

Utilização de materiais, processos e regulamentações para a indústria de montagem de eletrônicos.

A importância da sustentabilidade no processo produtivo.

Eliane M. Grigoletto

Consultora

Campinas, Brasil

eliagrigoletto@gmail.com

Márcio José Silva de Oliveira

UNISAL, *Campus* São José

Campinas, Brasil

m010317@dac.unicamp.br

Alcinei Moura Nunes

STRAZMAQ AUTOMAÇÃO

Campinas, Brasil

alcinei@strazmaq.com

Resumo—O presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica a respeito das melhorias realizadas na indústria produtora de eletroeletrônicos na atualidade descreve os diferentes materiais utilizados na soldagem de componentes convencionais e sobre superfície (SMT) e seus resíduos. Apresenta as iniciativas e diretrizes internacionais a exemplo da “Restriction of use of Hazardous Substances” (RoHS) e Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) e nacionais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) para proteção do meio ambiente quanto ao uso de produtos tóxicos. Aborda as normas regulamentadoras usadas na forma das leis estaduais e federais aprovadas no Brasil para permitir o funcionamento de empresas montadoras de eletrônicos em geral e enumera as diversas etapas presentes nos processo produtivo de montagem de componentes, assim como o descarte responsável dos resíduos de produção segundo as normativas estabelecidas em território nacional.

Palavras-chave—SMT; RoHS diretriz; WEEE diretriz; liga de estanho-chumbo; liga de estanho-prata-cobre.

Abstract— This work introduces a revision of literature about the improvements made in the electronics manufacturing industry nowadays, and describes the different materials used in soldering of conventional components and in surface mount components (SMT) and their residues. Present international initiatives and guidelines such as the "Restriction of use of Hazardous Substances" (RoHS) and Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) and national ones such as the National Solid Waste Politics (PNRS) to protect the environment as to the use of toxic products. Broach of the regulatory standards used in the form of state and federal laws approved in Brazil to allow the operation of electronics assembly companies in general and lists the several steps present in the component assembly production process, as well as the accountable discard of production residues according to the regulations established in the national territory.

Keywords—SMT; RoHS directive; WEEE directive; tin-lead alloy, tin-silver-cooper alloy.

I. INTRODUÇÃO

A ciência tem permitido grandes descobertas que impulsionaram o progresso e a inovação tecnológica em processos fabris, permitindo a invenção de novos produtos industrializados para atender ao mercado de consumo.

O homem sempre se adaptou a ambientes adversos e com este objetivo ele realiza modificações que possibilitam sua sobrevivência, porém a grande produção industrial e o uso sem limites dos recursos naturais podem levar à extinção do ser humano, considerando o impacto ambiental de suas atividades produtivas.

O grande desafio a ser vencido pela humanidade atualmente é manter o ambiente natural que lhe foi cedido pelo planeta, melhorando as condições de sua existência e a qualidade de vida da população que o habita [1].

A conscientização dos pequenos e grandes empreendedores e dos trabalhadores que desempenham tarefas no setor produtivo, bem como de todos que habitam o espaço globalizado quanto ao uso dos recursos com parcimônia, diminuiria a intervenção na natureza e os impactos ambientais.

A atuação tradicional de empresas apenas como instituição econômica com objetivos apenas de obtenção de lucros e na minimização dos custos tem sido modificada. Os aspectos sociais e políticos têm influenciado significativamente o ambiente dos negócios e a tomada de decisão dos administradores e repercussões internas sendo importante considerar o que é bom para a sociedade de forma geral como uma reformulação de idéias conservadoras.

A empresa como moldes antigos levava em consideração os aspectos econômicos sendo os insumos : capital, matéria-prima e recursos humanos, e como o final de produção sendo os bens e serviços, os salários e renda, os juros e dividendos. A alteração nas atividades das organizações atuais incluiu além dos fatos descritos, os

aspectos sociais, como o uso dos recursos naturais como ar e água, composição da mão-de-obra e qualidade da mão-de-obra e como aspecto que interessa à sociedade, a avaliação da poluição produzida que pode prejudicar o meio ambiente [2].

