INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL - ZONA NORTE
CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM INFORMÁTICA PARA INTERNET

DÉBORA SAMARA DOS SANTOS RODRIGUES
FABIANA PEREIRA DUARTE
HIGOR DO NASCIMENTO GUILHERMINO

RECICLE: UMA PROPOSTA VIÁVEL PARA REDUZIR PROBLEMAS AMBIENTAIS E GERAR ECONOMIA ATRAVÉS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

NATAL - RN
2021

DÉBORA SAMARA DOS SANTOS RODRIGUES
FABIANA PEREIRA DUARTE
HIGOR DO NASCIMENTO GUILHERMINO

RECICLE: UMA PROPOSTA VIÁVEL PARA REDUZIR PROBLEMAS AMBIENTAIS E GERAR ECONOMIA ATRAVÉS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso Técnico Integrado em Informática para Internet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Natal - Zona Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial para obtenção do diploma de Técnico em Informática para Internet.

Orientador: Alba Sandyra Bezerra Lopes
Co-orientador: Leonardo Brunno Silva de Lima

NATAL - RN
2021

DÉBORA SAMARA DOS SANTOS RODRIGUES

FABIANA PEREIRA DUARTE

HIGOR DO NASCIMENTO GUILHERMINO

RECICLE: UMA PROPOSTA VIÁVEL PARA REDUZIR PROBLEMAS AMBIENTAIS E GERAR ECONOMIA ATRAVÉS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso Técnico Integrado em Informática para Internet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Natal - Zona Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial para obtenção do diploma de Técnico em Informática para Internet.

Orientador: Alba Sandyra Bezerra Lopes
Co-orientador: Leonardo Brunno Silva de Lima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em ___/___/____, pela seguinte Banca Examinadora:

_____

Nome do Prof Orientador - Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

_____

Nome do Prof convidado, Membro da banca - Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

_____

Nome do Prof convidado, Membro da banca - Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Este trabalho é dedicado a todos os nossos amigos, colegas e professores que sempre estiveram presentes, ora incentivando, ora colaborando para sua desenvoltura. Em suma, a todos que de alguma forma se aliaram a nós e acreditaram em nossos sonhos e capacidade.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradecemos a nossa instituição de ensino, o IFRN, por nos proporcionar um espaço de ensino democrático e estruturado, que nos permitiu a feitura do projeto RECICLE. Em segundo lugar, agradecemos à Jaqueline Pereira da Silva, nossa orientadora na primeira fase do projeto, pela sua paciência, motivação, fé e por conduzir este trabalho com excelência. Por fim, a todo o corpo docente por nos fornecer conhecimentos que possibilitaram o desenvolvimento e a criação de projetos como este, que visam trazer qualidade de vida e consciência ambiental para os cidadãos de nossa sociedade.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo projetar e desenvolver um sistema tecnológico *web* de reciclagem bonificada com o intuito de estimular o descarte apropriado dos resíduos sólidos urbanos criando assim, uma conexão benéfica entre o(a) cidadão(cidadã) que deseja descartar seus resíduos de forma mais viável e empreendedores pequenos e médios que são do ramo da reciclagem e da reutilização desses materiais. Dessa forma, se objetiva fortalecer essas atividades comerciais e produtivas nestes empreendimentos regionais. A hipótese é de que ao agregar valor aos materiais descartados, isto é, ao associá-los à fonte de renda e benefícios aos cidadãos e empresas, fomente-se uma relação mútua e sustentável entre estes, bem como são evitados diversos malefícios socioambientais, como a poluição do solo; formação de ilhas de lixo nos rios, prejudicando a sobrevivência da fauna e flora; e, transmissão de doenças como a *Aedes aegypti*, que causa a dengue, a zica e a chikungunya nas cidades, provenientes do despejo indiscriminado dos resíduos sólidos em logradouros.

Palavras-chave: Sustentabilidade, bonificação, software, reciclagem.

ABSTRACT

This work aims to design and develop a subsidized recycling web technology system in order to encourage the proper disposal of solid urban waste, thus creating a beneficial connection between the citizen who wishes to dispose of their waste in a more viable and small and medium entrepreneurs who are in the business of recycling and reusing materials. Thus, the objective is to strengthen these commercial activities and productive regional enterprises. The hypothesis is that by adding value to the discarded materials, that is, by associating them with the source of income and benefits to citizens and companies, a mutual and sustainable relationship between them is promoted, as well as avoiding several socio-environmental harms, such as one solved solo; formation of islands of garbage in rivers, damaging areas of fauna and flora; and, transmission of diseases such as Aedes aegypti, which causes dengue, zica and chikungunya in cities, resulting from the indiscriminate dumping of solid waste in public places.

Keywords: Sustainability, bonus, software, recycling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Produção anual de resíduos sólidos de 2016 a 2017……..…..…..……. 17

Gráfico 2 - Produção de resíduos sólidos em toneladas pela população da Zona Norte representa 28% desse total, com cerca de 209 toneladas …….……. 17

Figura 1 - Imagem ilustrativa do funcionamento de uma API ……..……..……. 19

Figura 2 - Esquema exemplificando o funcionamento da API REST ……..…..……... 20

Figura 3 - Exemplificação do funcionamento do JWT (JSON Web Token) ……. 21

Gráfico 3 - Respostas obtidas sobre a prática de coleta seletiva entre os moradores da Zona Norte de Natal (RN)……..…..…..……..…..…..……..…..… 25

Gráfico 4 - Respostas obtidas sobre a aceitação da ferramenta……..…..…..…….. 25

Gráfico 5 - Respostas obtidas sobre o conhecimento da população em relação a locais de coleta……..…..…..……..…..…..……..…..…..……..…..….. 26

Figura 4 - Fluxo de acesso dos desafios……..…..…..……..…..…..……..….. 27

Figura 5 - Fluxo de acesso do login……..…..…..……..…..…..……..…..…. 28

Figura 6 - Fluxo de acesso do mapa……..…..…..……..…..…..……..…..…. 28

Figura 7 - Fluxo de acesso desafio vencido……..…..…..……..…..…..…….. 28

Figura 8 - Outros fluxos……..…..…..……..…..…..……..…..…..…….. 29

Figura 9 - Diagrama de Casos de Uso……..…..…..……..…..…..……..….. 30

Figura 10 - Projeto de banco de dados……..…..…..……..…..…..……..…..… 31

Figura 11 - Wireframe das telas do sistema web……..…..…..……..…..…..…… 31

Figura 12 - Wireframe das demais telas sistema web……..…..…..……..…..…..… 32

Figura 13 - Tela inicial do website……..…..…..……..…..…..……..…..…..… 33

Figura 14 - Página com localidades das cooperativas na região de Natal (RN)……..… 34

Figura 15 - Página dos desafios a qual pode-se visualizar todos, ou filtrar por interesse…. 35

Figura 16 - Página com um desafio específico selecionado……..…..…..……..….. 36

Figura 17 - Página de contato onde o usuário poderá nos enviar mensagens com sugestões ou dúvidas……..…..…..……..…..…..……..…..…..……..…..…. 37

Figura 18 - Página de sobre que possui uma breve história sobre os desenvolvedores e motivação para criação do software……..…..…..……..…..…..…… 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de resíduos sólidos em toneladas ……...…..……..……. 18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Program Interface
HMAC	Hash-based Message Authentication Code
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
JSON	JavaScript Object Notation
JWT	JSON Web Token
PHP	Hypertext Preprocessor
RSA	Rivest-Shamir-Adleman
RSU	Resíduo Sólido Urbano
TICS	Tecnologias da Informação e Comunicação
URL	Uniform Resource Locator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **11**

2. PROBLEMÁTICA **12**

2.1 HIPÓTESE 13

2.1 OBJETIVOS 13

2.2.1 Objetivo geral 13

2.2.2 Objetivos específicos 13

3. DESENVOLVIMENTO **14**

3.1 DELIMITAÇÃO E CONCEITUAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE, LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 14

3.2 ANÁLISE DA PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 16

3.3 A BONIFICAÇÃO COMO INDUTOR DE MUDANÇA 19

3.4 PADRÕES DE COMUNICAÇÃO DE DADOS ENTRE PLATAFORMAS 19

4. PLANEJAMENTO DA PESQUISA **22**

4.1 CARACTERIZAÇÃO 22

5. METODOLOGIA **24**

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS **27**

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS **39**

REFERÊNCIAS **40**

1. INTRODUÇÃO

Em meados do século XVIII, com advento da Revolução Industrial, houve uma reconfiguração dos padrões demográficos, marcados profundamente pela urbanização. No entanto, seja pela velocidade com que ocorreu, seja pela falta de planejamento em países em desenvolvimento, como o Brasil (séculos mais tarde), o processo de crescimento percentual das áreas urbanas em relação às rurais, trouxe consigo inúmeros agravos sociais, ambientais e sanitários (ADORNO, 1999). Dentre estes, aquilo que se convencionou chamar descarte incorreto do lixo urbano.

