

Robótica e Sustentabilidade Aplicados aos Processos da 4ª Revolução Industrial

SANDRA MARIA BECKER TAVARES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

BEN-HUR MONTEIRO BARIZON

VICTOR BECKER TAVARES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Introdução

As imagens mudas do documentário E-Waste retratam o Homo Sacer hodierno, engendrado pelo lixo eletrônico que em determinadas regiões de nosso planeta, expõe os valores e comportamentos desumanos decorrentes das desigualdades geopolíticas e econômicas. A questão implícita ao documentário, que instigou os autores a realizarem este estudo qualitativo, de caráter descritivo, emergiu da inquietação de semelhantes fatos se repetirem em solo brasileiro.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O objetivo deste texto é discutir a pesquisa de inovação na área de robótica, que vem sendo idealizada e implementada de maneira desconectada da pesquisa para o posterior descarte dos itens gerados. Tal atitude poderá resultar em impactos ambientais adversos e no comprometimento da proteção de seres vivos que se encontrem em situações vulneráveis de sobrevivência.

Fundamentação Teórica

O trajeto teórico foi alicerçado nas obras “Ecosofia” de Félix Guattari e “Homo Sacer” de Giorgio Agamben. Foram consultadas fontes primárias e secundárias para argumentações e achados. Para Guattari, não basta que se tenha uma “visão tecnocrática”, baseada nos danos causados pelas indústrias. Afirma que a crise ecológica deverá ser combatida por todos em uma autêntica revolução política, social e cultural. Quanto a Agamben, o Homo Sacer representa os atuais excluídos, vulnerados.

Metodologia

Estudo qualitativo, descritivo alicerçado nas obras já referidas de Guattari e Agamben. Foram consultadas fontes primárias e secundárias para fundamentação das argumentações e achados.

Análise dos Resultados

A eticidade dos problemas ambientais e o contexto global foram considerados. Tratou-se que os componentes robóticos sejam vistos como ecoinovações e que a pesquisa de desenvolvimento do produto robótico seja acoplada à pesquisa de descarte. Foram discriminadas particularidades técnicas e recomendações quanto à pesquisa, uso e descarte de componentes eletrônicos no Brasil: avaliar de ciclo de vida do produto; elaborar Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Sistema de Logística Reversa; criar e executar Inventário de Resíduos Industriais.

Conclusão

A premissa norteadora da nova ordem na pesquisa acadêmica de robótica na 4ª revolução industrial deverá alinhar a satisfação de criar e confeccionar em se fazer semelhante à satisfação de devolver à natureza, os elementos dela anteriormente retirados. Para isso, além das particularidades técnicas sugeridas quanto à pesquisa, uso e descarte de componentes eletrônicos recomendou-se ainda, a interseção entre conteúdos filosóficos e especializados per si no processo de ensino-aprendizagem, em especial a Ecosofia de Guattari e o Homo Sacer de Agamben.

Referências Bibliográficas

AGAMBEN, Giorgio. Homo sacer: o poder soberano e a vida nua I. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. COYLE, S.; MAJIDI, C.; LEDUC, P.; HSIA, K.J. Bio-Inspired Soft Robotics: material selection, actuation, and design. Extreme Mechanics Letters. Elsevier, 2018. Disponível em: Acesso: 10/08/2021. GUATTARI, F. As três ecologias. Tradução Maria Cristina P. Bittencourt. 3ª edição. Campinas/São Paulo: Papyrus, 1991. SCHWAB, K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum. Foreign Affairs. 2016

Palavras Chave

Tecnologia, Resíduo, Ética

Agradecimento a órgão de fomento

XXXXXXXXXXXX

Robótica e Sustentabilidade aplicados nos processos da 4ª revolução industrial

Resumo

O objetivo deste texto é discutir a pesquisa de inovação na área de robótica, que vem sendo idealizada e implementada de maneira desconectada da pesquisa para o posterior descarte dos itens gerados. Tal atitude poderá resultar em impactos ambientais adversos e no comprometimento da proteção de seres vivos que se encontrem em situações vulneráveis de sobrevivência.

