



CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO RAMOS DOS SANTOS BRASIL LEITÃO

**APLICATIVO PARA INTEGRAÇÃO DOS GERADORES E POTENCIAIS
USUÁRIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

FORTALEZA

2021

JOÃO RAMOS DOS SANTOS BRASIL LEITÃO

APLICATIVO PARA INTEGRAÇÃO DOS GERADORES E POTENCIAIS USUÁRIOS
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Pós Dr. Eliezer Fares Abdala
Neto.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L533a Leitão, João Ramos dos Santos Brasil.
 Aplicativo para integração dos geradores e potenciais usuários de
resíduos sólidos urbanos / João Ramos dos Santos Brasil Leitão. - 2021.
64 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Eliezer Fares Abdala Neto.

1. Resíduos sólidos. 2. Aplicativo. 3. Engenharia. I. Título.

CDD 624

JOÃO RAMOS DOS SANTOS BRASIL LEITÃO

APLICATIVO PARA INTEGRAÇÃO DOS GERADORES E POTENCIAIS USUÁRIOS
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Pós Dr. Eliezer Fares Abdala
Neto.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. José Willington Gondim Oliveira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Jefferson Pereira Ribeiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Pós Dr. Eliezer Fares Abdala Neto
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Dedico este trabalho a Deus, meus pais, irmãos, esposa e filha, pelo apoio e a fé transmitida durante toda a minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela dádiva da vida, misericórdia e pelas oportunidades concedidas até o momento.

Ao meu pai, Severino Brasil Leitão, por sua dedicação, comprometimento, apoio e por estar sempre presente quando mais precisei.

A minha mãe, Vera Lúcia Alves dos Santos, que com o seu jeito meigo e cativante sempre teve as palavras certas para todo e qualquer momento.

A minha irmã, Débora dos Santos Brasil Leitão, pelo exemplo repassado de como ser uma pessoa guerreira e buscar seus objetivos.

Ao meu irmão, Davi dos Santos Brasil Leitão, por alegrar os meus dias e manter viva a criança que ainda existe em meu coração.

A minha companheira, Karla Evangelina Fonseca Barreira, por estar sempre ao meu lado nos momentos de fracasso e vitória.

A minha filha, Camille... Como eu amo você minha princesa!!! Por ser minha luz e o maior presente que Deus me concedeu.

A todos os professores que contribuíram para o meu aprendizado. Em especial, aos professores Eliezer Fares Abdala Neto e Nelson de Oliveira Quesado Filho, pelas oportunidades concedidas, orientações e os trabalhos acadêmicos realizados.

A instituição Centro Universitário Christus, por fazer parte do Programa Universidade para Todos (PROUNI), pois assim pude ingressar em uma IES.

A todos o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

Com a transição das práticas nômades para a convivência em comunidade em um local fixo há, concomitantemente, o crescimento da população global, o processo de urbanização das grandes cidades e países e, portanto, surgem as necessidades dos indivíduos ali presentes em adquirir fontes de sobrevivência como a busca por água, alimento, moradia, trabalho e a realização de suas necessidades fisiológicas, como também produzindo e depositando resíduos no meio ambiente continuamente. Assim, o trabalho objetivou elaborar um aplicativo para *smartphones*, integrado a um sistema de compartilhamento de informações de potenciais ofertas de resíduos sólidos urbanos e possíveis em utilizá-los. A pesquisa apresenta uma composição metodológica baseada tanto na abordagem qualitativa quanto quantitativa, possui caráter exploratório descritivo, em que os dados para a aquisição de informações foram obtidos bibliograficamente. Para a realização do presente trabalho também foram realizadas consultas aos diversos órgãos municipais, estaduais e federais através de seus endereços eletrônicos disponíveis na *internet*, para a obtenção de informações que demonstrem a real importância dos impactos provocados pelos resíduos sólidos urbanos e suas referências normativas. Ressaltando-se que não foi possível a realização de visitas aos órgãos públicos, devido ao período da pandemia. A elaboração do aplicativo para *smartphones* com sistema operacional do tipo *android*, foi realizada a partir da plataforma de programação *MIT App Inventor*. Como resultados obteve-se o aplicativo Recircular, que se restringe à aparelhos celulares com sistema operacional do tipo *Android* e, posteriormente, a necessidade de sua instalação através da plataforma *Google Play Store*, assim como o usuário também deve possuir o aplicativo *WhatsApp* instalado em seu dispositivo móvel. A presente tecnologia possui o acesso delimitado para atender a população da cidade de Fortaleza, Ceará. Para a realização de testes do aplicativo durante a sua fase de elaboração utilizou-se o software auxiliar *MIT AI2 Companion*, também disponibilizado, gratuitamente, na plataforma *Google Play Store*. No presente trabalho conclui-se a veracidade destas informações no cenário do saneamento, em associar as necessidades do cotidiano em reduzir a quantidade de resíduos sólidos urbanos e a produção de uma tecnologia que possibilite a comunicação entre indivíduos que têm interesse em fornecê-los ou obtê-los.

Palavras-chave: MIT App Inventor. Saneamento. Resíduos. Urbanização. Engenharia.

ABSTRACT

With the transition from nomadic practices to living in a community in a fixed location, there is, at the same time, the growth of the global population, the urbanization process of large cities and countries and, therefore, the needs of the individuals present there to acquire sources of survival such as the search for water, food, housing, work and the fulfillment of their physiological needs, as well as continuously producing and depositing residues in the environment. Thus, the work aimed to develop an application for smartphones, integrated to a system for sharing information on potential offers of urban solid waste and possible use of them. The research presents a methodological composition based on both the qualitative and quantitative approach, it has an exploratory descriptive character, in which the data for the acquisition of information were obtained bibliographically. In order to carry out this work, consultations were also carried out with various municipal, state and federal agencies through their electronic addresses available on the internet, in order to obtain information that demonstrates the real importance of the impacts caused by urban solid waste and its normative references. It should be noted that it was not possible to carry out visits to public bodies, due to the pandemic period. The development of the application for smartphones with an android operating system was carried out using the MIT App Inventor programming platform. As a result, the Recircular application was obtained, which is restricted to cell phones with an Android operating system and, later, the need for its installation through the Google Play Store platform, as well as the user must also have the WhatsApp application installed on their mobile device. This technology has limited access to serve the population of the city of Fortaleza, Ceará. To carry out tests of the application during its development phase, the auxiliary software MIT AI2 Companion was used, also available, free of charge, on the Google Play Store platform. This work concludes the veracity of this information in the sanitation scenario, in associating the daily needs of reducing the amount of urban solid waste and the production of a technology that enables communication between individuals who are interested in providing or obtaining them. them.

Keywords: MIT App Inventor. Sanitation. Waste. Urbanization. Engineering.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Hierarquia de gerenciamento dos resíduos.	21
Figura 2 – Vista aérea do ASMOC e sua ampliação.	29
Figura 3 – Tubulação para drenagem de gases com a presença de lixiviado no ASMOC.	31
Figura 4 – Vazamento de lixiviado no pé do talude no ASMOC.	31
Figura 5 – Ecoponto em Fortaleza.	32
Figura 6 – Posto de coleta de resíduos do programa Ecoelce.	33
Figura 7 – Guias <i>MIT App Inventor</i>	35
Figura 8 – Guia “ <i>Designer</i> ” e algumas de suas funções.	36
Figura 9 – Guia “Blocos” e algumas de suas funções.	36
Figura 10 – Combinação das funções de controle e texto.	39
Figura 11 – Produção do logotipo do aplicativo na plataforma <i>Canva</i>	40
Figura 12 – Tela inicial do aplicativo Recircular.	44
Figura 13 – Programação da tela inicial do aplicativo Recircular.	44
Figura 14 – Tela de início do aplicativo Recircular.	45
Figura 15 – Programação da tela “CONSCIENTIZAR”.	46
Figura 16 – Tela de cadastro e acesso do aplicativo Recircular.	46
Figura 17 – Programação da tela “CADASTRO”.	47
Figura 18 – Tela de opções de resíduos do aplicativo Recircular.	48
Figura 19 – Programação da tela “Opcoes”.	49
Figura 20 – <i>Link</i> e <i>QR Code</i> para acesso ao grupo de resíduos eletrônicos.	50
Figura 21 – <i>Link</i> e <i>QR Code</i> para acesso ao grupo de resíduos da construção e de madeira. ...	50
Figura 22 – <i>Link</i> e <i>QR Code</i> para acesso ao grupo de resíduos orgânicos e metálicos.	51
Figura 23 – <i>Link</i> e <i>QR Code</i> para acesso ao grupo de resíduos de papel, papelão e plástico. .	51
Figura 24 – <i>Link</i> e <i>QR Code</i> para acesso ao grupo de resíduos vítreos.	51
Figura 25 – Tela de informações autorais do aplicativo Recircular.	52
Figura 26 – Tela de instruções para participar dos grupos de <i>WhatsApp</i>	52
Figura 27 – <i>MIT AI2 Companion</i> disponível no <i>Google Play Store</i>	53
Figura 28 – Aplicativo Recircular submetido no <i>Google Play Console</i>	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problemática	12
1.2 Justificativa	12
1.3 Objetivos de pesquisa	12
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	12
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Resíduos sólidos	14
2.1.1 <i>Definição</i>	14
2.1.2 <i>Classificação dos resíduos sólidos</i>	15
2.2 Gestão dos resíduos sólidos no mundo – lixo zero	17
2.3 Gestão dos resíduos sólidos no Brasil	21
2.3.1 <i>Diagnóstico dos resíduos sólidos no Brasil</i>	21
2.3.2 <i>Diagnóstico dos resíduos sólidos na região Nordeste do Brasil</i>	24
2.3.3 <i>Diagnóstico dos resíduos sólidos no Ceará</i>	26
2.3.4 <i>Diagnóstico dos resíduos sólidos em Fortaleza, Ceará</i>	28
2.4 MIT App Inventor	34
2.5 WhatsApp	37
3 METODOLOGIA	38
3.1 Tipologia da pesquisa	38
3.2 Desenvolvimento do aplicativo	39
3.3 Estabelecimento das linhas do aplicativo e delimitação de suas funcionalidades	40
3.4 Geração de resíduos sólidos urbanos	41
3.5 Realização de testes	42
3.6 Disseminação do uso do aplicativo	42
4 RESULTADOS	43
4.1 Produção de resíduos sólidos em Fortaleza, Ceará	43
4.2 Aplicativo	43
4.2.1 <i>Desenvolvimento</i>	43
4.2.2 <i>Delimitações e simulações em fase de produção</i>	53
4.2.3 <i>Divulgação do aplicativo e testes em situações cotidianas</i>	54
5 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

Com a transição das práticas nômades para a convivência em comunidade em um local fixo há, concomitantemente, o crescimento da população global, o processo de urbanização das grandes cidades e países e, portanto, surgem as necessidades dos indivíduos ali presentes em adquirir fontes de sobrevivência como a busca por água, alimento, moradia, trabalho e a realização de suas necessidades fisiológicas, como também produzindo e depositando resíduos no meio ambiente continuamente (DUSI, 2016).

Assim, para que a permanência dos seres humanos em uma mesma localidade durante longos períodos seja possível, torna-se necessária a implantação de diretrizes e práticas de saneamento básico com o objetivo de manter ou alterar a integridade dos ambientes para promover a saúde dos indivíduos e preveni-los de patologias (ROCHA, 2018). Segundo Dusi (2016) a ausência do saneamento não reflete impactos apenas sobre a saúde dos indivíduos ou na ocupação do ambiente, mas também tem sua influência no âmbito social, visto que a saúde se refere ao “bem-estar físico, mental e social”.

Conforme a Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), que estabelece as medidas adotadas para o saneamento básico e para a política federal do saneamento básico, o saneamento consiste no conjunto de ações públicas, de suporte e estabelecimentos operacionais que proporcionam o abastecimento de água potável, o manejo e drenagem de águas pluviais, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, baseados nos princípios da universalização, integralidade e equidade dos serviços prestados à sociedade.

Mesmo após a elaboração de diversos planos de gerenciamento e oferta de saneamento em todo o globo, percebe-se que principalmente as comunidades que possuem baixo poder aquisitivo sofrem ainda mais com os malefícios causados pela falta de saneamento, como por exemplo a transmissão de doenças pelo contato com águas contaminadas, dejetos orgânicos, pelo convívio aproximado com vetores (ratos, baratas, mosquitos), pela inadequada disposição dos resíduos, dentre outros riscos aos quais estão sujeitas (DUSI, 2016).

No Brasil entre os serviços de saneamento básico, em específico o que trata de manejo de resíduos sólidos, carece de políticas públicas que possam dar suporte à população na busca pela diminuição da geração de lixo e maior reaproveitamento de resíduos. Entende-se que a principal forma de gerenciamento dos resíduos ainda se baseia na sua disposição em lixões e aterros (controlado e sanitário), onde muitas vezes não possuem boas condições para o

seu funcionamento e que contaminam o solo, o ar e o lençol freático, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (JUCÁ, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2015; BRASIL, 2019).

No diagnóstico do manejo de resíduos sólidos realizado em 2018 e divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), verifica-se que a região Nordeste apresenta o maior número de lixões, 588 unidades com base em uma amostra formada por 799 (44,5%) dos 1.794 municípios da região. Para se ter noção, para a mesma verificação a região Sul conta com uma amostra de 962 (80,8%) de seus 1.191 municípios e apresenta 33 lixões (BRASIL, 2019).

Contudo, com os avanços industriais e urbanos também estão presentes os frutos dos desenvolvimentos tecnológicos, empregados nos processos de dissipação de informações e conhecimento nas mais diversas áreas de trabalho e atividades realizadas como a comunicação entre pessoas, envio de mensagens instantâneas, realização de processos corporativos e acadêmicos, dentre várias outras. No meio tecnológico destacam-se como as principais ferramentas utilizadas os modernos computadores e aparelhos móveis, como os *smartphones*, *tablets* e *notebooks* (ABREU; MENDES, 2016).

Em especial o telefone celular, está cada vez mais presente no dia a dia dos indivíduos sejam eles crianças, adolescente ou idosos, devido às suas características intuitivas de operação e facilidade em transportá-lo, combinado a diversificação das funções existentes em seus sistemas, principalmente, quando conectado à *internet*. Por conta de sua utilização em grande escala, o desenvolvimento de *softwares* também está cada vez mais presente no mercado da tecnologia tanto para auxiliar as pessoas em suas atividades diárias e corporativas, como também no desenvolvimento de aplicativos destinados ao entretenimento destas (RODRIGUES, 2015).

De acordo com Abreu e Mendes (2016), há uma ampla aplicação de tecnologias na solução de problemas nas mais diversas áreas em que a Engenharia Civil atua, portanto, torna-se possível adquirir ou desenvolver um produto tecnológico que auxilie na gestão dos resíduos sólidos e divulgue o conhecimento para a mitigação dos impactos, como os processos de reciclagem, compostagem e reuso, contribuindo também para o quesito de responsabilidade compartilhada na geração de produtos, onde os indivíduos possuem acesso ao conhecimento de forma versátil.

Ressalta-se que há outros softwares que também possuem a missão de reduzir a quantidade dos resíduos sólidos urbanos gerados, assim como promover uma destinação final mais adequada aos mesmos, como o “W3RESÍDUOS” produzido por Abreu e Mendes (2016).

1.1 Problemática

A grande e constante quantidade de lixo gerado ao longo do tempo na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, aliado ao precário saneamento destes resíduos sólidos, onde a reciclagem, reaproveitamento e o reuso são ignorados, tem-se vultuosos volumes depositados no aterro sanitário o que representa um grande desperdício de recursos e materiais. Visto que há práticas eficazes para o reaproveitamento dos resíduos gerados, como a do lixo zero que vem sendo adotada em cidades e países desenvolvidos, destacando-se que a filosofia de lixo zero não se refere literalmente a erradicá-lo de uma vez por todas, mas sim em reduzir a quantidade de resíduos diminuindo o consumo, reaproveitando, reciclando e agregando valor ao mesmo, assim como é feito pela natureza nos processos cíclicos de reciclagem das matérias (PADILHA, 2020).

