

PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA 4.0: AUXILIA A SUSTENTABILIDADE DO MERCADO DE CONSUMO?¹

NATIONAL SOLID WASTE PLAN IN INDUSTRY 4.0: IS IT HELPING THE SUSTAINABILITY OF THE CONSUMER MARKET?

Rossana Marina De Seta Fisciletti²

Doutora em Direito

Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro/RJ

Erika Tavares Amaral Rabelo de Matos³

Doutoranda em Direito

Universidade Veiga de Almeida - Rio de Janeiro/RJ

João Batista Soares da Costa Junior⁴

Graduando em Direito

Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro/RJ

RESUMO: A Indústria 4.0 propõe uma mudança drástica no modo como a sociedade está acostumada a viver. Novos conceitos são introduzidos no cotidiano, ampliando e convergindo a tecnologia disponível em favor da redução dos custos de produção, da economia de matéria-prima, da redução de resíduos, da personalização de produtos, entre outros exemplos. Este trabalho tem o objetivo de observar estratégias para a gestão de resíduos sólidos, a fim de atender as diretrizes globais de sustentabilidade e as exigências

1 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, vinculado à Universidade Veiga de Almeida.

2 Doutora em Direito pela Universidade Veiga de Almeida (Bolsista PROSUP-CAPES). Mestre em Direito Econômico. Professora de Direito Civil e Direito do Consumidor dos cursos de Graduação e Pós-Graduação da Universidade Estácio de Sá. Pesquisadora Produtividade (Unesa). Coordenadora do Observatório de Direito Digital (PIBIC-UNESA). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa *Global Law Comparative: Governnance, Innovation and Sustainability* (GGINNS). Advogada. E-mail: direitorossana@gmail.com.

3 Doutoranda do Programa de Pós-graduação stricto sensu em Direito da Universidade Veiga de Almeida (Bolsista PROSUP-CAPES). Mestre em Ciências Ambientais (UVA). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa *Global Law Comparative: Governnance, Innovation and Sustainability* (GGINNS). Advogada. E-mail: etarm13@gmail.com.

4 Graduando no 7º período do Curso de Direito da Universidade Estácio de Sá, Pesquisador CNPq Pibic UNESA, membro do Observatório de Direito Digital. Diretor de Planejamento do Comitê de Jovens Arbitralistas do Centro Brasileiro de Mediação e Arbitragem. Pesquisador do Grupo de Pesquisa *Global Law Comparative: Governnance, Innovation and Sustainability* (GGINNS). E-mail: costajr@assessoria.adv.br.

dos consumidores 4.0 por uma atuação responsável e menos degradante das empresas em relação ao meio ambiente.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Resíduos Sólidos; Consumidor 4.0; Ecoeficiência; Sustentabilidade.

ABSTRACT: Industry 4.0 proposes a drastic change in the way society is used to living. New concepts are introduced into everyday life, expanding and converging the available technology in favor of reducing production costs, saving raw materials, reducing waste, and customizing products, among other examples. This work aims to observe strategies for managing solid waste to meet the global sustainability guidelines and the requirements of consumers 4.0 for the reliable and less degrading performance of companies about the environment.

Keywords: Industry 4.0; Solid Waste; Consumer 4.0; Eco-efficiency; Sustainability.

INTRODUÇÃO

O Brasil vem se preparado para encarar a profusão de mudanças que estão sendo trazidas juntamente com o crescimento e implantação das inovações provenientes da Indústria 4.0 que vêm impactando todos os setores econômicos e sociais. O tema vem sendo cada vez mais debatido em razão das estratégias que o mercado deve apresentar para a sua consolidação.

Apesquisa discorre sobre a necessidade do emprego efetivo de ferramentas que desenvolvam a redução da produção de resíduos sólidos, bem como possibilitem sua rastreabilidade, para que ocorra o efetivo reaproveitamento e o descarte adequado, por exigência da implantação e crescimento da Indústria 4.0 no Brasil. A justificação do presente trabalho se consolida com a crescente necessidade de modelos, métodos e pelo *ímpeto legislativo* em dar efetividade ao rastreamento e reaproveitamento de resíduos sólidos no Brasil, apresentando como fonte de possibilidades os avanços tecnológicos e o crescimento da Indústria 4.0.