As imagens mudas do documentário E-Waste retratam o Homo Sacer hodierno, engendrado pelo lixo eletrônico que em determinadas regiões de nosso planeta, expõe os valores e comportamentos desumanos decorrentes das desigualdades geopolíticas e econômicas. A questão implícita ao documentário, que instigou os autores a realizarem este estudo qualitativo, de caráter descritivo, emergiu da inquietação de semelhantes fatos se repetirem em solo brasileiro.

O trajeto teórico foi alicerçado nas obras “Ecosofia” de Félix Gattar e “Homo Sacer” de Giorgio Agamben. Foram consultadas fontes primárias e secundárias que fundamentaram as argumentações e os achados. Como ponto primordial de discussão, foi considerado o contexto global e a eticidade dos problemas ambientais da atualidade. Tratou-se da necessidade premente que os componentes robóticos sejam considerados como eco inovações e que se opte em realizar a pesquisa de desenvolvimento de um produto robótico acoplada à pesquisa de descarte.

A análise da literatura sobre o singular panorama brasileiro, permitiu que fossem aqui elencadas particularidades técnicas que podem ser recomendadas quanto à pesquisa, uso e descarte de componentes eletrônicos, a saber: a) a avaliação de ciclo de vida do produto (ACV) na cadeia produtiva; b) elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) com planejamento de Sistema de Logística Reversa; c) elaboração e execução de Inventário de Resíduos Industriais. Quanto às questões éticas correlatas, sugere-se que as comunidades acadêmicas, industriais e estatais se debrucem sobre as Éticas Aplicadas (ética ambiental; ética das profissões; bioética; dentre outras). Recomenda-se ainda, a interseção entre conteúdos filosóficos e especializados *per si* em todo o processo de ensino-aprendizagem, seja acadêmico e até em processos de transmissão empírica de conhecimentos ou experiências. Afinal, o ente vulnerável, seja ele humano ou elemento do meio ambiente, ainda permanece suscetível de perecer sob o poder do conhecimento formal, das adesões por ignorância ou ufanismo ou, ainda, pela necessidade econômica. O reflexo deste processo no padrão industrial é a evolução destes procedimentos chegando ao modelo denominado 4ª revolução industrial.

Palavras-chave: Ética; Robótica; Sustentabilidade; Tecnologia; 4ª Revolução Industrial

1. INTRODUÇÃO

O documentário E-Wastland (2018), do cineasta David Fedele, retrata a situação de Agbogbloshie, comunidade localizada em Acra - Gana na África ocidental, onde se encontra um dos maiores depósitos de lixo eletrônico. Para aqueles habitantes, o contato direto com materiais tóxicos, como os metais pesados (cádmio; chumbo; mercúrio, dentre outros), parece normalizado. Dentre suas atividades cotidianas, está rastrear montanhas de lixo compostas por aparelhos eletrônicos descartados, desmontá-los, queimá-los e torná-lo vendáveis.

A veracidade capturada pela câmera, pois não há vozes, mostra a realidade do descaso e da exploração do ser humano pelo próprio ser humano. A realidade ali posta, concretizada aos olhos do espectador, retrata uma das consequências do desenvolvimento tecno-científico quando associado às questões econômicas e sociológicas de nossa civilização pós-revolução industrial.

O documentário mostra que na sociedade de consumo, alguns poucos usufruirão dos objetos de seus sonhos, ao passo que a tantos outros, caberá a tarefa de apenas produzi-los. Para esses últimos, se a produção em si demandar risco de vida, por não serem consumidores em razão da indisponibilidade de capital para adquiri-los, também o valor de suas vidas será minorado e suas mortes serão decorrentes do contínuo processo de produção. Não surpreendem, nem são objetos de comoção coletiva conforme descreve Bauman (2008) em sua obra “Vida para o Consumo”. Tal fenômeno indica que são atribuídos diferentes valores para a vida de um e do outro.

No percurso científico já implementado pela humanidade, nem sempre a pesquisa científica voltada para a descoberta de uma tecnologia eletroeletrônica, foi atrelada à pesquisa de como descartá-la após falência, desgaste ou atualização. Logo, Agbogloboshie é a síntese de vários passos omitidos ou negligenciados àquilo que denominamos inovação tecnológica. Desde os protótipos à vapor no século XIX, a pesquisa para o descarte adequado dos produtos gerados não tem sido considerada relevante frente à avidez por novos produtos de imediato consumo. Por consequência, deparamo-nos com uma crise para descarte de resíduos sólidos advindos de nossas próprias criações.

