



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NO BRASIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT PRACTICES IN BRAZIL: A REVIEW OF THE LITERATURE

Marcos Meurer da Silva^{1*}, Luiz Guilherme Patroni Duarte da Silva², Higor Henrique Clemente³, & Rafael Follmann Pieretti⁴

^{1 2 3 4} Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.

^{1*} marcosmeurer50@gmail.com ² luizguilherme39@hotmail.com ³ higorhenriqueclem@hotmail.com

⁴ rafaelollmannpieretti@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido em: 05/06/2019

Aprovado em: 26/06/2019

Disponibilizado em: 05/07/2019

PALAVRAS-CHAVE:

Gerenciamento de resíduos; resíduos industriais; gerenciamento industrial da produção.

KEYWORDS:

Waste management, industrial waste; environmental management of production.

*Autor Correspondente: Silva, M.M.da

RESUMO

Este artigo apresenta um panorama sobre o gerenciamento de resíduos industriais no Brasil. Para realização de tal estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de maneira a construir uma base conceitual acerca do objeto de estudo, além de proporcionar maior compreensão a respeito do gerenciamento de resíduos industriais. Com isso 36 artigos foram selecionados para a leitura completa. Assim, foi possível identificar tecnologias e conceitos que tem sido difundidos na literatura para o gerenciamento de resíduos. Ademais, destaca-se a ampla diversidade de medidas, métodos e procedimentos encontrados que visam possibilitar uma melhor gestão dos resíduos industriais e urbanos,

sejam eles perigosos ou não. No Brasil, as empresas ainda encontram dificuldade de articular e implementar tais conceitos e metodologias, porém a crescente preocupação tem despertado o interesse dos gestores para a adoção de ações sustentáveis.

ABSTRACT

This article presents an overview of industrial waste management in Brazil. In order to carry out such a study, a bibliographical research was carried out in order to build a conceptual base about the object of study, besides providing greater understanding regarding the management of industrial waste. With this, 36 articles were selected for the complete reading. Thus, it was possible to identify technologies and concepts which has been disseminated in the literature for waste management. In addition, it is worth mentioning the wide diversity of measures that have been developed to improve the management of industrial and urban waste, whether hazardous or not. In Brazil, companies still find it difficult to articulate and implement such concepts and methodologies, but the growing concern has aroused managers' interest in adopting sustainable actions.



1. INTRODUÇÃO

Segundo Gil (2005), a negligência ou ausência de conhecimento a respeito do manejo dos resíduos industriais fez com que ocorresse muitos danos à natureza em vários lugares do planeta, alguns dos quais geraram impactos negativos a saúde humana e ambiental. Devido a esses e fatores, foram se criando normas e leis para se ter melhor controle e prevenção na forma como seriam tratados esses resíduos.

Para Simão (2011), após a revolução industrial, os empresários se preocupavam apenas na produção, em como produzir, o quanto produzir, para ter o maior lucro e o menor custo possíveis. Contavam como se os recursos naturais fossem ilimitados, e não se preocupavam e não tinha nenhum controle a respeito dos resíduos produzidos, os considerando como uma inevitável consequência. A partir de então, entende-se que os problemas ecológicos não devem ser tratados de forma isolada, mas sim de forma sistêmica, pois são interligados.

De acordo com Newell & Cousins (2015) estudos relacionados a destinação correta de resíduos industriais e urbanos tem sido plano de estudo por pesquisadores há décadas. Ainda, destaca-se a busca pelo desenvolvimento de mecanismos para a redução dos impactos ambientais causados pela disposição inadequada dos resíduos perigosos, essencialmente em países com economia emergente (Pauliuk & Hertwich, 2015) e (Fujii, Fujita, Chen, Ohnishi, & Yamaguchi, 2012) e (Zurbrugg, Gfrerer, Ashadi, Brenner, & Küper, 2012).

