

# LIGAS DE SOLDAGEM EM PEÇAS DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES E ODONTOLÓGICOS: DIFICULDADES E VANTAGENS DA ADEQUAÇÃO DAS EMPRESAS A DIRETIVA ROHS PARA EXPORTAÇÃO

Ellen Cristina Jacinto Rodrigues<sup>1</sup>, Pâmela Caroline Lima dos Santos<sup>1</sup>, Marcelo Caetano Oliveira Alves<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia de FATEC Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

ellen.rodrigues3191@gmail.com, pamela1.0@hotmail.com,  
marcelo.alves22@fatec.sp.gov.br

**Resumo:** Tendo em vista a existência da diretiva RoHS que não permite produtos com substâncias químicas estejam em quantidades acima de um limite permitido, à exportação de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos à Europa e outros países que atendem total ou parcialmente a diretiva. Pesquisase sobre a substituição das ligas contendo chumbo por ligas metálicas sem chumbo (lead free), visando a adequação à diretiva RoHS, a fim de verificar as vantagens de se utilizar esse tipo de soldagem e quais foram as dificuldades encontradas nos processos de adequação. Foi realizado estudo de caso com três empresas nacionais de Ribeirão Preto e região de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos sobre adequações e motivações à diretiva.

**Abstract:** In view of the existence of the RoHS directive that does not allow products with substances given in quantities above a permitted limit, the export of medical, hospital and dental equipment to Europe and other countries that fully or partially comply with the directive. Research is being carried out on the replacement of lead-containing alloys by lead-free metal alloys (lead-free), complete the adaptation to the RoHS directive, in order to verify the advantages of using this type of welding and what were the difficulties encountered in the adaptation processes. A case study was carried out with three national companies in Ribeirão Preto and region of medical, hospital and dental equipment on adaptations and motivations to the directive.

## 1. Introdução

A soldagem é a técnica de unir duas ou mais partes que constituem um todo promovendo a fixação das mesmas e assegurando que haverá continuidade do material e que suas características mecânicas e químicas serão conservadas conforme Wainer (1981).

As soldas à base de chumbo, assim como suas substitutas, são utilizadas para fixação de componentes eletrônicos na manufatura de circuitos eletroeletrônicos. A liga de estanho e chumbo (63Sn-37Pb) é uma das mais utilizadas para os processos de montagem de placas e circuitos eletrônicos, pois o chumbo possui um ótimo grau de molhagem e excelentes características no que se refere ao acabamento do produto final (GARCIA et al., 2009). Entretanto, desde o início da década passada, as soldas contendo chumbo vêm sofrendo crescente pressão das leis regulamentares, e uma alternativa para eliminar os

riscos potenciais do chumbo é a substituição deste metal por outros componentes de ligas menos nocivos à saúde humana (ITSUBO et al., 2003).

A substituição das ligas contendo chumbo por ligas metálicas sem chumbo será imperativa para os produtos eletrônicos produzidos no mercado nacional, sendo este um requisito imposto pelas diretivas europeias atuais (GRIGOLETTO et al., 2010), tal como a RoHS – *Restriction of Hazardous Substances Directive*.

Segundo Almeida et al. (2013), a produção das soldas livres de chumbo ainda é pequena e ocorre, principalmente, devido à pressão das empresas estrangeiras. As ligas que têm o maior potencial para utilização pelas indústrias brasileiras são da família Sn–Ag–Cu.

O chumbo (Pb) juntamente com o estanho (Sn) formam a liga de solda eutética mais utilizada em todo o mundo, a liga estanho chumbo Sn/Pb, nas proporções 63/37 %. A liga Sn/Pb possui ótimas características de brilho, molhabilidade, auto alinhamento, gerando ótima confiabilidade nos últimos anos (MENDES, 2009).

Conforme Yu et al. (2006), a pasta de solda *lead free* mais comum e utilizada na montagem eletrônica atualmente é a SAC– Sn/Ag/Cu (Estanho/Prata/Cobre). Dentre os metais que compõem a pasta sabe-se que a prata é um dos metais mais susceptíveis à migração, pois é um metal altamente solúvel, e requer baixa energia de ativação para iniciar o processo de migração (apud MENDES, 2009).

