
A importância das Startups em um contexto ambiental: estudo de caso do projeto Trashbot

The importance of Startups in an environmental context: a case study of the Trashbot project

Arthur Salomão Garcia Begot

IFPA – Graduado em Tecnologia em Gestão Hospitalar e Técnico em Saneamento. **Endereço:** Av. Gov. Hélio Gueiros, Residencial Jardim Paraíso, QD 01, Casa 04, 40 horas. Coqueiro. Ananindeua/PA. CEP: 67120424. **E-mail:** arthur-garcia10@hotmail.com.

Cassia Rodrigues dos Santos

IFPA – Técnico em Saneamento.

Leon Cristhyan Santos de Oliveira

IFPA – Técnico em Saneamento.

Márcia Valéria Porto de Oliveira Cunha

Professora do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFPA, Campus Belém. Doutora em Geologia e Geoquímica pela Universidade Federal do Pará.

Franciane Andreza Veloso dos Santos Gonçalves

Professora do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFPA, Campus Belém. Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto.

RESUMO

As startups, atualmente, já são conhecidas no mundo todo pelas suas grandes ideias inovadoras as quais muitas vezes contribuem, seja de forma direta ou indireta, para a melhoria e ampliação do desenvolvimento sustentável e para a saúde pública. Um grande exemplo desse tipo de startup é o projeto *Trashbot*, também conhecido como lixeira eletrônica ou lixeira inteligente artificial, o qual visa, sobretudo, realizar a separação correta dos resíduos sólidos para reciclagem. Nesse artigo, é feito um estudo de caso dessa startup (*Trashbot*) demonstrando a evolução das startups e seus benefícios para o meio ambiente e para a saúde pública, bem como realizar uma revisão bibliográfica sobre a lixeira inteligente artificial, abordando suas principais características, funções, funcionamento, contexto e pontos favoráveis e desfavoráveis. Assim, podendo expandir o conhecimento acerca desse projeto que pode ser um bom investimento utilizado por muitas empresas em contribuição ao meio ambiente e consequentemente à saúde pública.

Palavras-chave: Meio ambiente. Resíduos. Startup. *Trashbot*.

ABSTRACT

Startups are currently known around the world for their great innovative ideas, which often contribute, either directly or indirectly, to the improvement and expansion of sustainable development and public health. A great example of this type of startup is the Trashbot project, also known as electronic trash or artificial smart trash, which aims, above all, to carry out the correct separation of solid waste for recycling. In this article, a case study of this startup (Trashbot) will be made, demonstrating the evolution of startups and their benefits for the environment and public health, as well as carrying out a bibliographic review on the artificial smart trash, addressing its main characteristics, functions, functioning, context and favorable and unfavorable points. Thus, being able to expand the knowledge about this project that can be a good investment used by many companies in contribution to the environment and consequently to public health.

Keywords: Environment. Waste. Startup. *Trashbot*.

INTRODUÇÃO

As startups já fazem sucesso no mundo desde o final do século XX e início do século XXI; segundo Filipe Garrett, no site “techtudo”, esse termo (startup) surgiu na Região da Califórnia, no vale do Silício, local conhecido por ter uma certa inovação e especialização. O termo Startup ainda é muito confundido e discutido entre os especialistas; alguns afirmam que sua definição se caracteriza por uma empresa que está iniciando; outros acreditam que é uma empresa com inovações e com baixo custo, mas que conseguem crescer de forma acelerada e em pouco tempo. Em contrapartida, já existe uma definição mais atual para o termo startup: de acordo com o artigo “O que é uma startup?” no site da SEBRAE, startup é uma empresa jovem à procura de um modelo de negócio repetível e escalável, a qual realiza seu trabalho com extrema incerteza do futuro da empresa.

As startups não só fazem parte, como também abrangem o processo de globalização, que é a interação social, econômica e tecnológica entre diversas localidades. Alguns exemplos de criações de startups bem conhecidos são: Uber, Google, Netflix, PayPal e outros. Dentre as empresas startups do mundo, algumas destinaram-se a criar projetos para a melhoria e ampliação do desenvolvimento sustentável, como por exemplo, o modelo de projeto da startup *CleanRobotics* nos Estados Unidos, onde um grupo de pesquisadores fizeram um projeto

através de suas próprias ideias sobre reciclagem, denominado *Trashbot*: lixeira inteligente artificial.

Em seguida, de acordo com o site oficial da startup *CleanRobotics*, a lixeira inteligente artificial tem como um dos objetivos principais a reciclagem correta dos resíduos sólidos que são despejados pelas pessoas. Desde início do século XXI, especialistas ambientais e cientistas do mundo todo vem apresentando novas ideias sobre desenvolvimento sustentável ao meio ambiente, que é um sistema de consumo em massa com ênfase na preocupação com a natureza. Um desses estudos foi popularizado por Béa Johnson por volta do ano de 2013, que foi a política dos 5R's, que visa a recomendação de um estilo de vida ecológico. A política dos 5R's é composta por Reutilizar, Recusar, Reciclar, Reduzir e Repensar sobre a situação dos resíduos sólidos e como isso afeta a população e o meio ambiente. Com isso, foram desenvolvidas lixeiras recicláveis, as quais são separadas por cores para que as pessoas possam descartar os resíduos de acordo com a sua classificação. Porém, foi afirmado pelo site da empresa *CleanRobotics* que ainda há muitas pessoas que confundem ou não sabem sobre qual lixeira descartar corretamente os resíduos: “reciclável ou não reciclável?”

Dessa forma, essa situação gera um problema maior quando ocorre o descarte de resíduos incorretamente nas lixeiras, dificultando a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Por conta, principalmente,

dessa problemática os cientistas Vaish Krishnamurthy e Koushil Sreenath propuseram o projeto Trashbot: lixeira inteligente artificial. Assim, o presente trabalho busca atestar a viabilidade da utilização da lixeira inteligente artificial (Trashbot), bem como apontar aspectos favoráveis e desfavoráveis da utilização da mesma.