No Brasil, as empresas de pequeno porte têm utilizado tecnologias convencionais para a soldagem de componentes em eletroeletrônicos na produção dos produtos que estão disponíveis no mercado, e para o desenvolvimento de protótipos e inovações.

A montagem de placas usadas em eletroeletrônicos utilizando técnicas tradicionais tem possibilitado bons resultados para indústrias nacionais, e tem sido mantida a competitividade das empresas, quando seus produtos são comparados em termos de funcionalidade, com produtos do mercado externo, ou seja, produtos manufaturados por multinacionais. Salienta-se que as empresas multinacionais possuem tecnologia avançada, e estão sempre acompanhando o estado da arte em sua área de atuação.

Assim como as empresas multinacionais, independentemente do seu porte, a indústria de montagem de placas de circuito impresso no Brasil deve obedecer a normas da área para produção de eletroeletrônicos, e estas abarcam toda a estrutura operacional, os colaboradores, e o respeito ao meio ambiente, e devem se submeter a leis e a autorizações de órgãos competentes que realizam a fiscalização das mesmas.

Muitos elementos químicos utilizados na produção de componentes eletrônicos e no processo de soldagem destes nas placas de circuito impresso estão sendo retirados da natureza, podendo ocasionar sua escassez. Uma excelente alternativa para recuperação dos metais seria a reciclagem, embora alguns processos sejam bastante caros.

O acúmulo de equipamentos eletrônicos obsoletos descartados em aterros e que tem destino indeterminado, tem contaminando o meio ambiente, principalmente o solo e os lençóis freáticos [3].

Este trabalho tem por objetivo apresentar as soluções encontradas por institutos de pesquisa e organismos internacionais normativos que pesquisaram amplamente as questões de confiabilidade relacionadas aos materiais e processos fabris usados para montagem de equipamentos eletrônicos, possibilitando a diminuição da poluição causada pela produção e descarte de eletroeletrônicos, descreve as iniciativas governamentais para a atuação de empresas montadoras de eletrônicos, discorre sobre o processo de soldagem, seus resíduos e os aspectos da regulamentação para o descarte de lixo eletrônico no Brasil de modo responsável.

II. OS ELEMENTOS QUÍMICOS E A POLUIÇÃO AMBIENTAL

A fácil refusão e refino de chumbo tem permitido há anos a disponibilidade do chumbo secundário ou seja o chumbo reciclado, para ser retrabalhado. Este metal é o mais reciclado pela indústria no mundo. Aproximadamente 80% de

todo o chumbo é usado em baterias automotivas, e mais de 95% destas baterias são recicladas nos EUA [4].

Resíduos gerados a partir do processo de obtenção e reciclagem de chumbo podem ser adicionados ao ambiente, contaminando o ar, a água e o solo. Os organismos que vivem no ambiente aquático captam e acumulam o chumbo existente na água e nos sedimentos.

O chumbo é um metal insolúvel em água, no entanto é facilmente solubilizado pela maioria dos ácidos orgânicos como por exemplo o ácido acético. Quando aquecido, o chumbo combina-se diretamente com não-metais como por exemplo o enxofre, o selênio e o telúrio.

Na indústria, a intoxicação de trabalhadores expostos a longo período a chumbo é chamada de saturnismo [5].

Exportadores de eletroeletrônicos brasileiros interessados no mercado europeu estão atendendo a Diretiva 2002/95/EC que vigora desde 1º de Julho de 2006, elaborada pelos países europeus, relacionada ao uso de elementos químicos perigosos.

Os países europeus possuem área limitada para o descarte de resíduos assim elaboraram normas para uso de substâncias tóxicas com o objetivo de conter o aumento da poluição. O Mercado Comum Europeu adotou diretrizes RoHS e WEEE que restringem o uso de substâncias químicas perigosas em produtos eletroeletrônicos, elaboradas pelo Parlamento Europeu [6].