Segundo diretiva RoHS, a liga de chumbo e estanho presente nas placas de circuito impresso para a soldagem de componentes, não deveria ser mais utilizada. Entretanto, continua sendo a liga mais utilizada para soldagem de componentes eletrônicos, contendo 63% em massa de estanho e 37% em massa de chumbo. Verifica-se que esta liga, mesmo que usada em pequenas quantidades, é constituída por um dos metais que é veementemente restringido pela RoHS (PIDONE, 2011).

O objetivo será identificar se empresas brasileiras fabricantes de produtos no segmento médico e odontológico ainda realizam o uso de solda de estanho-chumbo ou se já aderiram às soldas sem chumbo (*lead free*), quais foram as dificuldades encontradas no processo de mudança e os fatores motivacionais para a adequação a diretiva RoHS de acordo com estudo de caso e revisão bibliográfica.

## 1.1 Diretiva RoHS

Em 1 de julho de 2006 a União Europeia aboliu produtos que continham chumbo em sua composição, isto é, um dos principais componentes utilizados na fabricação de produtos eletrônicos teve que mudar de fórmula, o estanho ou mais conhecido como solda (SOARES, 2016).

De acordo com a União Europeia (2003) a indústria eletrônica, em virtude de sua abrangência, importância econômica e impactos ambientais, tem merecido atenção especial para se adequar a modelos de produção sustentáveis. Desde 2006, estão em vigor na União Europeia restrições para a comercialização de produtos eletroeletrônicos impostas pelas diretivas *Waste of Electro-Electronic Equipments* (WEEE) e *Restriction of Hazard Substances* (RoHS), as quais vêm sendo adotadas integral ou parcialmente no Brasil, China, Japão, EUA, entre outros países (apud SILVEIRA et al., 2013).

Isso faz com que o descumprimento dessas diretivas, proíba a comercialização de equipamentos eletroeletrônicos na União Europeia.

## 1.2 Processos para adequação à RoHS

Segundo Silveira et al. (2013), para que a adequação aos requisitos ambientais de interesse ocorra sem impactar negativamente a competitividade das empresas, uma série de ações devem ser realizadas juntamente com conhecimento em relação às substâncias perigosas, em como organizar a produção e a logística para gerenciar os resíduos no fim da vida útil do produto. Dentre essas ações temos a identificação de ferramentas de incentivo às empresas para inovar seus produtos, processos, componentes e materiais às tecnologias sustentáveis; a geração de conhecimentos, competências e metodologias de gestão voltadas à educação e capacitação de recursos humanos em inovação de produtos, processos, componentes e materiais eletroeletrônicos, e a gestão integrada do capital intelectual disponível nas instituições envolvidas.

## 1.3 Solda com chumbo e solda sem chumbo (*lead free*)

Solda de estanho, também conhecida como solda de estanho-chumbo, solda macia ou solda branca, é uma solda comum à base de estanho e chumbo misturados em diversas proporções, às quais podem ser adicionadas pequenas quantidades de outros elementos como o antimônio, a prata e o bismuto para modificar suas propriedades, como dureza, estas são encontradas em diversas proporções. Dizer que a solda é 70/30, significa que o produto é composto por 70% de estanho e 30% de chumbo. São comumente usadas soldas nas proporções 70/30, 60/40, 50/50 e 40/60. Isso garante baixo ponto de fusão para poder ser empregada com ferro de soldar de baixa potência (EDUARDO, 2020).

Poucos sabem, mas há chumbo na composição do estanho para solda eletrônica que contribui para a diminuição do seu ponto de fusão, isto é, com apenas 180 C° (aproximadamente) é possível fundi-lo. Mas sem este metal as grandes indústrias tiveram que mudar a forma em que construíam seus produtos. Começou a era da Solda sem Chumbo (SOARES, 2016).

Conforme Soares (2016), a Solda sem chumbo ou “*Lead Free*” possui um ponto de fusão mais alto (217 C° aproximadamente) e baixa maleabilidade, isto é, são menos flexíveis que as soldas com chumbo, as placas de circuito e componentes tiveram que ser reprojatadas. Para trabalhar com soldas sem chumbo há a necessidade de um controle de qualidade impecável e regras devem ser seguidas à risca.

É evidente que a solda sem chumbo precisa de uma fusão mais alta para poder ser utilizada, já no caso da solda com chumbo, que é mais utilizada, tem um ponto de fusão mais baixo e desta forma é possível ser utilizado um ferro de soldar com baixa potência, ao contrário do *lead free* que precisa de um ferro de soldar mais potente para ser manuseada.