Vale ressaltar que, na visão de Monteiro (2001), lixo é: "todo sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato".

Partindo dessa conceituação, pode-se pensar que todos esses materiais são, por definição, negligenciáveis pela comunidade, afinal não haveria interesse algum naquilo que é inútil. No entanto, o que se popularizou na fala popular como "lixo" pode abrir espaço a um conceito mais adequado de "Resíduo Sólido Urbano", isto é, o material proveniente dos restos de atividade humana com potencial de reutilização e aproveitamento. É sobre este, pois, que o trabalho pretende se ater.

Esse ecossistema oportuniza a introdução de métodos eficazes para incentivar o cidadão a adquirir o hábito de despejar os resíduos em locais adequados como cooperativas de reciclagem, ou mesmo, a realização da coleta seletiva. O presente trabalho pretende trazer a gamificação para esse fim, uma vez que, se parte do pressuposto de que funcionaria de forma contundente para o incentivo dos cidadãos ao despejo dos resíduos em locais vantajosos, e não os tantos outros danosos em que são postos hodiernamente. Conforme Avellar (2012, p.189-190), o conceito de gamificação está relacionado ao uso de diversão para engajar usuários. Neste caso, através de materiais inutilizáveis em seus domicílios, mas que sejam passíveis de agregar valor.

Afinal, para os cidadãos, significaria fonte de benefícios, tais como desconto na conta de luz, créditos para operadora telefônica etc; e, para os entes bonificadores, o aumento da matéria-prima valiosa para suas atividades comerciais ou produtivas. Destarte, o sistema aqui proposto serviria de interface entre os interessados.

2. PROBLEMÁTICA

O fenômeno da urbanização esteve dissociado do planejamento urbano e das tomadas de decisões efetivas para o bem-estar da população, sobretudo, em países subdesenvolvidos como o Brasil. Por isso, a necessidade de inovação em muitos setores da vida urbana. De acordo com Adorno (1999), as cidades, ao persistirem nos moldes convencionais do desenvolvimento urbano, tendem a se colapsar e a cada vez menos prestar com qualidade os serviços à população. Dentre estes, os ambientais e sanitários, que são prejudicados pela grande concentração de resíduos sólidos urbanos, que podem ser compreendidos como materiais gerados a partir de atividades humanas em ambientes urbanos. No país, somente em 2017, foram produzidas cerca de 214.868 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia (ABRELPE, 2017). Já no que se diz respeito à coleta, na região Nordeste, 49.7% dos municípios não apresentam quaisquer iniciativas de coleta seletiva. Em Natal (RN), a coleta seletiva atingiu apenas 0,9% do total de 978 toneladas dos resíduos coletados em 2017 URBANA (2018).

A partir de reflexão mediante aos dados objetivos, foi possível realizar pesquisas sobre a coleta seletiva de resíduos em Natal e pensar em formas de inovar a maneira como ocorre o descarte, fazendo uso das TIC's[1] para promover o despejo consciente de materiais anteriormente inutilizados.

Posto isso, o RECICLE. surge inicialmente como um sistema *web* cujo objetivo é estimular o descarte seletivo e a reutilização desses materiais a partir do descarte, de forma a beneficiar todo o conjunto participante. Portanto, contribuindo para a economia da região e inovando a forma de se utilizar dos elementos que frequentemente nos desfazemos.

---

[1] Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) se enquadra como a teia de dispositivos conectados em uma só rede de forma dinâmica e ampla, trocando informações entre si. As Tecnologias da Informação e Comunicação correspondem a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos. São o conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam, por meio das funções de *hardware*, *software* e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e do ensino e aprendizagem.

2.1 HIPÓTESE

A hipótese é que ao trazer uma plataforma *web* onde, a priori, os cidadãos de Natal possam ter ciência de locais que podem receber seus resíduos sólidos urbanos e ao mesmo tempo os bonifique pelo descarte correto desses, seja gerada uma nova forma de economia e de visão do "lixo" pelas pessoas. E que, por fim, com essa prática se naturalizando, haja benefícios de forma indireta para os moradores devido a mais qualidade de vida pela ocupação de um espaço limpo e também dos benefícios ambientais.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo geral

Este trabalho propõe-se a estimular o descarte adequado de resíduos sólidos urbanos, através de um sistema *web* de bonificação, que irá atenuar desordens ambientais e sanitárias decorrentes do despejo inadequado dos resíduos sólidos urbanos, bem como agregar valor ao que antes era reconhecido como algo sem valor. Assim, fazendo o estímulo do descarte correto para os cidadãos ao incentivá-los por meio de bonificações e, trazer uma renda direta para empresas que aproveitam estes tipos de matérias.

2.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral do projeto tivemos como objetivos específicos:

- revisão da literatura, compreensão da problemática, assim como o ecossistema de inovação regional;
- elicitação e análise de requisitos do sistema;
- configuração do banco de dados para operações internas do *software*;
- modelagem e o desenvolvimento da interface do sistema *web*;
- construção da API REST e da aplicação *web*.

3. DESENVOLVIMENTO

O levantamento da literatura que alicerçou este projeto de pesquisa está centrado na produção de resíduos sólidos urbanos em Natal (RN), na sustentabilidade e na utilização de padrões de desenvolvimento de tecnologia *web* como REST API e JWT (*JSON Web Tokens*), a fim de trazer uma solução para o descarte de resíduos sólidos urbanos, como enumerado nos itens posteriores.

3.1 DELIMITAÇÃO E CONCEITUAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE, LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo Moura e Noguera (2010), os resíduos sólidos urbanos são resultado do crescimento populacional e do consumo. Por isso, também são dependentes da época e das atividades econômicas e culturais. Tendo isso em vista, pode-se analisar sua produção pelas sociedades em duas perspectivas, a primeira época surgida com o aparecimento do homem até a Revolução Agropastoril, na qual a grande quantidade de resíduos produzidos era de origem alimentar. E a segunda época, iniciada com a Revolução Industrial, demarcada pela mudança de produção, da forma artesanal e periódica para uma produção industrializada, trazendo uma série de mudanças do comportamento e da forma de consumo, como também o agravo dos problemas de poluição e a atual demanda de atenuação do estarrecedor desequilíbrio na biodiversidade do planeta.

Em 1987, a Comissão Mundial da Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento o conceito de sustentabilidade na qual foi materializada o Relatório Brundtland que se tornou um marco quanto a formalização do conceito de desenvolvimento sustentável, o qual o define como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades” (UDAETA, 2004). Historicamente, o conceito de sustentabilidade vincula-se à preocupação na manutenção e na existência de recursos naturais para a continuidade das gerações futuras. Somados às preocupações dos ambientalistas, baseadas na manutenção do meio ambiente, formou-se um cenário, cujo desafio centrou-se num desenvolvimento sustentável em que a preservação ambiental seria a base do crescimento dos negócios e da economia (SILVA, 2005). Assim, o conceito ideológico, que

permeia a dimensão de desenvolvimento sustentável conciliando-se com a decisão de custo *versus* benefícios, retoma a necessidade de repensar como produzir e aproveitar de forma eficiente os recursos, visto que estes são escassos e as necessidades ilimitadas (GUELBER, 2007).

O contexto vivido com a Revolução Industrial desencadeou a necessidade de produzir em grandes escalas e com maior rapidez. O que, por consequência, aumentou a produção de uma grande quantidade de rejeitos no decorrer dos avanços industriais à contemporaneidade. Dessa maneira, o conceito de resíduos sólidos urbanos (RSU) vem tomando uma nova forma, a qual passou de mero "lixo" para algo com chances de aproveitamento e transformação para algo rentável, a fim de satisfazer o desejo pelo lucro e a responsabilidade ambiental impostas pelas circunstâncias do presente.