Por meio da revisão integrada da doutrina e da legislação *correlata ao tema*, o objetivo geral é o de analisar as diretrizes de produção sustentável na Indústria 4.0. Como objetivos específicos estão os de (i) observar o impacto da indústria 4.0 e sua correlação com as políticas de descarte de resíduos; (ii) identificar as técnicas de gestão de resíduos sólidos e seu impacto no mercado de consumo.

1. INDÚSTRIA 4.0 E SUSTENTABILIDADE

Para compreender a problemática observada, a análise deve perpassar pela conceituação das terminologias apresentadas. Como afirmam Fisciletti e Borges (2019, p. 17):

A Agenda Brasileira de Industrialização no século XXI deve consistir num modelo em que as questões sustentáveis se tornam praticamente obrigatórias, previstas em políticas, programas, leis e regulamentos. Com isso, a sociedade brasileira cumprirá as metas internacionais impostas. E as empresas devem observá-las não apenas como uma opção, mas como uma questão de cumprimento aos ditames internacionais, se quiserem competir internacionalmente e garantir a sobrevivência do mercado interno.

O termo “indústria 4.0” foi utilizado pela primeira vez em 2011, na Alemanha, para denominar a “Quarta Revolução Industrial”, no caso, o momento histórico transformador, onde através da tecnologia, inovação e integração multidisciplinar, os humanos e as máquinas se tornariam mais próximos. É um cenário em que ocorrem mudanças tecnológicas, comportamentais e conceituais na sociedade, a exemplo do mercado de trabalho, com a extinção e o advento de novas profissões, trazendo nomenclaturas como “Advogado 4.0”, “Marketing 4.0”, “Educação 4.0”, “Consumidor 4.0”, que buscam evidenciar o novo paradigma temporal em que a sociedade está transitando.

No mercado de consumo, diversas empresas têm envidado esforços para revelar uma “personalidade sustentável”, através de estratégias de marketing com o objetivo de demonstrar aos consumidores que se preocupam com o meio ambiente, que utilizam fontes renováveis e sistemas de *compliance* ambiental, divulgando suas atividades de preservação do meio ambiente em geral. Essa exposição se pelo fato de que a nova geração de consumidores, os 4.0 ou *prosumers* exige dos fornecedores uma atuação responsável e menos degradante ao meio ambiente. Em outras palavras, as empresas do futuro deverão ser ecoeficientes, atendendo as diretrizes globais de sustentabilidade e as novas exigências de consumo.

A preocupação com ações em prol da conservação, reciclagem e recuperação de áreas degradadas, apontou mais um drama que aflige a sociedade de forma silenciosa: os resíduos provenientes da manufatura industrial.

Nas palavras de Fiorillo (2017, p. 344), resíduos sólidos são “descargas

de materiais sólidos provenientes das operações industriais, comerciais, agrícolas e da comunidade”.

A NBR 10.004 (BRASIL, 2004) conceitua, no item 3.1, resíduo sólido como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispõe que as políticas para os resíduos (material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade) nos estados sólido, semissólido, bem como de gases contidos em recipientes e líquidos, que em razão de suas particularidades se torne inviável o descarte na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, devem apresentar soluções e planos em todas as esferas governamentais para a gestão de resíduos sólidos, com “metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada”.

Observa a lei supracitada que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos deve estar alinhado com a “proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas” (art. 15, II). As diretrizes brasileiras para o desenvolvimento na Indústria 4.0 exigem das empresas a mitigação da degradação ambiental decorrente de suas atividades, bem como o rastreio, reutilização de resíduos, diminuição do quantitativo de rejeitos, destinação e descarte apropriados.

Por rastreio ou rastreabilidade dos resíduos sólidos entende-se a capacidade de se traçar o histórico, a aplicação ou a localização de um determinado resíduo desde o gerador até a destinação final ambientalmente adequada, através da identificação. Nesse processo se pode identificar a origem dos resíduos e seus componentes, o histórico de produção, ou ainda, a distribuição e a localização do resíduo depois de gerado.