O objetivo dessa pesquisa é abordar o projeto *Trashbot* da Startup, demonstrando sua importância para a saúde humana e para o meio ambiente. Para tanto, fez-se necessário:

- Dissertar sucintamente sobre o projeto da lixeira inteligente;
- Abordar o funcionamento do projeto e suas características, bem como vantagens e desvantagens;
- Demonstrar dados estatísticos científicos em relação a utilização do projeto;
- Realizar pesquisas sobre o norteamento do tema em relação ao meio ambiente e a saúde pública do Brasil.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Federal nº 12.305, de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010 é o marco legal para a gestão de resíduos sólidos no Brasil. Essa Política define resíduos sólidos como “todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade”. Um estudo realizado por Ibanhes,

Matos e Schilindwein (2020, pag. 174) demonstra que resíduos sólidos podem ser reciclados, e que essa ação é capaz de ajudar o meio ambiente:

A reciclagem ajuda a preservar o meio ambiente por meio da redução do consumo de recursos naturais não-renováveis, substituindo-os por resíduos recicláveis dentro da cadeia produtiva. (IBANHES; MATOS; SHILINDWEIN. 2020, p. 174)

Segundo Castro:

A reciclagem pode ser definida como uma separação metódica e sistemática de papéis, metais, plásticos, vidros, entre outros, para a sua posterior transformação e reutilização... (CASTRO, 2008, p. 8)

Com isso, ao observar as citações de Castro e dos autores Ibanhes, Matos e Schilindwein relacionadas ao conceito de resíduos sólidos pela PNRS, percebe-se que os materiais mencionados por Castro são resíduos que podem ser reciclados, ou seja, separados para serem transformados ou reutilizados. Além disso, essa ação pode ajudar a preservar o meio ambiente de forma global, contribuindo com a sustentabilidade. Isso tem relação com o exposto pela Agenda 21 no artigo de Souza e Ribeiro:

A sustentabilidade ambiental está relacionada a padrões de consumo e de produção sustentáveis e uma maior eficiência no uso de energia para reduzir, ao mínimo, as pressões ambientais, o esgotamento dos recursos naturais e a poluição. Os governos, em conjunto com setor privado e a sociedade, devem atuar para reduzirem a geração de resíduos e de produtos descartados, por meio da reciclagem, nos processos industriais e na introdução de novos produtos ambientalmente saudáveis. (AGENDA 21 CNUMAD 1996 apud.

SOUZA E RIBEIRO, 2013, p. 370).

Sendo assim, Diane Reis et al. (2017, pag. 3) enfatizam que, segundo autores, o investimento em tecnologias que preservem o meio ambiente podem auxiliar no crescimento sustentável, e algumas dessas tecnologias são desenvolvidas por startups que disseminam novas alternativas sustentáveis (Hunsberger, 2014). O artigo de Carlos Chaym et al. (2021), também menciona sobre startups sustentáveis:

Novos empreendimentos, como as startups, devem ser orientados pelo mercado a seguir o caminho de desenvolvimento e inovação sustentáveis... Dessa forma, as startups envolvidas com sustentabilidade podem ter um papel valioso para o desenvolvimento da economia... e, através de ideias inovadoras, podem ser o caminho para o crescimento... (HESLOP et al. 2019 *apud* CARLOS CHAYM et al. 2021, p. 5).

Portanto, no presente trabalho aborda-se sobre o projeto *Trashbot* da startup *CleanRobotics*, a qual expõe no site oficial o objetivo principal dessa startup, o que se relaciona com temáticas abordadas por Carlos Chaym et al. e Diane Reis et al. em seus devidos artigos: “Criar soluções sustentáveis, inovadoras e orientadas para a tecnologia para problemas ambientais persistentes.” (CLEANROBOTICS, 2021)

METODOLOGIA

A pesquisa possui caráter dissertativo e explicativo, de natureza quantitativa com tipologia bibliográfica e

documental para que sejam alcançados os objetivos propostos e a chegada aos resultados. A pesquisa será realizada em 6 etapas, descritas a seguir:

1. Revisão bibliográfica sobre Startups: Se dá a partir da busca de informações que fundamentem e contextualizem a área apresentada (startups), analisando e revisando a literatura; essa busca pode ser realizada em sites oficiais, artigos científicos, livros, entre outros documentos.
2. Revisão bibliográfica especificamente sobre o projeto *Trashbot*: Consta da revisão bibliográfica de artigos, livros, sites ou projetos que apresentem uma explicação ou contextualização da área específica descrita (*Trashbot*: lixeira inteligente), de forma a apresentar suas principais características, objetivo, pontos favoráveis e desfavoráveis do projeto.
3. Levantamento de dados científicos: Realizar-se-á um levantamento de todos os dados estatísticos e científicos necessários para exemplificar e demonstrar a utilização do projeto na prática com o auxílio de gráficos, coleta de dados ou imagens da área descrita.
4. Apresentar resultados do projeto *Trashbot* no Brasil:

O estudo será realizado com pesquisas no campo virtual em sites ou artigos tanto nacionais quanto internacionais, mas será feito uma análise especificamente no Brasil, de forma a demonstrar resultados obtidos com a utilização do projeto nessa localidade.

5. Relacionar o tema com o meio ambiente e a saúde pública no Brasil: Após apresentar o projeto, suas características e outras informações importantes, o presente trabalho fará uma relação do projeto com o meio ambiente e a saúde pública do Brasil, demonstrando as inferências que o projeto pode trazer no âmbito descrito.
6. Apresentar conclusões acerca do trabalho de forma geral: Elaborar relatório parcial e final da pesquisa, sendo o relatório final em formato de artigo científico, com a consolidação das informações geradas, conclusões acerca do projeto nos âmbitos descritos e disseminação dos mesmos em eventos acadêmicos e científicos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

EVOLUÇÃO DAS STARTUPS

O termo Startup ainda é pouco

conhecido pela maioria das pessoas de forma geral, apesar de grande porcentagem da população já ter utilizado um projeto de startup pelo menos uma vez na vida. Dessa forma, para compreender o conceito desse termo, é necessário que seja realizada uma revisão na bibliografia de autores da ciência renomados no assunto. Descartes de Souza Teixeira, diretor e fundador do Instituto de Tecnologia e Software (ITS), professor da Fundação Instituto de Administração (FIA) e parceiro do Fórum de Inovação da FGV, parte da etimologia da palavra do termo em inglês “*Startup*” – em que “start” é começo ou início e “up” é algo que está pronto para ser lançado; o que tem relação direta com o que Taborda (2006) relatou sobre Startup:

É uma empresa em fase embrionária, geralmente no processo de implementação e organização das suas operações. Pode não ter ainda iniciado a comercialização dos seus produtos ou serviços, mas já está a funcionar ou, pelo menos, em processo final de instalação (TABORDA, 2006, p. 01).