Segundo CALDERONI (1998), os conceitos de lixo e de RSU estão sujeitos à temporalidade e aos fatores jurídicos, econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos. No entanto, pretende-se delimitá-los conceitualmente através de sua diferenciação consoante pontos fundamentais. O lixo seria, pois, todo e qualquer material descartado pela atividade humana, doméstica, social e industrial, que é jogado fora, pois não é percebido e não possui utilidade imediata. Já o RSU é todo o material, substância, objeto ou bem que já foi descartado, mas que ainda comporta alguma possibilidade de uso por meio da reciclagem, do reaproveitamento ou de processamento industrial.

Sabendo da existência do RSU, há a coleta seletiva que surge com objetivo de diferenciar os vários tipos de resíduos através de cores e constituição ou composição para que os cidadãos possam descartar seus rejeitos em seus respectivos grupos, otimizando e barateando a coleta e o reaproveitamento pelas empresas e entidades publicas incubidas. Esta prática é adotada por vários países, como no caso do Brasil, que possui a Lei Federal de Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, 2010). De acordo com esta, a implantação da coleta seletiva é obrigação dos municípios e as metas referentes à esta fazem parte do conteúdo mínimo que deve constar nos planos de gestão integrada de resíduos sólidos dos municípios.

Com isso, há a necessidade de trabalhar a produção de rejeitos pelas sociedades e dar um novo significado aos mesmos, buscando trazer equilíbrio entre o consumo e o descarte, como também evitar danos ao meio ambiente e à qualidade de vida dos residentes das zonas urbanas. Considerando que estamos na Quarta Revolução Industrial, conhecida como

Revolução Técnico-Científica ou Indústria 4.0, a qual as tecnologias de informação estão no centro da modernidade, as TIC's estão sendo utilizadas em diversos âmbitos, desde a conexão entre equipamentos à conexão inteira de uma *Smart City.*

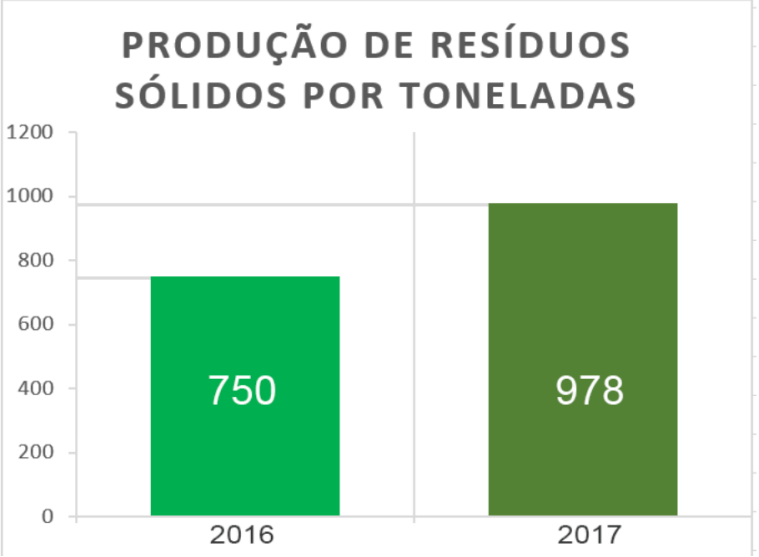
Partindo desse pressuposto pensa-se nas tecnologias como uma alternativa para trazer a sustentabilidade e também uma nova ótica sobre a utilização das matérias primas e do que foi rejeitado. Como dissertado por (Pinskyi e Kruglianskas, 2017) a inovação tecnológica orientada para a sustentabilidade apresenta-se como uma alternativa para contribuir com a construção de uma nova forma de capitalismo que considera a unidade entre sociedade e natureza, economia e ética, sendo os seus benefícios diversos para o setor corporativo, incluindo diferenciação, desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços, acesso a novos mercados, eficiência na cadeia de valor, compliance, redução de custo e risco.

3.2 ANÁLISE DA PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A coleta de resíduos sólidos no município de Natal é realizada pela URBANA (Companhia de Serviços Urbanos de Natal). Entretanto, cabe ao poder público sistematizar os horários da coleta, que ocorrem em turnos matutino, vespertino e noturno. Sabe-se, ainda, que existe um total de trinta e dois veículos voltados para coleta de lixo na cidade, sendo quatorze veículos na zona administrativa norte e dezoito para as demais zonas.

Na cidade do Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, que conta com uma população urbana de mais de 885 mil habitantes, a produção de lixo diária é de aproximadamente 978 toneladas (Gráfico 1). Dados estes a respeito da coleta que foram obtidos em contato com URBANA por meio de uma chamada telefônica, a qual foi falado com a então secretária da URBANA em 2018, que compartilhou um arquivo em PDF contendo a tabela via E-mail. Com esses dados foi possível elaborar gráficos da produção de resíduos sólidos urbanos de 2016 até 2017 (Gráfico 1) e, a produção de resíduos nas quatros zonas administrativas (Gráfico 2) da cidade de Natal (RN).

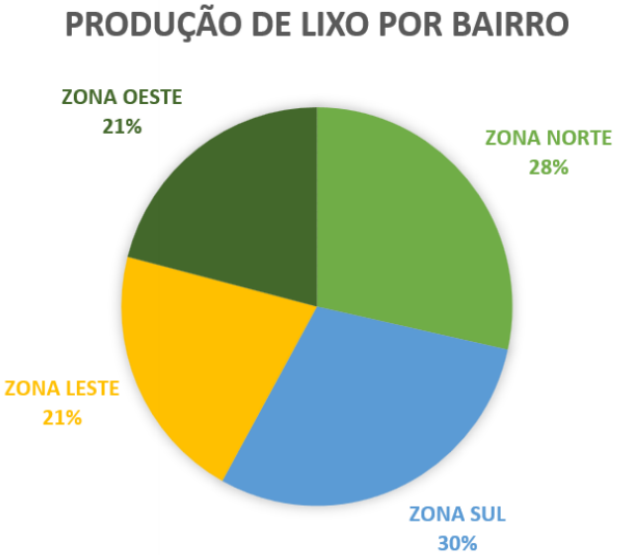
Gráfico 1 - Produção anual de resíduos sólidos de 2016 a 2017.



Fonte: Autoria própria (2018).

Vale salientar que só na zona administrativa norte, onde situa o *campus* do IFRN em que este projeto começou, há uma produção aproximada de 28%, que corresponde a 209 toneladas de lixo domiciliar (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Produção de resíduos sólidos em toneladas pela população da Zona Norte representa 28% desse total, com cerca de 209 toneladas.



Fonte: Autoria própria (2018).

Nesse contexto, além de ser um problema sanitário, o lixo, que necessita ser gerenciado, torna-se fundamental para a administração municipal. Além disso, pode-se

analisar a produção de RSU domiciliar por mês e outros serviços prestados pela URBANA (Tabela 1).

Podemos observar na tabela abaixo que no ano de 2018 a produção de resíduos sólidos urbanos em Natal (RN) foi de 352.043 toneladas anual, na qual esse total pode ser divido em 262.903 toneladas de coleta domiciliar, 78.008 de resíduos de construção civil (RCC), 8.076 de podação. Já o total de coleta seletiva no ano de 2018 é de apenas 3.057 toneladas (0,9% aproximadamente). Com isso pode-se concluir que existe um déficit por parte do órgão de coleta de resíduos sólidos urbanos na cidade do Natal.

Tabela 1 - Produção de resíduos sólidos em toneladas.

PRODUÇÃO (TONELADAS)					
MESES	COLETA DOMICILIAR	ENTULHO RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC	PODAÇÃO	COLETA SELETIVA	TOTAL
JAN	21.402	6.542	696	273	28.913
FEV	19.160	6.149	622	229	26.161
MAR	22.513	6.907	752	229	277
ABR	30.449	5.990	589	202	27.249
MAI	22.792	6.746	686	250	30.473
JUN	21.913	6.382	569	241	29.106
JUL	23.161	6.718	748	275	30.902
AGO	23.062	7.163	784	312	31.321
SET	21.768	6.624	735	237	29.364
OUT	21.946	6.563	698	246	29.453
NOV	20.832	5.476	563	239	27.111

DEZ	23.886	6.748	633	276	31.543
TOTAL ANUAL	262.903	78.008	8.076	3.057	352.043
MÉDIA MENSAL	21.909	6.501	673	255	29.337
MÉDIA DIÁRIA	730	217	22	8	978

Fonte: Equipe Executiva da URBANA (2018).