## 1.4 Equipamentos Eletromédicos

Como abordado por Pidone (2011), considera-se um equipamento eletromédico, qualquer produto médico cujo seu funcionamento dependa de fonte elétrica ou qualquer outra fonte de potência distinta da gerada pelo corpo humano ou gravidade, e que funcione pela conversão desta energia. Estes equipamentos incluindo seus acessórios são destinados a aplicações em seres humanos, com finalidades médicas, odontológicas, laboratoriais ou fisioterápicas. São utilizados para diagnóstico, tratamento, monitoração e/ou embelezamento e estética. São energizados por meio de rede de alimentação elétrica ou fonte de alimentação interna. Cada vez mais, com o aumento do consumo e diminuição do tempo de vida útil de tais equipamentos, torna-se importante a preocupação com os

materiais utilizados na fabricação de suas peças pensando em facilitar o seu descarte ou sua reciclagem.

Segundo apud Silveira et al. (2013), o setor de equipamentos eletromédicos é formado com a combinação de duas indústrias: a de equipamentos Eletroeletrônicos e de Equipamentos Médicos, Odontológicos e Hospitalares. Tal combinação se dá, tanto pela semelhança em seus componentes como elementos centrais como placas e microchips, quanto pelas principais empresas mundiais de equipamentos Médicos, Odontológicos e Hospitalares, também serem empresas de equipamentos Eletroeletrônicos. E além disso atuar em outros mercados com a mesma base tecnológica é uma estratégia para a variação dos negócios e possibilita ganhos nos elevados investimentos em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), que são realizados por essas companhias (PIERONI et al., 2010).

O mercado mundial de equipamentos médicos e materiais é estimado em cerca de US\$210 bilhões, concentrados significativamente nos Estados Unidos, Japão e Alemanha (GADELHA et al., 2008; MALDONADO, 2009; apud PIERONI et al., 2008). O Brasil ocupa 11º posição no mercado dessa indústria, no ano de 2008, com uma fatia de 1,4% das vendas mundiais, parcela compatível com o tamanho do país na economia mundial (PIERONI et al., 2010). Entre os países que possuem posições superiores ao Brasil no ranking da participação mundial no mercado EMHO estão a China em nono lugar e mais oito países desenvolvidos: EUA, Japão, Alemanha, Grã-Bretanha, França, Itália, Canadá e Espanha (apud SILVEIRA et al., 2013). Sendo que a maioria desses países estão total ou parcialmente adequados a RoHS.

## 2. Metodologia

Para obter os resultados e respostas acerca da problematização apresentada neste artigo, foram realizadas pesquisas bibliográficas no sentido de entender sobre as vantagens e processos de adequação para a substituição das ligas contendo chumbo por ligas metálicas sem chumbo (*lead free*), em empresas nacionais de equipamentos eletroeletrônicos, visando sua adequação a RoHS já que no Brasil não existe diretiva com a mesma finalidade e foi realizado estudo de caso com três empresas nacionais de Ribeirão Preto e região a fim de verificar como as empresas de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos estão lidando com a adequação a diretiva RoHS e quais seus fatores motivacionais.

Para isso, a pesquisa será baseada em estudos utilizando levantamento bibliográfico, análise de exemplos - estudos de caso em três empresas que fazem a utilização da solda na fabricação de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos.

O estudo terá caráter quantitativo de campo e de natureza não experimental, ao mesmo tempo que será necessário o cruzamento dos levantamentos com toda a pesquisa bibliográfica já feita. Tendo como finalidade a pesquisa aplicada, onde será adquirido conhecimentos sobre a utilização da solda de chumbo-estanho nas fabricantes.

Em relação ao delineamento trata-se de uma pesquisa bibliográfica e levantamento de campo em empresas de fabricação de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos.

A pesquisa realizada nas empresas de equipamentos médicos e odontológicos serão feitas por Google Forms, onde será apresentado um questionário sobre a empresa, a utilização de soldas com chumbo nos equipamentos, a possível substituição das soldas com chumbo por soldas *lead free* (sem chumbo) com a adequação da fabricação dos equipamentos a diretiva RoHS para a exportação desses equipamentos aos países que atendam

a diretiva, quais os fatores motivacionais para a adequação a diretiva e como foi a transição para a adequação.