Inoue, Machado & Ribeiro (2016) expõem que a problemática da produção excessiva de resíduos sólidos contribui para a disposição inadequada destes em lugares não apropriados para descarte, majoritariamente quando não há aderência pelos gestores industriais de programas de reaproveitamento e atendimento a normas que estabeleçam diretrizes para a disposição adequada de resíduos.

Tanto o fato de leis e normas, e a globalização do mercado, tornaram as questões ambientais muito importante nos dias de hoje. E dentro dessas questões entram o gerenciamento de resíduos, principalmente os mais perigosos. Nesse artigo será caracterizado os resíduos provenientes das indústrias, apresentando o gerenciamento a respeito dos resíduos, explanando as resoluções tomadas pelas empresas na eliminação, reciclagem ou destinação final. Serão demonstradas também algumas leis, acordos e normas pertinentes relacionados ao assunto.



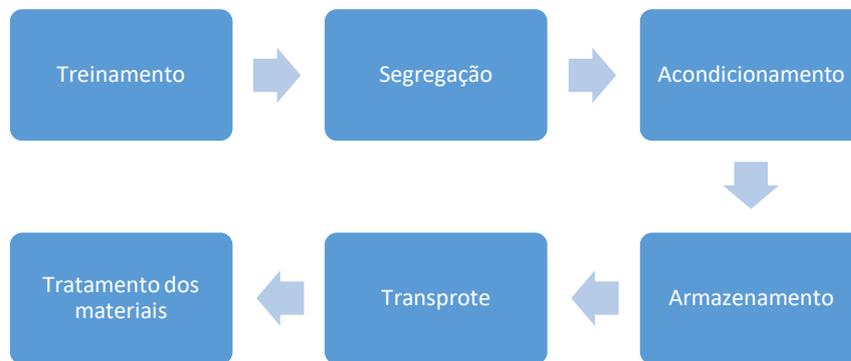
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

De acordo com Pedroza (2011), são os resíduos vindo das industriais que estão impactando negativamente ao meio ambiente, sendo eles, químicos, metais, solventes e gases. Sendo assim, as indústrias que originam estes resíduos são as metalúrgicas, de fundições, eletroeletrônico, couro, química e borracha.

Atualmente, os gestores estão procurando constantemente maneiras de diminuir o custo de gerenciamento de produtos perigosos, sendo assim, aumentou-se a prática das atividades de reciclagem e a recuperação de produtos, com o intuito de tornar utilizável novamente. Vale ressaltar também outro motivo de gerenciar estes materiais de forma eficaz, se dá pelo fato de trazer riscos a vida dos trabalhadores (Pedroza, 2011).

Desta maneira, faz-se necessário manusear adequadamente os produtos perigosos, ou seja, realizar as etapas da figura 1, sendo desde o treinamento dos funcionários até o tratamento dos materiais, para auxílio utiliza-se algumas normas regulamentadoras. O manuseio apropriado de recursos certamente ocasionara custos, mas deve-se ser realizado pois consequentemente retornara diminuição na geração de resíduos (Simião, 2011).

Figura 1 - Etapas de manuseio



Fonte: Adaptado de Simião (2011)

De acordo com Simião (2011), as etapas são descritas a seguir:

- A primeira etapa realiza-se o treinamento, os funcionários devem ser informados nos danos prejudiciais do manuseio ineficiente. Deste modo, faz-se necessário o uso de IPS;
- O objetivo da segregação é não misturar os resíduos recicláveis com os não recicláveis, e também os resíduos incompatíveis, que misturados podem ocasionar danos ao meio ambiente, aos funcionários e maquinários;



Citação (APA): Silva, M.M.da., Silva, L.G.P.D.da, Clemente, H.H., & Pierette, R.F. (2019). Práticas de gerenciamento de resíduos industriais no brasil: uma revisão da literatura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(3), 251-261.

- O acondicionamento refere-se que, os resíduos devem ser acondicionados a recipientes específicos;
- A armazenagem de resíduos deve-se seguir os requisitos da norma 12.235/1992 referente a armazenamentos de resíduos perigosos;
- Os resíduos devem ser transportados desde seu local de geração até o local de estocagem de resíduo. Para auxílio utiliza-se da NR 13.221/200, que se trata do transporte de resíduos;
- Por fim o tratamento dos resíduos, que tem por finalidade mudar a estrutura do produto para tornar reutilizável, mas sempre desejando-se diminuir os impactos ambientais.