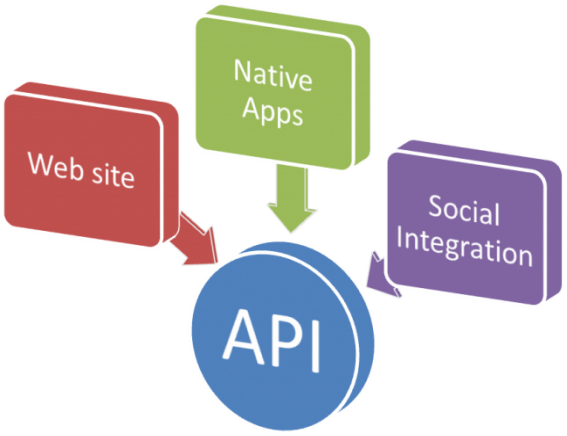
3.3 A BONIFICAÇÃO COMO INDUTOR DE MUDANÇA

Segundo Barletta et al. (2019), um dos objetos mais populares nessa área é a gamificação, que consiste na tecnologia que tenta promover motivações intrínsecas para a promoção de atividades pelo indivíduo, comumente atribuindo características, mecânicas e dinâmicas de jogos buscando engajar pessoas a resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos.

3.4 PADRÕES DE COMUNICAÇÃO DE DADOS ENTRE PLATAFORMAS

Para o desenvolvimento do *software* RECICLE, fez-se necessária a apropriação de paradigmas conceituais e padrões de comunicação de dados consolidados no mercado e na academia, tais como o uso de API (Interface de Programação de Aplicações), que pode caracterizar-se como um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos e documentados por uma aplicação. Desta forma, permitem uma interoperabilidade entre aplicações ou, em outros termos, a comunicação entre diferentes plataformas e usuários (Figura 1) e pode implicar na escalabilidade da aplicação, a qual, com código único contendo a regra de negócios, pode ter os serviços fornecidos às mais diferentes aplicações.

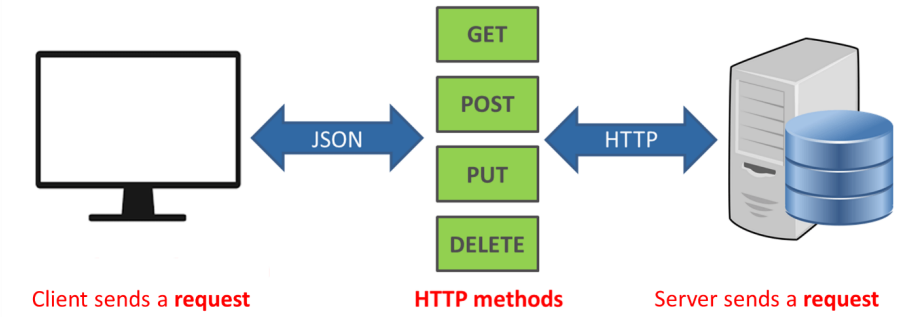
Figura 1 – Imagem ilustrativa do funcionamento de uma API.



Fonte: Etecdecotia (2016).

Dentre as opções, optou-se pela arquitetura API REST, que funciona por meio do protocolo de requisição HTTP[2] e tem como função a comunicação entre sistemas baseando-se nos recursos e operações (serviços) através da URI (links). Estes são possíveis através das funções *GET*, *PUT*, *POST* e *DELETE*, as quais respectivamente selecionam, alteram, inserem e excluem dados (Figura 2).

Figura 2 – Esquema exemplificando o funcionamento da API REST.



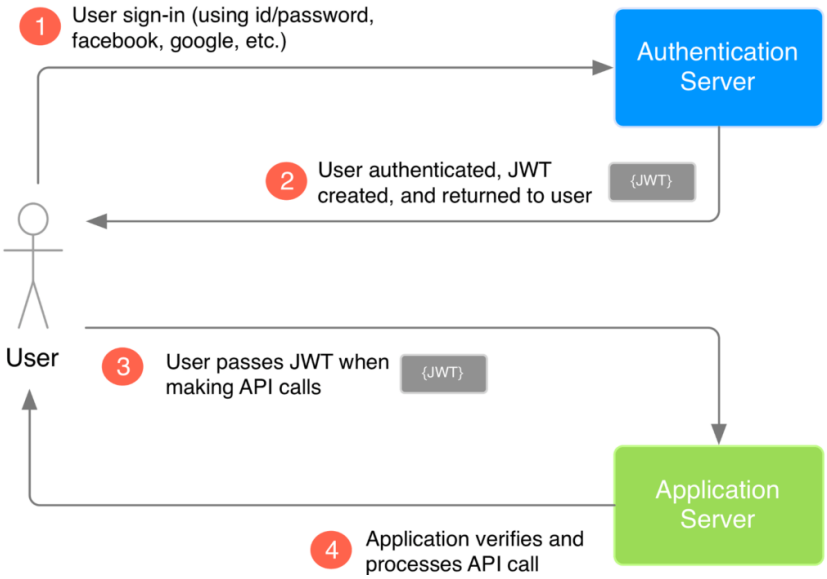
Fonte: Phpenthusiast (2018).

Por fim, foi compreendido o funcionamento do *JSON Web Token* (Figura 3), que é um padrão de mercado que define como transmitir e armazenar objetos JSON de forma compacta e segura entre diferentes aplicações. Seu funcionamento se dá através da URL e no cabeçalho HTTP (*header*) para transmissão de dados de maneira segura e assinada digitalmente, como

[2] O *Hypertext Transfer Protocol*, sigla HTTP, é um protocolo de comunicação utilizado para sistemas de informação de hipermídia, distribuídos e colaborativos. Ele é a base para a comunicação de dados da *World Wide Web*. Hipertexto é o texto estruturado que utiliza ligações lógicas entre nós contendo texto.

ocorre com o uso do algoritmo *Hash-based Message Authentication Code* (HMAC)[3], ou um par de chaves pública e privada usando *Rivest-Shamir-Adleman* (RSA)[4].

Figura 3 – Exemplificação do funcionamento do JWT (*JSON Web Token*).



Fonte: Luiz Duarte (2018).

[3] HMAC, é uma sigla para: *Hash-Based Message Authentication Code*, é utilizado especificamente para calcular um MAC – *Message Authentication Code*. O HMAC funciona com os *hash's*, SHA256, MD5 e o algoritmo de saída dependerá de qual função *hash* foi utilizada, por exemplo se for MD5, HMAC-MD5.

[4] O *Rivest-Shamir-Adleman* é um sistema de criptografia de chave pública e é amplamente utilizado para transmissão segura de dados.

4. PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Nesta seção, serão apresentados os modos para implantação do sistema RECICLE no mercado, desde as concorrências da proposta, seu diferencial competitivo e custos para compras de serviços, e ferramentas necessárias para o funcionamento satisfatório da plataforma.

4.1 CARACTERIZAÇÃO

Sabendo que as empresas atualmente estão adotando prática verde, ou seja, estas estão atuando de forma socioambiental que gira em torno de três pilares: ambiental, econômico e social. Essa prática é conhecida como *triple bottom line* (3P, em inglês, de *People*, *Planet* e *Profit*), que tem o objetivo principal de crescer de forma sustentável e proporcionar aos seus funcionários e comunidade mais qualidade de vida. Partindo desse pressuposto, acreditamos que nossa ferramenta seria favorável para empresas em que elas estariam praticando de forma direta e indireta a prática socioambiental.

Os outros meios alternativos ao RECICLE são as cooperativas existentes que já pagam pelo RSU coletados: o projeto Vale Luz e a plataforma Recicloteca. O primeiro apresenta-se na forma de aplicativo *mobile*, criado pela empresa Cosern, que realiza o abate na conta de energia a partir dos resíduos sólidos levados aos seus pontos de coleta. O site Recicloteca, por sua vez, apenas informa os pontos de coleta existentes em um dado local sem fazer coleta seletiva ou algum tipo de bonificação.

