE A GESTÃO NO TERCEIRO SETOR NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA

Andressa dos Santos Araújo

Giovanna Brito de Araújo  
João Otávio Araújo Afonso  
Nayara Côrtes Filgueira Loureiro

**DOI 10.22533/at.ed.01818091219**

**CAPÍTULO 20 ..... 254**

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUA FUNÇÃO SOCIAL

Joelma dos Santos Lima  
Denise Santos Ruzene  
Daniel Pereira Silva

**DOI 10.22533/at.ed.01818091220**

**CAPÍTULO 21 ..... 263**

INSUCESSO EM LICITAÇÕES\_ O PONTO DE VISTA DA MORALIDADE

Flavio Pinheiro Martins  
Luciana Romano Morilas

**DOI 10.22533/at.ed.01818091221**

**CAPÍTULO 22 ..... 275**

ACESSIBILIDADE EM SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CASO DE UM COMPLEXO PÚBLICO

Cristiano Lúcio Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.01818091222**

**CAPÍTULO 23 ..... 290**

CONTRIBUIÇÕES DA ERGONOMIA PARA MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS EM UMA MICROEMPRESA DO SETOR DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Lucas Fernandes de Oliveira  
Carmen Lúcia Campos Guizze

**DOI 10.22533/at.ed.01818091223**

**CAPÍTULO 24 ..... 304**

IMPLANTAÇÃO DA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS RISCOS DE LESÕES DE TRABALHO ATRAVÉS DO CHECKLIST DE COUTO: UMA ANÁLISE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM LATICÍNIO

Juan Pablo Silva Moreira  
Henrique Pereira Leonel  
Daniel Gonçalves Leão  
Brener Gonçalves Marinho  
Vitor Augusto Reis Machado  
Adriel Augusto dos Santos Silva  
Célio Adriano Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.01818091224**

**CAPÍTULO 25 ..... 315**

ANÁLISE ERGONÔMICA DE UMA FÁBRICA DE CARROCERIA DE CAMINHÃO

Karollayne Menezes dos Reis  
Taiane Gonçalves da Silva  
Beatriz Fernandes Gonzaga  
Antônio Guimarães Santos Júnior  
Gláucia Regina de Oliveira Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.01818091225**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>328</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DE PODA EM UMA FAZENDA PRODUTORA DE UVA DE MESA NO VALE DO SÃO FRANCISCO	
Ricardo Barbosa Bastos	
Angelo Antonio Macedo Leite	
Francisco Alves Pinheiro	
Bruna Angela Antonelli	
Hélio Cavalcanti Albuquerque Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091226</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>341</b>
AVALIAÇÃO ERGONOMICA DOS POSTOS DE TRABALHO DO SETOR ADMINISTRATIVO DE UMA AUTARQUIA PÚBLICA	
Francisca Rogéria da Silva Lima	
Moisés dos Santos Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091227</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>358</b>
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE UM MOBILIÁRIO LABORAL INTELECTUAL	
Renata Maria de Mori Resende de Araujo Possi	
Luciano José Minette	
Stanley Schettino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01818091228</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>372</b>

## AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS PRESENTES NO PROCESSO DE SOLDAGEM

**Stella de Paiva Espíldora Santolaia**

Universidade Federal do Paraná

Jandaia do Sul – Paraná

**Lucas Soares Pina**

Universidade Federal do Paraná

Jandaia do Sul – Paraná

**RESUMO:** O setor de manutenção possui muitas atividades que podem expor os trabalhadores a inúmeros riscos, podendo tornar o ambiente insalubre para os mesmos. A atividade de soldagem é uma das que se destacam devido a sua exposição a agentes químicos, nela os colaboradores estão expostos a partículas em suspensão, que são constituídas por uma gama de metais como zinco, níquel, manganês, alumínio, ferro, dentre outros. Esses agentes químicos quando respirados pelo trabalhador podem causar danos à saúde dependendo de sua concentração no ambiente. O presente trabalho teve por objetivo a avaliação quantitativa dos agentes químicos presentes no processo de soldagem e a recomendação de medidas de controle para reduzir a exposição do trabalhador. Concluiu-se que não há nenhum agente químico provocando danos à saúde, não se caracterizando o ambiente como insalubre. Contudo, o agente manganês apresentou concentração limite, recomendando-se à

adoção de um equipamento de proteção respiratória, máscara semi-facial PFF2 para fumos metálicos com o intuito de minorar a exposição do trabalhador ao agente.