Portanto, os requisitos de manuseio mencionados devem ser mostrados a todos os responsáveis que terão um contato com algum tipo de resíduos perigosos, afim de não ocasionar acidente por motivos banais.

Com o crescimento do setor industrial vem também o aumento de agentes poluidores, assim forçando as empresas a investir na melhor qualidade ambiental, obtendo o melhor gerenciamento ambiental dos resíduos industriais (Ferreira, Sisino, & Oliveira, 2006). Gerenciar os diversos tipos de resíduos é cuidar de alguns pontos geração, seleção e disposição final, ou seja, cuidar desde o berço até o túmulo. (Grippi, 2001).

Segundo Silveira (2004) os resíduos podem trazer sérios impactos ambientais e por isso é necessário que haja técnicas de engenharia para que os resíduos tenham menos impacto na natureza, caso isso não aconteça pode se contaminar o solo e corpos d'água superficiais e subterrâneo.

Na Tabela 1, exemplifica-se, de maneira objetiva, a geração de resíduos perigosos dentro de cada setor e através de quais fontes esses são dispostos e quais resíduos perigosos são formados.

Tabela 1 - Exemplos ilustrativos de geração de resíduos perigosos

Setor	Origem	Resíduos Perigosos
Serviços, Comércio e Agricultura	Veículos, Aeroportos, lavagem a seco	Resíduos oleosos, fluidos hidráulicos, solventes halogenados
Indústrias <= médio porte	Serviços de saúde, fazendas, parques municipais	Resíduos patogênicos, resíduos de pesticidas, embalagens contaminadas
Indústrias de grande porte	Tratamento de metais, fabricação de tintas, curtumes	Lodos abrangendo metais pesados, solventes, lodos abrangendo cromo

Fonte: Da Silva Filho & Soler (2019)



Segundo a NBR 10.004 (Abnt, 2004a) os resíduos sólidos podem ser caracterizados como “resíduos nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” ainda podendo conter nessa classificação líquidos que não podem ser lançados na rede de esgoto e ainda os lodos que tem origem dentro do sistema de água.

Existem na NBR 10. 004 (Abnt, 2004a), algumas classificações desses resíduos que os diferenciam:

- Resíduos Classe I – Perigosos: apresentam características de toxicidade, patogenicidade, periculosidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade. Essas podem ser prejudiciais para a saúde pública podem ter risco de doenças risco de mortalidade se esses forem gerenciados de forma inadequada;
- Resíduos Classe II – Não perigosos;
- Resíduos Classe II A – Não inertes: tem características como combustibilidade, solubilidade em água e biodegradabilidade;
- Resíduos Classe II B – Inertes: são aqueles que quando colocados em contato estático ou dinâmico com a água a temperatura ambiente não muda a potabilidade da água.

Nesse contexto, destaca-se ainda a aprovação da Lei nº 12.305/2010, na qual estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que regulariza as ações quanto o reaproveitamento de resíduos sólidos, além de promover o uso da logística reversa a fim de direcionar a coleta e destinação final correta dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

De acordo com Thode Filho, Machado, Vilani, Paiva, Costa, & Marques (2015), a PNRS tem o objetivo de reduzir os impactos negativos causados pela geração de resíduos, sendo uma ação conjunta de poderes entre o governo, empresas e também os consumidores para que estabeleçam uma cadeia de suprimentos reversa que auxilie no retorno dos resíduos. Para Aitken & Harrison (2013), a logística reversa tem recebido maior atenção nas últimas décadas com o objetivo de estabelecer melhores mecanismos de articulação para reaproveitamento ou destinação final adequada de resíduos.