O diferencial do RECICLE se aplica na questão da plataforma digital mais acessível para os cidadãos e empresas, formando um canal entre eles e a possibilidade de haver outros tipos de bonificação. Inicialmente, nosso plano piloto será Natal (RN), mas como se trata de uma plataforma digital, seu crescimento pode atingir todo o Brasil e exterior, tendo como fator determinante para esse crescimento a divulgação e a aceitação da ferramenta pelas empresas e usuários.

Para elucidar a ideia do público alvo do *software*, houve a criação de uma persona, chamada Daniela, uma jovem adulta que trabalha na área de consultoria financeira e que procura por novas fontes de renda que não necessitem de muito tempo, mas também se preocupa com o meio ambiente e observa a deficiência do sistema de coleta dos Resíduos

Sólidos Urbanos. Logo, a plataforma pode ser o ideal para ela, já que somente precisa se cadastrar na plataforma, procurar por desafios próximos a sua localidade, solicitar participação e, ao fim do processo, entregar os resíduos coletados na cooperativa e receber seu prêmio, que pode ser, por exemplo, em dinheiro, abatimentos em contas de serviços ou *gift cards*.

Em relação à disponibilização da plataforma para o público, será necessário o custeio de compra de licenças: estas serão para uso do banco de dados, para alocação do sistema *web* no ar e para a utilização de imagens. Pretende-se, ainda, realizar a divulgação da plataforma RECICLE em redes sociais com influenciadores digitais e palestras visando divulgar e ensinar a utilização da ferramenta para as empresas e os cidadãos. Além disso, a fim de aumentar as chances de adesão no mercado, pretendemos fazer publicidades pagas nas redes sociais, Youtube e menção nos programas de rádio por oferecer custos mais baixos que os meios de comunicação televisivos.

E, por fim, atualmente a equipe é composta por estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN): Débora Samara dos Santos Rodrigues, projetista e analista do sistema, participa dos procedimentos de documentação e gerencia processos de metodologia ágil; Fabiana Pereira Duarte, desenvolvedora *full-stack*; João Paulo Pereira de Medeiros, programador *back-end* e analista do banco de dados; Higor do Nascimento Guilhermino, designer de interfaces. Para o desenvolvimento do *software* pretende-se adicionar na equipe colaboradores que possuam perfil na área de gestão e empreendedorismo, assim como, desenvolvedores atuantes na manutenção da aplicação. As principais competências presentes na equipe são responsabilidade e dinamicidade.

5. METODOLOGIA

O trilhar metodológico deste trabalho deu-se início através da revisão sistemática da literatura, isto é, a investigação de materiais relevantes ao eixo temático e problematizador, que justifica e fundamenta o projeto de pesquisa. Em seguida, encaminhou-se a elicitação de requisitos do sistema. Neste momento, um questionário *online* foi produzido e divulgado, a fim de delinear o perfil de possíveis usuários, bem como as funcionalidades indispensáveis ao sistema, as quais contaram com o registro e detalhamento dos requisitos funcionais e não-funcionais, conforme técnicas de modelagem previstas pela Engenharia de *Software* por (PRESSMAN, 2011).

A ferramenta Draw.io foi utilizada para a criação do Diagrama de Casos de Uso (CDU) e a explicitação da regra de negócios. Assim, passou-se a pensar quais os dados e operações deveriam ser executadas, a priori, no banco de dados. Para a modelagem deste, usou-se o BRModelo e, em seguida, o MySQL Workbench como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD).

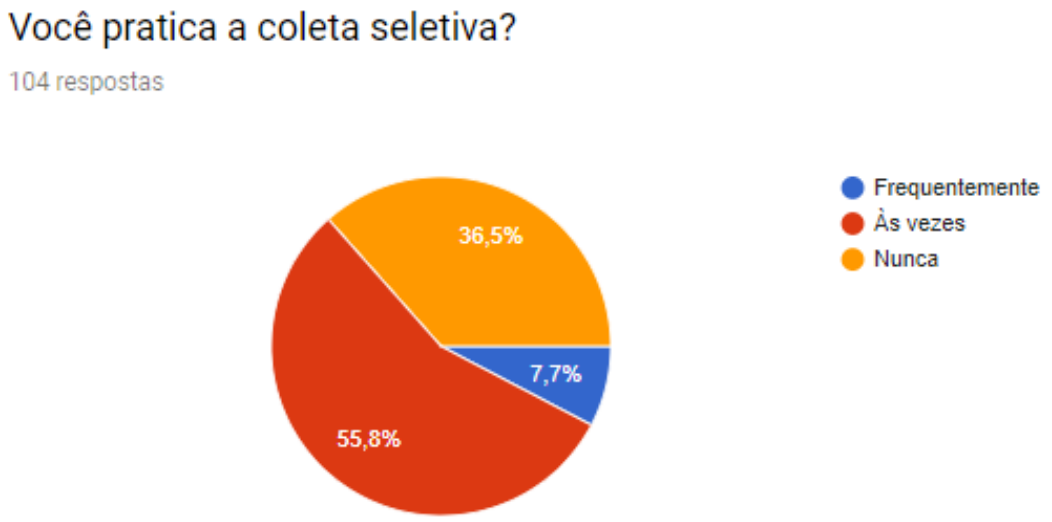
Houve a necessidade de escolher o padrão arquitetural do sistema que possibilitasse a implementação do software *web* e, posteriormente, implicasse pouco retrabalho na lógica para as plataformas *mobile* (*Android* e *iOS*). Desde então, pesquisou-se e adotou-se a REST API, que concentra o código base (serviços) para o funcionamento de ambas as plataformas.

A codificação ocorreu com o *microframework* Codeigniter e o *framework* Bootstrap, os quais funcionam, respectivamente, para a elaboração das funcionalidades e estilização do sistema. Nessa etapa, foram requisitadas as linguagens de programação: PHP e JavaScript; de estilização: CSS; e marcação de hipertexto: HTML. Para a alocação do código da aplicação foi utilizada a plataforma GitHub. Vale, ainda, salientar que o sistema *web* conta com imagens autorais produzidas através do Adobe Photoshop e Adobe Illustrator.

Para a validação da proposta deste trabalho foi utilizada a ferramenta de criação de formulários online, Google Forms, para obtenção de dados (com amostragem de 104 pessoas) a despeito da aceitação da ferramenta, do conhecimento popular acerca da coleta seletiva e reciclagem, como também da existência de cooperativas que bonificam pelo recebimento de resíduos sólidos urbanos. Suas consequências foram imprescindíveis, pois validou o projeto, mostrando um ecossistema de inovação favorável e sua relevância pela demanda que há. Notou-se, por exemplo, que menos de 8% dos entrevistados praticam coleta seletiva

frequentemente (Gráfico 3).

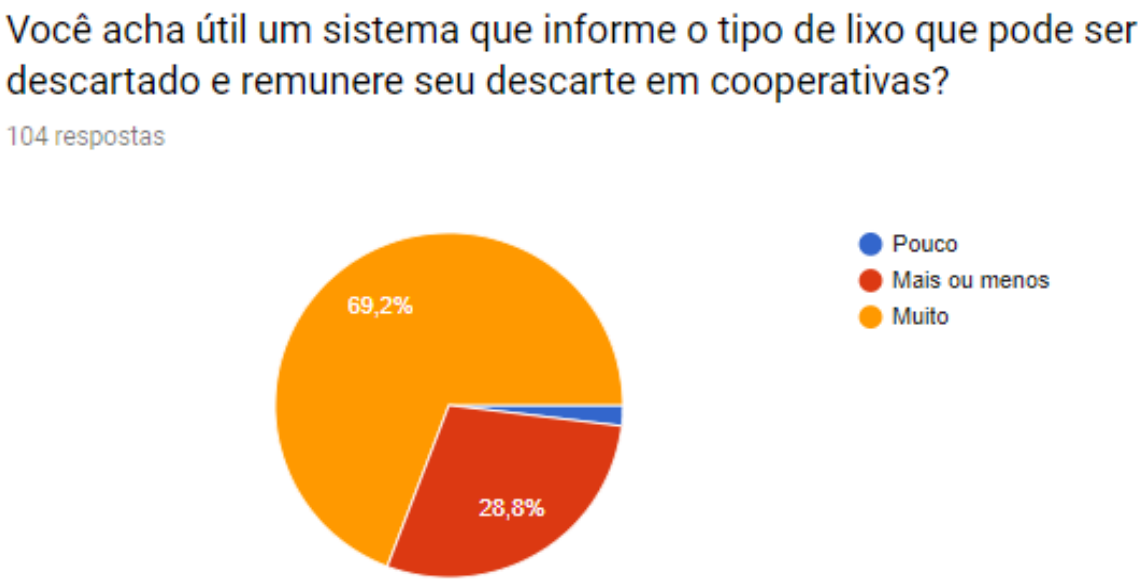
Gráfico 3 - Respostas obtidas sobre a prática de coleta seletiva entre os moradores da Zona Norte de Natal (RN).