A autora relata que *Startup* é uma empresa que está começando a sua implementação e organização das operações, e está em funcionamento, mesmo que não esteja ainda em uma comercialização. Paralelamente, 6 anos depois, Graham (2012) relata que o sentido e característica principal de uma Startup, contribuindo para a sua definição:

Uma startup é uma empresa concebida para crescer rápido. Sendo recém-fundada não em si mesmo, fazer de uma empresa uma startup. Também não é necessário para uma startup

trabalhar em tecnologia, ou tomar financiamento de risco, ou ter algum tipo de “escape.” A única coisa essencial é o crescimento. Todo o resto que nós associamos com startups decorre do crescimento (GRAHAM, 2012, p. 15).

Nesse mesmo ano, na opinião de Blank (2012):

Uma startup é uma organização temporária construída para buscar respostas que promovam a obtenção de um modelo de negócio recorrente e escalável (BLANK, 2012, p. 29).

Em suma, conclui-se que Startups são empresas que partem de ideias de extremas incertezas, inovadoras e de ideias diferenciadas que visam o crescimento de forma rápida utilizando a tecnologia. Outra conclusão, é que, basicamente, startup é uma empresa que possui um modelo de negócios repetível e escalável, como relata Blank (2012); elas são inovadoras e, normalmente, usam a tecnologia para o seu desenvolvimento. De acordo com o site da SEBRAE, as startups tiveram seu surgimento nos EUA entre os anos de 1996 e 2001, no período chamado bolha da internet; surgiram no Vale do Silício, na famosa região da Califórnia que é especializada em tecnologia e inovação. E apesar de recentes, as Startups já se tornaram conhecidas no mundo todo; alguns exemplos de empresas startups extremamente conhecidas no Brasil e no mundo todo, são: Apple, Microsoft, Samsung, Uber, entre outras. Mas para que servem as *Startups*?

Em síntese, Descartes de Souza Teixeira relata que: “Quando você estimula o surgimento de startups você

estimula o desenvolvimento e gera mais riqueza porque gera mais empresas. É útil para o desenvolvimento, todos os países estão adotando”. Segundo o professor, as startups servem para renovar as atividades empresariais. Já partindo de um ponto de vista mais prático, Felipe Matos, fundador da aceleradora Startup Farm., pesquisador do Mestrado Profissional em Empreendedorismo da FEA-USP e ex-Diretor de Operações do programa Startup Brasil, do Governo Federal, relata em entrevista com Isabela Mena que acredita que as startups sirvam pouco para as pessoas:

Serve mais para identificar empresas com potencial de crescimento, para as quais vem sendo criadas metodologias de gestão específicas, como a startup enxuta (ou lean startup), para as quais existem organizações de apoio, como incubadoras, aceleradoras, investidores anjos e fundos de investimento, que buscam apoiá-las e apostar em seu crescimento.

Em consonância, as startups são desenvolvedoras de ideias inovadoras extremamente importantes para a ciência e algumas que contribuem até mesmo para a melhoria da saúde pública e na questão do meio ambiente. Com a situação atual de escassez de recurso naturais e degradação do meio ambiente, cada vez mais empresas estão se preocupando com esta pauta e adotando uma postura sustentável. Por isso o termo ESG (*Environmental, social and corporate governance*), que nada mais é que um conceito sobre sustentabilidade e questões sociais que passaram a ser consideradas essenciais em decisões

de investimento de grandes empresas. Essa agenda ESG não está na maioria das startups, segundo pesquisa feita pela Associação Brasileira de *Startups* (*Abstartups*) 56,1% das *startups* mapeadas não declararam iniciativas reconhecidas pela ESG; das startups pesquisadas, 15,7% têm projeto focado em ações sociais, 11,3% têm projetos focados em impactos no meio ambiente, gestão de resíduos e reciclagem, 7,4% têm iniciativas em todas as frentes do ESG e somente 5,3% tem iniciativas governamentais com transparência e ética.

Portanto, tendo em vista todos esses dados, observa-se que as startups, no Brasil, não estão tomando como pauta a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente. Porém, algumas iniciativas em âmbito de preservação do meio ambiente e desenvolvimento social vêm se destacando, como por exemplo, a *startup* “*Getrak*”. De acordo com o site da “*exame.com*”, *Getrak* é uma startup especializada em desenvolvimento e fortalecimento de infraestrutura de empresas de rastreamentos, ela foi certificada por realizar a reciclagem de *Simcard*; além disso, é feita a destinação correta de plásticos e metais contidos. Entre os meses de julho e novembro de 2021 já foram reciclados 360Kg de papelão e cartões *Simcard* por sua parte.

Nesse sentido, afirma-se que há startups que desenvolvem-se visando a questão da sustentabilidade ambiental, que, de acordo com o documento Agenda 21 (CNUMAD, 1996), é a preservação

do meio ambiente de maneira que haja o equilíbrio entre o suprimento das necessidades da sociedade e o uso racional dos recursos naturais sem que haja prejuízo para a natureza, a fim de reduzir, ao mínimo, as pressões ambientais, o esgotamento dos recursos naturais e a poluição. Segundo o site Oxigênio aceleradora (mai. de 2021), as startups sustentáveis são negócios que entregam uma solução nova para o mercado a partir da sustentabilidade; direta ou indiretamente, são as empresas inovadoras que conseguem neutralizar ou reduzir os impactos ao meio ambiente e sociedade como um todo. Ainda de acordo com o site citado, o principal objetivo é aumentar a eficiência dos processos para, assim, reduzir desperdícios e gastos desnecessários. Com todas essas ações colocadas em prática, a tendência é que todo negócio tenha maior longevidade; afinal, os recursos são aplicados com eficiência, em outras palavras, a produtividade é maior, o desperdício é menor e as oportunidades aparecem com bastante frequência. Tudo isso, com uma gestão eficiente, resulta em uma startup com resultados positivos em curto, médio e longo prazo. Essa é uma das principais características das startups sustentáveis, ou seja, utilizar melhor os recursos disponíveis para alcançar um desempenho mais elevado. A produtividade é, portanto, essencial para que um negócio seja considerado sustentável, conseguindo entregar resultados positivos. Então, a startup é cadastrada na Fundação estadual do Meio Ambiente (Feam) e segue todos

os protocolos de preservação e cuidado com o meio ambiente.