A Diretiva RoHS – “Restriction of use of Hazardous Substances” restringe o uso das seguintes substâncias perigosas na fabricação de equipamentos eletroeletrônicos:

- a) Chumbo
- b) Mercúrio
- c) Cádmio
- d) Cromo hexavalente
- e) Bifenilas polibromadas (PBB)
- f) Éter de bifenila polibromada (PBDE)

Aumentando a responsabilidade dos fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos, a outra iniciativa da União Européia para diminuir a contaminação ambiental foi a elaboração da diretiva europeia WEEE- “Waste Electrical and Electronic Equipment” para a preservação do meio ambiente. A Diretiva 2002/96/EC foi uma iniciativa do Parlamento Europeu de 2003 e discorre sobre o tratamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, abrangendo a reciclagem dos equipamentos, incentivando a reutilização destes e a redução de seu descarte [7].

III. LIGA DE ESTANHO, PRATA E A LIGA SEM CHUMBO ESTANHO, PRATA E COBRE (LIGA SAC)

A liga eutética de estanho-chumbo tem sido tradicionalmente usada para soldagem de componentes em placas de circuito impresso, porém devido às exigências de mercado, consequência da necessidade da preservação do meio ambiente, estas foram substituídas pela liga SAC, ou seja, liga de estanho-prata-cobre, Sn/Ag/Cu na composição 95.5Sn3.8Ag0.7Cu para uso na soldagem de componentes sobre superfície, sendo seu uso relativamente novo em empacotamentos eletrônicos.

Estudos estão sendo feitos para que as ligas SAC possam ser aplicadas porque de acordo com os diferentes metais envolvidos existem diferentes reações metalúrgicas que ocorrem durante o processo de refusão.

A mudança da liga usada para a soldagem implicou em pesquisar o melhor recobrimento superficial para as regiões onde o componente eletrônico é soldado, para garantir a boa fixação deste na placa de circuito impresso.

Pesquisas demonstraram que materiais como OSP-“Organic Solderability Preservative”, “Imersion Silver”-imersão em prata, ENIG-Nickel, Gold- liga de níquel e ouro são recobrimentos superficiais que podem ser usados quando a aplicação da liga SAC [8].

IV. PROCESSO DE SOLDAGEM POR REFUSÃO E A EMISSÃO DE RESÍDUOS

O processo de soldagem de componentes SMT por refusão é realizado utilizando-se uma pasta de solda que depois de fundida é o agente de união entre os componentes SMT e a placa de circuito impresso.

A pasta de solda pode ser depositada sobre a placa de circuito impresso por processo de serigrafia ou pela disposição puntual por seringas que colocam a pasta nos locais onde os terminais serão soldados. A deposição por serigrafia é realizada usando um stencil, que é uma chapa de aço perfurada, ou uma tela recoberta com resina como máscara contendo o “layout” dos locais de interesse de depósito perfurados.

O “stencil” ou tela é colocado sobre a placa de circuito impresso e a pasta de solda é pressionada com um rolo sobre este. A pasta fica depositada especificamente em locais para a soldagem dos terminais dos componentes.

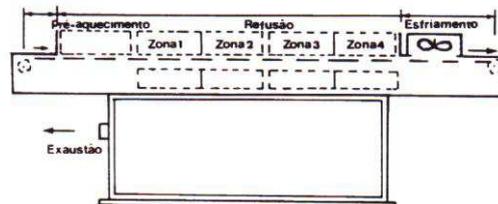
Os componentes são colocados sobre a pasta molhada por um processo manual, semi-automático ou automático. A placa montada passa então por um forno de aquecimento que possui zonas de temperatura adequadas ao perfil da pasta e ao tamanho dos componentes da placa a ser soldada.

Terminado o processo de soldagem é realizada uma verificação em que os componentes que apresentarem curtos ou problemas de colocação são reparados ou a placa é refugada.

Este processo de soldagem apresenta como resíduos a pasta de solda retirada de depósitos insatisfatórios, restos de solda em fio advindos do retrabalho de placas e liga de solda solidificada em placas montadas e emissões da liga de estanho-chumbo para o ar.

A figura 1 apresenta um esquema de um forno de aquecimento utilizado para realizar a soldagem de componentes eletrônicos.