Fonte: Autoria própria (2019).

Deste, foram obtidos, ainda, os dados a respeito da utilidade do *software*, que chegou a 90% do público considerando-o relevante (Gráfico 4), mesmo que à época não houvesse imagens ou demais recursos para exemplificá-lo e torná-lo agradável ao público.

Gráfico 4 – Respostas obtidas sobre a aceitação da ferramenta.



Fonte: autoria própria (2019).

Por fim, as respostas às outras perguntas, tais como o conhecimento de locais de coleta de RSU (Gráfico 5) ou bonificação nos ajudou a depurar quais operações o *software* deveria cumprir para fornecer um bom resultado às necessidades dos clientes.

Gráfico 5 – Respostas obtidas sobre o conhecimento da população em relação aos locais de coleta.

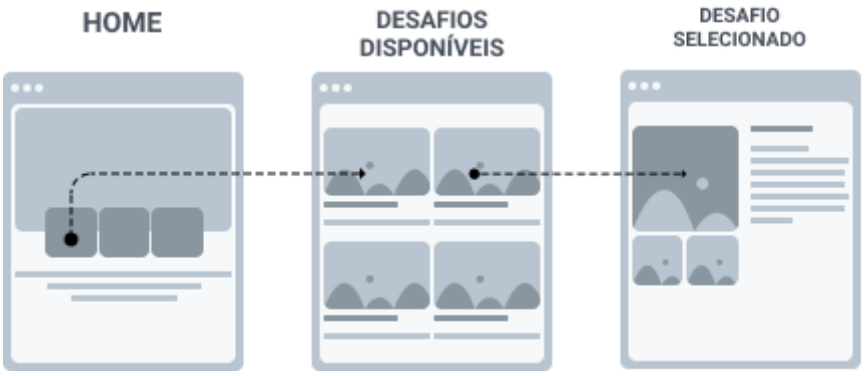
Fonte: Autoria própria (2019).

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base no levantamento de dados por meio do Google Forms pode-se traçar uma visão geral do fluxo que o sistema deveria ter para facilitar ao máximo a utilização dos usuários. Logo, foi criado um fluxo de uso ideal que a plataforma deve ter, que pode-se observar nas figuras a seguir.

No fluxo ilustrado na figura 4, o usuário clica em um dos *cards* (cartões com informações) de desafios à partir da *home* ou da tela dos desafios disponíveis, seleciona e aceita ou não o que está sendo proposto e, após completar o que foi solicitado, acessa o desafio do qual se comprometeu a realizar e resgata o seu prêmio.

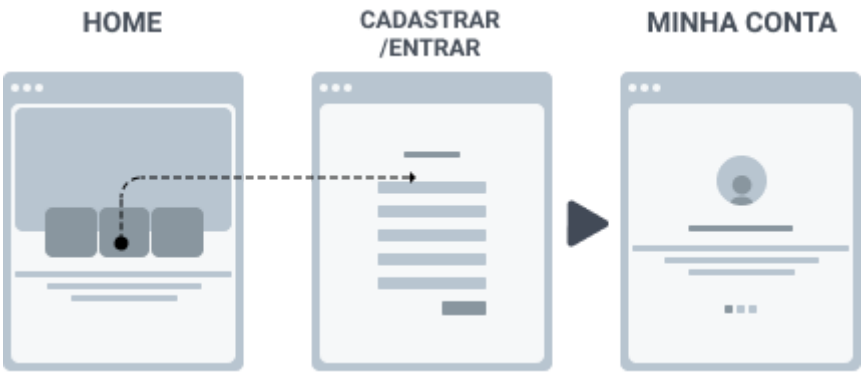
Figura 4 – Fluxo de acesso aos desafios disponíveis.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para logar, conforme ilustrado na figura 5, o usuário clica no *card* de fazer *login* ou realizar cadastro, existente na home do sistema, ou ainda no *link* disponível do menu, que o redireciona para a tela de cadastro e *login*. Caso o usuário não tenha criado uma conta, ele poderá preencher um formulário e criar uma nova conta. Caso já tenha se cadastrado, ele entra com o seu *e-mail* e senha. Logo após, ele poderá acessar a área da sua conta, fazer alterações e participar dos desafios.

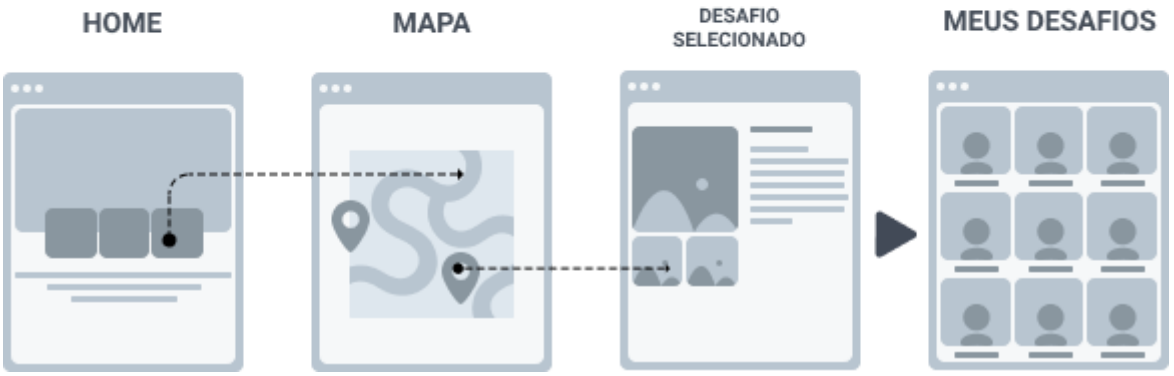
Figura 5 – Fluxo de acesso do login.



Fonte: Autoria própria (2019).

No fluxo da figura 6, tem-se o processo de acessar a tela de ecopontos a partir do *card* presente na tela inicial. Após o redirecionamento para essa página, o usuário pode visualizar o mapa contendo a localização de todos os pontos de coleta cadastrados no sistema com a opção de filtrar por um endereço específico. Inicialmente, pensou-se em exibir os desafios de cada cooperativa, mas posteriormente optou-se por exibir somente os nomes dos ecopontos disponíveis.

Figura 6 – Fluxo de acesso do mapa.



Fonte: Autoria própria (2019).

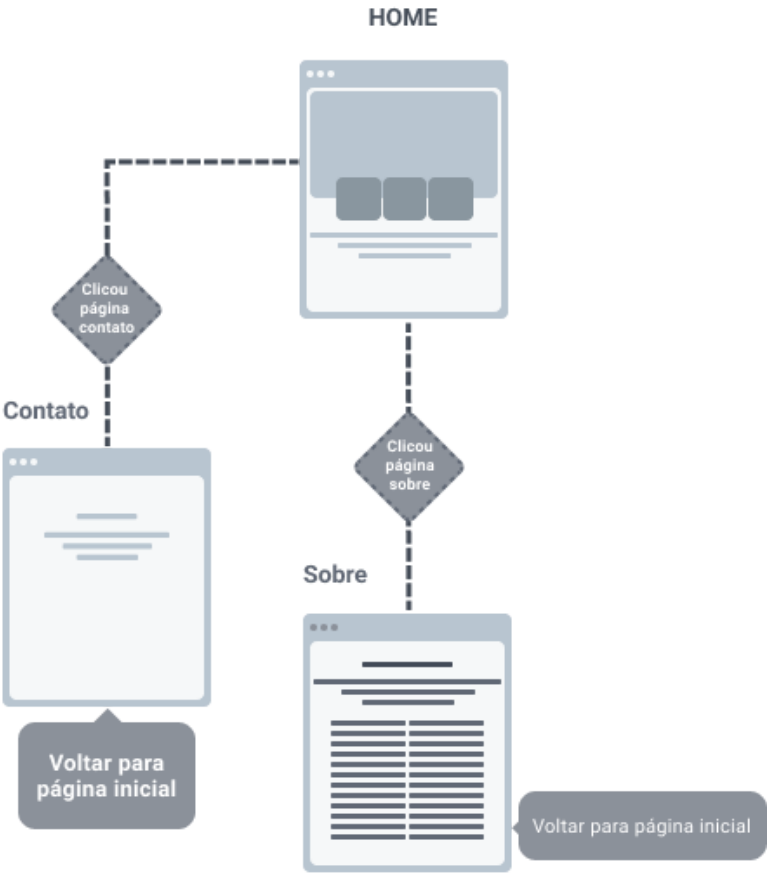
Para acessar o desafio vencido pelo usuário, ele pode selecionar o desafio que está participando e, caso tenha concluído, clicar no botão “Resgatar prêmio” para receber a bonificação, conforme especificado no fluxo da figura 7.