Iniciativa recente foi a do projeto piloto desenvolvido em conjunto pelas Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e Empresa Brasileira

de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), na cidade de Sorriso, em Mato Grosso, que visa a utilização da biomassa na geração de energia em localidades com carência de luz elétrica e criação de novos produtos com os resíduos dos processos produtivos (ABDI, 2019).

2. MEIOS DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0

Na Indústria 4.0, os meios de produção vêm se modificando. Através da automatização da cadeia produtiva, com a robotização, a implementação da IoT (Internet das Coisas) e da Internet das Coisas Industrial (IIoT), serão drasticamente reduzidas as necessidades de estoque de matéria-prima e de produção em larga escala.

A constante mutabilidade das cadeias de produção e consumo é marcante na Indústria 4.0, pois os consumidores estão cada vez mais específicos e, com isso, demandam produtos projetados para si. A IIoT possui três âmbitos de ocupação, que se propõem a melhorar o desempenho e a sustentabilidade dos processos básicos da indústria de grande porte: fabricação, logística e energia, como observa Fisciletti (2020, p. 96).

A fabricação é o centro de todo o investimento em IIoT, que através da manufatura avançada se propõe a proporcionar um melhor produto final.

A logística e os transportes para o recebimento das matérias-primas e entrega do produto final precisam estar conectados com informações em tempo real, economizando-se tempo e energia, proporcionando cooperação com fornecedores e clientes através de informações precisas e monitoráveis.

Em se tratando de energia e sustentabilidade, a vantagem da IIoT é a utilização de energia limpa e renovável, além do incentivo à reciclagem e do reaproveitamento de materiais (FISCILETTI, 2020, p. 96).

Desta forma, a manufatura avançada se propõe, nos próximos anos, a reduzir e descentralizar a produção de grandes marcas presentes no mercado, o que se tornará vantajoso, tanto para a indústria, quanto para o consumidor, sobretudo se as fábricas inteligentes (onde a tecnologia possibilita que a demanda seja atendida de forma imediata) forem pulverizadas nas principais capitais, uma vez que a matéria-prima utilizada poderá ser local, ou seja, o processo de distribuição sofrerá menos impacto tarifário e terá melhor logística para a circulação dos produtos.

Com a pulverização das fábricas inteligentes, a quantidade de resíduos também diminuirá, por fomentar o crescimento das empresas de reciclagem

nas regiões e estas terão que modernizar seus métodos e estar presente neste novo mercado como importantes parceiras da Indústria 4.0, afastando o estigma que as colocava em patamar inferior no passado, assumindo destacado papel para geração de empregos, oportunidades e auxiliando a cadeia de sustentabilidade social.

Além da possível pulverização, as fábricas inteligentes não precisarão atender apenas a manufatura de determinada marca, pois sua linha de produção terá capacidade para atender diversos fornecedores de um mesmo segmento, reduzindo custos, proporcionando o aumento dos lucros, da qualidade e do atendimento ao consumidor.

3. ESTRATÉGIAS PARA GESTÃO DE RESÍDUOS

Algumas estratégias vêm sendo implementadas no sentido de viabilizar a gestão de resíduos na Indústria 4.0, como a economia circular, a logística reversa e a prática ecoeficiente na destinação dos resíduos, que serão apresentadas a seguir.

3.1 ECONOMIA CIRCULAR

Durante a maior parte do processo produtivo nas três Revoluções Industriais, a economia industrial era linear, que funcionava através do conceito de extrair, produzir e descartar. Há vários anos, esse modelo foi se revelando inadequado, especialmente quando se trata da utilização de matérias-primas não renováveis e da necessidade de práticas sustentáveis nos modelos de negócio.

A Quarta Revolução Industrial expande a técnica da Economia Circular (*Circle Economy*), um conceito que vai muito além da reciclagem dos produtos ou resíduos, mas como um meio sustentável de operacionalizar as novas demandas presentes na Indústria 4.0.

Através deste novo paradigma, cada matéria-prima, após ser classificada como resíduo para determinada indústria, é realocada e reutilizada por outra indústria e assim sucessivamente, até que não haja mais possibilidades viáveis de reaproveitamento, garantindo, desta forma, que o ciclo de vida do material seja exaurido.