**PALAVRAS-CHAVES:** (Agentes químicos, NR 15, Soldador, Avaliação química)

**ABSTRACT:** The resting process sector has many activities that can expose workers to innumerable risks, the perils becoming unhealthy for them. The consumerization of a health care company is one of the factors that most contribute to the reduction of exposure, and are made up of a range of metals such as zinc, nickel, manganese, aluminum, iron, among others. The present work had a quantitative evaluation of the chemical agents present in the welding process and a recommendation of control measures to reduce worker exposure. What does not exist a chemical agent is dangerous to health, is not characterizing the environment as unhealthy. However, the manganese agent had a description of the limiting technique, recommending the use of a respiratory protection equipment, semi-facial mask in order to apply a method of exposure to the exposure of the agent.

**KEY WORDS:** (Chemical Agents, NR 15, Welder, Chemical Evaluation)

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com estatísticas do Ministério do Trabalho, dentre as categorias mais afetadas pelos acidentes do trabalho estão a dos metalúrgicos, que desenvolvem uma das atividades que mais causam danos à saúde dos trabalhadores que é a atividade de soldagem. Nela os soldadores ficam expostos principalmente a resíduos químicos da solda que ficam suspensos no ar, conhecidos como fumos metálicos.

Sabendo-se que estes fumos podem provocar danos à saúde humana dependendo da impureza, concentração e intensidade, eles são responsáveis pelo elevado índice de doenças respiratórias e doenças que afetam o pulmão entre os soldadores a médio e longo prazo (ANTONINI et al., 1998).

Gomes e Ruppenthal (2002) orientam que o processo de soldagem deve ser desenvolvido por profissionais qualificados e que se importem com a segurança e higiene do trabalho, pois a grande maioria dos acidentes da atividade de solda decorrem da falta de conhecimento das regras de segurança e dos riscos envolvidos, como também, pela não utilização dos equipamentos de proteção individual e de proteção coletiva.

Diante dos conceitos apresentados, este trabalho teve por objetivo a avaliação quantitativa dos agentes químicos presentes no processo de soldagem e a recomendação de medidas de controle para reduzir a exposição do trabalhador.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Risco químico

Fiocruz (2004) descreve o risco químico como sendo “o perigo a que determinado indivíduo está exposto ao manipular produtos químicos que podem causar-lhe danos físicos ou prejudicar-lhe a saúde. Os danos físicos relacionados à exposição química incluem, desde irritação na pele e olhos, passando por queimaduras leves, indo até aqueles de maior severidade, causados por incêndios ou explosões”. Os danos à saúde podem advir de exposições relacionadas ao contato de produtos químicos tóxicos com a pele e olhos, bem como a inalação de seus vapores, resultando em doenças respiratórias crônicas, doenças do sistema nervoso, doenças nos rins e fígado, e até mesmo alguns tipos de câncer.

A norma regulamentadora 9 do Ministério do Trabalho e Emprego, também descreve os riscos químicos, o que pode ser observado em seu item 9.1.5.2:

- a. “São considerados agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar o organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão”.

## 2.2 Soldagem e fumos metálicos

A soldagem é o mais importante processo de união de metais utilizado industrialmente, baseia-se na união de duas ou mais partes metálicas aplicando-se uma elevada densidade de energia, formando-se assim uma nova parte (MAGRINI, 1999). O processo pode ser utilizado na fabricação de estruturas simples como portões ou aplicado em indústrias químicas, petrolíferas e nucleares, que possuem elevado grau de complexidade (MARQUES *et al.*, 2009).

Na execução do processo de soldagem ocorre a vaporização e o derretimento do eletrodo consumível. Este metal, quando vaporizado, forma partículas sólidas conhecidas como fumos metálicos que são partículas de óxido de metais muito finas (LYTTLE, 1999). A exposição a esses fumos se caracteriza como um dos principais riscos da atividade de solda (MATHEUS, 2009).