Figura 7 – Fluxo de acesso ao desafio vencido.

Fonte: Autoria própria (2019).

Por fim, tem-se na figura 8 os fluxos de acesso das páginas sobre e contato em que o usuário pode, respectivamente, obter mais informações sobre o RECICLE e entrar em contato por meio do envio de uma mensagem no formulário contido na página ou visualizar outros meios de contato (*e-mail* e redes sociais).

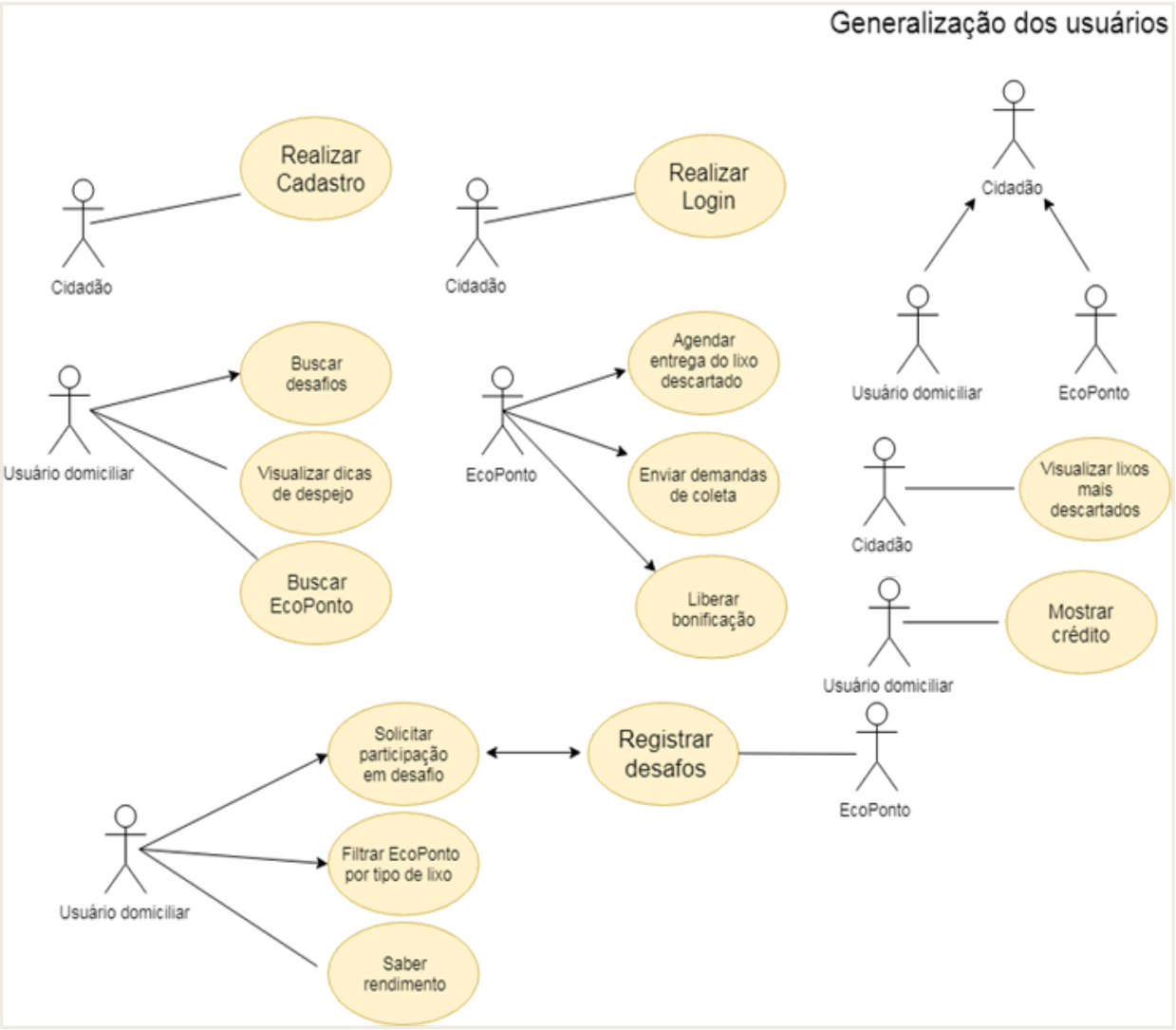
Figura 8 – Outros fluxos



Fonte: Autoria própria (2019).

Além disso, após a análise dos dados, conseguiu-se levantar os requisitos funcionais e não funcionais do sistema através do Diagrama de Caso de Uso (Figura 9), de forma a auxiliar na implementação do RECICLE. A partir deste, foi possível elaborar todas as funcionalidades e serviços necessários à aplicação, uma vez que o diagrama permite descrever as interações dos usuários no sistema em diferentes cenários de uso.

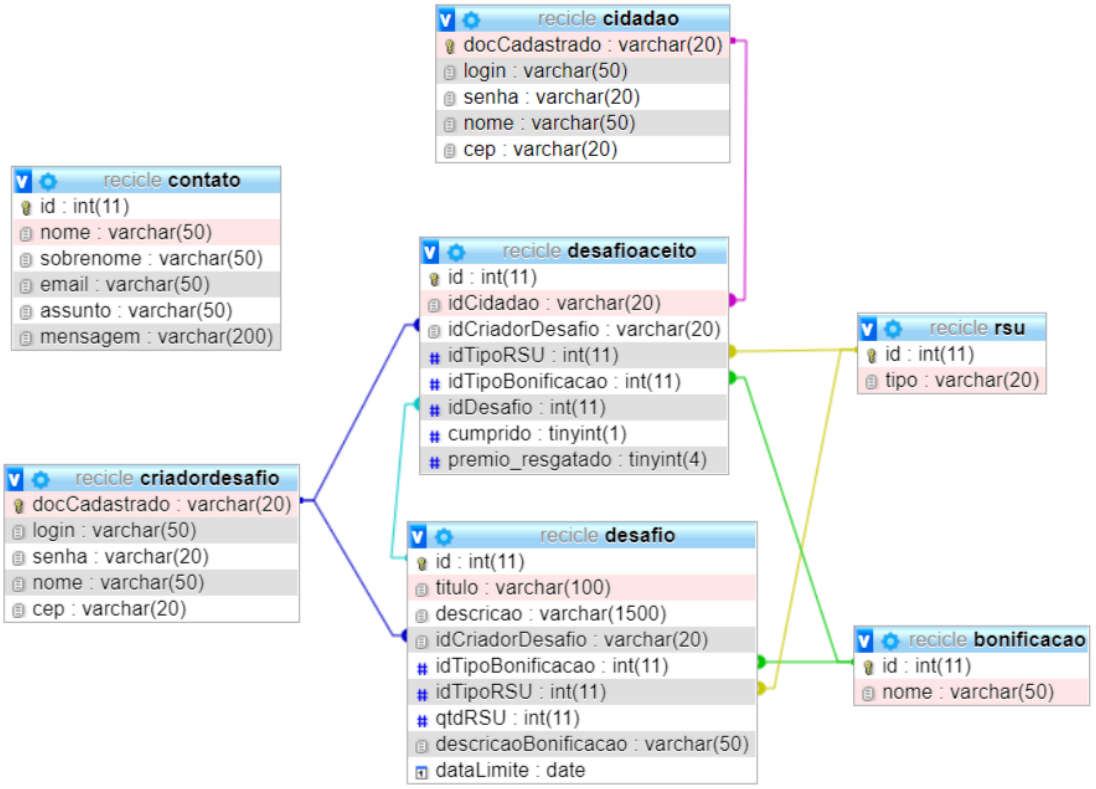
Figura 9 - Diagrama de Caso de Uso.