Além do benefício econômico que tal modelo dispõe aos empreendedores que adotam sua prática, trata-se de uma política de reaproveitamento de

resíduos sólidos adequada aos ideais da Indústria 4.0, que pretende pulverizar suas linhas de produção através de fábricas inteligentes, adotando a economia circular como forma de melhorar sua margem de lucro, minimizar os resíduos provenientes da manufatura e, até mesmo, negociar tais resíduos, por meio do trabalho de startups, por exemplo.

Para ilustrar as possibilidades pertinentes ao reaproveitamento dos resíduos, bem como o espírito inovador e empreendedor proveniente da indústria 4.0, cita-se o trabalho da startup VgResíuos, terceiro lugar no ranking dos cem negócios mais atraentes para o mercado, em 2017, publicado pelo jornal Valor Econômico (VGRESÍDUOS, 2017), em razão de soluções para gestão, geração e destinação de resíduos sólidos, estimulando a economia circular, minimizando o impacto ambiental e criando receita.

A startup é responsável também pela manutenção da plataforma on-line “Mercado de Resíduos”, um canal que cria oportunidades para as empresas negociarem: comprar, vender ou trocar resíduos, podendo também efetuar a contratação do transporte e o tratamento quando for o caso. A tendência na Indústria 4.0 é o surgimento de mais iniciativas como a da VgResíuos.

Foi iniciado no Brasil um processo de melhoria na economia circular, que, além da melhoria dos índices de reutilização de resíduos, contribui, ainda, no combate ao aquecimento global. De acordo com o relatório da *Circle Economy*, grupo apoiado pela ONU, no Meio Ambiente, apenas 9% da economia global é circular. O documento divulgado em janeiro de 2019 no Fórum Econômico Mundial em Davos, destaca a reutilização de apenas 10% das 92,8 bilhões de toneladas de minerais, combustíveis fósseis, metais e biomassa usados todos os anos em processos produtivos (ONU, 2019).

3.2 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social que pode ser caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, tanto em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, bem como para dar outra destinação final ambientalmente adequada, conforme o art. 3º, XII da Lei 12.305 de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A logística reversa é outra diretriz da Indústria 4.0, que consiste

no processo de planejamento da coleta dos resíduos produzidos após sua utilização, reutilizando ou destinando tais resíduos de forma correta. Ela funciona através do gerenciamento do produto após o fim do seu ciclo de vida, tendo o objetivo de neutralizar o impacto ambiental que tal produto possa provocar, caso seja descartado de forma incorreta.

Um exemplo de produto que conta com diversas campanhas de prática de logística reversa é a pilha. Por conter metais pesados como mercúrio, chumbo, cádmio, níquel, entre outros, seu descarte de forma incorreta pode acarretar um potencial risco a saúde: cada pilha descartada incorretamente no meio ambiente, pode contaminar uma área de até um metro e meio quadrado e, além da contaminação individual, o depósito incorreto destes materiais em lixões pode gerar danos não somente ao solo, mas também nas plantas, animais e na água, levando a contaminação aos lençóis freáticos. (ROA, SILVA, NEVES e WARIGODA, 2009).

A Resolução do CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 257 (BRASIL, 1999), tornou obrigatório, desde 1999, que importadores e revendedores de pilhas e baterias, aceitem e armazenem os produtos descartados, a fim de efetivar o posterior envio ao fabricante, sendo dele a responsabilidade de dar o correto destino aos resíduos, além da obrigação em conduzir pesquisas que reduzam o uso de componentes tóxicos. Infelizmente, no mercado brasileiro coexistem diversos produtos contrabandeados que por vezes não se alinham às regras vigentes, o que embaraça, ainda mais, a efetividade das normas.

No caso das pilhas e baterias, diversas empresas que apoiam iniciativas sustentáveis se propõem a coletar tais materiais encaminhando ao responsável pela destinação correta dos mesmos, porém diversos outros poluentes não contam com o mesmo engajamento, sendo descartados de forma incorreta pela população (NUNES, 2017, p.30).