1.2 Justificativa

Contribuir para a redução dos lixos gerados e a diminuição dos espaços utilizados como destino final destes, conseqüentemente, reduzindo as pressões sobre a natureza para retirada de matéria-prima, mitigando os custos financeiros e colaborando para a economia de recursos, tanto materiais quanto monetários. Assim, através do desenvolvimento de um aplicativo proporcionar a comunicação entre os geradores de resíduos sólidos urbanos e indivíduos que podem utilizá-los de alguma forma, na cidade de Fortaleza.

1.3 Objetivos de pesquisa

1.3.1 Objetivo geral

Elaborar um aplicativo para *smartphones*, integrado a um sistema de compartilhamento de informações de potenciais ofertas de resíduos sólidos urbanos e possíveis interessados em utilizá-los.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Verificar a produção de resíduos sólidos urbanos em Fortaleza, Ceará;
- b) Desenvolver o aplicativo utilizando o ambiente de programação *MIT App Inventor*;

- c) Estabelecer as linhas do aplicativo e delimitar suas funcionalidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos sólidos

2.1.1 Definição

Os resíduos sólidos são materiais, em sua maioria descartados, provenientes dos meios industriais, comerciais, agrícolas, residenciais, de construções e demolições, poda e capina de árvores e jardins. Normalmente, retratam algo sem utilidade e valor econômico, componentes que possuem como melhor alternativa e preferência o descarte e não o seu aproveitamento, reuso ou reciclagem (DEUS *et al.*, 2015).

Segundo Deus *et al.* (2015) antes mesmo da humanidade a geração de resíduos esteve presente no meio ambiente, no entanto, desde a convivência do homem em sociedade a quantidade de materiais gerados cresce consideravelmente por conta das atividades desenvolvidas no decorrer do tempo. Sabe-se que tal fato está presente em todos os ramos de atividades, devido ao consumismo intrínseco à necessidade de sobrevivência do homem ou pelo simples fato de consumo atrelado ao poder aquisitivo gerado.

Percebe-se que a conservadora ideia de que os resíduos gerados são caracterizados como lixo ainda persiste na contemporaneidade, onde a designação deste refere-se a algo que não tem utilização, assim, sem uma agregação de valor à matéria produzida, enquanto os resíduos sólidos são na verdade matérias-primas essenciais que podem ser utilizadas para a produção de novos utensílios e promover soluções sustentáveis, impactando diretamente na diminuição dos efeitos negativos em que o meio encontra-se exposto a sofrer por conta da disposição inadequada de tais elementos (ANDREOLI *et al.*, 2014).

Segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004, p. 1), que dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos:

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 técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Nota-se que na verdade os resíduos sólidos não se caracterizam, como a sua própria designação sugere, apenas de elementos sólidos ou semissólidos, mas também de resíduos pastosos, líquidos e gasosos. Assim, necessitam ser distinguidos de acordo com os seus tipos e

agressividades provocadas ao meio ambiente e ao ser humano, quando recebem a disposição final inadequada (ANDREOLI *et al.*, 2014; GARCIA *et al.*, 2016).

2.1.2 Classificação dos resíduos sólidos

É imprescindível conhecer as características de cada resíduo e das substâncias que o compõe para que a sua classificação seja realizada. São utilizados como parâmetros de classificação a sua elaboração e os processos necessários para proporcionar a origem do produto, assim como identificar as matérias-primas utilizadas em sua fabricação e, também, comparar os efeitos provocados pelos resíduos, aos seres vivos e ao ambiente, com os efeitos já conhecidos de outros materiais e substâncias (ABNT, 2004).

Após a caracterização os resíduos podem ser classificados em resíduos classe I, designados perigosos e resíduos classe II, denominados não perigosos. Para a classe II os resíduos são subdivididos em classe II A (não inertes) e em classe II B (inertes). Ressalta-se a importância criteriosa da análise classificatória dos resíduos, evidenciando seus processos de origem e a realização de análises laboratoriais por profissional técnico habilitado (ABNT, 2004; DURAES, 2016; ANDREOLI *et al.*, 2014).

Conforme a NBR 10004 (ABNT, 2004) os resíduos classe I, ditos perigosos, são classificados pela periculosidade que causam à saúde dos seres vivos e ao meio ambiente quando o seu descarte ocorre de forma inadequada, onde os malefícios que são gerados ocorrem devido estes possuírem “propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas”, portanto, materiais inflamáveis, corrosivos, quimicamente instáveis, tóxicos ou patogênicos estão enquadrados nesta classe caso apresente pelo menos uma das características citadas.

Como supracitado os resíduos classe II que são os materiais não perigosos, são ainda classificados em classe II A que se referem aos produtos não inertes, estes possuem propriedades como “biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água”, e os resíduos enquadrados na classe II B, os inertes, que quando em contato com a água não excedem os padrões de potabilidade da mesma devido a solubilização das substâncias que o compõem, por meio de uma amostra obtida do resíduo, conforme a ABNT NBR 10007 que trata da amostragem de resíduos sólidos, é submetida estática e dinamicamente ao contato com “água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente”, conforme a ABNT NBR 10006 que trata do procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos (ABNT, 2004).

A Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) classifica os resíduos sólidos quanto à sua origem, aqueles oriundos de

atividades domiciliares, da limpeza das vias urbanas, de indústrias, comércios, construção civil, mineração, serviços de saúde e outros. Também distinguindo os detritos quanto à sua periculosidade, como perigosos (incluindo-se os inflamáveis, corrosivos, quimicamente reativos, tóxicos, patógenos, que proporcionam impactos negativos à integridade populacional ou ambiental) e não perigosos, ou seja, que não apresentam os riscos enquadrados como perigosos. Essa lei também dispõe dos planos e diretrizes para os resíduos sólidos a níveis nacional, estadual e municipal.

Especificamente para o ramo de atividades relacionadas a construção civil, a Resolução CONAMA nº 307 (2002) que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, classifica os resíduos sólidos gerados pelas construções e demolições (RCD) em classes A, B, C ou D.

Assim, os resíduos de classe A são aqueles que podem ser reutilizados ou reciclados como agregados, entre eles estão os materiais cerâmicos (tijolos, cerâmicas, telhas), de base cimentícia (argamassa, concreto) e inclusive solos oriundos dos serviços de terraplenagem. A classe B englobam resíduos que também podem ser reciclados como “plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas e gesso”. Os componentes da classe C englobam os que não possuem tecnologias ou a relação entre o custo e o benefício não se apresenta como uma boa solução para sua inserção em alguma utilização no meio. Enfim, os resíduos caracterizados na classe D são classificados como perigosos como tintas, solventes, óleos e produtos nocivos à saúde como os de radiologia ou industriais (CONAMA, 2002).

Resumidamente, os resíduos podem ser classificados de acordo com a NBR 10004:2004, a Lei nº 12305:2010 e a Resolução CONAMA 307:2002, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIA	TIPO	SUBTIPO	CARACTERÍSTICAS
NBR 10.004/2004	Classe I - Perigosos		Inflamável, corrosivo, reativo, tóxico e/ou patógeno.
	Classe II - Não perigosos	Classe II A - Não inertes	Biodegradável, combustível e/ou solúvel.
		Classe II B – Inertes	Nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos (Continuação).

Lei 12.305/2010	Origem	–	Gerados a partir de atividades domésticas, limpeza urbana, estabelecimentos comerciais, saneamento básico, indústrias, hospitais, construção civil, agrossilvopastoris, transportes e/ou mineração.
	Periculosidade	Perigosos	Inflamável, corrosivo, reativo, tóxico, patogênico, cancerígeno, teratogênico e/ou capaz de sofrer mutações.
		Não perigosos	Os resíduos que não forem enquadrados como perigosos.
CONAMA 307/2002	Construção civil e demolições	Classe A	Reutilizável ou reciclável como agregado, tais como os resíduos de construção, demolição e reformas (componentes cerâmicos, argamassa, concreto e outros).
		Classe B	Recicláveis para outros usos, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas e gesso.
		Classe C	Não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
		Classe D	Perigosos, como tintas, solventes e óleos.

Fonte: CONAMA, 2002; ABNT, 2004; Brasil, 2010.

2.2 Gestão dos resíduos sólidos no mundo – lixo zero

O elevado crescimento da população global provocou, substancialmente, o aumento da produção dos resíduos sólidos, portanto, visto que os recursos naturais necessários para a fabricação dos bens de consumo e utilização são finitos e que os processos de decomposição, dos materiais produzidos pelo homem, realizados pela natureza ocorrem de forma lenta, para minimizar os impactos provocados ao meio ambiente e preservar os recursos ainda existentes, tornam-se necessárias adoções de medidas para o gerenciamento dos produtos gerados pelas mais diversas atividades desenvolvidas pelos seres humanos, implementar práticas que visam o consumo sustentável e agregam valor aos resíduos produzidos (SONG; LI; ZENG, 2015).

Alguns países como Japão, Estados Unidos, Canadá e países da União Europeia destacam-se pela quantidade de resíduos sólidos gerados e também pelo seu gerenciamento

(ANDRADE; FERREIRA, 2011). A Tabela 1 apresenta a quantidade de resíduos sólidos produzidos somente pelas atividades de construção, demolição e atividades domésticas em 2012, pelos membros da União Europeia, de acordo com a *Statistical Office of the European Union* (EUROSTAT) (2016).

Tabela 1 – Geração de resíduos pelos países da União Europeia em 2012 (mil toneladas).

PAÍSES	CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	ATIVIDADES DOMÉSTICAS	TOTAL
Estônia	657	436	1.093
Eslovênia	535	641	1.176
Malta	1.041	155	1.196
Letônia	8	1.213	1.221
Chipre	965	451	1.416
Lituânia	419	1.177	1.596
Croácia	682	1.191	1.873
Irlanda	366	1.657	2.023
Eslováquia	806	1.657	2.463
Bulgária	1.033	2.755	3.788
Portugal	928	4.731	5.659
Grécia	813	4.859	5.672
Romênia	1.325	4.647	5.972
Hungria	4.038	2.681	6.719
Luxemburgo	7.079	249	7.328
Dinamarca	3.867	3.727	7.594
Rep. Checa	8.593	3.233	11.826
Suécia	7.656	4.193	11.849
Finlândia	16.034	1.734	17.768
Áustria	19.471	4.020	23.491
Polônia	15.368	9.324	24.692
Bélgica	24.570	5.004	29.574
Espanha	26.129	21.224	47.353
Itália	52.966	29.613	82.579
Holanda	81.354	8.864	90.218
Reino Unido	100.230	27.506	127.736
Alemanha	197.528	36.472	234.000
França	246.702	29.996	276.698
UNIÃO EUROPEIA	821.163	213.410	1.034.573

Fonte: EUROSTAT, 2016.

De acordo com Andrade e Ferreira (2011), o bom funcionamento dos planos de gestão dos resíduos sólidos nos países desenvolvidos, é fruto de investimentos na construção de aparatos técnicos visando a melhoria da infraestrutura dos centros urbanos e com o intuito de fornecer condições de vida adequadas aos indivíduos que compõem a sociedade. Destaca-se que resultados positivos também são alcançados através da conscientização e da dissipação do conhecimento e de informações relevantes que agregam valor educativo para a população, visando a responsabilidade compartilhada pelos resíduos gerados.

Na Alemanha a gestão dos resíduos sólidos é integrada pelo consumo consciente dos consumidores dos produtos visando diminuir o volume de elementos, praticar a reciclagem, transformar os resíduos em energia, ou seja, aplicar a minimização dos materiais e as substâncias que não são aproveitadas de alguma forma, recebem a destinação adequada para que não afetem o meio ambiente negativamente. Nesse mesmo país, os fabricantes e distribuidores de embalagens e vasilhames são obrigados por norma a aceitarem os resíduos que foram gerados e recuperá-los (JURAS, 2005).

Ainda segundo Juras (2005) o sistema de gestão dos resíduos da França consiste no cumprimento de suas responsabilidades pelas próprias autoridades locais ou associações por elas outorgadas, quanto à condução dos produtos gerados pelos domicílios. Já os “resíduos industriais, de transporte e da construção civil” devem ser gerenciados pelos seus geradores. Ressalta-se que, geralmente, os produtos considerados como perigosos são manejados por empresas privadas. A gestão francesa visa delimitar as distâncias e os volumes de resíduos gerados e valorizá-los através de práticas como a reutilização e a reciclagem.

A *Environmental Protection Agency* (EPA) estabelece as diretrizes para a gestão dos detritos sólidos nos Estados Unidos da América que prioriza de maneira hierárquica a redução, reciclagem, compostagem e a produção energética. Não sendo possível aplicar uma das alternativas anteriores o resíduo é disposto em um aterro sanitário (SOUSA; SERRA, 2019).

No Canadá a diminuição dos resíduos está associada à aplicação da legislação, aos investimentos na infraestrutura e educação da população, trabalhando sobretudo na conscientização e implementação de práticas como a distinção dos resíduos a partir da coleta seletiva, assim como a reciclagem e a viabilização da depuração da matéria orgânica. Relata-se que em cidades com mais de 50 mil indivíduos, a matéria orgânica deve ser obrigatoriamente submetida à compostagem e em outras é estritamente vedada a disposição de resíduos orgânicos juntamente com os demais (JURAS, 2005).

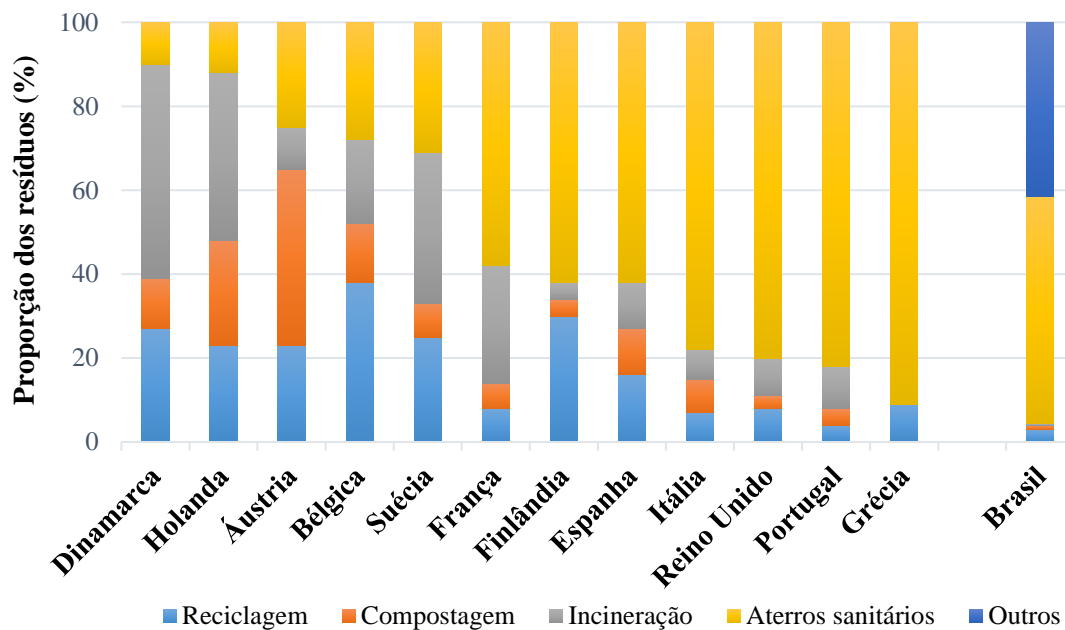
Por ser um país territorialmente pequeno e populoso por conta dos processos de urbanização, o Japão apresenta séria dificuldade para a gestão dos resíduos sólidos produzidos,

fato é que o principal método de gerenciar a maior parte de seus detritos, algo em torno de 70%, consiste em sua incineração (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Conforme apresentado na Figura 3, países como a Dinamarca e Holanda também se destacam pela incineração de seus resíduos, cerca de 50% e 40% destes, respectivamente. Enquanto a Áustria destaca-se pelo processo de compostagem, cerca de 40%, a Bélgica pela reciclagem de quase 40% dos resíduos e a Grécia pela disposição de 90% destes em aterros sanitários (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Enquanto isso o Brasil destina 1% dos resíduos ao processo de compostagem, 54% em aterros sanitários, 3% são reciclados e menos de 1% é incinerado, o restante não é coletado ou recebe outras formas de disposição, dentre adequadas e inadequadas, como também apresentado no Gráfico 1 (IPEA, 2018; ASSEMAE, 2019; BRASIL, 2019).