Figura 1 - Esquema de forno de aquecimento



Fonte: (GRIGOLETTO, 2003) [9].

A mudança do material usado para a liga de solda diminuiu a poluição ambiental, embora a temperatura de fusão da liga SAC seja um pouco mais elevada que a liga de estanho-chumbo.

A indústria de eletroeletrônicos apresenta pouca emissão de chumbo ao meio ambiente no momento da fusão da liga, porém o descarte dos equipamentos inadequadamente pode aumentar a poluição dos lençóis freáticos e do solo. O fluxograma do processo de soldagem por SMT encontra-se na figura 2.

V. REQUISITOS LEGAIS APLICADOS À EMPRESAS QUE REALIZAM MONTAGEM DE COMPONENTES ELETROELETRÔNICOS

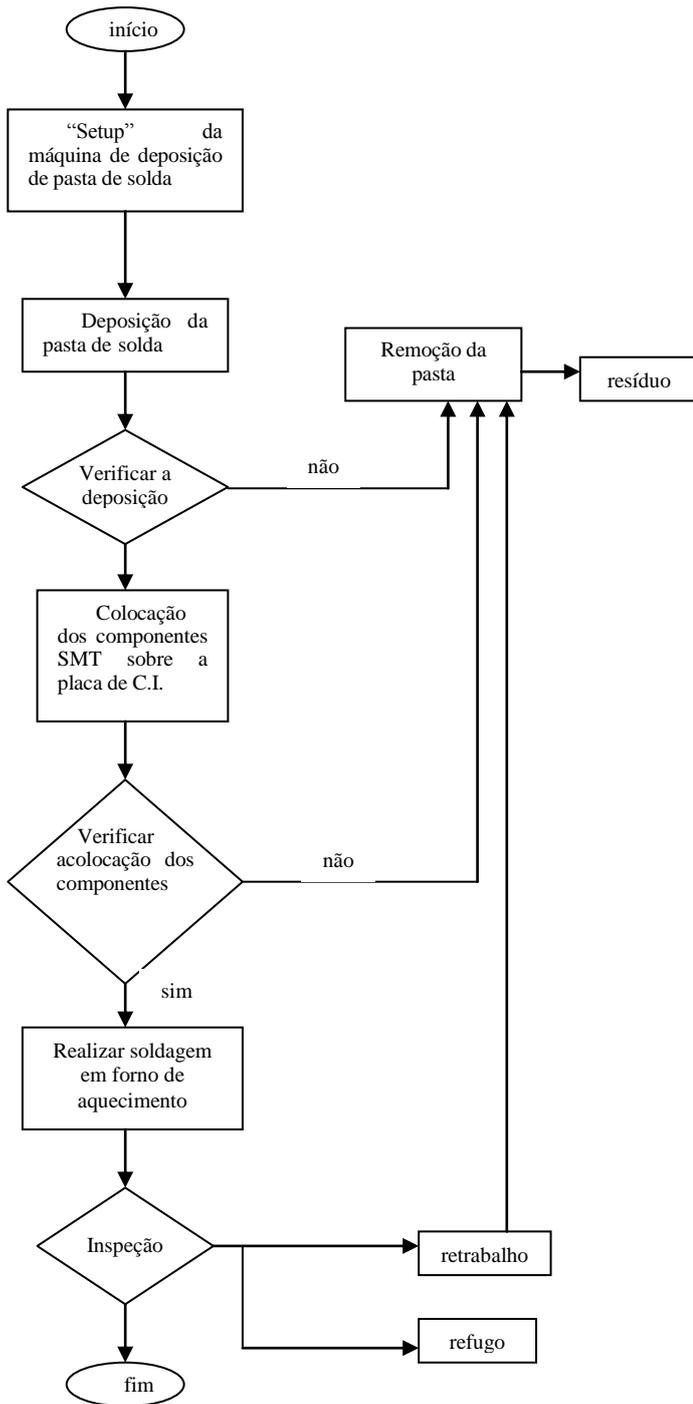
O funcionamento de empresas montadoras de placas e eletroeletrônicos em geral está necessariamente vinculado a autorizações dos órgãos competentes de fiscalização que pertencem ao Estado e a Federação.