STARTUP TRASHBOT

Um grande exemplo de uma Startup sustentável é a empresa *CleanRobotics*, que busca criar soluções sustentáveis e inovadoras que, por meio da tecnologia, visa combater os problemas ambientais persistentes segundo o site oficial da *CleanRobotics*. Uma das criações dessa empresa foi o projeto *Trashbot*, que é, sobretudo, um sistema autônomo que utiliza a robótica. Segundo Vaish Krishnamurthy e Koushil Sreenath, pesquisadores inventores do projeto *Trashbot*, essa ideia surgiu nos Estados Unidos a partir de suas próprias dúvidas sobre reciclagem, bem como mencionou Charles Yhap, cofundador e CEO da *CleanRobotics*: “A ideia nasceu da frustração”; o cientista relata que sempre achou confuso separar o lixo nas lixeiras. Então, a lixeira inteligente (*Trashbot*) apareceu para facilitar essa separação com o auxílio da tecnologia e tendo um preço competitivo no mercado.

A lixeira inteligente é um recipiente composto de aço inoxidável de calibre pesado que, segundo o site oficial da *CleanRobotics*, resiste à ferrugem e à corrosão, o que a torna perfeita para qualquer ambiente. Além disso, o objeto conta com rodas de trava giratórias para a sua locomoção e um display integrado para adicionar um conteúdo personalizado bem como demonstrado nas Figuras: 1, 2 e 3.

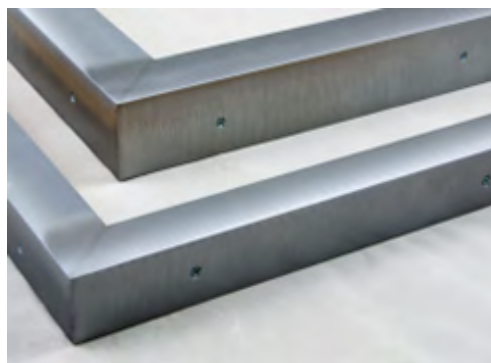


Figura 1. Construção por aço inoxidável.
Fonte: <https://cleanrobotics.com/trashbot>.



Figura 2. Rodas de trava giratórias.
Fonte: <https://cleanrobotics.com/trashbot>.

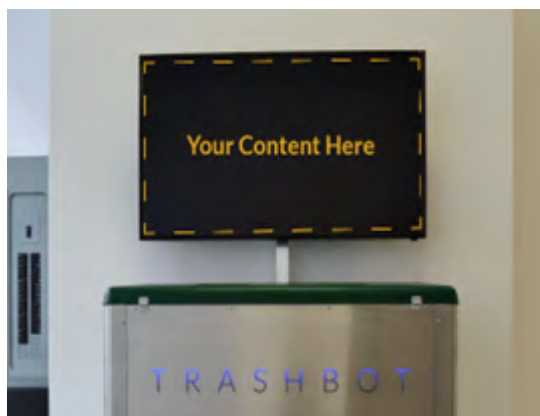


Figura 3. Display Integrado.
Fonte: <https://cleanrobotics.com/trashbot>.

O monitor personalizado serve, sobretudo, para adicionar conteúdo educacionais. O objetivo da lixeira inteligente não é somente separar o resíduo reciclável do não reciclável, mas também contribuir com a educação ambiental por meio do monitor de comunicação corporativa.

De acordo com Igor Nishikiori, para o site “*techtudo*”, o projeto tem o objetivo principal de auxiliar na coleta seletiva, de forma a reduzir a contaminação no meio ambiente por materiais recicláveis. Segundo Charles Yhap, as pessoas ainda não conseguem separar o resíduo reciclável do não reciclável. Então, o projeto *Trashbot* é capaz de realizar esse procedimento com o auxílio da tecnologia robótica, visão computacional, algoritmos e inteligência artificial. Funciona da seguinte forma: quando um recipiente entra na lixeira, a tampa se fecha automaticamente e os sensores e câmeras enviam informações ao software, classificando o lixo como reciclável ou não reciclável, e, em seguida, direcionando-o para o compartimento adequado. Esse processo demora cerca de 3 (três) a 5

(cinco) segundos (ÉPOCA NEGÓCIOS, 2020).

Ademais, o trabalho das *Trashbot's* é muito eficiente, sendo essa uma das principais vantagens da utilização dessa lixeira. Outras vantagens descritas pelo site oficial da *CleanRobotics* são as coletas de dados realizados pela lixeira (Figura 4), que proporcionam:

- Projeções de economia (desvios, despesas)
- Auditorias de resíduos exportáveis e sob demanda.
- *Status* de plenitude e *Trashbot* para operações de custódia
- IA personalizável para conformidade
- Dados granulares para *insights* de decisão.