Gráfico 1 – Gestão dos resíduos sólidos em alguns países da Europa e no Brasil.



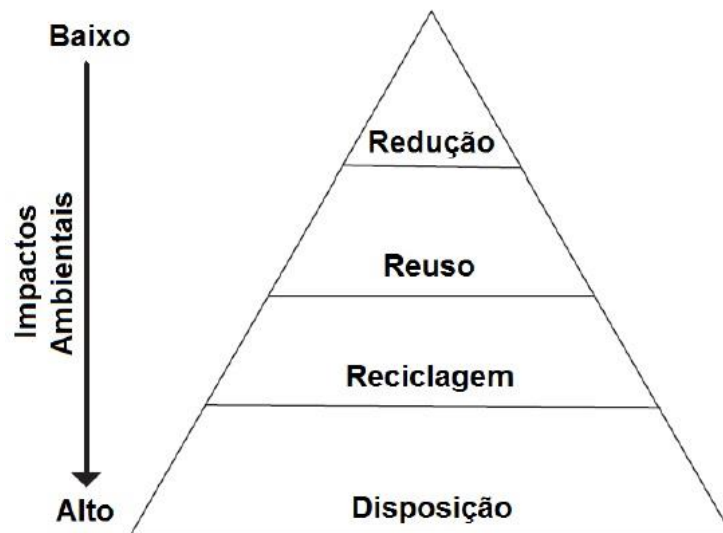
Fonte: Andrade e Ferreira, 2011; IPEA, 2018; ASSEMAE, 2019; Brasil, 2019.

Alguns países, como África do Sul, Nova Zelândia e China, vêm aplicando o conceito de lixo zero como forma de gerenciar seus resíduos, em que extingue a utilização de lixões, aterros e a incineração destes, economizando recursos naturais, minimizando a contaminação do meio ambiente e proporcionando diferentes usos das áreas que são necessárias para dispor os resíduos não aproveitados (SONG; LI; ZENG, 2015).

A prática do lixo zero consiste, hierarquicamente, na não geração dos resíduos e em seu reuso, onde os que não possuem condições para serem reutilizados na forma em que se encontram podem ser reciclados ou recuperados e também utilizados como matéria-prima para a produção de um novo material. Os detritos não reutilizados ou não reciclados devem receber a destinação final adequada. Essa forma de gerenciamento espelha-se no ciclo contínuo de produção, utilização, reutilização e reciclagem realizado pela própria natureza (SONG; LI; ZENG, 2015).

Conforme apresentado na Figura 1, observa-se que os impactos ambientais podem ser mitigados de acordo com o processo de gerenciamento adotado (ALECRIM, 2018).

Figura 1 – Hierarquia de gerenciamento dos resíduos.



Fonte: Alecrim, 2018.

De acordo com Soltani *et al.* (2015), o trabalho designado a gerenciar os diversos resíduos sólidos é uma tarefa bastante desafiadora visto que elevados volumes destes materiais são produzidos todos os dias e envolvem aspectos econômicos, sociais e ambientais.

2.3 Gestão dos resíduos sólidos no Brasil

2.3.1 Diagnóstico dos resíduos sólidos no Brasil

Comparado aos sistemas de gestão dos Estados Unidos, Japão e da União Europeia, nota-se que o gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil ainda consiste em um conjunto de serviços precários. Mesmo que sejam elaboradas diretrizes e normas com o intuito de direcionar

suas destinações da forma mais adequada possível, também se observa que os investimentos econômicos, educacionais e sociais necessários são aplicados em passos lentos enquanto a produção dos detritos ocorre em grande velocidade todos os dias (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

A presença dos coletores informais, popularmente conhecidos como catadores, de resíduos nos ambientes de disposição, lixões e aterros, dos mais diversos materiais descartados e desperdiçados, retrata fielmente que a sociedade ainda enfrenta sérios problemas de desigualdades socioeconômicas. Ressaltando-se que no cotidiano do país também se verifica a distinção dos serviços de saneamento ofertados entre as diferentes classes econômicas, distorcendo a ideia de atendimento holístico aos indivíduos visados nas políticas públicas (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Destacam-se como principais serviços aplicados no gerenciamento dos resíduos nas cinco macrorregiões do país consistem em destinar estes materiais em lixões, aterros controlados, aterros sanitários e unidades de triagem. Onde a predominância dos lixões permanece nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, enquanto o sistema de administração dos materiais gerados nas regiões Sul e Sudeste baseiam-se na instalação de unidades de triagem (BRASIL, 2019).

Em relação à produção média diária de resíduos por indivíduo, conforme apresentado na Tabela 2, a região Sul apresenta o valor médio de 0,81 kg/habitante/dia, no Sudeste o valor consiste em 0,92 kg/habitante/dia, nas regiões Norte e Centro-Oeste o valor é de 1,05 kg/habitante/dia e a região Nordeste possui a maior produção, em torno de 1,13 kg/habitante/dia (BRASIL, 2019).

Tabela 2 – Geração de resíduos sólidos per capita em cada região do Brasil.

REGIÃO	GERAÇÃO (kg/hab/dia)
Sul	0,81
Sudeste	0,92
Norte	1,05
Centro-Oeste	1,05
Nordeste	1,13

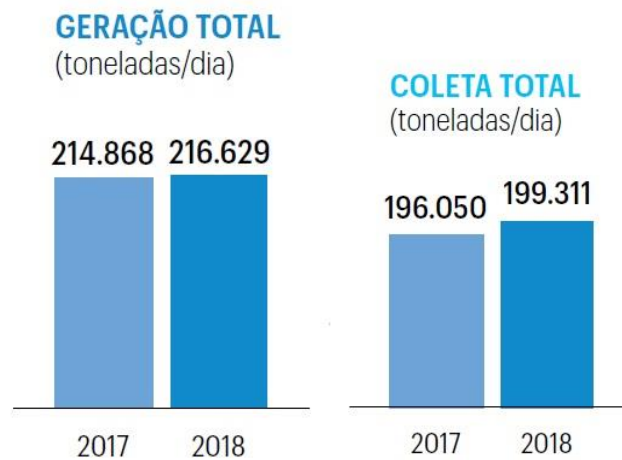
Fonte: ABRELPE, 2019.

De acordo com a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Sólidos Especiais) no Brasil no ano de 2018 foram gerados cerca de 79 milhões de toneladas de resíduos, cerca de 6,3 milhões de toneladas destes não foram coletados

e aproximadamente 30 milhões de toneladas, cerca de 41% do total coletado, foram despejados inadequadamente, provocando a degradação e poluição dos ambientes em que foram expostos (ABRELPE, 2019).

Conforme apresentado no Gráfico 2, verifica-se que as quantidades de resíduos coletados por dia são inferiores às quantidades geradas, tanto para o ano de 2017 como para o ano de 2018.

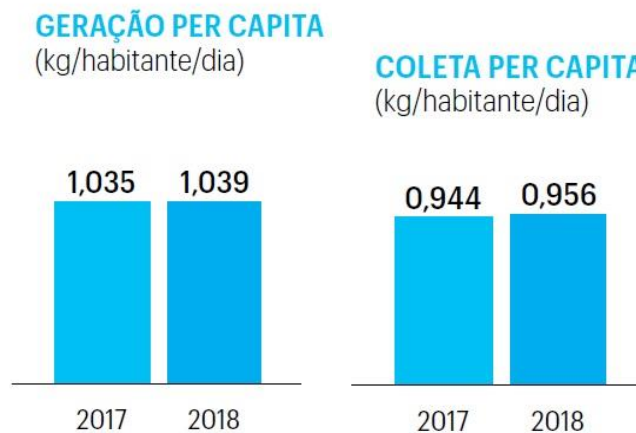
Gráfico 2 – Geração e coleta de resíduos sólidos urbanos totais no Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2019.

Para os mesmos anos, também se observa que as quantidades per capita de resíduos coletados são inferiores aos valores gerados, conforme apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Geração e coleta de resíduos sólidos urbanos per capita no Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2019.

2.3.2 Diagnóstico dos resíduos sólidos na região Nordeste do Brasil

Conforme apresentado na Tabela 3, observa-se a quantidade de municípios por região que adotaram o aterro sanitário, aterro controlado e o lixão para dispor os resíduos, no ano de 2018. Também realizando a comparação do total de municípios, por tipo de disposição final adotada do ano de 2017 com o ano de 2018.

Tabela 3 – Quantidade de municípios, por tipo de disposição final adotada.

Disposição Final	Brasil 2017	Regiões e Brasil - 2018					
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	2.218	93	454	162	820	1.040	2.569
Aterro Controlado	1.742	110	496	152	641	109	1.508
Lixão	1.610	247	844	153	207	42	1.493
BRASIL	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fonte: ABRELPE, 2019.

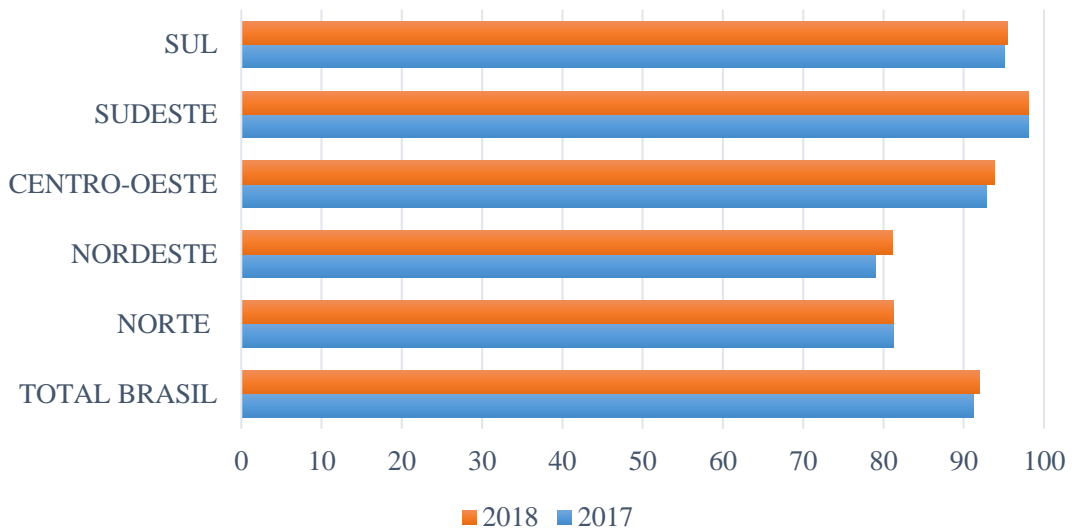
Nota-se que a região Nordeste é caracterizada pela ampla utilização dos denominados lixões para realizar a disposição final dos resíduos sólidos gerados pela população contando com 844 municípios do total de 1.794 que ainda adotam essa atitude em pleno século XXI, tornando-se a macrorregião com a maior quantidade de cidades que dispõem seus resíduos em vazadouros a céu aberto em todo o Brasil (ABRELPE, 2019).

No contexto da Política Nacional dos Resíduos Sólidos torna-se proibida a destinação final dos materiais e substâncias ao ar livre em seu estado natural, também não se permite a ocupação das áreas de disposição e que seja realizado o consumo dos resíduos como fonte de alimentação. Porém, os indivíduos que não possuem condições para adquirir fontes de alimento e moradia em meio a sociedade estão fadados à busca de trabalho e meios de sobrevivência em lixões e aterros que, muitas vezes, não possuem o funcionamento adequado conforme as diretrizes de saneamento e resíduos (GOUVEIA, 2012; BRASIL, 2019).

Segundo a ABRELPE (2019), a região Nordeste apresenta a menor cobertura dos serviços de coleta de resíduos sólidos no país. De acordo com o apresentado no Gráfico 4, para o ano de 2018, estima-se que 81,1% de quase 54 mil toneladas dos resíduos gerados diariamente

foram coletados, correspondendo a um aumento de apenas 2% em relação ao ano de 2017. Dos detritos coletados cerca de 30 mil toneladas foram destinadas aos lixões e aterros controlados todos os dias, representando um enorme agravante para a poluição do ambiente e à saúde dos indivíduos.

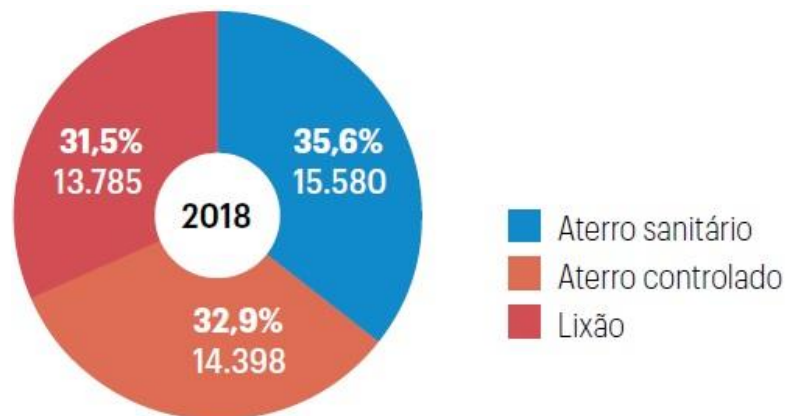
Gráfico 4 – Cobertura da coleta de resíduos sólidos urbanos (%).



Fonte: ABRELPE, 2019.

O Gráfico 5 expressa os valores das disposições finais adotadas para os resíduos sólidos urbanos, produzidos em toneladas por dia no nordeste brasileiro no ano de 2018.

Gráfico 5 – Disposição dos resíduos sólidos urbanos na região Nordeste.



Fonte: ABRELPE, 2019.

O panorama nordestino necessita, apesar das formulações de boas práticas através das políticas públicas, da implantação de sistemas de monitoramento nos processos de coleta, manejo e destinação final dos resíduos juntamente com a revisão das formas de descarte dos

produtos gerados. Para que a partir da tomada de decisões mais conscientes, enxergando os aspectos sociais, econômicos e físicos ao redor, os impactos positivos gerados ao meio ambiente e à promoção da saúde da população sejam otimizados (DE SOUSA; CAMPOS; DE OLIVEIRA, 2016).

2.3.3 Diagnóstico dos resíduos sólidos no Ceará

A Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a PNRS, também dispõe de diretrizes mínimas que devem ser contempladas no Plano Estadual de Resíduos Sólidos, como o diagnóstico dos impactos sociais, econômicos e ambientais causados, as metas para reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos e de aproveitamento energético dos gases gerados, assim como o estabelecimento de metas para a extinção da utilização dos lixões e a recuperação destas áreas, integrando a inclusão social dos catadores de resíduos e sua independência econômica, dentre outras condutas.