## 2.3 Limites de tolerância aos agentes químicos

O Ministério do Trabalho e Emprego regulamenta em sua norma regulamentadora 15 e em seus anexos 11 a 13 os limites de tolerância permitidos para a caracterização de atividades ou operações insalubres provenientes de agentes químicos.

Define-se segundo a NR 15 que, o limite de tolerância é a “concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”. Devendo ocorrer quando caracterizado situações que estejam fora dos limites de tolerância:

- a. Com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância;
- b. Com a utilização de equipamento de proteção individual.

A norma traz também a relação das substâncias que são consideradas cancerígenas, não sendo permitida nenhuma exposição, independente da via utilizada. As substâncias são:

- a. 4 – Amino difenil (p-xenilamina);
- b. Produção de benzidina;
- c. Betanaftilamina;
- d. 4 – Nitrodifenil.

Os processos e operações que por ventura venham apresentar essas substâncias deveram passar por melhorias a fim de se obter um ambiente de trabalho hermético. Sua não realização caracteriza condição de risco grave e iminente aos trabalhadores.

Além das normas nacionais, as normas internacionais também são muito utilizadas no Brasil como referência, dentre elas se destaca a ACGIH (*American Conference*

of *Governmental Industrial Hygienists*) organização que há 80 anos é reconhecida mundialmente como autoridade em higiene ocupacional. Com atualizações anuais, suas publicações são utilizadas como referências na atualização e criação de normas de saúde e segurança do trabalho (ACGIH, 2018).

## 2.4 Danos à saúde causados por agentes químicos

Dracena (2013) classifica o tipo dos agentes químicos e seus riscos à saúde:

- a. Efeitos irritantes são causados por ácido clorídrico, ácido sulfúrico, amônia, soda cáustica, cloro, que provocam irritações das vias aéreas superiores;
- b. Efeitos asfixiantes são causados por gases como hidrogênio, nitrogênio, hélio, metano, acetileno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, dentre outros, provocando dores de cabeça, náuseas, sonolência, convulsões, coma e até o óbito;
- c. Efeitos anestésicos são causados pela maioria dos solventes orgânicos como o butano, propano, aldeídos, acetona, cloreto de carbono, benzeno, xileno, álcoois, tolueno, possuem ação depressiva sobre o sistema nervoso central, podem provocar também diversos danos aos demais órgãos;
- d. Poeiras minerais são provenientes de diversos minerais como, sílica, asbesto, carvão mineral, provocando silicose, asbestose, pneumoconioses;
- e. Poeiras vegetais, geradas através do tratamento industrial, por exemplo, bagaço de cana e de algodão, causadores da bagaçose e da bissinose;
- f. Poeiras alcalinas, gerado principalmente pelo calcário é causadora de doenças pulmonares obstrutivas crônicas como o enfisema pulmonar;
- g. Poeiras incômodas são poeiras presentes no ambiente que em contato com outros agentes químicos presente tornar-se nocivo à saúde;
- h. Fumos metálicos são gerados pela usinagem de metais como, chumbo, manganês, ferro, dentre outros, podendo causar doença pulmonar obstrutiva crônica, febre de fumos metálicos, além de inúmeras outras intoxicações específicas dependendo do metal utilizado.

Segundo Filho (2008) existem vários riscos relacionados à exposição a agentes químicos, como por exemplo:

- a. Para exposição a solventes, perda de memória, efeitos narcóticos, alucinações, danos a visão, pele, fígado dentre outros;
- b. Para exposição a solventes clorados, câncer hepático, edema pulmonar, efeitos anestésicos e danos ao intestino;
- c. Para exposição a álcoois, efeitos anestésicos sobre o sistema nervoso central, efeitos tóxicos ao nervo ótico e ao fígado;

O autor ainda apresenta doenças caudas devido a intoxicação aguda e crônica por solventes. Como exemplo da intoxicação aguda, tonturas, anorexia, diarreia e morte. E para a intoxicação crônica a impotência, depressão, perda de memória e capacidade de concentração.

## **2.5 Danos causados pelos fumos metálicos**

A absorção de fumos metálicos no organismo humano e os danos causados podem ser dos mais variados em cada indivíduo, pois as substâncias químicas podem reagir de forma diferente em cada organismo. Isto se deve a sensibilidade de cada pessoa as concentrações impostas, podendo variar com idade, sexo, fatores genéticos, estilo de vida, ingestão de medicamentos e condições médicas preexistente (ACGIH, 2013).