As indústrias montadoras devem contratar empresas da área de Segurança e Higiene no Trabalho, as quais emitem certificações e documentos de acordo com exigências do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Os colaboradores devem ser treinados em cursos específicos por empresas credenciadas, para promover a habilitação do funcionário no setor de montagem.

A regulamentação da produção deste setor industrial exige que esta atenda a diversas normas, e pode-se descrever alguns dos documentos imprescindíveis para a atuação de empresas no setor de montagem de placas eletrônicas conforme abaixo:

- Norma Regulamentadora n.01- NR-01 [10]
- NR-12 (Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos) [11]
- NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) [12]
- NR-09 (PPRA- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) [13]

Figura 2 - Fluxograma do processo de soldagem de componentes por refusão apresentando os resíduos.



Fonte: Autores (2021)

- NR-05 (CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) [14]
- NR-06 (EPI – Equipamentos de Proteção Individual e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) [15]

- Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) NR – 07 [16]
- NR-23 (Combate à Incêndio), dentre outros. [17]

Observando-se as normas enumeradas acima, a norma NR-01 é considerada uma norma principal, que deve ser seguida por empresas públicas e privadas, sendo de certo modo a de maior destaque, pois trata da obrigatoriedade das empresas proverem aos seus funcionários a segurança e a medicina do trabalho.

Quando da atividade no setor de montagem, os funcionários devem possuir os Equipamentos de Proteção Individuais (EPI's) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's) que são primordiais para o trabalho em geral com segurança, os quais são adequados para cada área. No caso do setor de eletrônica os principais são : protetor auricular, luva látex nitrílica, máscara respiratória com filtros especiais, óculos de segurança, luva de borracha, luva de eletricista 500 Volts, pulseira anti-estática e calçado de segurança com bico de PVC.

Relativo a estrutura operacional, a empresa de montagem deve possuir todas as sinalizações nos setores, como o mapa de risco, onde estão os extintores, as condições locais do ambiente fabril, no que diz respeito a segurança do funcionário e bens materiais da empresa, portanto, devem obedecer as normas regulamentadoras, sobre supervisão da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) ou do Responsável pela Prevenção de Acidentes (RPA), adequados pelo engenheiro de segurança do trabalho de empresas especializadas nesta área.

Para atender a norma NR-05, que trata da existência da CIPA, a empresa que possuir número de funcionários inferior a 20, fica dispensada de sua criação. Assim, a obrigatoriedade da existência da CIPA está vinculada ao número de funcionários da empresa. Nas empresas que possuem abaixo de 20 funcionários, um funcionário é capacitado com treinamentos específicos, e possuirá atribuições de Responsável pela Prevenção de Acidentes (RPA), obedecendo ao cumprimento da norma.

Dentre os documentos usados para a linha de produção e cuidados com o colaborador no trabalho da montagem de placas de circuito impresso (PCI) utilizando componentes eletrônicos e liga de solda, está o manuseio de produtos químicos. O funcionário deve ter acesso e conhecer os produtos químicos com os quais está trabalhando, e com este objetivo devem estar de posse da Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), que lhe informa sobre as precauções e cuidados em sua utilização.

Alguns dos produtos utilizados na linha de montagem de componentes em placas de circuito impresso são: isopropanol 99,8% , utilizado para limpeza de placas, e, fio de solda de estanho e chumbo com fluxo resinoso, usado para o processo de soldagem dos componentes eletrônicos nas placas de circuito impresso (PCI's).

O processo de soldagem exige o uso de máscara específica, e o local deve possuir exaustor, ou esta deve ser realizada em locais abertos, propícios para prevenir a inalação

de fumaça ou nevoa, e a dispersão de vapores provenientes da evaporação de resíduos advindos do aquecimento da resina presente no fio de solda.

VI. REQUISITOS LEGAIS RELATIVOS AO MEIO AMBIENTE PARA O FUNCIONAMENTO DE EMPRESAS DE MONTAGEM DE ELETRONICOS

Para efeito do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), considera-se a presença de agentes físicos, químicos e biológicos que são classificados conforme abaixo [13].