Tratando-se da esfera estadual, a Política Estadual dos Resíduos Sólidos (PERS) no Estado do Ceará, foi primeiramente estabelecida pela Lei nº 13.103 de 24 de janeiro de 2001, quase nove anos antes da aprovação da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Fato que motivou a revisão da Lei nº 13.103, culminando na Lei nº 16.032, de 20 de junho de 2016, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos no âmbito do Estado do Ceará (CEARÁ, 2016, 2020).

Esta Lei, assim como a PNRS, preconiza a diminuição dos resíduos sólidos, a promoção da saúde e a preservação do meio ambiente, incentivando a implantação da coleta seletiva e definições de metas, na elaboração e adoção de programas e tecnologias que auxiliem no gerenciamento dos resíduos (CEARÁ, 2016).

De acordo com o Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União (BRASIL, 2017), até o ano de 2017 apenas 12 dos 27 estados brasileiros concluíram o Plano Estadual de Resíduos Sólidos. As unidades federativas que realizaram tal feito foram o Acre, Maranhão, Pará, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Sergipe, São Paulo, Rio Grande do Sul, Alagoas, Amazonas e Goiás.

Percebe-se que no Ceará o panorama real e atual de gerenciamento dos resíduos sólidos ainda se encontra em fase inicial de implementação, visto que a disposição final dos resíduos sólidos de seus municípios ainda ocorre de forma predominante nos lixões, também se ressaltando que em alguns municípios até mesmo os resíduos sólidos provenientes das atividades hospitalares também recebem o mesmo destino. Outro agravante que se observa, é o

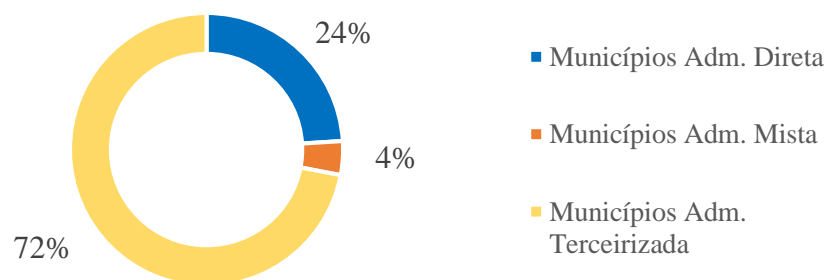
acesso de pessoas a esses ambientes que ocorre sem nenhuma restrição, refletindo claramente ações contrárias às objetividades previstas em normas (DINIZ; DE ABREU, 2018).

Segundo o jornal local, O Povo (2019), em sua versão *online*, o secretário do Meio Ambiente do Estado do Ceará, Artur Bruno, informou que a previsão é de até 20 anos para que cerca de mais de 300 lixões presentes nos municípios do Estado parem de funcionar.

Como forma de erradicar o uso dos lixões o governo cearense prevê a gestão integrada dos resíduos sólidos, a partir da elaboração de consórcios entre os municípios para a construção de aterros sanitários e a implementação da coleta seletiva. Os consórcios consistem na união entre municípios circunvizinhos (associação horizontal) ou entre o município e o estado (associação vertical), sobretudo, com interesses em comum de aplicar soluções sustentáveis para o gerenciamento dos resíduos sólidos, visto que esse procedimento se torna complexo quando tratado de forma isolada devido, principalmente, aos aspectos econômicos (MORAES; GODOY, 2013; CEARÁ, 2015; O POVO, 2019).

Quanto ao manejo dos resíduos sólidos urbanos, este serviço é realizado por meio de administração direta, que diz respeito a administração realizada pelas próprias prefeituras das cidades ou departamento destas, por administração indireta, em que uma empresa é contratada através da realização de processo licitatório, ou o serviço ocorre de forma mista com a integração entre o órgão público e a contratação de uma empresa privada. Conforme apresentado no Gráfico 6, observa-se os percentuais relacionados às formas de administração do manejo dos resíduos pelos municípios do Estado (CEARÁ, 2015).

Gráfico 6 – Manejo dos resíduos sólidos urbanos no Estado Ceará.



Fonte: Ceará, 2015.

Ainda assim, de acordo com Diniz e De Abreu (2018), o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos torna-se falho devido à falta de verbas, escassez do conhecimento normativo e baixa eficiência técnica da administração dos órgãos competentes, juntamente com

a falta de conscientização dos indivíduos que compõem a sociedade. Portanto, para satisfazer as metas previstas torna-se necessário o engajamento e comprometimento entre si dos órgãos públicos, privados e da sociedade.

2.3.4 Diagnóstico dos resíduos sólidos em Fortaleza, Ceará

No que se refere ao contexto municipal, inicialmente foi elaborada a Lei nº 8.408 de 24 de dezembro de 1999, que estabelece as diretrizes sobre a responsabilidade do manejo dos resíduos produzidos em grande quantidade ou de naturezas específicas, e que necessitou ser alterada com o intuito de melhor atender o que está disposto nas leis estadual e federal, resultando em 28 de abril de 2015 na Lei nº 10.340 (FORTALEZA, 2015).

Segundo a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), até dois anos após sua publicação, os municípios devem apresentar o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), apresentando os sistemas e estratégias de coleta, transporte e disposição final ambientalmente adequada, assim como medidas que minimizem a geração de resíduos. A conclusão do plano também é um requisito para o recebimento de recursos financeiros federais para que sejam aplicados na gestão dos resíduos.

Destaca-se que o PGIRS de Fortaleza, foi concluído em 2012, sendo uma das poucas unidades municipais à concluírem seu plano. O Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União, informa que até o ano de 2015 somente 42% dos municípios brasileiros elaboraram seus planos (FORTALEZA, 2012; BRASIL, 2017).

O município e também capital do Estado do Ceará, Fortaleza, dispõe os resíduos sólidos urbanos gerados desde 1998 no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC), localizado no município de Caucaia, Ceará, à cerca de 23 km de distância. O ASMOC antes de sua ampliação contava com uma área total de pouco mais de 123 hectares, onde cerca de 78,5 hectares foram utilizados para a disposição dos resíduos sólidos coletados (NASCIMENTO, 2019).

No Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Fortaleza, consta que o ASMOC teria condições seguras de operação até o ano de 2014 e poderia acumular resíduos até o ano de 2015, chegando ao seu limite. Devido a tal fato houve a necessidade de realizar a ampliação do mesmo, assim, apresentaram-se alternativas como a ampliação horizontal, através da aquisição de um terreno vizinho, e a ampliação vertical, por meio da utilização dos arruamentos internos do aterro como área de disposição dos resíduos (FORTALEZA, 2012).

Com a ampliação horizontal do ASMOC, foi disponibilizada uma nova área que consiste no total de 101,7 hectares, sendo 73,36 hectares destinados para o recebimento dos resíduos sólidos, com uma estimativa de vida útil mínima de 16 anos e 8 meses, visto que o período de operação pode ser prolongado com a integração de estratégias que visem a minimização do volume dos resíduos sólidos urbanos (FORTALEZA, 2012). Conforme apresentado na Figura 2, é possível observar o ASMOC e sua zona de ampliação.

Figura 2 – Vista aérea do ASMOC e sua ampliação.



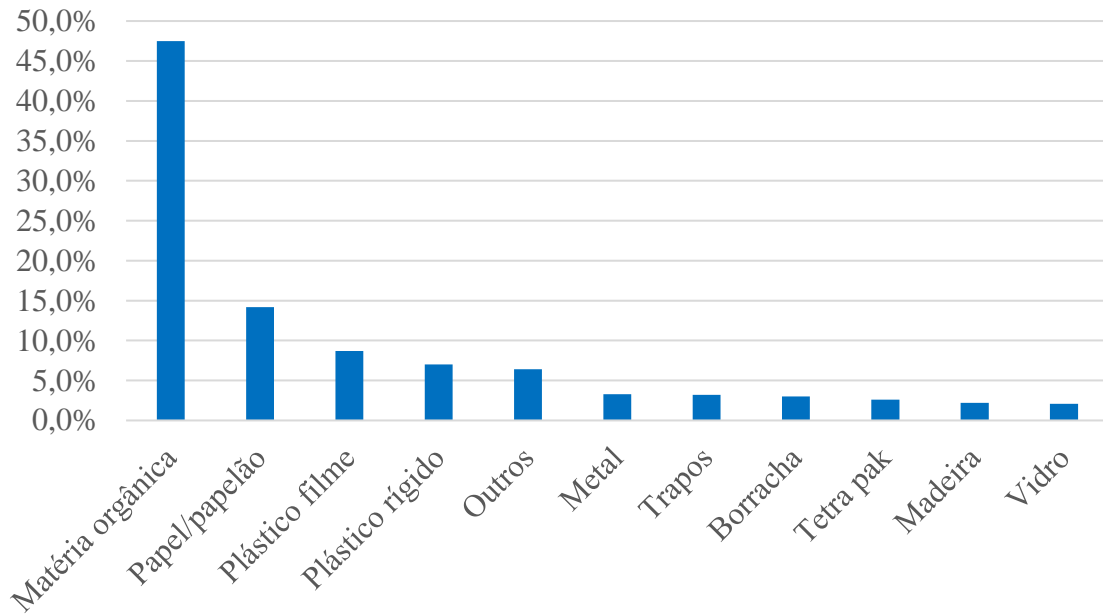
Fonte: Nascimento, 2019.

Estima-se que na cidade de Fortaleza são gerados diariamente cerca de 5 mil toneladas de resíduos. No ano de 2018, cerca de pouco mais de 1 milhão e 600 mil toneladas foram dispostas no ASMOC (ALMEIDA 2020).

Conforme apresentado no Gráfico 7, observa-se a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de Fortaleza, segundo Santos e Mota (2010), em que 47,5%, em massa, são materiais orgânicos, 14,2% são papel e papelão, 8,7% são plásticos do tipo filme, 7,0% são plásticos do tipo rígido, 6,4% são outros (fraldas, areia, absorventes, pedaços de isopor, pedaços

de cerâmica, ossos), 3,3% são metais, 3,2% são trapos, 3,0% são borrachas, 2,6% são embalagens tetra pak, 2,2% são madeiras, 2,1% são vidros.

Gráfico 7 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos destinados ao ASMOC.



Fonte: Santos e Mota (2010).

Observa-se que quase metade, em massa, dos resíduos que são destinados ao ASMOC consiste em matéria orgânica, material que se submetido ao processo de compostagem orgânica seria um material húmifero rico em nutrientes para as vegetações (SANTOS; MOTA, 2010; GUO; LIU; WU, 2019; ALMEIDA, 2020).

Ressalta-se que durante a implantação e operação do ASMOC alguns impactos negativos afetaram o ambiente e a sociedade, mesmo que por curtos intervalos de tempo, como a poluição do lençol freático e das águas superficiais, os grandes desmatamentos, a degradação da paisagem natural, ocorrência de odores fétidos, proliferação de vetores (roedores, moscas, baratas e outros insetos) com potencial danos à saúde da população, além dos impactos sociais e culturais (ROCHA; DE CARVALHO JUNIOR; DE AQUINO, 2015).

Em específico, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas em alguns pontos do ASMOC, ocorreu em virtude de vazamentos de produtos lixiviados, também denominado como chorume, resultante da utilização de um material pouco permeável entre as camadas de cobertura dos resíduos depositados. Assim, dificultando a passagem do fluido até a base da célula formada pelos resíduos, onde deveria ser coletado e transportado por meio de drenos até a unidade de tratamento (CARVALHO JUNIOR *et al.*, 2012).

Como consequência ocorreram a obstrução dos drenos de gases, conforme apresentado na Figura 3, a contaminação do solo natural e das águas (superficiais e subterrâneas), devido ao líquido ultrapassar a cota do terreno natural e com a adição de resíduos e sua compactação o material lixiviado também percolou lateralmente nas células. Portanto, como solução foi adotado um material mais permeável como cobertura intermediária entre as camadas dos resíduos (CARVALHO JUNIOR *et al.*, 2012).

Figura 3 – Tubulação para drenagem de gases com a presença de lixiviado no ASMOC.



Fonte: Carvalho Junior *et al.*, 2012.

De acordo com o apresentado na Figura 4, constata-se a presença de chorume na lateral de um talude e em contato com o solo (CARVALHO JUNIOR *et al.*, 2012).

Figura 4 – Vazamento de lixiviado no pé do talude no ASMOC.



Fonte: Carvalho Junior *et al.*, 2012.

Com o intuito de diminuir as elevadas quantidades de resíduos sólidos no ASMOC, foram implementados em Fortaleza pontos de coletas seletivas e programas que incentivem a população do município a contribuir com a causa. Também foram traçados planos para inserir

os catadores e carroceiros no processo de coleta dos materiais, como a criação dos programas E-catador e E-carroceiro a partir da Lei Municipal nº 409/2019 (FORTALEZA, 2019; NASCIMENTO, 2019).

Em Fortaleza a implantação do sistema de coleta seletiva promovida pela prefeitura está ocorrendo desde o ano de 2015, em que os resíduos sólidos urbanos gerados podem ser destinados em um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), também conhecidos como Ecopontos. As unidades recebem “pequenas proporções de entulho, restos de poda, móveis e estofados velhos, além de óleo de cozinha, papelão, plásticos, vidros e metais”. Até o mês de outubro de 2020 a cidade contava com 61 Ecopontos (ALMEIDA, 2020; FORTALEZA 2020).

A Figura 5 apresenta a estruturação de um PEV/Ecoponto, composto por cabines de atendimento ilustradas ao fundo, geralmente utilizando-se contêineres, e pelos depósitos utilizados para separação e armazenamento dos detritos.

Figura 5 – Ecoponto em Fortaleza.



Fonte: Prefeitura de Fortaleza, 2020.

Juntamente com os Ecopontos foi criado o programa Recicla Fortaleza como forma de incentivar o público, através da bonificação com descontos no valor da taxa de energia, mediante a entrega dos resíduos. Vale ressaltar que o bônus varia com o tipo de material e é atribuído apenas aos produtos recicláveis como vidros, papel, metal, plástico e óleo de cozinha, conforme apresentado na Tabela 4 (ALMEIDA, 2020).

Tabela 4 – Valores da bonificação atribuídos a cada tipo de resíduo por peso (R\$/kg).

RESÍDUO	VALOR (R\$)	RESÍDUO	VALOR (R\$)
Bronze	3,00	Jornal	0,02
Panela de alumínio com cabo	2,20	Papel misto	0,02
Panela de alumínio	1,65	Cerveja	0,01
Lata alumínio	1,50	Ferro fundido	0,10
Latão	1,50	Lata de aço	0,10
Alumínio fundido	1,00	Papelão	0,08
Chumbo	0,70	Ferro batido	0,07
Plástico filme	0,32	Coca litro	0,01
PVC	0,32	Garrafão	0,01
Aço inox 430	0,30	Litro branco	0,01
Bateria	0,25	Litro preto	0,01
Papel branco	0,07	Longneck	0,01
Óleo de cozinha	0,20	PET	0,22

Fonte: Almeida, 2020.

A estratégia aplicada em Fortaleza é semelhante à promoção de coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos imposta pela antiga Companhia Energética do Ceará (COELCE), que no ano de 2007 lançou o Programa Ecoelce, onde a população também recebia descontos nas tarifas de energia mediante a entrega dos resíduos em postos de coleta, conforme apresentado na Figura 6 (CAVALCANTE; SOUSA FILHO; 2016).

Figura 6 – Posto de coleta de resíduos do programa Ecoelce.



Fonte: Enel, 2021.

Contudo, a cidade de Fortaleza ainda necessita de melhorias quanto à gestão dos resíduos sólidos, assim como a participação ativa da população em contribuir para a sua

diminuição, pois apesar dos programas desenvolvidos até o momento terem sido relevantes para a sociedade ainda não são suficientes para cumprir com o que se é almejado (NASCIMENTO, 2019).