Quanto menor a partícula mais prejudicial pode ser, pois podem entrar pelo sistema respiratório e se depositar nos alvéolos dos pulmões, já partículas maiores podem ser depositadas no sistema respiratório (ANSCHAU, 2010).

## **3 | MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no setor de manutenção de um condomínio residencial, sendo de ordem descritivo e exploratório de caráter quantitativo, propondo recomendações viáveis ao empregador e ao trabalhador.

### **3.1 Equipamento utilizado**

Para a realização da avaliação química foram utilizadas duas bombas gravimétricas da marca INSTRUTHERM, modelo GILAIR – 5 para poeiras e gases, um amostrador de filtro de éster de celulose de  $0,8 \mu\text{m}$  montado para uso com amostrador IOM e um amostrador de filtro de éster de celulose de  $0,8 \mu\text{m}$ . A análise química do amostrador foi feita em laboratório, sendo utilizada a metodologia NIOSH 7303. Para a avaliação de campo, foram seguidos os critérios e procedimentos descritos na norma de higiene ocupacional 08 da FUNDACENTRO.

### **3.2 Procedimentos de avaliação**

Iniciou-se o procedimento de avaliação com a montagem dos amostradores nas bombas gravimétricas, posteriormente, as fixaram no trabalhador posicionando o amostrador próximo a zona respiratória do mesmo, região hemisférica com um raio de  $150 \pm 50 \text{ mm}$ , medido a partir das narinas. As bombas gravimétricas foram devidamente calibradas antes e após avaliação, obtendo intervalo de vazão inferior a  $\pm 5\%$  conforme estabelece a NHO 08.

### 3.3 Registros fotográficos da avaliação

Durante a realização dos procedimentos de avaliação, foram realizados registros fotográficos das etapas, conforme apresentados na figura 1.



Figura 1 – Registro fotográfico da avaliação

Fonte: Autor

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise laboratorial dos amostradores utilizados, foram obtidos os resultados com seus respectivos limites de tolerância, quando não há limites registrados para a NR 15, utilizaram-se os limites definidos de acordo com a ACGIH conforme o quadro 1.

Agente químico	Resultados	Limites de exposição (TLV) Valores adotados 2017 (ACGIH)			NR 15 Anexo 11
		TWA	STEL / TETO	Notações	
	mg / m <sup>3</sup>	mg / m <sup>3</sup>	mg / m <sup>3</sup>		mg / m <sup>3</sup>
Antimônio	<0,01	0,5	-	-	-
Cádmio	<0,0004	Cd = 0,01 CCd = 0,002	-	A2	-
Cálcio, como óxido de cálcio	<0,1	2	-	-	-
Chumbo	<0,001	0,05	-	A3	0,1
Cobalto	<0,001	0,02	-	A3	-
Cobre	<0,01	Fcu = 0,2 PNCu = 1	-	-	-

Cromo	<0,01	MCCr = 0,5	-	A4	-
Estanho	<0,01	M = 2 CIO = 2 COE = 0,1	COE = 0,2	COE = A4	-
Manganês	0,02	0,02	-	A4	-
Titânio, como dióxido de titânio	<0,1	10	-	A4	-
Alumínio	<0,1	1	-	A4	-
Ferro, como óxido	0,4	5	-	A4	-
Molibdênio	<0,01	CS = 0,5 MCI = 10	-	CS = A3	-
Zinco, como óxido	<0,1	2	10	-	-
Magnésio, como óxido	<0,1	10	-	A4	-
Níquel	<0,01	Ni = 1,5 CIS = 0,1 CIn = 0,2 SubNi = 0,1	-	Ni = A5 CIS = A4 CIn = A1 SubNi = A1	-

Quadro 1 – Resultados da avaliação química

Fonte: Autor

As nomenclaturas A2, A3 e A4, são utilizadas para representar respectivamente, carcinogênico humano suspeito, carcinogênico animal confirmado com relevância desconhecida aos seres humanos e não classificado como carcinogênico humano.

Portanto, concluiu-se que não há nenhum agente causando risco grave e eminente ao trabalhador, nem tornando o ambiente insalubre para a realização das atividades, todos os agentes estão dentro dos limites máximos permitidos.