As empresas escolhidas como objeto de estudo atenderam aos seguintes requisitos da pesquisa: a) serem fabricantes de equipamentos médico-hospitalares ou odontológicos, b) estarem disponíveis para a pesquisa e c) serem de Ribeirão Preto e região, portanto, a seleção foi intencional. Três empresas responderam às perguntas solicitadas, sendo duas delas fabricantes de equipamentos médico-hospitalares e uma delas fabricante de equipamentos odontológicos.

### 3. Resultados e Discussão

Conforme Yin (2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados (apud OLIVEIRA, c2016). Ele é um estudo empírico que busca determinar ou testar uma teoria, e tem como uma das fontes de informações mais importantes, as entrevistas (OLIVEIRA, c2016).

O questionário foi realizado online com perguntas abertas e fechadas, relacionadas a empresa, os produtos que são fabricados, a diretiva RoHS, do uso da solda de estanho-chumbo para fabricação e da substituição para solda sem chumbo (*lead free*) e para a exportação dos equipamentos, para países onde a diretiva é adotada integralmente como União Europeia.

Como exemplificado por Coelho (2021), a revisão bibliográfica é, de forma geral, a revisão das pesquisas e das discussões de outros autores sobre o tema que será abordado em seu trabalho. Ou seja: é a contribuição das teorias de outros autores para a sua pesquisa.

Desta forma, todo o artigo foi elaborado por estudo de caso com três empresas e revisão bibliográfica referente ao assunto abordado.

#### 3.1 As empresas em estudo

Os casos não serão descritos isoladamente, mas de forma conjunta, o que permite uma melhor comparação entre as empresas pesquisadas. As principais características das empresas estão abreviadas no Quadro 1.

**Quadro 1. Caracterização das empresas pesquisadas.**

Características	EMPRESAS		
	E1	E2	E3
Quantos anos no segmento médico-hospitalar	55 anos	20 anos	25 anos
Quantidade de equipamentos fabricados	14	2	2
Quantidade de equipamentos que utilizam ligas de soldagem	11	2	1
Cargo do entrevistado	Coordenador da Qualidade	Sócio-Administrador	Sócio-Administrador

**Fonte: Autoria Própria, 2021**

As empresas que responderam à pesquisa se localizam em Ribeirão Preto e Cravinhos e realizam fabricação de e peças de segmento médico, hospitalar e odontológico.

### 3.1.1 Empresa 1

A empresa brasileira, opera há 55 anos em Ribeirão Preto e fabrica 14 (quatorze) linhas de equipamentos médico-hospitalares, sendo incubadoras, berços aquecidos, fototerapias, monitores de pacientes, analisador de bilirrubina, centrifugas, aspiradores, compressores, agitador de plaquetas, radiômetros, tendas de oxigenoterapia, capuz de oxigenoterapia e berços sem aquecimento, dos quais, 11 (onze) equipamentos utiliza-se ligas de soldas.

### 3.1.2 Empresa 2

Opera há 20 anos em Ribeirão Preto e fabrica 2 (duas) linhas de equipamentos médico-hospitalares, sendo, detectores de batimentos cardíacos (1 modelo) e fontes de luz para uso com fibra óptica (4 modelos), dos quais, os dois equipamentos utiliza-se ligas de soldagem.

### 3.1.3 Empresa 3

A empresa de Cravinhos, opera há 25 anos e fabrica 2 (duas) linhas de peças para equipamentos médico-odontológicos, sendo, válvulas solenoides e atuadores, dos quais, 1 (um) utiliza-se ligas de soldagem.

## 3.2 Questões abordadas na pesquisa

Foi realizada estudo de caso, onde foi encaminhado um formulário com perguntas relacionadas à utilização de ligas de soldagem na fabricação de equipamentos e peças de segmento médico e odontológico, onde, três empresas responderam este questionário.

A pergunta inicial sobre tema foi:

*“No caso de utilização de solda com chumbo, pensam em adequar a fabricação dos equipamentos de acordo com a diretiva RoHS (que não permite produtos com substâncias como chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, polibromobifenila e éter de difenil polibromado em quantidades acima de um limite permitido), considerando-se todas as etapas da cadeia produtiva e poder exportar seus equipamentos para a Europa?”*

A empresa E1 respondeu da seguinte forma:

*“Utilizamos este tipo de material apenas para exportações para a Europa, pois trata-se de um processo mais caro para os fornecedores de circuito eletrônico, e mais complicado por fatores técnicos.”*

Já a empresa E2 respondeu “Sim”, desta forma é deduzido que realizou adequação conforme é solicitado pela diretiva RoHS para exportação de seus produtos.