2.4 MIT App Inventor

Os avanços urbanísticos e industriais também instigaram a criação de tecnologias para a execução de processos de gestão, são exemplos os desenvolvimentos de *softwares* para computadores, *tablets*, *notebooks* e *smartphones* através de plataformas de programação, assim, a criação de ferramentas que auxiliam na administração dos resíduos e no compartilhamento destes integrando possíveis geradores e consumidores, com o intuito de agregar valor aos materiais que geralmente são descartados, torna-se possível (DE OLIVEIRA; FERREIRA; BAZOTTI, 2019).

A partir das tecnologias ofertadas, expõe-se a utilização da plataforma de programação *MIT App Inventor* para o desenvolvimento de um aplicativo para aparelhos móveis, especificamente os *smartphones*, que possuem sistema operacional do tipo *Android*. Ressaltando-se a utilização em larga escala do aparelho celular na contemporaneidade e as facilidades operacionais que o mesmo dispõe (DE OLIVEIRA; FERREIRA; BAZOTTI, 2019).

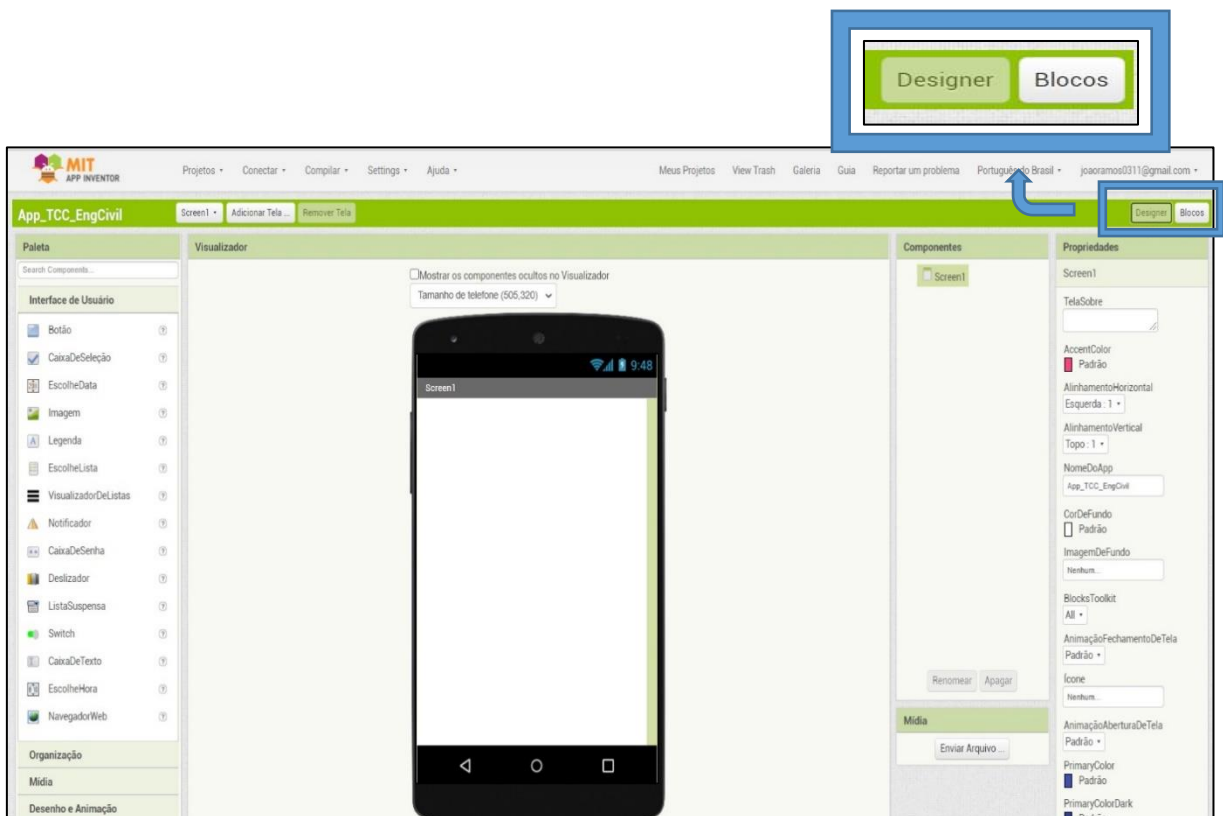
O *MIT App Inventor* consiste em uma plataforma para criação de aplicativos para telefone celular e *tablets* que possuem o sistema operacional *Android*, onde esta foi criada pela equipe do *Google* e atualmente é administrada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) localizado em Cambridge, Estados Unidos (ARNOBIO, 2015).

Diferentemente das demais linguagens de programação utilizadas para a criação de *softwares*, a plataforma utiliza a combinação de blocos que apresentam as possibilidades de escolha das funções específicas para cada trabalho e caixas de texto para processar as variáveis de comando. E torna-se um atrativo para o público devido a facilidade de produção de aplicativos, quando comparada com outras plataformas utilizadas para o desenvolvimento de produtos tecnológicos (RIBEIRO, 2018).

Além de proporcionar certa facilidade em sua operação, o *MIT App Inventor* apresenta diversas possibilidades de utilização, visto que as combinações de suas funções ocorrem sem restrições. A plataforma também apresenta o objetivo de instigar a produção tecnológica dos usuários, como forma de aprimorar o raciocínio lógico dos mesmos com a criação de novas ideias e implementá-las tecnologicamente para a solução de problemas simples até os mais complexos (DUDA *et al.*, 2015).

Na versão traduzida para o português a interface inicial do *MIT App Inventor* dispõe de duas guias principais em que uma é apresentada como “*Designer*” e a outra como “*Blocos*”, conforme apresentadas na Figura 7.

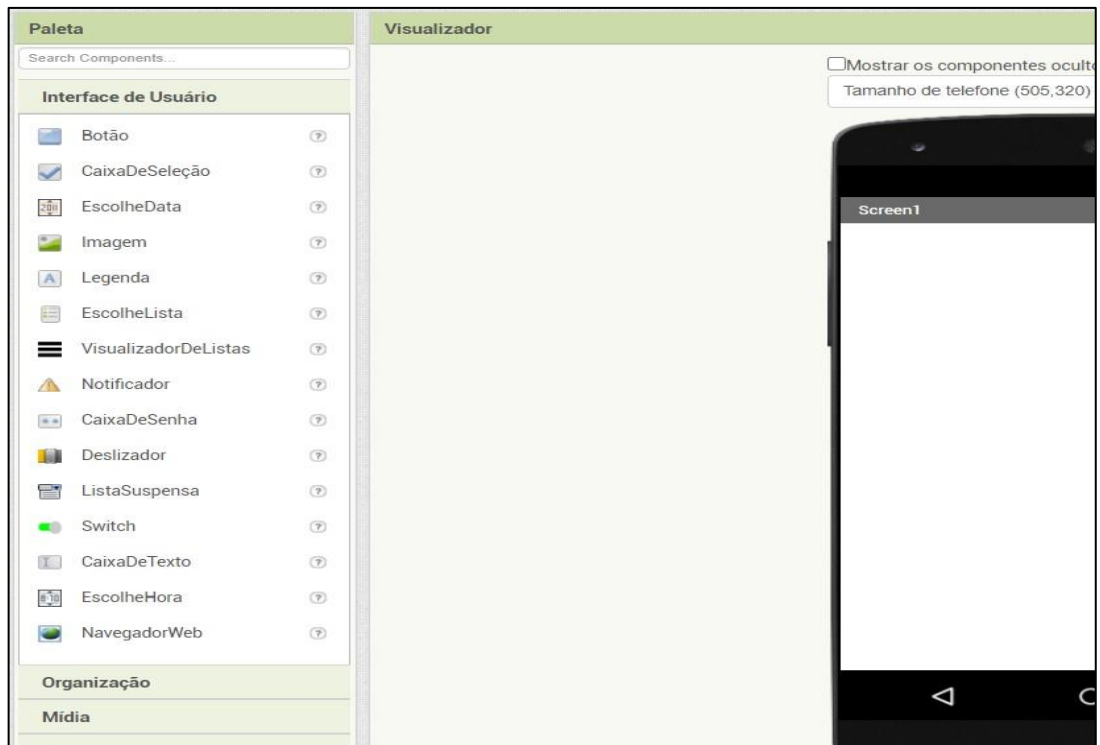
Figura 7 – Guias *MIT App Inventor*.



Fonte: *MIT App Inventor*, 2020.

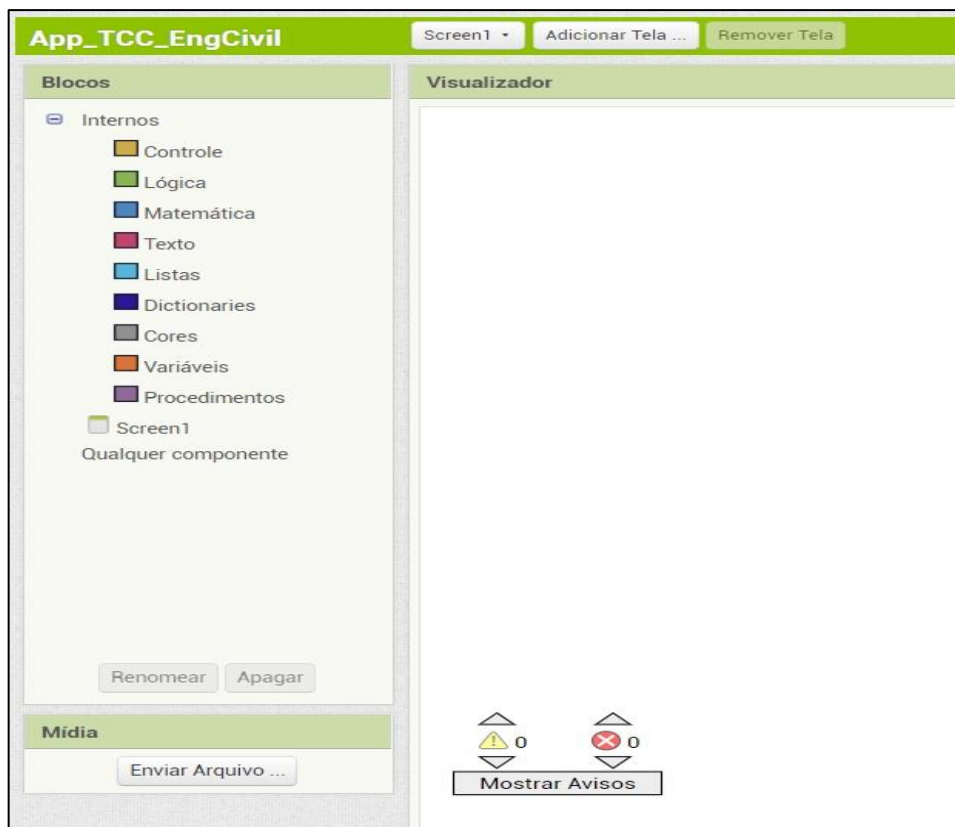
Ao selecionar a primeira guia a tela que fica visível diz respeito às características estéticas do aplicativo e aos elementos que podem ser escolhidos para designar os comandos, como botão, caixa de texto, visualizador de lista, imagem, legenda e outros, como apresentado na Figura 8. Já a segunda guia dispõe das funções (controle, lógica, matemática, texto e outras), apresentada na Figura 9, que são incrementadas aos elementos escolhidos pelo usuário, ou seja, o que deve acontecer ao clicar ou digitar em um determinado componente (ARNOBIO, 2015).

Figura 8 – Guia “Designer” e algumas de suas funções.



Fonte: MIT App Inventor, 2020.

Figura 9 – Guia “Blocos” e algumas de suas funções.



Fonte: MIT App Inventor, 2020.

Rodrigues (2017) afirma que devido ao formato de configuração da plataforma é possível que indivíduos sem quaisquer experiências em programação sejam capazes de elaborar *softwares*, assim, não há restrições quanto à faixa etária para se utilizar a ferramenta, *MIT App Inventor*.

Quanto ao compartilhamento das informações sobre a demanda e a oferta dos materiais, realizou-se a integração do aplicativo com o uso do *WhatsApp* através da criação de grupos de conversas de acordo com cada tipo de resíduo, visando a integração das informações entre os usuários. Estão dispostos o *link* e o *QR Code* de cada grupo, para que os interessados possam participar da comunidade virtual desejada.

2.5 WhatsApp

O *WhatsApp* trata-se de um aplicativo criado em 2009 por Jan Koum e Brian Acton, disponível para utilização em computadores através da *web*, onde o usuário pode optar em realizar ou não o seu *download*, e nos aparelhos móveis com sistemas operacionais do tipo *Android*, *iOs* e outros, sendo estritamente necessário realizar o seu *download* para que o mesmo possa ser utilizado. Para o seu funcionamento também é necessário a conexão do aparelho à *internet* (WHATSAPP, 2020a).

A tecnologia apresenta funções como o envio e recebimento instantâneo e seguro de mensagens de texto, o compartilhamento de vídeos, mensagens de voz, localizações, documentos e a criação de grupos de conversas, além de realizar chamadas de voz e de vídeo. Atualmente mais de 2 bilhões de indivíduos utilizam o aplicativo, em mais de 180 países (WHATSAPP, 2020b).

A integração do *WhatsApp* ao aplicativo a ser desenvolvido justifica-se por sua variedade de funções, segurança, facilidade de operação e ampla utilização entre as pessoas, assim, o público terá mais confiança e praticidade quanto a troca de informações.

3 METODOLOGIA

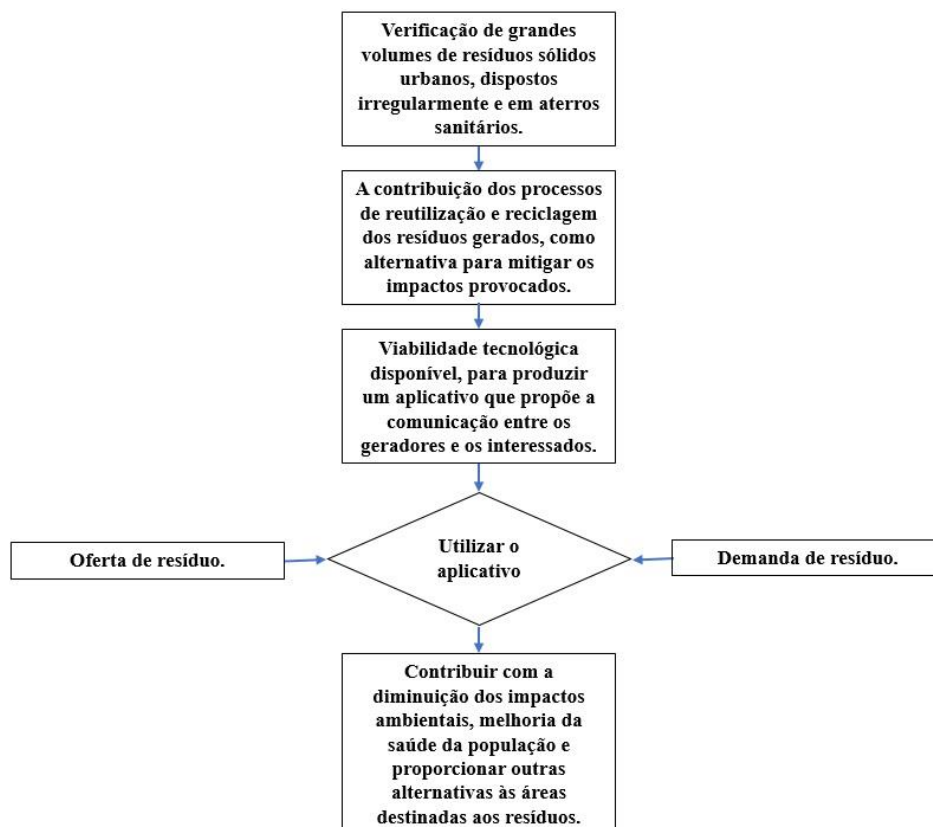
3.1 Tipologia da pesquisa

O trabalho apresenta uma composição metodológica baseada tanto na abordagem qualitativa quanto quantitativa, possui caráter exploratório descritivo, em que os dados para a aquisição de informações foram obtidos bibliograficamente.