Seremos vítimas de nosso sucesso? Para Dale (2010, p.34), na próxima etapa de desenvolvimento tecnológico, não há indulgência para planejar novos produtos ou soluções baseados apenas na função para resolver determinado problema ou redução do trabalho. A mudança do padrão binômio criar-produzir precisa incorporar a sustentabilidade ao longo de todo o processo.

O meio ambiente, seres humanos e não-humanos formam um conjunto integrado, de suporte e renovação. É pensando nessas relações complementares e sinérgicas que a moralidade humana deve envolver também qualquer material descartado. As palavras de Dale (2010) contidas no excerto destacado, alinham-se à proposta aqui defendida de valoração até mesmo do que se denomina de resíduo sólido e lixo eletrônico:

“Meu objetivo não é insistir que os problemas ambientais na verdade são éticos, em vez de econômicos, tecnológicos ou qualquer outra coisa, mas sugerir que esses problemas se apresentam a nós dotados de importantes dimensões éticas...Vou assumir que, dentre suas muitas dimensões, os bens materiais envolvem valores moralmente relevantes, e que os problemas do meio ambiente derivam de falhas morais de algum tipo. Para firmar meu propósito de modo mais claro: explorarei a ideia de que os problemas ambientais desafiam nossos sistemas éticos e de valores.” JAMIESON, Dale, 2008, p.51

A premissa norteadora da nova ordem na pesquisa acadêmica de robótica deverá alinhar a satisfação de criar e confeccionar em se fazer semelhante à satisfação de devolver à natureza, os elementos dela anteriormente retirados.

2. A ECOSOFIA, A 4ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A ECOINOVAÇÃO

Para Guattari, não basta que se tenha uma “visão tecnocrática” (1991, p. 8), ou seja, uma consciência pouco relevante das ameaças ao meio ambiente, fixadas de maneira

prioritária, nos danos causados pelas indústrias. Defende que é preciso estabelecer “uma articulação ético-política – a que chamo *Ecosofia* – entre os três registros ecológicos (o do meio ambiente, o das relações sociais e o da subjetividade humana) é que poderia esclarecer convenientemente tais questões.”. De acordo com sua visão, a crise ecológica deverá ser combatida por todos em uma autêntica revolução política, social e cultural que possam reorientar os propósitos da produção de bens materiais ou imateriais. Quando se opta por aguardar, o amadurecimento tecnológico e social de determinado resultado de pesquisa científica, como nos exemplos da clonagem humana e da criação de címbrios/quimeras, o progresso científico não está sendo relegado nem combatido, mas é tomado um posicionamento reflexivo baseado na questão de podermos, mas deveremos continuar?

A 4ª Revolução Industrial, foi anunciada por Schwab (2016) num texto em que ele se refere à tecnologia e à digitalização de maneiras diferenciadas em razão da velocidade, amplitude e profundidade, além do impacto sistêmico que repercutirão, sem precedentes anteriores, em nosso estilo de vida. Logo no início obra, ele afirma que é um momento propício para refletirmos “quem somos e como vemos o mundo” tentando de certa forma, minimizar a inquietação que atormenta a muitos acerca da questão fundamental que acompanha os seres humanos desde a primeira tecnologia disruptiva, ou seja, se a aceitamos e nos adaptamos ou não.

Schwab (2016) descreve que a primeira Revolução Industrial usou água e energia a vapor para mecanizar a produção. A segunda usou energia elétrica para criar a produção em massa. A terceira tinha seu foco principal no uso da eletrônica e no gerenciamento dos processos de TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação no intuito de melhorar a dinâmica dos procedimentos de automação da produção. Agora, chega-se a uma quarta Revolução Industrial que pode estar sendo considerada um prolongamento da terceira refletindo a disseminação dos mecanismos de revolução digital que ocorrem desde o final do século XX, onde existe uma fusão e sinergia de tecnologias que confundem e não delimita de forma precisa as esferas biológicas, físicas e digitais. O autor descreve que estes fatores caracterizam uma quarta revolução de uma forma distinta que reflete diretamente sobre velocidade, escopo e impactos dos sistemas. O grande diferencial é a velocidade das descobertas atuais que evolui num ritmo exponencial comparada com as anteriores, o que acaba transformando e perturbando todos os setores de atividades produtivas de forma exacerbada, alterando de maneira ampla e profunda todos os sistemas globais de produção, gestão e governança.