- Agentes físicos: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não-ionizantes, infra-som e ultra-som.

- Agentes químicos são: poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores;

- Agentes biológicos como: bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Seguindo todos os procedimentos comentados, a empresa consegue a regulamentação e autorização do trabalho na área de montagem, sendo que esta certificação é emitida por órgãos estaduais e municipais. Dentre estes documentos que regulamentam o funcionamento da empresa estão:

- Alvará de funcionamento,

- Licença de Operação (obtido por secretarias como: Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Departamento de Licenciamento Ambiental) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e;

- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros - Certificado de Licença do Corpo de Bombeiros (AVCB-CLCB)

Sobre o meio ambiente, o principal cuidado está no descarte de resíduos advindos do processo industrializado da montagem destas PCI's. Empresas certificadas recolhem estes resíduos e promovem a destinação correta, entrando em uma cadeia de reciclagem, proporcionando a volta destes produtos como matéria-prima para novos processos industriais ou desativação de forma que não prejudique o meio ambiente.

Observa-se que a empresa montadora de eletroeletrônicos possui resíduos de produção como placas de circuito impresso rejeitadas no processo de soldagem ou sobras, restos de placas contendo componentes soldados com defeitos, componentes rejeitados pelo não funcionamento, resíduos de tecido usados na limpeza de placas, e algum material advindo de EPI's descartados.

Para a empresa atender ao processo legal, a empresa montadora deve emitir uma nota fiscal contendo a descrição do resíduo e a natureza da operação. Deve emitir nota fiscal de saída de mercadoria ou prestação de serviço não especificado contendo a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) (74040000 e 39159000), que referem-se a sucata de cobre e sucata eletrônica, respectivamente[18].

O resíduo advindo de indústrias que realizam montagens eletrônicas devem entregar os resíduos para empresas de reciclagem, que, dentro da regulamentação da área de atuação, devem emitir uma nota de serviço para esta destinação, além do Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental (CADRI), chamado de Certificado de Destinação [19].

VII. INICIATIVAS EMPRESARIAIS E GOVERNAMENTAIS PARA DIMINUIR A POLUIÇÃO DE ELETROELETÔNICOS

Os empreendedores, os centros de pesquisa e as universidades brasileiras criaram comissões para elaborar normas que possam ser viáveis à realidade nacional, baseadas em diretrizes internacionais para descartar o lixo eletrônico produzido no mercado brasileiro.

A implantação dos Requisitos ABNT IECQ QC 080000 (IECQ HSPM), Sistema de Gestão de Requisitos para Substâncias Perigosas em Produtos Componentes Elétricos e Eletrônicos no Brasil tem sido objetivo da Comissão de Estudos ABNT - CE 03:111:01 [20].

A capacitação das empresas para a gestão de substâncias restritas em produtos eletroeletrônicos com base nos requisitos da especificação ABNT abrange tópicos que incluem a gestão de substâncias químicas restritas, o "Ecodesign" (projetos de produtos ambientalmente corretos), estudos de Análise do Ciclo de Vida do Produto (AVC) e avaliação de resíduos de produtos eletrônicos após seu descarte.

Uma importante iniciativa do governo brasileiro que abrange os diversos setores industriais foi a aprovação da Lei Federal 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, representando um avanço na preservação ambiental [21].

Atualmente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada no Brasil, determina que a disposição e o tratamento dos resíduos sólidos a serem descartados são de responsabilidade de pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que produzam resíduos ou que desenvolvam ações relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

As diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos incluindo os perigosos estão descritas na política, sendo que cada setor da indústria está elaborando uma prática para melhoria do descarte de produtos, incluindo-se as empresas que fabricam eletroeletrônicos, que muitas vezes disponibilizam locais para recolher produtos que estão com final de utilização, embora este ainda não seja uma obrigatoriedade do fabricante.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de novos materiais no processo produtivo de eletroeletrônicos, a conscientização de empresários, o uso de práticas como a implantação de gestão ambiental em empresas, e elaboração de leis nacionais e diretrizes internacionais para o uso dos recursos naturais e de materiais que não apresentam toxicidade, com o objetivo de preservar o

meio ambiente, pode diminuir a poluição ambiental e tem sido de importância fundamental para equilibrar o enorme consumo de elementos químicos retirados da natureza.