Para a realização do presente trabalho também foram realizadas consultas aos diversos órgãos municipais (Prefeitura de Fortaleza, Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle de Serviços Públicos de Saneamento Ambiental - ACFOR), estaduais (Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria das Cidades) e federais (Planalto, Secretaria Nacional de Saneamento) através de seus endereços eletrônicos disponíveis na *internet*, devido à restrição de visitas presenciais por conta da pandemia causada pelo corona vírus, para a obtenção de informações que demonstrem a real importância dos impactos provocados pelos resíduos sólidos urbanos e suas referências normativas.

O Fluxograma 1 apresenta de modo geral a metodologia utilizada para produção do trabalho.

Fluxograma 1 – Fluxograma da metodologia do trabalho.



Fonte: Autor, 2020.

3.2 Desenvolvimento do aplicativo

Para a elaboração do aplicativo móvel para *smartphones* com sistema operacional do tipo *android*, foi utilizada a plataforma de programação *MIT App Inventor*. Na matriz de programação foram usadas, principalmente, a função de controle, que tem o objetivo de designar o que deve acontecer quando alguma ação ocorrer, como por exemplo clicar uma tecla do aplicativo, e a função de texto, responsável por apresentar uma resposta final em decorrência da ação realizada pelo usuário, como por exemplo uma informação na tela do aparelho móvel.

A combinação destas duas funções serviu como base para coordenar as opções de escolha dos usuários pelos diferentes tipos de resíduos sólidos urbanos. A Figura 10 apresenta um exemplo dessa combinação, que significa que quando o usuário clicar no botão “INICIAR” o aplicativo deve seguir para a “Screen 2”, assim como ao clicar na tecla “SOBRE” o aplicativo deve seguir para a “Screen 16”. A plataforma também atribui cores as funções, como forma de facilitar suas distinções no momento da programação.

Figura10– Combinação das funções de controle e texto.



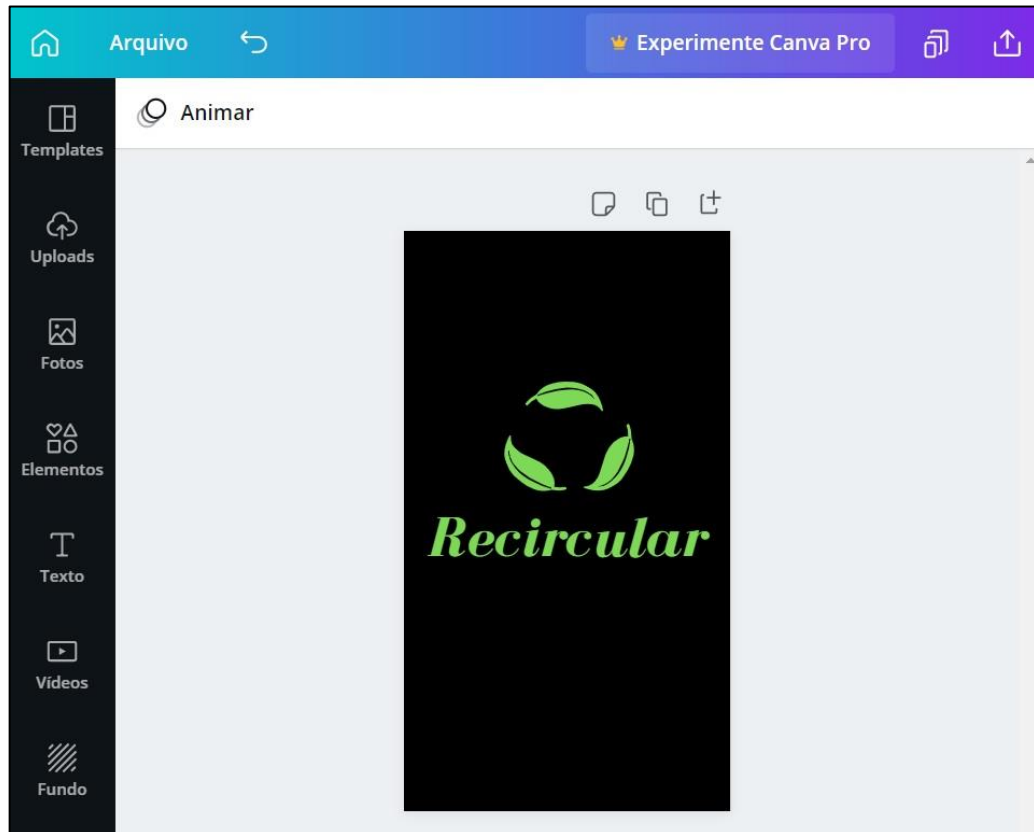
Fonte: MIT App Inventor, 2020.

Na produção da interface mostrada aos usuários foram inseridos botões para designar a opção de escolha, caixas de texto para a apresentação de informações pertinentes e a inserção de imagens para contribuir com a estética do produto tecnológico, também proporcionando um ambiente mais atrativo e visualmente confortável.

A produção de algumas imagens que compõem o aplicativo e o próprio logotipo foram produzidos com o auxílio da ferramenta *Canva*, uma plataforma digital para a produção de apresentações, imagens, postagens para mídias sociais, dentre outras categorias. De acordo

com o apresentado na Figura 11, pode-se visualizar a plataforma *Canva* no momento da produção do logotipo da tecnologia.

Figura 11 – Produção do logotipo do aplicativo na plataforma *Canva*.



Fonte: *Canva*, 2020.

3.3 Estabelecimento das linhas do aplicativo e delimitação de suas funcionalidades

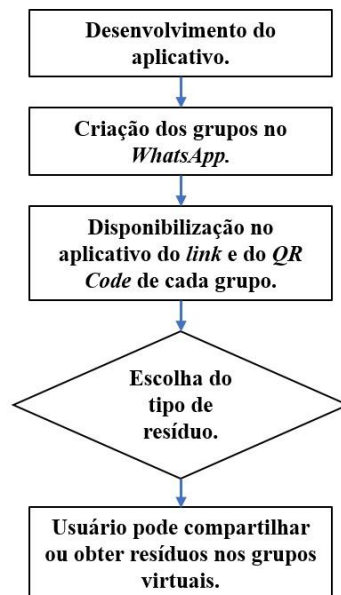
O aplicativo busca gerar o reaproveitamento, reuso e reciclagem dos resíduos sólidos urbanos, colaborando para a diminuição dos elevados volumes produzidos pela população de Fortaleza e dispostos no ASMOC, a redução das áreas que os recebem e a sustentabilidade do meio ambiente.

Os tipos de resíduos sólidos abordados no aplicativo e para os quais foram criados grupos no *WhatsApp*, para fornecê-los ou obtê-los, foram especificamente matéria orgânica, materiais plásticos, papel e papelão, materiais vítreos, madeiras (incluindo móveis, estofados), materiais eletrônicos, metálicos e resíduos da construção civil, para que assim possam ser reutilizados ou reciclados, propondo um destino diferente do convencional e agregando valor aos produtos denominados geralmente como lixo.

Para possibilitar a comunicação entre os geradores e os possíveis interessados entre os diversos resíduos sólidos urbanos que possam ser reutilizados ou reciclados (eletrônicos, móveis, matéria orgânica para compostagem, dentre outros), foi feita a integração do aplicativo *WhatsApp* através da disponibilização do *link* e do *QR Code* no produto desenvolvido, referentes aos distintos grupos de conversações de acordo com cada tipo de resíduo.

O Fluxograma 2 apresenta como foi realizado o processo de integração da ferramenta de comunicação entre os usuários, onde os mesmos podem compartilhar ou obter resíduos a partir da escolha de qual grupo desejar fazer parte.

Fluxograma 2 – Integração do aplicativo desenvolvido ao *WhatsApp*.



Fonte: Autor, 2020.

O aplicativo também serve, intrinsecamente, como instrumento para a reeducação ambiental dos indivíduos, por meio da dissipação de informações do que pode ser realizado com o material geralmente denominado pelos mesmos como lixo.

3.4 Geração de resíduos sólidos urbanos

Para a obtenção de dados e a verificação dos resíduos sólidos gerados pela população de Fortaleza, foram realizadas pesquisas em trabalhos acadêmicos disponíveis virtualmente, como também em endereços eletrônicos providos pelo Estado do Ceará e pela Prefeitura de Fortaleza.

Como forma de delimitar os grupos predominantes de resíduos sólidos gerados pela população da cidade, tornou-se de grande valia a obtenção de referências que indicassem a composição gravimétrica desse material, a quantidade produzida pela população e também as suas situações de gerenciamento e de disposição final.

3.5 Realização de testes

Durante o desenvolvimento do aplicativo foi possível realizar a simulação do seu funcionamento, por meio da conexão entre a plataforma de programação e um *smartphone* com o auxílio de um aplicativo assistente, denominado *MIT AI2 Companion*, que pode ser baixado no próprio aparelho móvel. A plataforma possui ainda outras duas formas de simulação, uma com a utilização de um emulador e a outra pela conexão do telefone celular com um cabo do tipo *Universal Serial Bus (USB)*.

Após o desenvolvimento do aplicativo pretende-se realizar a sua publicação no *Google Play Store*, para serem realizados testes como forma de averiguar sua execução em situações do cotidiano. Para isso, torna-se necessário selecionar um público conhecido disposto a ajudar na realização da simulação, onde os mesmos realizem o *download* do aplicativo móvel e acessem suas funcionalidades, obtendo o contato entre si por meio dos grupos de conversações criados.

3.6 Disseminação do uso do aplicativo

Como supracitado, almeja-se disponibilizar o aplicativo, gratuitamente, na plataforma de *downloads* de aplicativos para *smartphones* com sistema operacional do tipo *android*, *Google Play Store*, também com o intuito de receber avaliações e críticas que contribuam para o aperfeiçoamento da ferramenta.

Para o aumento do número de usuários também são visadas ações como a divulgação do aplicativo entre os alunos e professores da instituição, familiares, mídias sociais (*Instagram* e *Facebook*) e o próprio *WhatsApp*.

Com o avançar da utilização do aplicativo, também se torna válido o pensamento empreendedor, onde através de parcerias, da obtenção de patrocinadores e a monetização de propagandas seja possível difundir ainda mais o uso do aplicativo na cidade de Fortaleza e, possivelmente, em outros municípios.

4 RESULTADOS

4.1 Produção de resíduos sólidos em Fortaleza, Ceará

Em caráter normativo, percebe-se que o município de Fortaleza apresenta planos com o objetivo de destinar adequadamente os resíduos sólidos urbanos e reaproveitá-los, diminuindo a quantidade de resíduos encaminhados ao Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC) e prolongando o seu tempo de vida útil.

Porém, nota-se que apesar das medidas abordadas na Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e na Lei 14.026 de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020), que atualiza o marco legal do saneamento básico, há muito o que avançar em termos práticos de reaproveitamento, reutilização, reciclagem e na destinação final realizada corretamente, para que as metas e os objetivos contemplados possam ser cumpridos.

É de grande importância ressaltar a relevância de uma operação técnica e administração adequada do aterro sanitário, visto que de nada adianta dispor de tal tecnologia e provocar impactos negativos ao meio ambiente e a população.

Um fator importante que contribui bastante para a diminuição dos resíduos é a coleta seletiva dos materiais, que vem ocorrendo no município de Fortaleza, mas ainda é uma prática minimamente difundida e usual pela população. É válido informar que o aplicativo desenvolvido não deve ser entendido como a única alternativa para reduzir o lixo, mas que seja mais uma solução a fazer parte do escopo de tecnologias que visam a redução do lixo e a ampliação da reciclagem, reuso, reaproveitamento.

4.2 Aplicativo

4.2.1 Desenvolvimento

A tela inicial do aplicativo é composta pelo botão para dar início à obtenção de resíduos sólidos urbanos (INICIAR), o que apresenta o objetivo de desenvolvimento do aplicativo e os autores do trabalho (SOBRE) e, o botão que fornece instruções aos usuários de como participar dos grupos do *WhatsApp* (INSTRUÇÕES DE USO). Conforme apresentado na Figura 12, pode-se visualizar a tela inicial de apresentação da tecnologia desenvolvida.

Figura 12 – Tela inicial do aplicativo Recircular.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Para a programação da tela inicial (Screen1) foram utilizadas as funções de controle e de texto, conforme apresentado na Figura 13, que expressam que quando o usuário clicar em “INICIAR” a tela “CONSCIENTIZAR” é apresentada, em “SOBRE” apresenta-se a tela “SOBRE” e em “INSTRUÇÕES” o usuário é direcionado para a tela “INSTRUCOES”.

Figura 13 – Programação da tela inicial do aplicativo Recircular.



Fonte: MIT App Inventor, 2021.

O botão “Livre” possibilita ao usuário realizar o contato com outra pessoa, através do envio de mensagens para o *WhatsApp* e compartilhar a sua localização por meio do *Google Maps*, caso tenha sido sofrido ou presenciado algum tipo de assédio durante alguma situação do cotidiano.

Quando o usuário clicar em “INICIAR” a tela “CONSCIENTIZAR” é apresentada, conforme apresentado na Figura 14, onde nessa tela pode ser realizado o cadastro para utilização do aplicativo, através do botão “CADASTRE-SE”, e também obter informações, por meio de um vídeo disponibilizado no *YouTube*, sobre a distinção entre lixo, resíduos sólidos e práticas mais sustentáveis de separação destes, através da coleta seletiva e da responsabilidade compartilhada entre o governo, as empresas e a população.

Figura 14 – Tela de início do aplicativo Recircular.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Conforme apresentado na Figura 15, a programação da tela “CONSCIENTIZAR” foi realizada com o auxílio das funções de controle, texto e procedimento, onde ao clicar no “Botão 1”, o usuário é redirecionado para uma página do *YouTube* e ao acionar o “Botão 2”, a tela “CADASTRE-SE”, é apresentada a tela “CADASTRO”.

Figura 15 – Programação da tela “CONSCIENTIZAR”.



Fonte: MIT App Inventor, 2021.