Um dos fatores principais segundo Schwab (2016) para esta mudança, foi o desenvolvimento de processos que usam a inteligência artificial (IA). A evolução desta nova tecnologia que se faz presente em muitas atividades e serviços ao nosso redor, desde carros autônomos, drones, assistentes virtuais e softwares tradutores. Os modelos baseados em IA sofreram progressos de forma impressionante, coordenados pelo aumento exponencial do poder de computação, pelo aparecimento do BigData (disponibilidade de grande quantidade de dados para análise), software que possibilita a descoberta de novas drogas até serviços culturais oferecido por plataformas que trabalham com algoritmos no seu desenvolvimento. A Biotecnologia também faz parte deste processo de revolução industrial realizando interações entre o mundo biológico e as novas tecnologias de fabricação digitais, onde diversos profissionais de áreas transdisciplinares como arquitetos, engenheiros, designers, programadores, cientistas de dados, etc. buscam realizar uma sinergia entre manufatura aditiva, engenharia de materiais, biologia sintética e design computacional, no intuito de criar uma simbiose entre microrganismos, corpo humano, produtos vestíveis e consumíveis e até os edifícios que habitamos.

Em todos estes processos, precisamos entender como inserir estes componentes nas pesquisas de maneira ecológica de maneira que as inovações possam se tornar sustentáveis. Trata-se da necessidade premente que os componentes robóticos sejam considerados como eco inovações e que se opte em realizar a pesquisa de desenvolvimento de um produto robótico acoplada à pesquisa de descarte. Alguns mencionarão que essa conduta acarretará aumento de tempo e de custos financeiros, com redução da competitividade. Um dos argumentos, aqui empregado como contrário a esse pensamento, baseou-se em processos como a vulcanização da borracha e a polimerização que originou o plástico, que exemplificam as dificuldades de manejo no meio ambiente cujo enfrentamento tem demandado altos custos e, ainda, pífios resultados. Semelhantes erros passados e de agora, como o caso dos resíduos eletrônicos em Agbogboshie, não permitem repetições.

A venda de robôs no mundo vem aumentando para diversas atividades industriais e serviços de defesa nacional, logística, serviços de saúde e limpeza (IFR, 2017a; IFR, 2017b). Além disso, a utilização desses produtos por parte de consumidores comuns para fins de recreação, como drones voadores, também está se consolidando (MEOLA, 2017). Os robôs são basicamente fabricados com materiais classificados como eletroeletrônicos, fios e cabos, metais bem como constituídos de componentes químicos perigosos, como pilhas e baterias que possuem metais pesados (XAVIER et al, 2017). Assim como os produtos eletroeletrônicos domésticos comuns, os robôs possuem um ciclo de vida desde a extração de seus materiais constituintes para fabricação até a disposição final (LI et al., 2018). Portanto, a crescente utilização de robôs deve gerar, por consequência, uma crescente geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) e agentes químicos que deverão ter uma destinação final correta com o objetivo de amenizar impactos à saúde e meio ambiente (PERKINS et al, 2014).

2.1 Materiais robóticos

A construção, operação e manutenção de robôs exigem a utilização de grande variedade de materiais como polímeros, silicone, borrachas, óleos, lubrificantes, graxas e diversos tipos de gases, pilhas e baterias (LUBRYSPECIAL, s.d.; VOIGT et al., 2012; XU et al., 2017; COYLE et al., 2018). A tentativa de aproximar e adequar o novo mundo robótico à realidade trouxe a criação de novos materiais provenientes de experimentos com uma grande variedade de substâncias químicas. Essas novas substâncias podem ser utilizadas como a base estrutural de um robô – humanoides (MAGISTRIS et al., 2017); peles artificiais (HOSHIDE & JANDIAL, 2018); e camuflagem (DONALDSON, 2018), que são produtos “bio-inspirados” (bio-inspired) sobre os quais são utilizados materiais sintetizados considerados macios no sentido de promover uma maior aceitação por parte de consumidores de um produto que seja similar a um organismo biológico, além de prover maior flexibilidade nos movimentos de uma máquina (COYLE et al., 2018).