A fim de persuadir o empresariado, o Brasil vem adotando medidas mais enérgicas para implementação da logística reversa em relação aos eletroeletrônicos de uso doméstico, sancionando o Decreto nº 10.240, *em 12 de fevereiro de 2020*, que regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, regulando a implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico, obrigando as empresas do setor a implantarem sistemas de coleta

desse tipo de resíduo e a darem a adequada destinação.

Cabe ressaltar que as determinações presentes neste recente decreto entram em vigor na data de sua publicação e visam a estruturação e implementação do sistema de logística reversa em duas fases, a primeira com fim em 31 de dezembro de 2020, de acordo com o art. 8º, *I visando i) instituir o Grupo de Acompanhamento de Performance; ii) que fabricantes e importadores, por meio de instrumento jurídico aplicável, façam a adesão às entidades gestoras, ou a apresentação de seu modelo individual para execução das atividades pelas quais são responsáveis no sistema de logística reversa; iii) que comerciantes e distribuidores, por meio de instrumento jurídico aplicável, façam a adesão às entidades gestoras, ou formalizem sua participação em sistema individual de fabricante ou importador para execução das atividades pelas quais são responsáveis no sistema de logística reversa; iv) que seja instituído mecanismo financeiro a fim de assegurar a sustentabilidade econômica da estruturação, da implementação e da operacionalização do sistema de logística reversa; v) através do Grupo de Acompanhamento de Performance, a estruturação de mecanismo que permita a coleta dos dados necessários ao monitoramento e ao acompanhamento do sistema de logística reversa pelas entidades gestoras no modelo coletivo e no modelo individual; vi) o pronunciamento favorável e não vinculante do Ministério do Meio Ambiente apoiando às medidas fiscais de simplificação da operacionalização de transporte e remessa entre Estados para destinação final ambientalmente adequada de produtos eletroeletrônicos, com isenção de impostos nas saídas dos pontos de recebimento ou de consolidação; vii) que haja a regulamentação para fins de transporte interestadual, dos produtos eletroeletrônicos descartados que poderão ser gerenciados como resíduos não perigosos, nas etapas de recebimento, de coleta ou de armazenamento temporário, que não envolvam o desmonte, a separação de componentes ou a exposição a possíveis constituintes perigosos, pelo IBAMA e viii) a adoção de medidas simplificadoras que possibilitem a instalação de pontos de recebimento e pontos de consolidação nos Estados, para tanto contando com o apoio do Ministério do Meio Ambiente junto aos órgãos ambientais competentes.*

A segunda fase, com início previsto para 1º de janeiro de 2021, compreende:

- a) a habilitação de prestadores de serviços que poderão atuar no sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos;
- b) a elaboração de planos de comunicação e de educação

ambiental não formal com o objetivo de divulgar a implantação do sistema de logística reversa e qualificar formadores de opinião, lideranças de entidades, associações e gestores municipais para apoiar a implementação do sistema; e

c) a instalação de pontos de recebimento ou de consolidação, de acordo com o cronograma previsto no Anexo II (do próprio decreto) (Art. 8º, II).

O Decreto nº 10.240/2020 demonstra esforços para consolidar uma cultura de maior sustentabilidade, com metas para adesão das empresas e indústrias. Através desta nova legislação a sociedade alcança mais um patamar na direção de um ambiente desejável para seu desenvolvimento na Indústria 4.0.

3.3 ECOEFICIÊNCIA NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS

Os debates sobre educação ambiental e ecoeficiência estão crescendo no ambiente empresarial, objetivando que o empresariado compreenda as diretrizes ambientais não como gastos, mas sim como investimentos.

A ecoeficiência pode ser entendida como a “racionalização do uso dos recursos naturais, bem como a minimização da geração e do descarte de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas”. A busca pela ecoeficiência passa por toda a cadeia de fornecedores de bens e serviços (SISINNO, 2011, p.11).

A adesão às práticas ecoeficientes nas empresas vem crescendo graças às exigências dos consumidores por práticas sustentáveis. As indústrias vêm sendo desafiadas a se adaptarem ao Consumidor 4.0, caracterizado por seu “engajamento” e preocupação “com as questões globais envolvendo sustentabilidade e consumo sustentável”, que direciona suas preferências às empresas que reduzam ou se abstêm de “*testar seus produtos em animais, atuar com desperdício de água, energias e sem descarte adequado de resíduos, contribuir para o aquecimento global, entre outros impactos ambientais*” (FISCILETTI, 2020, p. 137).