O agente manganês apresentou concentração limite, devido a isso, recomendou-se a adoção do equipamento de proteção respiratória para proteção contra fumos metálicos semi-facial PFF2. Esta avaliação não excluiu a obrigatoriedade da utilização dos equipamentos de proteção individual para a atividade de solda.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de agentes químicos é essencial para a identificação dos riscos químicos existentes no ambiente de trabalho, sendo possível encontrar sua concentração real para fins de comparação com os limites de tolerância presente nas normas nacionais e internacionais. Esse comparativo é de suma importância para a verificação de um possível ambiente insalubre e da identificação de agentes químicos que podem estar provocando danos à saúde dos trabalhadores. A etapa de avaliação química faz parte do programa de prevenção de riscos ambientais, obrigatório segundo a norma regulamentadora 9 do MTE, servindo de base para os médicos do trabalho realizarem os exames do programa de controle médico de saúde ocupacional exigido pela norma regulamentadora 7 do MTE.

Com a presente avaliação, concluiu-se que não há para o soldador nenhum

agente químico causando risco à sua saúde. O manganês apresentou concentração limite, esse agente é classificado como aerodispersóide sistêmico, pois ele tem a capacidade de atacar os órgãos internos. Devido a isso, recomendou-se a adoção do equipamento de proteção respiratória para minorar a concentração ao qual o trabalhador está exposto.

## REFERÊNCIAS

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas**. 2016. Disponível em: Acesso em: 27 de jan. de 2018.

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos de exposição (BEIs®)**. Tradução: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais – ABHO, São Paulo – SP, 2013.

ANSCHAU, L. D. **Análise de fumos de soldagem, sistemas de proteção e desenvolvimento de protótipo para estudo da emissão de fumos de soldagem para processo MIG/MAG**. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia mecânica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, 2010.

ANTONINI J.M.; MURTHY G.G.K.; ROGERS, R.A.; ALBERT, R.; EAGAR, T.W.; ULRICH, G.D. & BRIAN, J.D. How welding fumes affect the welder. **Welding Journal**, v. 77, n,10, p. 55- 59, 1998.

BRASIL. ALEXANDRE ZIOLI FERNANDES. (Org.). **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DO TRABALHO**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/aeat15.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

DRACENA. **Agentes Químicos**. Disponível em: <<http://www.dracena.unesp.br/Home/Instituicao/cipa/agentes-quimicos.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2018.

FILHO, Antônio F. **Segurança em laboratório químico**. Conselho Regional de Química – IV Região Minicursos. São Paulo. 2008. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini\\_seg\\_lab\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini_seg_lab_2008.pdf)>. Acessado em: 11 fev. 2018.

FIOCRUZ. **Riscos Químicos**. 2004. Disponível em:<[http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/riscos\\_quimicos.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html)>. Acesso em: 12 fev. 2018.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **NHO 08: Coleta de Material Particulado Sólido Suspenso no Ar de Ambientes de Trabalho**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2013/3/nho-0-coleta-de-material-particulado-solido-suspenso-no-ar-de-ambientes-de-trabalho>>. Acesso em: 11 fev. 2018.

GOMES, A.A. & RUPPENTHAL, J.E. **Aspectos de higiene e segurança na soldagem com eletrodos revestidos em microempresas do tipo serralheria**. In... XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.

LYTTLE, K. A. **Decrease Fume, Increase Productivity**: Optimized Consumables Selection for an Improved Working Environment and Reduced Welding Costs. *Welding in the World/Le Soudage Dans Le Monde*, Roissy, v. 43, Supplementary Issue: THE HUMAN FACTOR AND ITS ENVIRONMENT, p. 75 - 84, 1999.

MAGRINI, R. O. **Segurança do Trabalho na Soldagem Oxiacetilênica**. 2.ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999. 72 p.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem fundamentos e tecnologias**. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2009.

MATHEUS, Bruna P.; DAHER, Maria José E. **Risco químico relacionado aos fumos de solda e poeira metálica**. Revista Rede de Cuidados em Saúde, n.3, v.3, 2009. Disponível em: Acesso em: 18 fev. 2014.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 09: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 15: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 1978. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-001-8



9 788572 470018