2.2. Legislação e resíduos de materiais robóticos no Brasil

Em nosso país, a preocupação com esse tipo de resíduo é recente. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), regulamentada pela Lei N° 12.305/2010, definiu que os materiais como os agrotóxicos e resíduos perigosos, bem como as embalagens; pneus; óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes; produtos eletroeletrônicos e seus componentes, devem passar pelo sistema de logística reversa. Portanto, além do metal, todos esses materiais são

essenciais na constituição de robôs. A PNRS é a referência legal que estabeleceu que a gestão desses materiais deve ser estabelecida com a logística reversa, que compartilha a gestão desses resíduos entre os geradores e consumidores (BRASIL, 2010). O Decreto Federal Nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, foi publicado para regulamentação da logística reversa e obriga fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos a estruturar e implementar esse sistema (BRASIL, 2017). Essa forma de gestão de resíduos baseia-se no princípio de que o consumidor deve encaminhar um produto descartado à empresa que o produziu ou comercializou na intenção de prolongar o ciclo de vida dele com o aproveitamento dos materiais descartados que ainda tenham função por meio da reutilização ou reciclagem (MAZZOLI et al., 2013); os componentes sem potencial de reutilização ou reciclagem (rejeitos) podem ser armazenados ou enviados a um aterro sanitário licenciado.

2.3. Gestão de resíduos e rejeitos robóticos

No Brasil, a gestão de resíduos robóticos deve respeitar a legislação vigente. Deve-se também considerar a ordem de hierarquização de manejo de resíduos: não geração; redução; reutilização; reciclagem; tratamento; e destinação final adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Conforme previsto no conceito de Responsabilidade Compartilhada da PNRS, é necessário considerar a gestão participativa de fabricantes, consumidores e empresas especializadas licenciadas. O planejamento de como será feito o gerenciamento dos resíduos é o início da implantação de uma boa gestão. Para tanto, pode-se considerar dois instrumentos: a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) do produto na cadeia produtiva (ABNT, 2014); e o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) (BRASIL, 2010).

Segundo Kikuchi (2016), a ACV tem como objetivo a redução de impactos ambientais negativos causados pelo consumo de insumos e materiais utilizados na produção. A ACV é uma ferramenta que pode quantificar e qualificar os possíveis resíduos e rejeitos que podem ser gerados desde a extração de matérias-primas até a destinação final após o descarte do produto. Logo, a ACV pode ser adotada pelo fabricante com o objetivo de se prever os resíduos e rejeitos produzidos na fabricação de determinado produto em toda a cadeia produtiva. O fabricante deverá elaborar um PGRS, o qual é um documento solicitado por órgãos ambientais. É com este Plano que a empresa poderá mapear seus processos de geração de resíduos, qualificá-los, quantificá-los, planejar a infraestrutura necessária e firmar parcerias com empresas licenciadas que façam a destinação final correta dos materiais descartados. É também no PGRS que se pode planejar a implantação do Sistema de Logística Reversa (BRASIL, 2017). Convém que o Plano seja atualizado periodicamente conforme mudanças nos processos de fabricação, dinâmicas de coleta e parceiros de gerenciamento de resíduos. É válido ressaltar que o estudo de ACV é importante para conferir suporte técnico ao PGRS, embora não seja obrigatória. Com o estudo de ACV e PGRS elaborados, a fabricante pode implementar o Sistema de Logística Reversa planejado (BRASIL, 2017). Este instrumento conta com a participação dos consumidores, os quais deverão retornar os produtos descartados à empresa a fim de haver a disposição final adequada. É válido lembrar que a empresa deverá empenhar-se em campanhas de conscientização ambiental para que seus produtos descartados sejam devolvidos.

Para a execução da gestão planejada conforme PGRS, é obrigação elaborar e atualizar anualmente o Inventário de Resíduos Industriais conforme Resolução CONAMA Nº 313 (2002), afinal os fabricantes de robôs enquadram-se no Art.4º da Resolução referida. O Inventário é uma ferramenta de controle e gestão que faz parte do PGRS elaborado. Neste documento, há a identificação da empresa e seus processos industriais; a listagem das