Por educação ambiental se entende os processos por meio dos quais a coletividade e o indivíduo constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente e sua sustentabilidade. O Brasil possui uma Política Nacional de Educação Ambiental instituída pela Lei nº 9.795 de 1999, que visa promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente, conforme artigo 2º.

A partir desse novo ambiente de consumo, diversas empresas voltam seus olhares para o desenvolvimento de “metas verdes”, de “Produção mais Limpa” (P+L), atendendo as exigências dos consumidores, criando iniciativas e utilizando novos métodos de tratamento dos resíduos produzidos, demonstrando a preocupação ambiental como primordial em seu plano de negócios, afinal estão conscientes de que a má reputação, sob o ponto de vista da ecoeficiência, resultará em verdadeiro fracasso empresarial (NUNES, 2017, p.25).

4. METAS POSSÍVEIS

Em sua publicação sobre a avaliação de desempenho ambiental brasileiro, em 2015, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE - apontou como importante desafio brasileiro a redução da pobreza e as desigualdades. Tal apontamento reflete diretamente no cerne da questão ressaltando a necessidade de aculturamento da sociedade quanto à importância da sustentabilidade e da educação ambientais.

É elencado nas recomendações da OCDE que “a gestão sustentável e equitativa de bens naturais, bem como a dissociação do crescimento econômico das pressões ambientais, será de fundamental importância para que o Brasil possa alcançar um desenvolvimento econômico inclusivo e duradouro”, além disso é ressaltado que através da princípios básicos e diretrizes presentes na PNRS e um alinhamento desta com políticas de logística reversa, presente na maioria dos países membros da OCDE, o Brasil estará caminhando na direção certa para o melhor gerenciamento de seus resíduos sólidos.

Segundo Silva et al. (2017, p. 136), os resíduos sólidos são:

(...) classificados de acordo com sua origem, tipo de resíduo e composição química e periculosidade. Essa classificação é de extrema importância para que possamos fazer o correto gerenciamento do resíduo sólido e assim minimizar os efeitos danosos à saúde humana e ao meio ambiente.

Algumas recomendações são dirigidas ao Brasil, visando fortalecer a gestão de resíduos sólidos através: - do melhor cumprimento das normas referentes à eliminação de resíduos sólidos perigosos sem o tratamento prévio, em aterros municipais; e - do estabelecimento do Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, conforme exige a lei, usando-o para facilitar a

implementação dos programas de “logística reversa” para fiscalizar fluxos de resíduos de produtos-chave.

A OCDE observa, ainda, a necessidade de investimentos em infraestrutura e serviços relativos ao meio ambiente, para: simplificar os procedimentos administrativos e fomentar a capacitação para melhorar a execução de programas de investimento em infraestrutura relacionados ao meio ambiente, especialmente no nível local; estimular a forte colaboração intermunicipal, visando a alcançar economias de escala na prestação de serviços de saneamento e de tratamento de resíduos; estender a aplicação de encargos pelo uso da água, pelos serviços de saneamento e coleta de resíduos e reforçar a sua cobrança, com vistas a estimular o uso eficiente de recursos, ampliar a recuperação de custos, melhorar a viabilidade financeira do investimento e alavancar recursos do setor privado; usar transferências sociais para garantir que famílias de baixa renda tenham acesso adequado a esses serviços (OCDE, 2015).

Na Suécia, por exemplo, há *vários anos*, somente 4% de todo o lixo produzido no país se torna parte de aterros sanitários (SIMPERJ, 2018), com isso as cidades chegaram a economizar até 20% em transporte público e 50% em contas de energia. Atualmente o país é líder na gestão de resíduos sólidos urbanos, dando um excelente exemplo para o restante do mundo, principalmente porque o país está praticamente sem resíduos, tornando necessária a importação do lixo produzido em seus países vizinhos para alimentar seus programas energéticos, onde até mesmo as cinzas provenientes da incineração sofrem tratamento antes do descarte final (HYPESCIENCE, 2016, s/p).