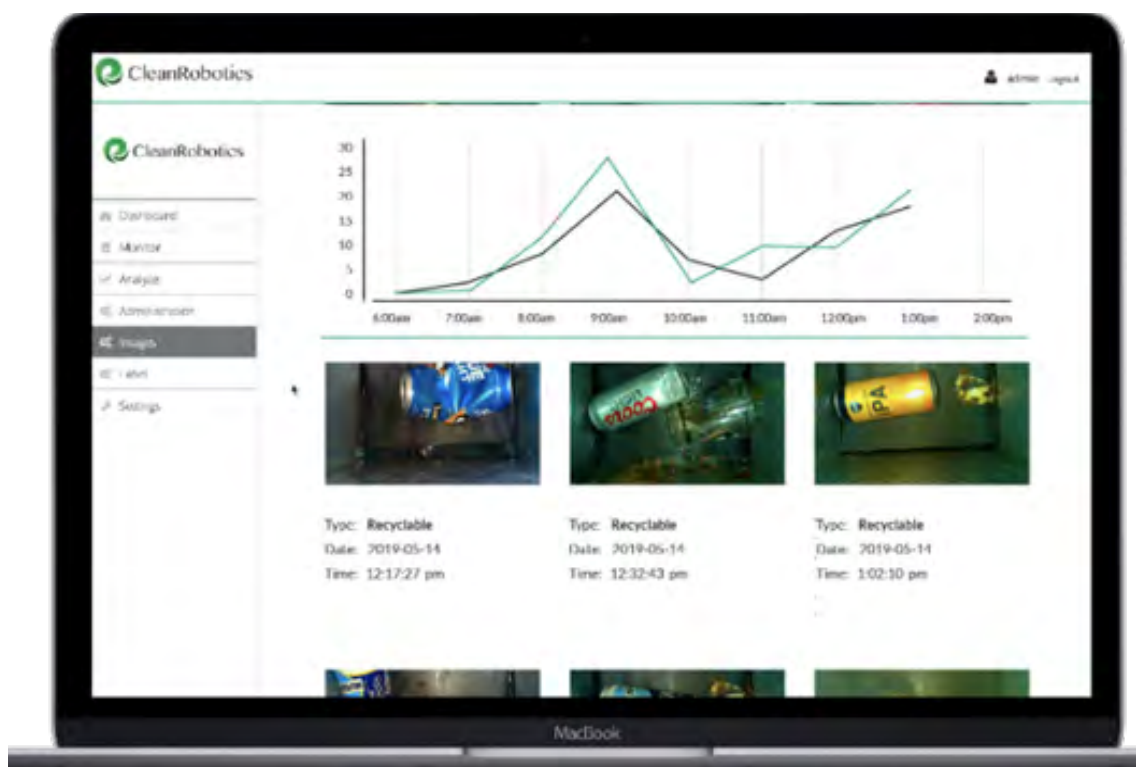


Figura 4. Demonstração de coleta de dados de análise.

Fonte: <https://cleanrobotics.com/trashbot>.

Em contrapartida, é importante destacar uma desvantagem da lixeira artificial: o modelo aceita apenas um material por vez. Por enquanto, a lixeira-robô só está disponível em grande porte, bem como demonstrado na Figura 5, para ficar em aeroportos, estações de trem, shoppings e outros edifícios de grande porte. Os pesquisadores da *Startup* têm ideias futuras de criar versões menores que possam ficar em cafeterias, prédios residenciais e para uso doméstico (TECHTUDO, 2020).



Figura 5. Lixeira-robô.

Fonte: <https://cleanrobotics.com/trashbot>.

LEVANTAMENTO DE DADOS

O projeto *Trashbot* da *Startup CleanRobotics* foi colocado em prática nos últimos anos (em torno de 2019/2020), por isso, há poucos dados que retratam a sua eficiência; assim como há poucas publicações relatando sobre o projeto na literatura brasileira. No entanto, alguns dados estatísticos e relatos de experiência foram coletados e expostos nesse tópico,

sendo suficientes para fundamentar a pesquisa documental.

Em uma entrevista à *Fast Company* em 2020, Charles Yhap relata suas experiências em relação aos resíduos, justificando a criação do projeto *Trashbot*:

A ideia nasceu da frustração [...] Depois de me alimentar, vou despejar as sobras no lixo. Mas nunca tenho certeza se estou jogando os recipientes no local correto [...] começamos a analisar os custos com sensores e componentes robóticos, a crescente acessibilidade de algoritmos, sistemas de IA e, então pensamos que seria possível construir algo que faça isso (separar o lixo) melhor do que as pessoas [...] por isso, pensamos em construir um robô com preço competitivo e agregar mais valor [...] estamos enfrentando uma crise climática e todo o mundo está pensando em maneiras de reduzir a emissão de carbono e o desperdício. No entanto, as pessoas ainda não conseguem reciclar corretamente.

Feito o projeto, foi possível analisar a sua eficiência. De acordo com os desenvolvedores da *Trashbot*, a lixeira eletrônica tem uma taxa de acerto de 90%, contra 30% dos métodos tradicionais., bem como demonstrado no Gráfico da Figura 6.

O gráfico da Figura 6 demonstra a taxa de acerto em porcentagem, ou seja, o sucesso de tal método em realizar o processo de coleta seletiva em detrimento do método descrito (*Trashbot* e tradicional). O método tradicional, que é a coleta seletiva realizada pela população e pelas entidades empresariais e industriais, apresenta uma taxa de sucesso apenas de 30%, enquanto a lixeira eletrônica da *CleanRobotics* apresenta 90%. Assim,

demonstrando a grande eficiência desse projeto. Além disso, também há relato do fundador da startup que criou o projeto, *Tannet* Cook, exposto no gráfico da Figura 7.

No gráfico da Figura 7 é possível visualizar que apenas 20% do lixo reciclável chega às fábricas em boas condições para ser reaproveitado. Ou seja, o restante (80%) chega em más

condições, supõe-se que essas “más condições” se refere à contaminação desses resíduos por conta da coleta seletiva não realizada ou feita de forma inadequada. Assim, percebe-se a grande importância da coleta seletiva, a qual é realizada pela lixeira eletrônica da *CleanRobotics* que propõe melhorar essa situação descrita por Tannet.