Dar aos resíduos uma destinação correta permite reduzir os impactos da geração dos mesmos e assim promover um desenvolvimento mais sustentável (Bouzon, Govindan, & Rodriguez, 2018). Segundo Sellito, Kadel, Borchardt, Pereira, & Domingues (2013) a logística reversa é o



principal mecanismo na busca de promover o fluxo reverso dos resíduos provenientes da atividade industrial e, ainda atender as legislações ambientais.

Alguns importantes conceitos vêm sendo difundidos no gerenciamento ambiental das indústrias, garantindo alternativas que possibilitem a sustentabilidade econômica e ambiental. Um desses conceitos é a Simbiose Industrial, que de acordo com Lombardi & Laybourn (2012) se refere ao conjunto de empresas com o objetivo de fomentar a interação entre elas por meio da troca de resíduos, gerando transações mútuas que possibilitam reduzir os problemas com impactos ambientais referentes a efluentes.

Para Jackson, Gopalakrishna-Remani, Mishra, & Napier (2016) o *Design for Environment* é uma técnica para o desenvolvimento de produto que considera os objetivos de manufatura em conjunto com os ambientais, isto é, preocupa-se com questões relativas a redução de impactos ambientais e uso de recursos naturais, assim como a reciclagem de materiais.

3. METODOLOGIA

Para a realização do estudo fez-se uso de uma revisão de literatura, com a finalidade de compreender os conceitos na área ambiental e identificar as principais características no gerenciamento de resíduos realizados pelas indústrias. Este artigo de revisão consiste na busca de informações que proporcionem um levantamento do panorama do tema, além de expor alguns exemplos de como as empresas tem realizado a gestão de seus resíduos.

Para atingir os objetivos desta revisão bibliográfica sistemática, foi realizada uma busca na base de dados Periódicos Capes, com as palavras-chave “Gerenciamento de resíduos industriais” considerando a publicações de livros e artigos. Foram encontrados 349 resultados e partir da leitura de títulos e resumos dos artigos encontrados, foram selecionados para leitura completa apenas os que apresentavam uma melhor correspondência com o assunto a ser abordado neste trabalho, sendo então escolhidos 36 trabalhos. Com a leitura foi possível discutir e apresentar os resultados encontrados na literatura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme abordado pela literatura diversos processos produtivos geram efluentes que possuem potencial impacto negativo ao meio ambiente. A indústria química merece destaque na geração



Citação (APA): Silva, M.M.da., Silva, L.G.P.D.da, Clemente, H.H., & Pierette, R.F. (2019). Práticas de gerenciamento de resíduos industriais no Brasil: uma revisão da literatura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(3), 251-261.

de resíduos perigosos, isso porque nos ramos de plásticos, resinas, vernizes, tintas e adubos químicos existem grandes volumes de efluentes que precisam de tratamentos relativamente complexos.

Segundo Freitas (2014) os efluentes de indústrias químicas necessitam em sua maioria de tratamentos físico-químicos que podem incluir clarificação, coagulação química, oxidação e redução de compostos tóxicos. Um exemplo é a neutralização da água a partir de tecnologias de filtração por membrana.

Outro exemplo comumente encontrado são os efluentes das indústrias de papel e celulose. O licor negro é uma substância escura que sai do digestor e precisa passar por um tratamento para tornar branco novamente e deste modo ser inserido novamente no digestor. Portanto este licor será evaporado e queimado (Caldeira de Recuperação), após a queima origina-se o licor verde, no qual deverá ser caseificado (Cal), tornando o licor verde em um licor branco, mas com lama, que necessitará ser retirada no forno de cal, feito isso o licor branco já estará pronto para ser utilizado no digestor.

A gestão de resíduos com esforços focalizados na minimização, reutilização ou descarte dentro do contexto do Sistema de Gestão Ambiental e de Gestão de Resíduos, deve-se preocupar com o fato destes apresentarem características físico-químicas que os tornam perigosos seja no manuseio ou no processo de descarte.