Como as outras, a empresa E3 respondeu: “Já estamos trabalhando corretamente”, é entendido que a empresa já está dentro das adequações solicitadas pela diretiva.

A segunda questão levantada, foi “Quais os fatores impulsionariam ou impulsionaram as empresas a substituírem as ligas de solda de estanho-chumbo para ligas *lead free* (sem chumbo)”, conforme a figura 1 foram obtidos os seguintes resultados:

Qual dos fatores abaixo impulsionariam ou impulsionaram a empresa a substituir as ligas de solda de estanho-chumbo para ligas lead free (sem chumbo)?

3 respostas



**Figura 1. Substituição das ligas de solda**

**Fonte: Autoria Própria pelo Google Forms, 2021**

A questão três procurou abordar, no caso de já terem adequado a empresa a RoHS com utilização de ligas *lead free* (sem chumbo), como foi a transição e custos no processo:

A E1 respondeu da seguinte maneira: *“Para alguns equipamentos (Incubadora e Berços aquecidos) que tem CE, quando são comercializados para o mercado de exportação Europeu os equipamentos são de acordo com a diretivas RoHS e WEEE. Como já exposto, trata-se de um processo mais caro e complicado. Em um todo os equipamentos com marcação CE atendem a RoHS.”*

A explicação da empresa E3 foi: *“Fizemos a adequação e alteração do custo e fizemos melhorias em nosso processo de fabricação.”*

A empresa E2 informou que esta opção não se aplica na empresa.

A última indagação foi argumentada a seguinte questão:

*“No caso da empresa não ter se adequado a RoHS, mas pretende, já sabem como serão os custos envolvidos nos processos?”*

A E3 respondeu que já estão de acordo. A empresa E2 informa que não sabe quais serão os custos envolvidos nos processos para adequação a RoHS. Diferente das outras empresas, a E1 informou que não há intenção de adequação a diretiva RoHS, no momento, para o restante da linha de equipamentos fabricados.

A revisão bibliográfica resultou que a adequação da diretiva RoHS, é um processo necessário para empresas de equipamentos eletromédicas que tenham o interesse de exportação dos seus produtos para países europeus e outros países que estão se adequando a essa diretriz que está em vigor desde o ano de 2006, para a diminuição do uso de solda com chumbo em equipamentos eletrônicos.

#### 4. Conclusões

Podemos concluir que o mercado de Equipamentos Médicos, Odontológicos e Hospitalares, possui grande influência no Brasil e no mundo todo, mais especificamente em EUA, Japão, Alemanha, Grã-Bretanha, França, Itália, Canadá e Espanha. Sendo que a maioria desses países estão total ou parcialmente adequados a RoHS. Sendo assim, para que empresas brasileiras tenham mais acesso ao mercado dominante, deverá se adequar a diretiva mencionada.

Os resultados do estudo de caso às empresas de Ribeirão Preto e região indicam que 66,67% das empresas entrevistadas pensam em se adequar a diretiva RoHS, com o objetivo de exportação dos equipamentos médico-hospitalares e/ou odontológicos para a exportação dos mesmos à Europa e 33,33% somente se adequaram aos equipamentos que são exportados, por se tratar de um processo mais caro e complicado por fatores técnicos, segundo um dos entrevistados.

No que se diz respeito aos fatores motivacionais das empresas: 66,7% substituiriam as ligas de solda de estanho-chumbo para ligas sem chumbo, essa opção foi assinalada pelas fabricantes E1 e E2. Da mesma forma, 66,7% substituiriam por conta da possibilidade de exportação para a Europa, considerando que essa opção foi escolhida apenas pelas fabricantes E1 e E3. Já a substituição por ter a possibilidade de obter licitação para vendas dos produtos para o governo, 66,7% das fabricantes E1 e E2 assinalaram essa opção.

Ao que se refere quanto aos tramites para a adequação as diretivas, apenas 33,33% das empresas possuem conhecimento quanto aos custos de adequação e não pretende adequar os equipamentos que não serão exportados para atender à diretiva RoHS devido aos aumentos dos custos e de trabalho para a adequação.