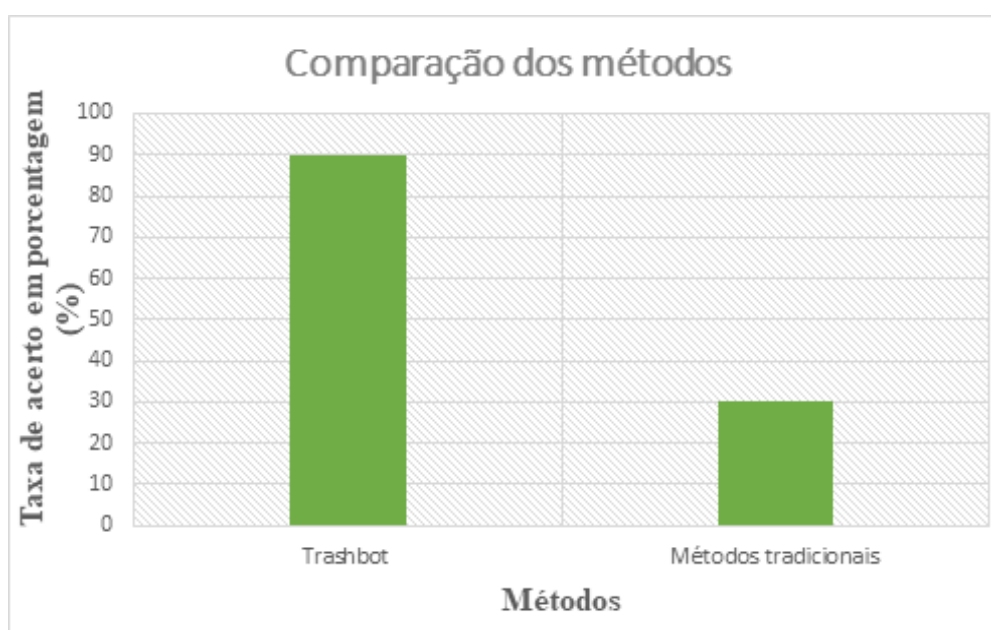


Figura 6. Eficiência dos métodos.

Fonte: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/02/trashbot-e-um-robo-lixreira-que-separa-o-lixo-para-ajudar-na-reciclagem.ghtml>.

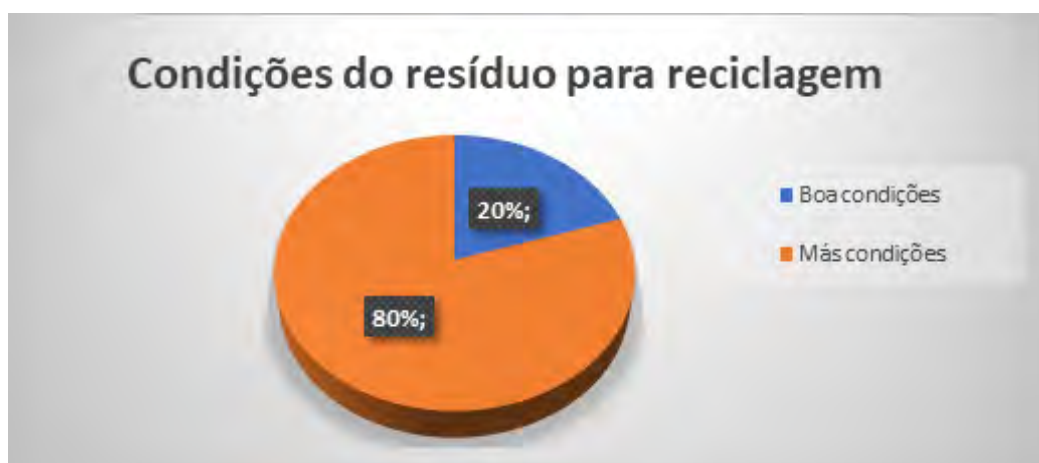


Figura 7. Condições do lixo reciclável.

Fonte: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/02/trashbot-e-um-robo-lixreira-que-separa-o-lixo-para-ajudar-na-reciclagem.ghtml>.

Outro dado científico importante refere-se à categoria “impacto ambiental” de acordo com o site oficial da *CleanRobotics*. Um piloto do *TrashBot* de 2022 em um dos aeroportos mais movimentados do mundo mostrou que 40 *TrashBots* podem desviar 417 toneladas de recicláveis por ano. Isso resulta na redução de 1.111,30 toneladas métricas de equivalentes de dióxido de carbono, o que equivale a tirar centenas de carros das ruas (CLEANROBOTICS, 2022). Além disso, o site também demonstra dados em relação a compostagem: a lixeira-robô pode aumentar a compostagem de resíduos em 200% ou mais, contribuindo para a redução do número de resíduos orgânicos que são mal descartados e causam consequências ao meio ambiente e à saúde humana.

No Brasil, o projeto tem atuações em algumas empresas e é objeto de pesquisa de alguns estudantes pesquisadores, como por exemplo o projeto realizado pelo estudante de engenharia da Computação da Unisociesc, Carlos Henrique Corrêa, o qual possui um projeto semelhante ao *Trashbot* em Santa Catarina, porém em situações mais modestas. Em contrapartida, esse projeto ainda se encontra em escassez na literatura brasileira.

MEIO AMBIENTE E SAÚDE PÚBLICA

Em suma, percebe-se que o projeto da lixeira-robô amplia a proposta da coleta seletiva nos ambientes, separando os materiais que podem ser

reaproveitados para outros fins. Mas qual a relevância disso para o meio ambiente e para a saúde humana?

Atualmente os resíduos sólidos são causadores de diversos tipos de poluição ambiental: poluição do ar, da água, do solo e até mesmo poluição visual. Conforme descreve Valle (2011):

Poluição ambiental pode ser definida como toda ação ou omissão do homem que, pela descarga de material ou energia atuando sobre as águas, o solo, o ar, causa um desequilíbrio nocivo, seja ele de curto, seja de longo prazo, sobre o meio ambiente... (VALLE, 2011, p. 27).

De acordo com Hempe & Noguera (2012), desde o surgimento das indústrias nos últimos séculos, grande parte da população adotou um modelo de alto consumo e alta produção, com isso, houve a maior degradação e exploração do meio ambiente. Consequentemente, o número de materiais descartados pela população aumentou demasiadamente nos últimos tempos, e a falta manejo adequado desses materiais resulta em diversas formas de poluição, o que causa sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana, bem como descrevem Hempe & Noguera (2012):

Os resíduos sólidos urbanos gerados nas cidades tem sido motivo de preocupação nas últimas décadas, pois tem causado crescente poluição e impactos socioambientais devido à disposição final inadequada (HEMPE; NOGUERA, 2012, p. 684)

Em síntese, esses impactos socioambientais mencionados pelos autores são consequências que podem afetar a saúde da população

e o meio ambiente, causando desastres ambientais de cunho global e enfermidades dos diversos tipos (doenças físicas, psíquicas, respiratórias, fisiopatológicas, entre outras) na população. Isso decorre da falta de disposição final adequada a esses resíduos, os quais muitas vezes são destinados à lixões a céu aberto; tanto que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) uma média de 75% (setenta e cinco por cento) de todo o lixo gerado no Brasil tem destinação a céu aberto, mais conhecidos como lixões. E de acordo com Hempe & Noguera (*apud* ISINNO e MOREIRA, 1996; TRESSOLDI e CONSONI, 1998; TAKAYANAQUI, 2005 *apud* MELO, 2009), os principais problemas socioambientais provocados nos lixões são a proliferação de animais vetores de doenças que contaminam a população e geram agravos, geração de maus odores, poluição do solo e das águas subterrâneas e superficiais, pela infiltração do lixiviado (chorume), resultante dos processos de decomposição dos resíduos sólidos.