O conceito de sustentabilidade inserido no contexto do mercado de eletrônicos, o uso de novos métodos para a manufatura mais limpa, a conscientização da população e a implantação de procedimentos e normas regulatórias que conciliam a produção industrial, o respeito aos colaboradores e o descarte adequado de resíduos podem contribuir para melhores condições de trabalho, para reduzir a poluição e para a preservação dos recursos naturais.

REFERENCES

- [1] DIAS, R., *Gestão Ambiental – Responsabilidade Social e Sustentabilidade*, Editora Altas, 2006.
- [2] DONAIRE D., *Gestão Ambiental na Empresa*, 2 ed. Editora Atlas, 2010.
- [3] GRIGOLETTO, E.M., SILVA, J. R. A. , *Iniciativas para Diminuir o Impacto Ambiental*, IPESI Eletrônica e Informática, set,out, p.41-42, 2011.
- [4] FACTS ABOUT LEAD, LEAD IN TODAY'S WORLD, HEALTH INFORMATION, USES OF LEAD, ADULT EXPOSURE, DEVELOPING USES, DID YOU KNOW. Disponível em <<http://www.leadinfo.com/>>. Acesso 27 abril 2001.
- [5] GOODMAN, L.S., GILMAN, A.G. e GILMAN, A., *As Bases Farmacológicas da Terapêutica*, vol. 2, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S.A, p. 1414, 1983.
- [6] BACELAR T., *Muda Brasil*, A Rede , Outubro, p. 12-19, 2008.
- [7] Seminário AMBIENTRONIC - Gestão para Sustentabilidade no Setor Eletroeletrônico Brasileiro, Abril de 2011.
- [8] . HOSSAIN, M.M, ZAHEDI, F., AGONAFER, D., Reliability of Lead(Pb) Free SAC Solder Interconnects with Different PWB Surface Finishes under Mechanical Loading, IEEE, p.1038-1048, 2006
- [9] GRIGOLETTO, E.M., Propriedades de Tensão e Fadiga Isotérmica de Junta de Cobre com as ligas de Sn63-Pb37, Sn62-Pb36-Ag2 e Sn42-Bi58, UNICAMP-Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Materiais, 2003, 147p
- [10] BRASIL Ministério do Trabalho, NORMA REGULAMENTADORA N.º 01 - DISPOSIÇÕES GERAIS e GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 pg 1 – 16.
- [11] _____. Ministério do Trabalho. NR-12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 167pg
- [12] _____. Ministério do Trabalho. NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 pg 1-18
- [13] _____. Ministério do Trabalho. NR-09 - AVALIAÇÃO E CONTROLE DAS EXPOSIÇÕES OCUPACIONAIS A AGENTES FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 pg 1-3
- [14] _____. Ministério do Trabalho. NR-05 - COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 pg 1-3
- [15] _____. Ministério do Trabalho. NR -06- EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 pg 1-11
- [16] _____. Ministério do Trabalho. NR 7 - PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO DE SAÚDE OCUPACIONAL - PCMSO Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 pg 1-36
- [17] _____. Ministério do Trabalho. NR 23 - Proteção Contra Incêndios Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 1pg
- [18] BRASIL. RICMS Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM); Disponível em: https://legislacao.fazenda.sp.gov.br/Paginas/RC21704_2020.aspx; Acesso em 06/07/21.
- [19] CETESB – Decreto Estadual nº 62973 de 28 de novembro de 2017 CETESB-disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/pdf/CADRI.pdf>, acesso em: 13/07/21.
- [20] ABNT IECQ/QC 080000:2010 Sistema de gestão para substâncias perigosas em produtos e componentes elétricos e eletrônicos- Requisitos Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=87059>; Acesso em 14/07/21
- [21] BRASIL. Lei Federal 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2 de Agosto de 2010 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm; Acesso em : 09/07/21