De acordo com Altoé & Voese (2014) o um correto e eficiente gerenciamento de resíduos industriais pode trazer significativas reduções nos custos, considerando que muitos dos resíduos podem ser reaproveitados de alguma maneira, seja para a própria empresa, seja em outras. Assim, políticas como os 4 r's de reduzir, reciclar, reutilizar e reeducar permitem a organização desempenhar ao produto intermediário ou resíduo um destino mais adequado.

A partir da revisão da literatura pode-se destacar que diversos profissionais de diferentes áreas, dentro da perspectiva de atuação podem criar mecanismos em processos produtivos de maneira a minimizar a geração de resíduos industriais, ocasionando menos impactos e custos para a empresa. De acordo com Gomes, Oliveira, Bresciani, & Silva (2014) inúmeros problemas ambientais relativos a resíduos industriais perigosos podem ser evitados caso sejam tomadas estratégias eficientes ainda mesmo no projeto do produto e do processo.

Nota-se ainda o crescimento de ações voltadas para uma melhor gestão de resíduos, não necessariamente perigosos, mas de maneira geral, como o Projeto para o Meio Ambiente ou



Design for the Environment. Essa é uma ferramenta vindoura da Ecologia Industrial, onde todo o ciclo de vida do produto é analisado a fim de propor alternativas que reduzam os impactos ambientais causados pelo produto final e os resíduos gerados no processo produtivo (Keivanpour & Ait Kadi, 2018).

Outra vertente que emergiu recentemente é o conceito de Simbiose Industrial, onde são propostas trocas de resíduos entre as empresas, ou seja, o que é um resíduo para uma determinada empresa pode servir de insumo para outra e assim promover uma interação vantajosa entre diferentes indústrias (Montaño, 2017). Nesse contexto deve-se considerar a compatibilidade de trocas de efluentes, além de diversas outras variáveis como a necessidade de tratamento do efluente, quantidades produzidas e viabilidade de utilização.

Portanto, em todo este processo de gestão ambiental há ampla possibilidade de atuações, seja no processo de produção, evitando e minimizando a geração, seja na destinação deste efluente a um fim mais adequado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAL

A importância de gerenciar os resíduos de maneira correta merece ampla discussão, visto que parte de questões que englobam tanto o setor público quanto privado. Assim, definir políticas e medidas de gestão são essenciais. Os gestores possuem diversas possibilidades de adoção de medidas que podem contribuir significativamente para promoção das atividades industriais e ainda manter a sustentabilidade e minimizar os efeitos dos processos de produção.

A literatura traz uma enorme gama de aplicações e conceitos relacionados ao gerenciamento ambiental de resíduos industriais sólidos e urbanos. Entretanto, parte das indústrias ainda possuem certa dificuldade em articular e implementar ações de logística reversa, tampouco novos conceitos quanto a Simbiose Industrial ou economia circular. O cumprimento de medidas legais no que se refere ao PNRS tem sido respeitado pelas as empresas, ainda que com uma visão obrigatória.

Uma perspectiva de crescente quanto ao PNRS e ascensão de medidas e programas para a gestão ambiental de resíduos industriais e urbanos ainda precisam de uma participação de pesquisadores e do âmbito acadêmico para mostrar a possibilidade de alcance de resultados.