Portanto, o uso da lixeira inteligente vem com a proposta de redução desses resíduos que são dispostos inadequadamente ao meio ambiente, e consequentemente, reduzindo os agravos na saúde da população e os impactos negativos causados no meio ambiente (poluição), ampliando a proposta da coleta seletiva e a prática da reciclagem e reutilização que são benéficas para o meio ambiente e para a população,

bem como menciona Cavalcante *et al.*, (2012):

A reciclagem e a reutilização de resíduos sólidos têm sido consideradas duas importantes alternativas para a redução de quantidade de resíduos sólidos o futuro, capazes de contribuir para a adoção de práticas voltadas à conservação do meio ambiente, através de uma maior eficiência na utilização de matéria-prima e energia (CAVALCANTE *et al.*, 2012, p. 2047 – 2054)

Ademais, o projeto também tem como uma de suas finalidades trabalhar com a sensibilização e mobilização das pessoas por meio de um monitor como demonstrado na Figura 4, assim, também trabalhando a solução a longo prazo de redução dos impactos ao meio ambiente e a saúde humana pela disposição final inadequada dos resíduos sólidos, que seria a educação ambiental. Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA, 1999), a educação ambiental são:

processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p. 1).

Assim, comparando as abordagens de CAVALCANTE e da PNEA, conclui-se que tanto a reciclagem e reutilização como a educação ambiental, são práticas voltadas para a conservação do meio ambiente. Portanto, o projeto *Trashbot* com suas funções e objetivos (disposição dos resíduos para

reciclagem e educação ambiental) pode contribuir de forma significativa para a conservação ambiental, reduzindo impactos ao meio ambiente e à saúde humana.

CONCLUSÃO

Diante dos fatos expostos, fica evidente que com o surgimento e avanço das startups, as ideias e tecnologias inovadoras muitas vezes conseguem superar as expectativas científicas e contribuir para a melhoria da situação ambiental e da saúde humana do planeta. Em síntese, o projeto *Trashbot* é um grande exemplo de inovação de startup sustentável que demonstra eficiência na função de destinar os resíduos corretamente para compartimentos recicláveis ou não recicláveis.

Sendo assim, é extremamente recomendável que a lixeira-robô seja utilizada pelas empresas, shoppings e edifícios de grande porte; e futuramente, utilizá-las também em ambientes domésticos. Essa opção pode ser uma alternativa a curto e médio prazo para a minimização dos impactos causados pela disposição final incorreta dos resíduos sólidos.

Portanto, destaca-se neste artigo a importância do incentivo às pesquisas, inovações e tecnologias que auxiliem no combate à degradação e exploração do meio ambiente. Sendo estas invenções extremamente necessárias para o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

BLANK, Steve. **“Por que o movimento lean startup muda tudo”**, 2013. Harvard Business Review Brasil.

BLANK, Steve e DORF, Bob. **Startup Manual do Empreendedor**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Alta Books 2014.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. **Agenda 21 e biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < https://antigo.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/CadernodeDebates9.pdf> Acesso em: 03 de maio de 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 03 de maio de 2022.

CAMPOS, Luis; CANAVEZES, Sara. **Introdução à globalização**. 1ª ed. São Paulo: Instituto Bento Jesus Coraça, 2011.

CASTRO, Mauriceia Aparecida. **A reciclagem no contexto escolar**. 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/448-4.pdf>> Acesso em: 03 de maio de 2022.

CAVALCANTE, L. P. S.; CAVALCANTE, L. S.; MEDEIROS, V. S. de; MAIA, H. J. L.; ALENCAR, L. D. de. Análise da percepção ambiental e sensibilização de educandos do ensino fundamental de uma escola pública para realização da coleta seletiva. Campina Grande – PB. **Monografias Ambientais**, v. 9, n. 9, p. 2047 – 2054, 2012.

CHAYM, Carlos Dias; SILVA, José Rafael Martins; SILVA, Fábio; LIMA, Klayton Cardoso Araújo; WANDERLEY, Giovanna Martins. **Um levantamento das startups brasileiras com potencial de colaboração para a Economia Azul**. XXIII ENGEMA, 2021. Disponível em: <<http://engemasp.submissao.com.br/23/anais/arquivos/248.pdf?v=1651531776>> Acesso em: 03 de maio de 2022.

CLEANROBOTICS. **Diga olá à reciclagem inteligente e econômica**. 2022. Disponível em: <<https://cleanrobotics.com/>> Acesso em: 01 de junho de 2022.

DORNELAS, José Carlos Assis. **Empreendedorismo: transformando ideias em negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001

GRAHAM, Paul. Co-fundador da Y Combinator, **“Startup = Growth, Want to start a Startup?”**, set. 2012. Disponível em: <<http://www.paulgraham.com/growth.html>> Acesso em: 02 de maio de 2022.

HEMPE, Cléa; NOGUERA, Jorge Orlando Cuellar. **A educação ambiental e os resíduos urbanos**. HEMPE & NOGUERA, v(5), nº5, p. 682 - 695, 2012. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170). Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4117/2798>> Acesso em: 10 de maio de 2022.

IBANHES, Eliakyn Dayan; MATOS, Givaldo Mauro; SCHILINDWEIN, Madalena Maria. **Leis ambientais: eficácia da legislação sobre a reciclagem no município de dourados**. Revista Reflexão e Crítica do Direito, v. 8, n. 1, p. 171-195, jan./jun. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unaerp.br/rcd/article/download/1496/1714>> Acesso em: 20 de setembro de 2021.