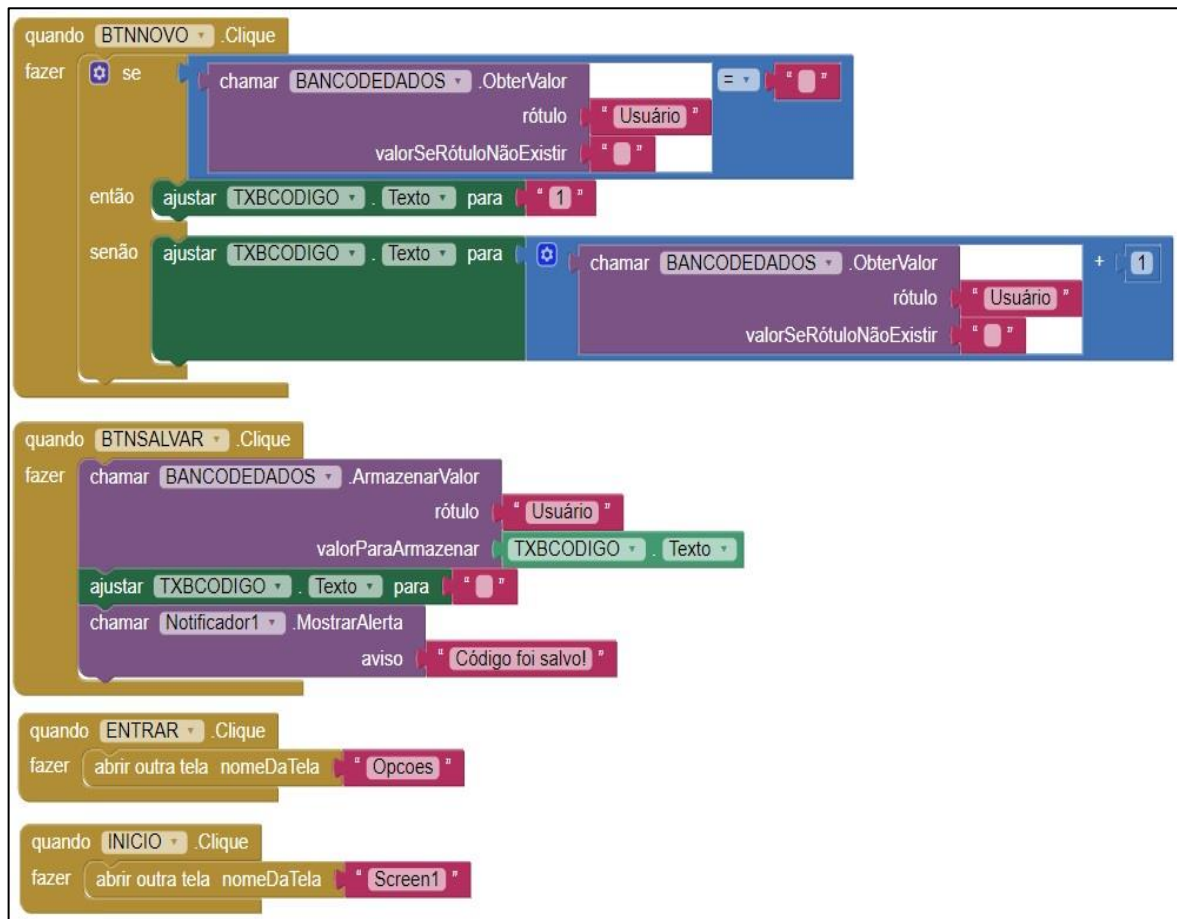
Na tela “CADASTRO” o público pode realizar a sua inscrição para usufruir do aplicativo, apertando em “NOVO”, preenchendo os campos “NOME DO USUÁRIO” e o “TIPO DE RESÍDUO”, clicando em “SALVAR” e em “ENTRAR”, de acordo com o apresentado na Figura 16. Ressalta-se que a cada vez que um usuário realiza seu cadastro é gerado um código para o mesmo, para isso foi criado um banco de dados.

Figura 16 – Tela de cadastro e acesso do aplicativo Recircular.

Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

De acordo com o apresentado pela Figura 17, para a programação da tela de cadastro do usuário foram utilizadas as funções de controle, texto, procedimento e matemática. Na primeira parte foi realizada a programação do banco de dados, portanto, quando o usuário clicar em “BTNNOVO” (relativo ao botão “NOVO”), o banco de dados é acionado e é acrescentado o valor “+1” para gerar um novo código. Assim, a sequência de códigos atribuídos aos usuários inicia-se em um e tende ao infinito. A segunda parte programada refere-se ao botão “SALVAR” (BTNSALVAR), onde o banco de dados é mais uma vez solicitado e armazena os caracteres preenchidos. Após realizar o cadastro e salvar os dados, o usuário pode clicar em “ENTRAR” para seguir para a tela de escolha dos resíduos que deseja fornecer ou adquirir, por sua vez denominada “Opcoes”, como também pode retornar à tela inicial (Screen1), através do botão “INÍCIO”.

Figura 17 – Programação da tela “CADASTRO”.



Fonte: MIT App Inventor, 2021.

A tela “Opcoes” apresenta os tipos de resíduos que o público pode optar para compartilhar os demais usuários ou obter o que se deseja, conforme apresentado na Figura 18, assim diminuindo a quantidade destinada ao Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia

(ASMOC) e, agregando valor aos insumos tão valiosos, porém, que ainda são minimamente reaproveitados, os resíduos sólidos urbanos.

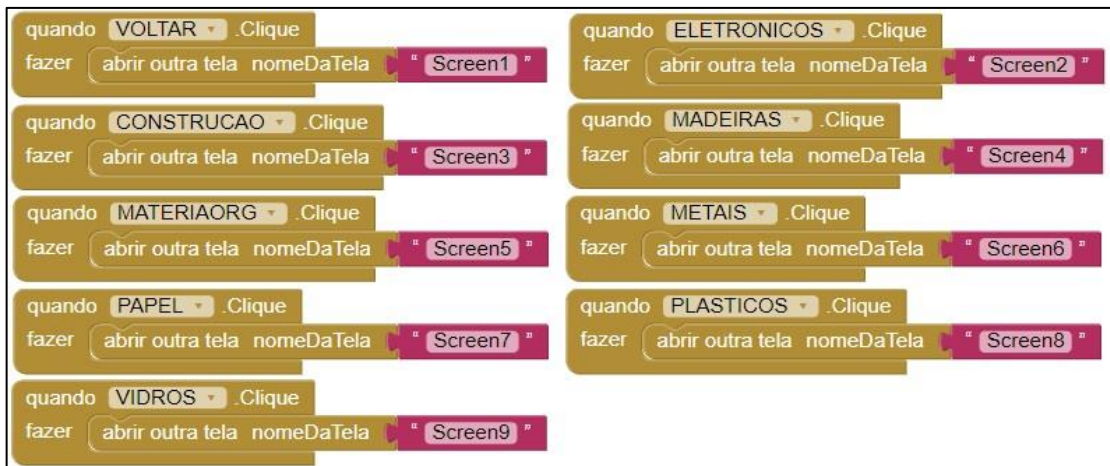
Figura 18 – Tela de opções de resíduos do aplicativo Recircular.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Ao clicar em qualquer uma das opções disponíveis o usuário é encaminhado para uma tela que apresenta o *Link* e o *QR Code*, de acordo com o tipo de resíduo, do grupo do *WhatsApp* disponível. A programação da tela “Opcoes” foi realizada com o auxílio das funções de controle e texto, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Programação da tela “Opcoes”.



Fonte: MIT App Inventor, 2021.

Para cada tipo de resíduo ao ser escolhido o usuário é redirecionado para a tela que dispõe dos meios necessários para participar do grupo virtual de interação com os demais participantes, para que se possa adquirir ou fornecer o resíduo sólido urbano.

Por exemplo, se o usuário clicar no botão “ELETRONICOS”, referente aos resíduos eletrônicos, o mesmo tem acesso ao *link* e ao *QR Code* do grupo do *WhatsApp*. O mesmo procedimento deve ocorrer caso o resíduo escolhido seja proveniente da construção civil, madeiras, matéria orgânica, metais, papéis e papelão, plásticos ou vidros.

Caso o usuário queira adquirir ou fornecer mais do que um tipo de resíduos sólido urbano dentre os listados ou tenha realizado erroneamente sua escolha, o mesmo pode acessar a tela de início clicando no botão “VOLTAR”, sendo, portanto, necessário realizar os procedimentos anteriores.

De acordo com o apresentado na Figura 20, pode-se observar o *link* e *QR Code* correspondente ao grupo de interação virtual do *WhatsApp* dos resíduos eletrônicos, tal qual apresenta-se na tela do *smartphone* durante o uso do aplicativo. Consecutivamente, apresenta-se, conforme a Figura 21 até a Figura 24, apenas o *link* e *QR Code* dos demais grupos.

Figura 20 – Link e QR Code para acesso ao grupo de resíduos eletrônicos.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Figura 21 – Link e QR Code para acesso ao grupo de resíduos da construção e de madeira.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Figura 22 – Link e QR Code para acesso ao grupo de resíduos orgânicos e metálicos.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Figura 23 – Link e QR Code para acesso ao grupo de resíduos de papel, papelão e plástico.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

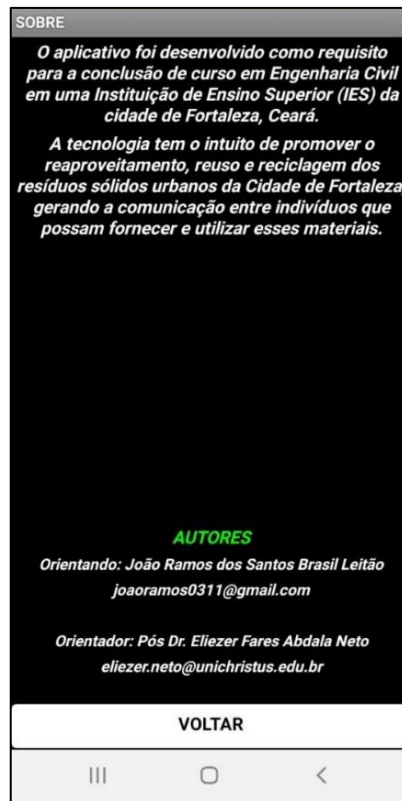
Figura 24 – Link e QR Code para acesso ao grupo de resíduos vítreos.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Quando o botão “SOBRE” for acionado apresenta-se o intuito com o qual foi destinado a realização deste trabalho e a sua autoria, conforme apresentado na Figura 25. Por fim, quando o usuário clicar em “INSTRUÇÕES DE USO” a tela “INSTRUCOES” é apresentada, conforme apresentado na Figura 26.

Figura 25 – Tela de informações autorais do aplicativo Recircular.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

Figura 26 – Tela de instruções para participar dos grupos de WhatsApp.



Fonte: MIT AI2 Companion, 2021.

4.2.2 Delimitações e simulações em fase de produção

O aplicativo Recircular restringe-se à aparelhos celulares com sistema operacional do tipo *Android* e a necessidade de sua instalação através da plataforma *Google Play Store*, assim como o usuário também deve possuir o aplicativo *WhatsApp* instalado em seu dispositivo móvel. Em sua versão inicial, a presente tecnologia possui o acesso delimitado para atender a população da cidade de Fortaleza, Ceará.

Os testes do aplicativo realizados durante a sua fase de elaboração foram obtidos com o software auxiliar *MIT AI2 Companion*, também disponibilizado, gratuitamente, na plataforma *Google Play Store*, conforme apresentado na Figura 27.

Figura 27 – *MIT AI2 Companion* disponível no *Google Play Store*.



Fonte: *MIT AI2 Companion*, 2021.

A partir da simulação operacional do aplicativo em sua fase de produção, houve a possibilidade de se extrair informações sobre a utilização do aplicativo, sendo elas positivas ou

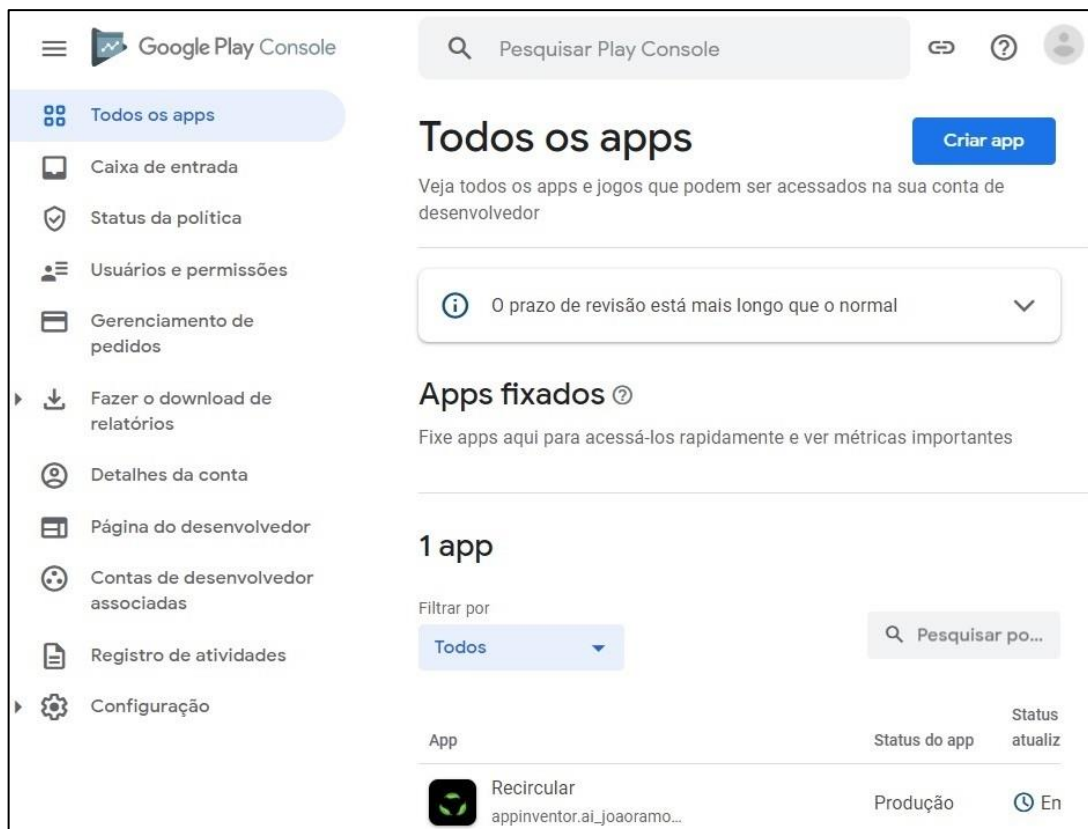
negativas, visando a melhoria contínua do *software* Recircular, objetivando atender satisfatoriamente as necessidades do público.

Genericamente, os retornos obtidos foram em sua maioria positivos. Os testes realizados ajudaram a identificar pontos que poderiam sofrer melhorias, através da aplicação de funcionalidades intuitivas, objetivas e claras. A exemplo de uma dessas melhorias tem-se a criação de um painel de instruções de acesso ao grupo desejado do *WhatsApp*.

4.2.3 Divulgação do aplicativo e testes em situações cotidianas

Para expandir a utilização do aplicativo, fez-se necessário submetê-lo à publicação na plataforma de aplicativos *Google Play Store*, após a realização do cadastro no *Google Play Console*, ambiente onde o aplicativo é enviado para ser avaliado por uma equipe do *Google*, e o pagamento de uma taxa de cobrança única no valor de 25 dólares, incluindo-se a taxa de câmbio de moeda. Conforme apresentado na Figura 28, observa-se o momento em que o aplicativo foi submetido no *Play Console* para validação de sua publicação.

Figura 28 – Aplicativo Recircular submetido no *Google Play Console*.



Fonte: *Google Play Console*, 2021.

Salienta-se que devido ao período de pandemia, a equipe de avaliadores do *Google* encontrava-se reduzida no momento, portanto, a demanda por avaliador tornou-se maior, como consequência gerando um maior tempo de espera pelo retorno resultante da aprovação do aplicativo.

Na primeira versão do aplicativo se fez necessário realizar a correção em imagens e na descrição do mesmo. Assim, concluídos os reajustes, sucedeu-se o processo de submissão da segunda versão do aplicativo. Devido a estes fatores, a tecnologia não foi disponibilizada antes mesmo da conclusão do trabalho exceder o prazo de entrega, concomitantemente, não houve a possibilidade de serem realizadas simulações quanto às situações cotidianas.

5 CONCLUSÕES

Ao longo dos anos com o desenvolvimento técnico e tecnológico tornou-se possível a produção de ferramentas que podem auxiliar nos diversos ramos de trabalho. Assim, os dados obtidos nesta pesquisa, suportam as conclusões sobre o propósito no uso da internet como alternativa para efetivar o manejo dos resíduos sólidos urbanos com elevada simplicidade e fluidez, visando a sustentabilidade, são apresentadas a seguir.