REFERÊNCIAS

- Aitken, J., & Harrison, A. (2013). Supply governance structures for reverse logistics systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(6), 745-764.
- Almeida, J.R., Cavalcanti, Y., & Mello, C.D.S. (2000). *Gestão ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação*. Thex.
- Altoé, S.M.L., & Voese, S.B. (2014). Gestão de Resíduos da Indústria do Biodiesel: Um Estudo da Criação de Valor na Cadeia de Suprimentos. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 3(1), 107-123.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2004a). ABNT NBR 10.004 - *Resíduos Sólidos: Classificação*. Rio de Janeiro.
- Bouzon, M., Govindan, K., & Rodriguez, C.M.T. (2018). Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. *Resources, conservation and recycling*, 128, 315-335.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Retrieved 22 jun, 2019, from http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.
- Da Silva Filho, C.R.V., & Soler, F.D. (2019). *Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei*. Editora Trevisan.
- De Miranda S.A.M. (2004). *Estudo do peso específico de resíduos sólidos urbanos* (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- Ferreira, J., Sisino, C., & Oliveira, R. (2006). Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar. *Rio de Janeiro: Fiocruz*.
- Freitas, O. (2014). *Os efluentes perigosos da indústria química*. Retrieved may 26, 2019, from <https://www.saneamento.net/os-efluentes-perigosos-da-industria-quimica-38/>.
- Fujii, M., Fujita, T., Chen, X., Ohnishi, S., & Yamaguchi, N. (2012). Smart recycling of organic solid wastes in an environmentally sustainable society. *Resources, Conservation and Recycling*, 63, 1-8.
- Gil, E.D.S. (2005). Classificação e riscos associados aos resíduos químico-farmacêuticos. *Revista Eletrônica de Farmácia*, 2(2).



Citação (APA): Silva, M.M.da., Silva, L.G.P.D.da, Clemente, H.H., & Pierette, R.F. (2019). Práticas de gerenciamento de resíduos industriais no Brasil: uma revisão da literatura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(3), 251-261.

Gomes, M.H.S.C., Oliveira, E.C., Bresciani, L.P., & Da Silva P.R. (2014). Política Nacional de Resíduos Sólidos: Perspectivas de Cumprimento da Lei 12.305/2010 pelos municípios brasileiros, paulistas e da região do ABC. *Revista de Administração da UFSM*, 7, 93-110.

Grippi, S. (2001). Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras. In *Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras*.

Inoue, C.Y., Machado, T. M., & Ribeiro, L. (2016). Sustainable consumption and production patterns: solid waste and governance challenge from local to global/Padroes sustentáveis de produção e consumo: resíduos sólidos e os desafios de governança do global ao local. *Meridiano* 47, 17.

Jackson, S.A., Gopalakrishna-Remani, V., Mishra, R., & Napier, R. (2016). Examining the impact of design for environment and the mediating effect of quality management innovation on firm performance. *International Journal of Production Economics*, 173, 142-152.

Keivanpour, S., & Ait Kadi, D. (2018). Strategic eco-design map of the complex products: toward visualisation of the design for environment. *International Journal of Production Research*, 56(24), 7296-7312.

Lombardi, D.R., & Laybourn, P. (2012). Redefining industrial symbiosis: Crossing academic–practitioner boundaries. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 28-37.

Montaño, J. (2017). *Simbiose Industrial – imitando a natureza*. Retrieved Jun 20, 2019, from <http://ambientesst.com.br/simbiose-industrial/>.

Newell, J.P., & Cousins, J.J. (2015). The boundaries of urban metabolism: Towards a political–industrial ecology. *Progress in Human Geography*, 39(6), 702-728.

Pauliuk, S., & Hertwich, E.G. (2015). Socioeconomic metabolism as paradigm for studying the biophysical basis of human societies. *Ecological Economics*, 119, 83-93.

Pedroza, A.C. (2015). A importância do gerenciamento de resíduos químicos. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, 4(2).

Sellitto, M.A., Kadel Jr., Borchardt, M., Pereira, G.M., & Domingues, J. (2013). Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento. *Ambiente & Sociedade*, 16(1), 141-162.

Simião, J. (2011). *Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).



Citação (APA): Silva, M.M.da., Silva, L.G.P.D.da, Clemente, H.H., & Pierette, R.F. (2019). Práticas de gerenciamento de resíduos industriais no brasil: uma revisão da literatura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(3), 251-261.

Thode Filho, S., Machado, C.J.S., Vilani, R.M., Paiva, J.L., & da Costa Marques, M.R. (2015). A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)*, 19(3), 529-538.

Zurbrügg, C., Gfrerer, M., Ashadi, H., Brenner, W., & Küper, D. (2012). Determinants of sustainability in solid waste management—The Gianyar Waste Recovery Project in Indonesia. *Waste management*, 32(11), 2126-2133.