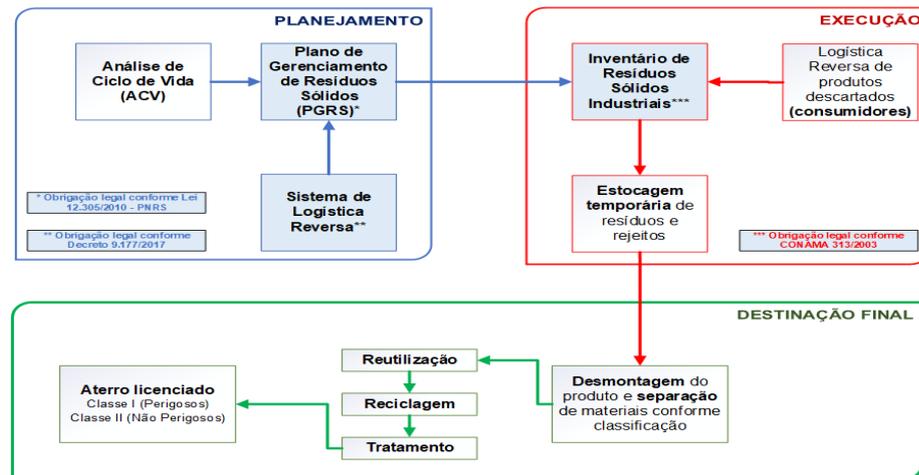
matérias-primas e insumos utilizados na produção; a quantidade de produtos produzidos e o armazenamento adotado para determinado resíduo gerado antes, durante e depois da fabricação do robô. A CONAMA 313/2002 também abrange a identificação das etapas de reutilização, reciclagem e disposição final dos materiais utilizados para fabricação de determinado produto. Ressalta-se que, no Inventário, pode-se incluir os produtos descartados por consumidores através do sistema de logística reversa, afinal esses já fizeram parte do processo produtivo. O Inventário de Resíduos garante a execução do PGRS elaborado. Por último, a fabricante deve encaminhar recicláveis e não recicláveis descartados às respectivas empresas licenciadas e especializadas em gerenciamento.

O ideal é que todo material enviado seja desmontado por uma equipe especializada da empresa terceira receptora (Li et al., 2018) para, então, considerar a possibilidade de reutilização e reciclagem de resíduos separados e classificados de acordo com a norma de classificação de resíduos ABNT NBR 10.004:2004 (ABNT, 2004). Os rejeitos devem ser encaminhados para aterros sanitários licenciados para recebimento de cada tipo – Classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos), ou outra destinação considerada apropriada pela empresa especializada. Assim, tem-se que o gerenciamento de resíduos sólidos robóticos deve ser feito consoante com a hierarquização prevista pela PNRS (2010) e pode ser resumido da seguinte maneira:

- ✓ Elaboração de avaliação de ciclo de vida do produto (ACV) (ABNT, 2014): antecipação e listagem de todos os possíveis resíduos e rejeitos que devem ser gerados por meio do mapeamento de insumos e matérias-primas necessários na cadeia produtiva, desde a extração de matérias-primas até a destinação final apropriada;
- ✓ Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) (BRASIL, 2010): o PGRS é uma exigência legal de órgãos ambientais e é importante para a qualificação e estimativa de geração de resíduos recicláveis e não recicláveis; implantação de infraestrutura adequada; planejamento da dinâmica de coleta; planejamento do Sistema de Logística Reversa; engajamento de funcionários e clientes; estratégias de não geração e redução; e indicação de empresas especializadas para destinação de cada tipo de resíduo;
- ✓ Elaboração e execução do Inventário de Resíduos Industriais (CONAMA, 2002): listagem de processos, resíduos e rejeitos gerados durante a fabricação de um produto. O inventário também é obrigação legal e fundamental para a execução do PGRS elaborado e deve incluir os produtos descartados recebidos de clientes por meio do Sistema de Logística Reversa implantado;

A figura abaixo mostra um possível sistema simplificado de gestão de resíduos e rejeitos robóticos de acordo com a hierarquia de manejo da PNRS (2010).

Figura 1 - Sistema simplificado de gestão de resíduos robóticos



Fonte: Própria autoria, 2019

3. RECOMENDAÇÕES GERAIS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

De acordo com Xavier et al. (2017), os resíduos eletroeletrônicos possuem uma grande variedade de componentes físicos e químicos perigosos.