A estratégia brasileira é a de ampliar a conscientização e educação ambiental, aculturando seus cidadãos de que as corretas destinação e reciclagem de resíduos podem gerar benefícios para toda a coletividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão do descarte de resíduos alcançou seu ápice no cenário brasileiro com a chegada da Indústria 4.0 que, dentro de um contexto global, tem como premissa evitar o desperdício no descarte de matérias-primas que ainda possam ser utilizadas.

Práticas ecoeficientes para a redução de resíduos sólidos *são ampliadas*

com a utilização das novas tecnologias, como a IoT, IIoT e Inteligência Artificial. O objetivo é o de rastrear, reutilizar e repensar o papel da indústria nos conceitos ambientais, a exemplo da economia circular e da logística reversa. A ecoeficiência aplicada à destinação de resíduos passa a ser uma realidade palpável e não mais um mero discurso debatido ao longo do tempo.

O novo modelo de consumo está exigindo cada vez mais do mercado, os consumidores estão mais atentos e exigentes. A implementação da Política Nacional de Educação Ambiental vem lentamente apresentando seus frutos: os consumidores brasileiros já demonstram preocupação com práticas sustentáveis, como a gestão dos resíduos gerados pelas empresas.

Dessa forma, surge para as empresas a necessidade de comprovar a gestão dos resíduos de forma eficiente, adotando um conjunto de medidas ou ações necessárias nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequadas, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos sólidos. Em outras palavras, a gestão de resíduos deve garantir o máximo de reaproveitamento, reciclagem e diminuição dos rejeitos, visando a total inclusão do Brasil nas diretrizes da Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

ABDI, Agência para o desenvolvimento da indústria no Brasil. **ABDI e Embrapa apresentam resultados de estudo sobre biomassa em Sorriso (MT)**. 2019. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/abdi-e-embrapa-apresentam-resultados-de-estudo-sobre-biomassa-em-sorriso-mt>> Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 10.004** de 31 de maio de 2004. Resíduos sólidos - Classificação Disponível em <<https://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>> Acesso em: 07 jan. 2020.

BRASIL, **Decreto nº 10.240**, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10240.htm> Acesso em: 13 fev. 2020.

BRASIL, **Decreto no 7.404** de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del7404.htm> Acesso em: 22 jan. 2020.

BRASIL, **Decreto-Lei n.º 5.452**, de 1º de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del5452.htm> Acesso em: 22 jan. 2020.

BRASIL, **Lei n º 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm> Acesso em: 20 jan. 2020.

BRASIL, **Lei no 12.305** de 2 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. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL, **Lei nº 12.965**, de 23 de abri de 2014. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l12965.htm> Acesso em: 22 fev. 2020.

BRASIL, **Lei nº 13.709**, de 14 de agosto de 2018. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm> Acesso em: 23 fev. 2020

BRASIL, Ministério da Educação, **Portaria Normativa nº 11**, de 20 de junho de 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=66431-portaria-normativa-11-pdf&category_slug=maio-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 22 set. 2020.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução do CONAMA nº 257**, de 30 de junho de 1999. Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Disponível em <https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008040356.pdf> Acesso em: 20 fev. 2020.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução do CONAMA no 401** de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e

mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589><http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=130>> Acesso em: 05 fev. 2020.

CNI, Confederação Nacional da Indústria. **Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.fiepr.org.br/para-empresas/conselhos/moveleira/uploadAddress/Visao_da_Industria_Residuos_Solidos%5B61297%5D.pdf> Acesso em: 20 jan. 2020.

DIONÍZIO, Thaís Petizer. **Poluição química proveniente do descarte incorreto de pilhas e baterias**. RC: 29880 -18/05/201902693. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/poluicao-quimica. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/poluicao-quimica#IMPACTOS-AMBIENTAIS-E-SANITARIOS-CAUSADOS-PELO-DESCARTE-INADEQUADO-DE-PILHAS-E-BATERIAS>> Acesso em: 10 fev. 2020.

DRATH, R.; HORCH, A. **Industrie 4.0: Hit or hype?** IEEE industrial electronics magazine, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014. DOI: 10.1109/MIE.2014.2312079 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263285662_Industrie_4.0_Hit_or_Hype_Industry_Forum> Acesso em: 13 fev. 2020.