Deste modo, a RoHS possui impacto global, atingindo toda a cadeia de fornecedores em diversos segmentos e colocando significativos desafios inovadores, principalmente quanto à eliminação do chumbo na solda (PIDONE, 2011).

Espera-se que a pesquisa e os resultados apresentados neste trabalho, possam ser úteis aos fabricantes de equipamentos médico-hospitalares e odontológicos de Ribeirão Preto e região, que utilizam de ligas de soldagem com chumbo quanto ao esclarecimento sobre a viabilidade de sua substituição para as ligas *lead free* (sem chumbo), na fabricação de seus equipamentos com o intuito de exportação dos mesmos aos países que atendam a RoHS, e que conseqüentemente seja um fator motivacional a adequação à diretiva mencionada. Por fim, recomenda-se que sejam realizados estudos quantitativos mais aprofundados quanto aos custos nos processos de adequação e de quanto seria convertido em lucratividade com a exportação desses equipamentos aos países regidos pela diretiva.

#### 5. Referências

- ALMEIDA, CECILIA *et al.* (2013) **Substituição das soldas estanho-chumbo na manufatura: Efeitos na saúde do trabalhador e no desempenho ambiental.** Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/LncVnX738PKLKMfKCnF9Zpg/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 13 abr. 2021.
- BRANDI, SÉRGIO. (2012) Ligas isentas de chumbo para soldagem branda para aplicação em eletrônica: uma abordagem ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais.** São Paulo/SP, n. 26, p. 18-32, dez.



- BRESCANSIN, ADEMIR *et al.* (2015) Restrição ao uso de substâncias perigosas (RoHS) no segmento de computadores pessoais: análise da estratégia de adoção pelos fabricantes estabelecidos no Brasil. **Revista GEPROS**. São Paulo/SP, v. 10, n. 3, p. 36-51, mar.
- COELHO, BEATRIZ. (2021) **Revisão bibliográfica: saiba como fazer em seu trabalho acadêmico**. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/revisao-bibliografica/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- EDUARDO (2020). **Como soldar ferro com estanho**. Disponível em: <<https://cngoiias.com.br/como-soldar-ferro-com-estanho/>>. Acesso em: 6 jun. 2021.
- GARCIA, LEONARDO *et al.* (2009) Correlação entre propriedades mecânicas e arranjo dendrítico de ligas Sn-Zn utilizadas em solda sem presença de chumbo. **Revista Matéria**. Campinas/SP, v. 14, n. 2, p. 767-776, maio.
- GRIGOLETTO, ELIANE *et al.* (2010) Produtos eletrônicos e a poluição ambiental. **Revista Ciência e Tecnologia Unisal**. Campinas/SP, v. 9, n. 15, p. 4-15, jan.
- MENDES, LUIZ T. F. (2009) **Estudo experimental da migração eletroquímica em soldagem eletrônica Sn/Ag/Cu “Lead Free”**. São Paulo/SP, v. 1, p. 15-65, jun.
- OLIVEIRA, EMANUELLE (c2016) **Estudo de Caso**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/sociedade/estudo-de-caso/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- PIDONE, LEANDRO. (2011) **Utilização das diretrizes RoHs e WEEE para equipamentos eletromédicos fabricados no Brasil**. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-02032012-144225/en.php>>. Acesso em: 30 mar 2021.
- SILVEIRA, MARCO A.; KIKUCHI, LETICIA S.; LIMA, ADILEIA; LUZ, LAIS. (2013) Adequação ambiental de fabricantes de equipamentos eletromédicos: Produção isenta de produtos perigosos e gestão de resíduos sólidos. **Revista de Tecnologia Aplicada (RTA)**. v. 2, n. 2, p. 3-18, maio.
- SILVEIRA, MARCO A.; KIKUCHI, LETICIA S.; POLICENO, CRISTIANI A. (2013) Inovação e aprendizagem organizacional para a sustentabilidade: Desenvolvimento de competências na indústria de equipamento eletromédicos. **Revista Gestão e Conexão**. Vitória/ES, v. 2, n. 1, p. 73-93, jan.
- SOARES, REINALDO. (2016) **As Soldas sem chumbo (Lead Free) e os defeitos em Centrais Multimídia**. Disponível em: <<https://reiaudio.com.br/as-soldas-sem-chumbo-lead-free-e-os-defeitos-em-centrais-multimidia/?amp>>. Acesso em: 6 jun. 2021.