A disposição temporária de materiais classificados como perigosos deve ser feita em locais com ventilação; delimitar, demarcar e sinalizar área isolada apropriada, utilizar tambores e contêineres para embalagens de produtos químicos conforme NBR 12235:1992 (ABNT, 1992). Para resíduos não perigosos, sugere-se a adoção de infraestrutura conforme NBR 11174:1990 (ABNT, 1990). Para o manejo, cuidados com a segurança do trabalhador devem ser considerados para desmontagem de equipamentos e disposição temporária. Algumas medidas preventivas podem ser adotadas para evitar riscos ao trabalhador conforme as Normas Regulamentadoras (NR) (BRASIL, s.d.).

É necessário que a empresa elabore e atualize anualmente o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), conforme NR-9 e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) conforme NR-7. A partir do PPRA e PCMSO, a empresa deve instalar Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), além de fornecer, disponibilizar e fiscalizar o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) em conformidade com a NR-6 para agentes químicos e físicos resultantes do processo de desmontagem. As empresas fabricantes devem firmar parceria apenas com empresas de gerenciamento de resíduos que possuam licenças ambientais vigentes para a atividade desempenhada – transporte e destinação final. Também deve ser exigida a emissão de Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR) e Certificados de Destinação Final (CDF) para comprovar o gerenciamento ambientalmente correto.

4. Considerações Finais:

A proposta inicial deste texto foi discutir a pesquisa de inovação na área de robótica, que vem sendo idealizada e implementada de maneira desconectada da pesquisa para o posterior descarte dos itens gerados, após a análise e discussão da literatura consultada.

No âmbito filosófico, este estudo aponta para uma ideia mais próxima a nós estudiosos e pesquisadores e uma outra, um pouco longínqua para todos nós, humanos. A ideia próxima foi constatar que o percurso metodológico adotado indicou ser racional, ao se investir em

inovações tecnológicas como a robótica, associar-se ao pensamento ecosófico de Guattari e de forma crítica olhar a quem e onde a tecnologia irá contribuir para o bem viver conforme a exclusão apontada por Agamben. No que se refere à ideia longínqua a todos nós, é entender que, talvez, as inovações tecnológicas *per si* não representem a real aflição, mas sim as inquietações que venham desse movimento do olhar endógeno e ter de enfrentar a transição enquanto indivíduo ou como indivíduo inserido em uma comunidade.

No âmbito técnico relacionado às ações factíveis, em especial no caso específico do nosso país, sugere-se que sejam desenvolvidas as seguintes particularidades técnicas a) a avaliação de ciclo de vida do produto (ACV) na cadeia produtiva; b) elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) com planejamento de Sistema de Logística Reversa, e; c) elaboração e execução de Inventário de Resíduos Industriais, como discriminadas no corpo do texto.

Como as revoluções que a precederam, a Quarta Revolução Industrial tem o potencial de elevar os níveis de renda global e melhorar a qualidade de vida das populações em todo o mundo. Até o momento, aqueles que mais ganharam com isso foram os consumidores capazes de pagar e acessar o mundo digital; a tecnologia possibilitou novos produtos e serviços que aumentam a eficiência e o prazer de nossas vidas pessoais, desde pedir um táxi, reservar um voo, comprar algum produto, fazer um pagamento, ouvir uma música, assistir um filme ou jogar *on line*, etc. Todos estes novos serviços podem ser feitos de maneira remota, sem grandes dificuldades, somente necessitando de um acesso à internet.

No futuro, a inovação tecnológica também levará a um milagre do lado da oferta, com ganhos de eficiência e produtividade a longo prazo. Os custos de transporte e comunicação cairão, a logística e as cadeias de suprimentos globais se tornarão mais eficazes e o custo do comércio diminuirá, o que abrirá novos mercados e impulsionará o crescimento econômico.

Infelizmente, ainda não temos uma “bola de cristal” que forneça uma certeza absoluta sobre como será o amanhã, se de alguma maneira o cidadão poderá ser favorecido ou existirá uma grande complexidade dos fatos envolvidos no tocante a uma visão de “ficção científica” no emprego de argumentos tipo “bola de neve” onde não exista alguma restrição em que os desejos do cidadão sejam defenestrados ou possa existir a construção de cenários prospectivos que revelem grande ganância ou corrupção de todos os indivíduos ou instituições envolvidas.