FISCILETTI, Rossana Marina De Seta. **A Quarta Revolução Industrial e os novos paradigmas do Direito do Consumidor**. 2020. Tese (Doutorado em Direito) - Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2020.

FISCILETTI, Rossana Marina De Seta; BORGES, Leticia Maria de Oliveira. **A Agenda Brasileira de Industrialização no Século XXI e a Quarta Revolução Industrial**. AREL FAAR, Ariquemes, RO, v. 7, n. 3, p. 010-027, set. 2019. Disponível em: <http://www faar.edu.br/portal/revistas/ojs/index.php/arel-faar/article/view/367/246>. Acesso em: 02 fev. 2020.

FIGUEIREDO, Maria Auxiliadora Loiola de. **A Educação na Complexidade: Aspectos fragmentados do Ensino Superior**. Disponível em: <https://uniso.br/publicacoes/anais_eletronicos/2014/1_es_formacao_de_professores/39.pdf> Acesso em: 12 fev. 2020.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 17^a ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro.

Indústria 4.0: Panorama da Inovação. 2016. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A555B47FF01557D8802C639A4>> Acesso em 13 jan. 2020.

HS, Hypescience. A reciclagem na Suécia é tão revolucionária que eles estão ficando sem lixo. 2016. Disponível em: <<https://hypescience.com/reciclagem-na-suecia-e-tao-revolucionaria-que-eles-estao-ficando-sem-lixo/>> Acesso em: 10 jan. 2020.

NUNES, Claudia Ribeiro Pereira. Agenda Ambiental Brasileira - A3P - Nas Licitações Administrativas: Análise da natureza jurídica e outros aspectos legais. **Amazon's Research and Environmental Law**, 4(3), 23-41. 2017. DOI: <https://doi.org/10.14690/2317-8442.2016v43197>

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE (2015). **Environmental Performance Reviews: Brazil** 2015, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264240094-en>. Acessado em: 15 fev. 2020.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Economia circular pode ajudar países a combater mudanças climáticas, diz relatório.** 2019. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/economia-circular-pode-ajudar-paises-a-combater-mudancas-climaticas-diz-relatorio/>> Acesso em: 20 jan. 2020.

PINHEIRO, Patrícia Peck. **Direito Digital.** 4. ed. São Paulo. Saraiva, 2010.

ROA, Katia Regina Varela; SILVA, Gilson; NEVES, Leonardo Bassi Ubeda das; WARIGODA, Massuko Sawayama. Pilhas e baterias: usos e descartes x impactos ambientais. **Caderno do professor.** GEPEQ- USP: CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFISSIONAIS 2009. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/aas/_indefinidopilhasebateria.arquivo.pdf>. Acessado em: 10 fev. 2020.

SILVA, L.R.M; MATOS, E.T.A.R; FISCILETTI, R.M.S. Resíduo sólido ontem e hoje: evolução histórica dos resíduos sólidos na legislação ambiental. **AREL FAAR**, Ariquemes, RO, v. 5, n. 2, p. 126 - 142, mai. 2017. Disponível em: <http://www.faar.edu.br/portal/revistas/ojs/index.php/arel-faar/article/view/249>. Acesso em: 20 nov. 2019.

SIMPERJ, Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado do Rio de Janeiro. **Falta lixo na Suécia: O país recicla todos seus resíduos há seis anos.** 2018. Disponível em: <<https://www.simperj.org.br/blog/2018/01/16/falta-lixo-na-suecia-o-pais-recicla-todos-seus-residuos-ha-seis-anos/>> Acesso em: 10 jan. 2020.

SISINNO, Cristina Lúcia Silveira. Ecoeficiência aplicada à redução da geração de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2011. Disponível em <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/577/1/sed-79.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2020.

VG RESÍDUOS. VG Resíduos ocupa o terceiro lugar entre as 100 startups mais promissoras do Brasil. 2017. Disponível em <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/vg-residuos-terceiro-lugar-ranking-100-startups/>> Acesso em: 20 jan. 2020.

Recebido: 27.02.2020

Revisado: 25.06.2020

Aprovado: 30.09.2020