POR BÚSSOLA, PARA EXAME.COM. **Conheça estas 7 startups que contribuem com práticas sustentáveis**. 2022. Disponível em: <<https://exame.com/bussola/conheca-estas-7-startups-que-contribuem-com-praticas-sustentaveis/>> Acesso em: 01 de maio de 2022.

POR CAROL KUVIATKOSKI, IDEIA NO AR. **Startup: o que é, como funciona e como criar uma startup?** 2021. Disponível em: <https://www.ideianoar.com.br/startup/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=startup&utm_term=o_que_e_uma_startup&gclid=Cj0KCQjws4aKBhDPARI->

sAIWH0JWCpOpmTtTLcCpagQnM-ZaLj09xaUp0r7KxGsALYUbj42LM-MENTil9oaAn6KEALw_wcB> Acesso em: 15 de setembro de 2021.

POR ÉPOCA NEGÓCIOS ONLINE, PARA EDITORA GLOBO. **Startup cria lixeira-robô que separa material reciclável.** Atualizado em 17 de fevereiro de 2022. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2020/02/startup-cria-lixeira-robo-que-separa-material-reciclavel.html>> Acesso em: 25 de fevereiro de 2022.

POR EQUIPE ACE, PARA ACE VENTURES. **O que é uma startup?** 2017. Disponível em: <https://acestartups.com.br/o-que-e-uma-startup/?gclid=Cj0KCQjws4aKBhDPArlsAIWH0JVWQlj0yJMkzVtSWt9gxqoriuAc8V8WbJ_swpglc4_nAK3upBwPGJsaAgroEALw_wcB> Acesso em: 15 de setembro de 2021.

POR FILIPE GARRETT, PARA O TECHTUDO. **O que é startup? Entenda o significado e como funcionam essas empresas.** 15 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/04/o-que-e-startup-entenda-o-significado-e-como-funcionam-essas-empresas.ghtml>> Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

POR IGOR NISHIKIORI, PARA O TECHTUDO. **Trashbot é um robô-lixo que separa o lixo para ajudar**

na reciclagem. 2022. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/02/trashbot-e-um-robo-lixo-que-separa-o-lixo-para-ajudar-na-reciclagem.ghtml>> Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

POR ISABELA MENA, VERBETE DRAFT. **O que é Startup.** 01 de jul. de 2015. Disponível em: <<https://www.projeto draft.com/verbeta=-draft-o-que-e-startup/#:~:text=%E2%80%9Cserve%20mais%20para%20identificar%20empresas,investimento%2C%20que%20buscam%20apoi%C3%A1%2Dlas>> Acesso em: 03 de maio de 2022.

POR RAFAEL CARVALHO, NA PRÁTICA ORG. **Afinal de contas, o que exatamente é uma startup?** 2015. Disponível em: <<https://www.napratica.org.br/afinal-de-contas-o-que-exatamente-e-uma-startup/>> Acesso em: 02 de abril de 2022.

POR REDAÇÃO MUNDO ESTRANHO, PARA SUPER INTERESSANTE. **Qual foi o primeiro SOFTWARE criado,** 2018. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-foi-o-primeiro-software-criado/>> Acesso em 16/fev/2022.

POR ROCK STAGE, PARA OXIGÊNIO ACELERADORA. **Veja o que são startups sustentáveis e como aplicar isso!** 2021. Disponível em: <<https://blog.oxigenioaceleradora.com.br/>>

startups-sustentaveis/> Acesso em: 10 de maio de 2022.

POR SILVA LOPES, PARA O STARTUPLIFE. **Startup cria lixeira inteligente para separação de resíduos.** 2020. Disponível em: <<https://startuplife.com.br/blog/noticias/startup-cria-lixeria-inteligente-para-separacao-de-residuos/>> Acesso em: 10 de maio de 2022.

POR SP CIDADE GENTIL, PARA MEDIUM. **Cientistas criadora lixeira-robô que separa sozinha o material reciclável.** 2016. Disponível em: <https://medium.com/@spciadegentil/cientistas-criam-lixeria-rob%C3%B4-que-separa-sozinha-o-material-recicl%C3%A1vel-bd6c33d469c3> Acesso em: 02 de maio de 2022.

POR VITOR PAIVA, PARA O HYPENESS. **Esta lixeira-robô é capaz de separar material reciclável.** 27/02/2020. Disponível em: <<https://www.hypeness.com.br/2020/02/esta-lixeria-robo-e-capaz-de-separar-material-reciclavel/>> Acesso em: 24 de fevereiro de 2022.

REIS, Diane Aparecida; GALVÃO, Graziela Darla Araujo; FLEURY, Andre Leme; CARVALHO, Monteiro Marly. **A visão da sustentabilidade relacionada a Startups: Estudo bibliométrico.** Simpósio Internacional de Gestão de Processos, Inovação e Sustentabilidade (VI SINGEP), 2017.

Disponível em: <<http://www.singep.org.br/6singep/resultado/444.pdf>> Acesso em: 03 de maio de 2022.

SEBRAE, EMPREENDEDORISMO, STARTUP. **O que é uma startup?** 2014. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-uma-startup,6979b2a178c83410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em: 2 de abril de 2022.

SOUZA, M. T. S; RIBEIRO, H. C. M. **Sustentabilidade ambiental: uma meta-análise da produção brasileira em periódicos de administração.** Rev. adm. contemp. 17 (3). Jun. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-65552013000300007>> Acesso em: 03/05/22.

TABORDA, Ana. **“O que é uma start-up?”**, dez. 2006. Disponível em: <http://www.gesentrepreneur.com/pdf/o_que_e_uma_start_up.pdf> Acesso em: 02 de maio de 2022.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14000.** 11ª ed. São Paulo: SENAC, 2011.

VASCONCELOS, Giliard Gonçalves; MALAGOLLI, Guilherme Augusto. **INOVAÇÃO STARTUP: Transformando ideias em Negócios de Sucesso.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 01. Vol. 09. pp 739-753. Outubro/novembro de 2016.