5. REFERÊNCIAS

AGAMBEN, Giorgio. **Homo sacer: o poder soberano e a vida nua I**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

ALOISE, P.G.; NODARI, C. H.; DORIO, E.C.H. *Ecoinovações: um ensaio teórico sobre conceituação, determinantes e achados na literatura*. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122016000200278&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: jul. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004. Resíduos Sólidos - Classificação. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11174. Armazenamento de Resíduos - Classe II. 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12235. Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14040. Gestão Ambiental - Ciclo de Vida. 2001.

BAUMAN, Z. **Vida para o Consumo**. Ed. Zahar. 2008

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais**. 2002. Disponível em: <<http://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263>>. acesso em 13/07/2021

BRASIL - Presidência da República. **Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**.

BRASIL - Presidência da República. *Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9177.htm>. Acesso em: ago. 2019.

CLARUS TECHNOLOGY. **Graxas para Robôs e Sistemas Robóticos**. disponível em: <<http://www.lubryspecial.com.br/graxas-e-lubrificantes-aplicacoes/robos-e-equipamentos>>. acesso em 26/07/2021.

COYLE, S.; MAJIDI, C.; LEDUC, P.; HSIA, K.J. **Bio-Inspired Soft Robotics: material selection, actuation, and design**. Extreme Mechanics Letters. Elsevier, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352431617302316>> Acesso em: 10/08/2021.

DONALDSON, L. **New Stretchable Material Inspired by Octopus Camouflage**. Elsevier, 2018. disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702118300476>>. acesso em : 28/07/2021.

GUATTARI, F. **As três ecologias**. Tradução Maria Cristina P. Bittencourt. 3ª edição. Campinas/São Paulo: Papirus, 1991.

HOSHIDE, R; JANDIAL, R. **Sense: Robotic Skin that Senses Proprioception, Temperature, and Pressure**. World Neurosurgery. Elsevier, 2018 Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187887501830175X>>. Acesso em: 15/08/2021.

IFR2017a/b- Executive Summary World Robotics 2017 Service e Industrial Robots

JAMIESON, D. **Ética & meio ambiente: uma introdução**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

KIKUCHI, Y. **Chapter 24 - Life Cycle Assessment**. Plant Factory, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012801775300024X>>. Acesso em 16/08/2021.

MAGISTRIS, G. ; et al. **Optimized Humanoid Walking With Soft Soles**. Robotics and Autonomous Systems. Elsevier, 2017. Disponível em : <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921889016301245> >. Acesso em: 25/07/2021.

MAZZOLI, M.D; DOMICIANO, G. C.; VIEIRA, R. **Lixo Tecnológico/Eletrônico: Um Breve Histórico do Problema a Possíveis Soluções no Caso Brasileiro**. ConGeA. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2013.

MEOLA, A. **Drone Market Shows Positive Outlook with Strong Industry Growth and Trends**. Business Insider. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/drone-industry-analysis-market-trends-growth-forecasts-2017-7>>. Acesso em 15/08/2020.

PERKINS, D.; et al. **E-Waste: A Global Hazard**. Annals of Global Health. Elsevier, 2014. Disponível em : <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214999614003208>>. Acesso em 15/05/2020.

PORTAL DOS RESÍDUOS – **Gestão de Riscos e Treinamentos**. Disponível em: <<http://portaldolixoeletronico.com.br/>>. Acesso em: set. 2018.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond**. World Economic Forum. Foreign Affairs. 2016.

SCHWAB, K.; Davis, N. **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

VOIGT, D.; et al. **Shoe Soles For The Gripping Robot: Searching for polymer-based materials maximising friction**. Robotics and Autonomous Systems. Elsevier, 2012. Disponível em: <[https://www-sciencedirect.ez47.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0921889012000681](https://www.sciencedirect.ez47.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0921889012000681) >. Acesso em 20/07/2021.

XAVIER, L.H.; et al. **Manual para a destinação de resíduos eletroeletrônicos: orientação ao cidadão sobre como dispor adequadamente os resíduos eletroeletrônicos na cidade do Rio de Janeiro**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Cetem, 2017.

XU, I.: et al. **Welding Seam Tracking in Robotic Gas Metal Arc Welding**. Journal of Materials Processing Technology. Elsevier, 2017. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez47.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0924013617301607> >. Acesso em 22/07/2021.