- A Internet pode e deve ser vista como uma ferramenta facilitadora na disseminação de atitudes sustentáveis, em todos os níveis. Quando se consegue unir: o potencial de informação existente na *web*, a evolução tecnológica que garante a participação de mais usuários e a propagação rápida de novos conceitos traz-se a tona, o extermínio de práticas danosas à vida ao mesmo tempo que faz eclodir, nas pessoas ações de coletividade com viés sustentáveis;
- No mundo virtual os seguidores também devem ser chamados a assumir suas responsabilidades. A pesquisa e seus resultados aqui apresentados, viabilizam o uso da informação e criam *links* entre eles para que evoluam para laços de ações que resolvem questões básicas, mas que sem essa integração, ainda provocam danos sociais, econômicos e ambientais pois, carecem de medidas efetivas para uma humanidade que busca a sustentabilidade;
- A luz do saneamento ambiental e sanitário, o aplicativo congrega: pessoas, locais, processos e tecnologias e desse conjunto surgem ações que asseguram a mitigação dos impactos ambientais causados pelos descartes incorretos de resíduos sólidos urbanos;
- Conclui-se ainda, ser notório que as ações geradas com o uso do aplicativo desenvolvido, possam ainda tornar a operação de coleta mais efetiva, garantindo a sustentabilidade e redução de custos como a modernização das estruturas, redundando em economia no gasto de energia e de água, no tratamento dos resíduos, na coleta seletiva de lixo, no descarte consciente e a correta manutenção das vias sustentáveis.

Como trabalhos futuros, sugere-se as proposições a seguir.

- A continuidade de melhorias e o aperfeiçoamento do aplicativo em trabalhos semelhantes;

- O aumento de sua disponibilidade para outras cidades, estados e regiões do Brasil, para que os resíduos sólidos urbanos possam ser reaproveitados e reciclados cada vez mais pela população, inclusive entre usuários de cidades diferentes.
- Superar a disposição da tecnologia para outros aparelhos móveis que possuam sistema operacional diferente do *Android*.

Através das avaliações realizadas observa-se que o aplicativo Recircular cumpre com o seu objetivo inicial, apesar de sua disponibilidade ao público estar em andamento, como também colabora em dissipar o conhecimento, conscientizar a população e proporcionar um destino mais sustentável aos resíduos sólidos gerados pela população de Fortaleza, Ceará.

Observa-se que a redução da geração dos resíduos e o seu melhor reaproveitamento, reciclagem, reuso e a destinação adequada também depende, substancialmente, de ações governamentais nas esferas federais, estaduais e municipais em conjunto com a conscientização da população, não somente da disposição de diretrizes, objetivos e medidas previstas em leis e normas técnicas.

É de grande importância salientar, que o aplicativo possui mais opções de compartilhar ou obter resíduos sólidos do que os demais aplicativos similares, proporcionando um grande diferencial e maiores chances de aproveitamento e reciclagem dos resíduos sólidos urbanos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2018/2019**. São Paulo: Abrelpe, 2019. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 05 out. 2020.

ABREU, Gustavo Rodrigues de Oliveira; MENDES, Thiago Augusto. Software para Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil. **Tecnia**, v. 1, n. 2, p. 79-96, dez. 2016. Disponível em: <http://revistas.ifg.edu.br/tecnia/article/view/74>. Acesso em: 13 set. 2020.

ALECRIM, Abraão Rodrigues de. **DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL DISPOSTO INADEQUADAMENTE EM GOIÂNIA-GO**. 2018. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/DESENVOLVIMENTO_DE_APLICATIVO_PARA_IDENTIFICA%C3%87%C3%83O_DE_RES%C3%8DDUO_DE_CONSTRU%C3%87%C3%83O_CIVIL_DISPOSTO_INADEQUADAMENTE_EM_GOI%C3%82NIA-GO.pdf. Acesso em: 03 dez. 2020.

ALMEIDA, Valéria Campos de. Coleta seletiva de resíduos sólidos em Fortaleza-CE: uma avaliação do ecoponto do bairro de Fátima. 2020. 147 f. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/51168>. Acesso em: 29 out. 2020.

ANDRADE, Rafael Medeiros de; FERREIRA, João Alberto. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Rede – Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 6, n. 1, p. 7-22, mar. 2011. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/118>. Acesso em: 03 out. 2020.

ANDREOLI, Cleverson V. *et al.* Resíduos Sólidos: Origem, classificação e soluções para destinação final adequada. **Complexidade: Redes e Conexões do Ser Sustentável**. 1ª ed, 2014. Disponível em: https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf. Acesso em: 22 set. 2020.

ARNOBIO, Vanessa. **Introdução ao MIT App Inventor**. 2015. Texto original: *TalktoMe Tutorial, Technovation Challenge*. Traduzido e adaptado por Vanessa ArnoBio, do Projeto Pérola, em fevereiro de 2015. Disponível em: https://technovationchallenge.org/wp-content/uploads/2015/01/tutorial-construcao_app-FaleComigo-pt.pdf. Acesso em: 25 set. 2020.

ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. **Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil**. 2019. Disponível em: <http://www.assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>. Acesso em: 28 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 77 p. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Política Nacional de Saneamento Básico**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 04 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.305%2C%20DE%20%20DE%20AGOSTO%20DE%202010.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,1998%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias. Acesso em: 13 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União – Secretaria Federal de Controle Interno – 2017. Brasília, out. 2017. 76p. Disponível em: <https://auditoria.cgu.gov.br/download/9805.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BRASIL. Ministérios do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 p.: il. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 05 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 30 mai. 2021.

CARVALHO JUNIOR, Francisco Humberto de *et al.* CORREÇÕES NO PROJETO EXECUTIVO DO ATERRO METROPOLITANO OESTE DE CAUCAIA – ASMOC, COM VISTAS A SOLUCIONAR PROBLEMAS DE CONCEPÇÃO DA DRENAGEM DOS LÍQUIDOS PERCOLADOS. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica**, México, v. 5, n. 3, p. 105-113, 6 dez. 2012. Disponível em: <http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/34730>. Acesso em: 05 nov. 2020.

CAVALCANTE, Roberta Feitosa de Lucena; SOUSA FILHO, José Milton de. **Capacidade de Inovação: o caso Ecoelce**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 2016. Engema, 2016. p. 16. Disponível em: http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/download.php?cod_trabalho=311. Acesso em: 27 jan. 2021.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. **Panorama do Resíduos Sólidos do Ceará: versão resumida**. 2015. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/plano-estadual-de-residuos-solidos-2/>. Acesso em: 27 out. 2020.

CEARÁ. Lei Estadual nº 16.032, de 20 de junho de 2016. **Política Estadual de Resíduos Sólidos no Âmbito do Estado do Ceará**. Ceará, CE. Disponível em: <http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-Estadual-n%C2%BA16.032-2016-Institue-a-Pol%C3%ADtica-Estadual-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-no-Estado-do-Cear%C3%A1.pdf>. Acesso em: 27 out. 2020.

CEARÁ. Secretaria das Cidades. **Política Estadual de Resíduos Sólidos**. 2020. Disponível em: <https://www.cidades.ce.gov.br/politica-estadual-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 27 out. 2020.

CONAMA, Resolução nº 307. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil. 2002. Brasília. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 13 set. 2020.

DEUS, Rafael Mattos; BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes; SILVA, Gustavo Henrique Ribeiro. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 29, n. 4, p. 685-698, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00685.pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

DE OLIVEIRA, George Ewando; FERREIRA, Marcos Rogério; BAZOTTI, Paula Denise. GERENCIAMENTO DA COLETA SELETIVA COM AUXÍLIO DE UM APLICATIVO MOBILE. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 3, n.1, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/270224979.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

DE SOUSA, Cynthia Alves Félix; CAMPOS, Juliana Cláudia Bezerra; DE OLIVEIRA, Bárbara Meira. Panorama do gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Brasil e no Nordeste após a implementação do PNRS. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 9, n. 15, 2016. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1433. Acesso em: 06 out. 2020.

DINIZ, Gleison Mendonça; DE ABREU, Mônica Cavalcanti Sá. Disposição (ir) responsável de resíduos sólidos urbanos no estado do Ceará: desafios para alcançar a conformidade legal. **Revista de gestão social e ambiental**, v. 12, n. 2, p. 21-37, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326333745>. Acesso em: 27 out. 2020.

DUDA, Rodrigo *et al.* Elaboração de aplicativos para *android* com uso do *App Inventor*: uma experiência no Instituto Federal do Paraná – Campus Irati. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 2, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo_Duda/publication/281478739_Elaboracao_de_a_plicativos_para_Android_com_uso_do_App_Inventor_uma_experiencia_no_Instituto_Federal_do_Parana_-_Campus_Irati/links/5899bb93aca2721f0db0cd8a/Elaboracao-de-aplicativos-para-Android-com-uso-do-App-Inventor-uma-experiencia-no-Instituto-Federal-do-Parana-Campus-Irati.pdf. Acesso em 21 set. 2020.

DURAES, Pedro Henrique Vieira. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados no campus da Faculdade UNB de Planaltina/DF. 2016. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília, Planaltina – DF, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/14153>. Acesso em: 25 set. 2020.

DUSI, Luciane. O ensino do saneamento no curso de engenharia civil da UNIARP. **Professare**, v.5, n. 3, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/professare/article/view/981/0>. Acesso em: 04 out. 2020.

EUROSTAT – *ENVIRONMENTAL DATA CENTRE ON WASTE*, 2016. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/pt&oldid=321742. Acesso em: 28 jan. 2021.

FORTALEZA. ACFOR. **PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE FORTALEZA**. Relatório IV. Sanetal. Fortaleza: 2012. 411 p. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/plano_municipal_de_gesto_integrada_de_residuos_solidos_de_fortaleza.pdf. Acesso em: 29 out. 2020.

FORTALEZA. Lei nº 10.340, de 28 de abril de 2015. Fortaleza, CE, 2015. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/agefis/PDFs/RSOLIDOS/Lei-n-10.340.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2020.

FORTALEZA. Lei nº 409, de 2019. Fortaleza, CE, 2019. Disponível em: <https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/media/sapl/public/materialegislativa/2019/53285/pl04092019.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2020.

FORTALEZA. PREFEITURA DE FORTALEZA. **Ecopontos**. 2020. Disponível em: <https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/urbanismo-meio-ambiente/servico/324#etapas>. Acesso em: 02 nov. 2020.

GARCIA, Marcio Barreto dos Santos *et al.* Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada. **Semioses**, v. 9, n. 2, p. 77-91, 2016. <http://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Responsabilidade-Compartilhada.pdf>. Acesso em: 23 set. 2020.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2012.v17n6/1503-1510/pt/>. Acesso em: 05 out. 2020.

GUO, Xiao-xia; LIU, Hong-tao; WU, Shu-biao. Humic substances developed during organic waste composting: Formation mechanisms, structural properties, and agronomic functions. **Science of The Total Environment**, v. 662, p. 501-510, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719301548?via%3Dihub>. Acesso em: 30 out. 2020.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Meio ambiente**. 2018. IPEA. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/>. Acesso em: 28 jan. 2021.

JUCÁ, José Fernando Thomé. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental – REGEO**. Porto Alegre/RS. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Fernando_Juca/publication/260084357_REGEO2003-Juca-GRS-UFPE/links/0deec52f6b45d7aed2000000.pdf. Acesso em: 04 out. 2020.

JURAS, Ilidia da A. G. Martins. Legislação sobre resíduos sólidos: exemplos da Europa, Estados Unidos e Canadá. **Brasília: Câmara dos Deputados**, 2005. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4059908/mod_resource/content/1/AULA%20%20-%20RECOMENDADA%20legislacao_residuos_juras.pdf. Acesso em: 03 out. 2020.

MORAES, José Laécio de; GODOY, Manuel Rolando Berríos. Os consórcios públicos e a gestão de resíduos sólidos no estado do Ceará, Brasil. In: **VII Congresso de Medio Ambiente**. 2013. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26875>. Acesso em: 27 out. 2020.

NASCIMENTO, Verlane Maria Lima do. O E-Carroceiro na gestão integrada de resíduos sólidos do município de Fortaleza: um estudo de caso dos Ecopontos da Regional I. 2019. 64 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/45718>. Acesso em: 29 out. 2020.

OLIVEIRA, Janine Patrícia Melo *et al.* Saúde/doença: as consequências da falta de saneamento básico. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 23-29, 2015. Disponível em: <https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/3592/3239>. Acesso em: 04 out. 2020.

O POVO (Ceará). **Ceará deve acabar com lixões em até 20 anos; são mais de 300 em todo o Estado**. 2019. Por GABRIELA FEITOSA/ESPECIAL PARA O POVO. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2019/12/12/ceara-deve-acabar-com-lixoes-em-ate-20-anos--sao-mais-de-300-em-todo-o-estado.html>. Acesso em: 27 out. 2020.

PADILHA, Edyane Tassia. A filosofia "Lixo Zero" nas Políticas Públicas Brasileiras. 2019. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29154>. Acesso em: 06 out. 2020.

RIBEIRO, Eduardo Graciliano Silva. Desenvolvimento de um aplicativo android para dimensionamento de lajes nervuradas treliçadas. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4921>. Acesso em: 21 set. 2020.

ROCHA, Gleyciane Nobre; DE CARVALHO JUNIOR, Francisco Humberto; DE AQUINO, Marisete Dantas. III-380 – IMPACTOS AMBIENTAIS EM DECORRÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DO ASMOC – ATERRO SANITÁRIO METROPOLITANO OESTE DE CAUCAIA/CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Abes, 2015. p. 1-9. Disponível em: <http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletosPDF/III-380.pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

ROCHA, Aristides Almeida. Introdução: o homem e a natureza. In: ROCHA, Aristides Almeida. **Histórias do saneamento**. São Paulo: Blucher, 2018. Cap. 1, p. 12. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang_pt&id=rSxdDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=%22hist%C3%B3ria+do+san

eamento%22&ots=ic40dWUXT4&sig=T7H_ohRWUttQ8ZZQYiEQ0ugzlgM#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 04 out. 2020.

RODRIGUES, Daniele Mari de Souza Alves. Ouso do celular como ferramenta pedagógica. **Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de especialista**. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul CINTED/UFRGS. Porto Alegre. 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/134444>. Acesso em: 05 out. 2020.

RODRIGUES, Liviany Reis. O ensino de computação no ensino médio integrado à educação profissional: aliando *App Inventor e BYOD*. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/4446>. Acesso em: 21 set. 2020.

SANTOS, Gemelle Oliveira; MOTA, Francisco Suetônio Bastos. Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares de Fortaleza/CE Dispostos no Aterro Sanitário de Caucaia/CE. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 31, n. 1, p. 39-50, jun. 2010. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/5334>. Acesso em: 28 out. 2020.

SOLTANI, Atousa *et al.* Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the contexto of Municipal Solid Waste Management: a review. **Waste Management**, v. 35, pág. 318-328, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X14004322>. Acesso em: 22 out. 2020.

SONG, Qingbin; LI, Jinhui; ZENG, Xianlai. Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. **Journal of Cleaner Production**, v. 104, p. 199-210, 2015. Disponível em: <https://library.nrcrecycles.org/wp-content/uploads/2019/11/Minimizing-the-increasing-solid-waste-through-zero-waste-strategy-1.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

SOUSA, Mikaely da Silva; SERRA, Juan Carlos Valdés. Indicadores ambientais de resíduos sólidos urbanos associado a melhoria das políticas públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 707-724, 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7109/4570. Acesso em: 03 out. 2020.

WHATSAPP. **Recursos**. 2020a. Disponível em: <https://www.whatsapp.com/features/>. Acesso em: 09 nov. 2020.

WHATSAPP. **Sobre**. 2020b. Disponível em: <https://www.whatsapp.com/about/>. Acesso em: 09 nov. 2020.