Fonte: Autoria própria (2019).

O projeto de banco de dados do *software* (Figura 10) foi baseado no modelo relacional, que foi a base para o funcionamento da aplicação com persistência dos dados adequadamente.

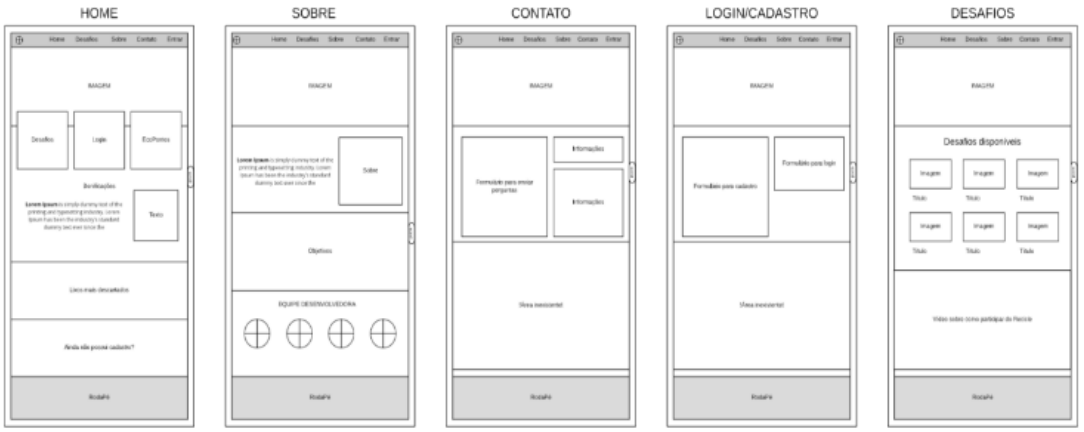
Figura 10 – Projeto de banco de dados.



Fonte: Autoria própria (2019).

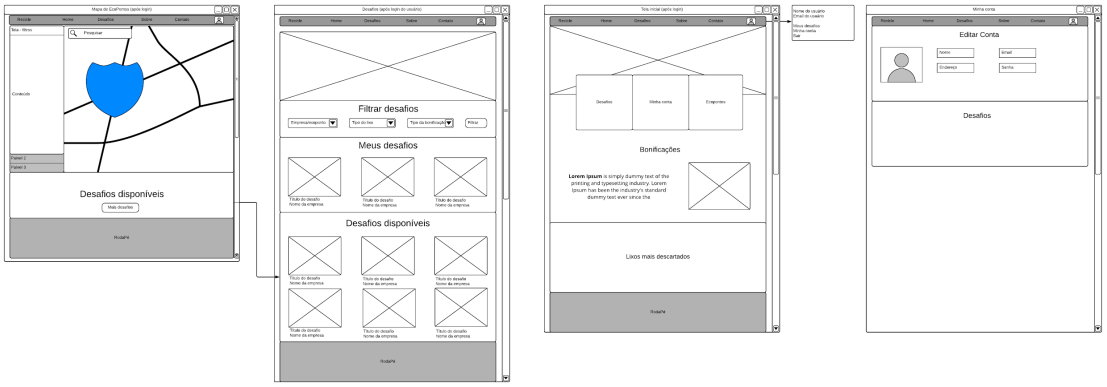
Desse modo, com a conclusão da etapa de análise do projeto de *software*, obteve-se, ainda, o *wireframe* de baixa fidelidade (esboço) das interfaces da aplicação na ferramenta Draw.io, conforme apresentado nas figuras 11 e 12 abaixo.

Figura 11 – Wireframe das telas do sistema *web*.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 12 – Wireframe das demais telas sistema *web*.



Fonte: Autoria própria (2019).

Em seguida, construiu-se a interface *web* do projeto RECICLE, levando-se em conta toda a coleta de informação relevante para elaboração de uma interface agradável, responsiva e objetiva para os usuários (empresas e cidadãos) permitindo que os usuários possam navegar por ela sem muitas dificuldades em seus *smartphones* e *desktops*. Desta forma, chegamos aos resultados explicitados nas figuras a seguir (figura 13 até a figura 18).

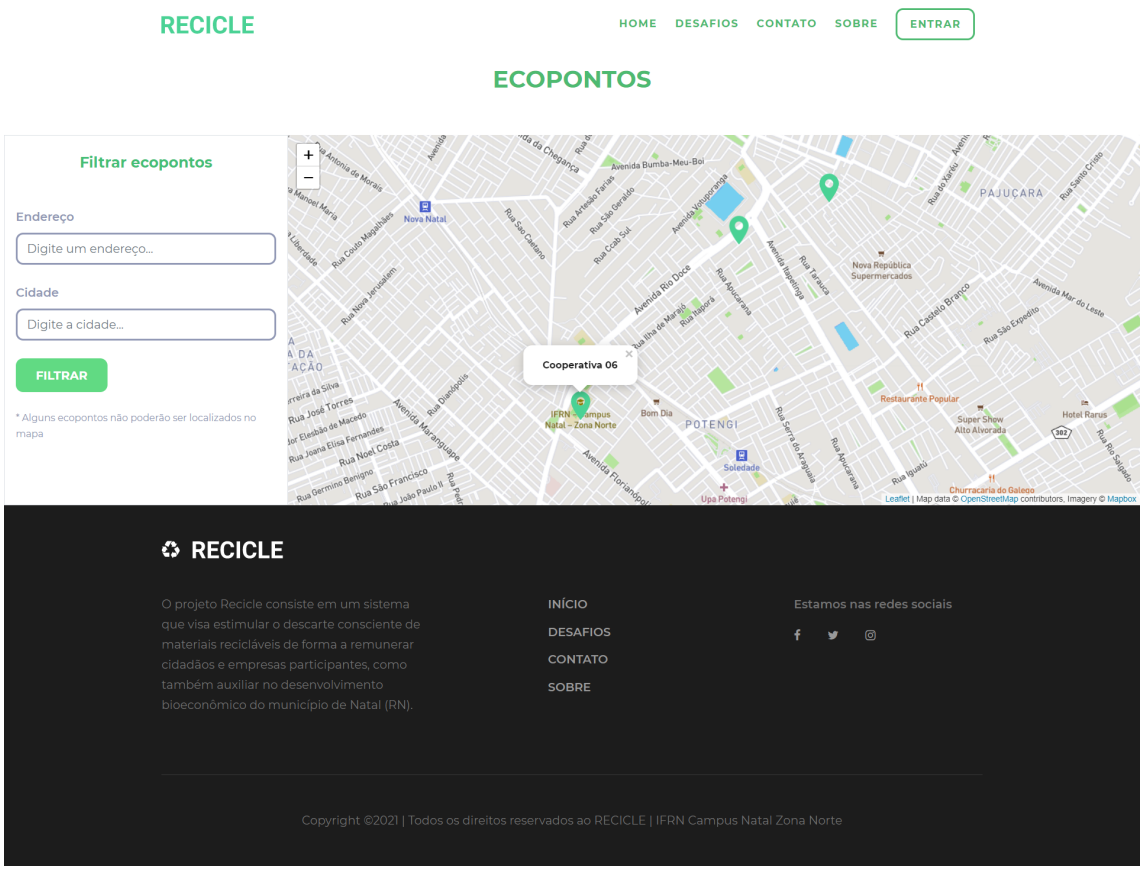
Na figura 13, tem-se a interface da tela inicial do projeto que apresenta os links de acesso às demais páginas, os três desafios cadastrados mais recentes e uma listagem com os resíduos sólidos urbanos mais descartados.

Figura 13 – Tela inicial do *website*.

Fonte: Autoria própria (2020).

Identificou-se através da pesquisa, o desconhecimento da população acerca de entidades que bonificassem pelo descarte de seus resíduos. Pensando nesse requisito, foi criada uma área de fácil acesso a esses lugares através de um mapa com as localizações dos ecopontos (figura 14).

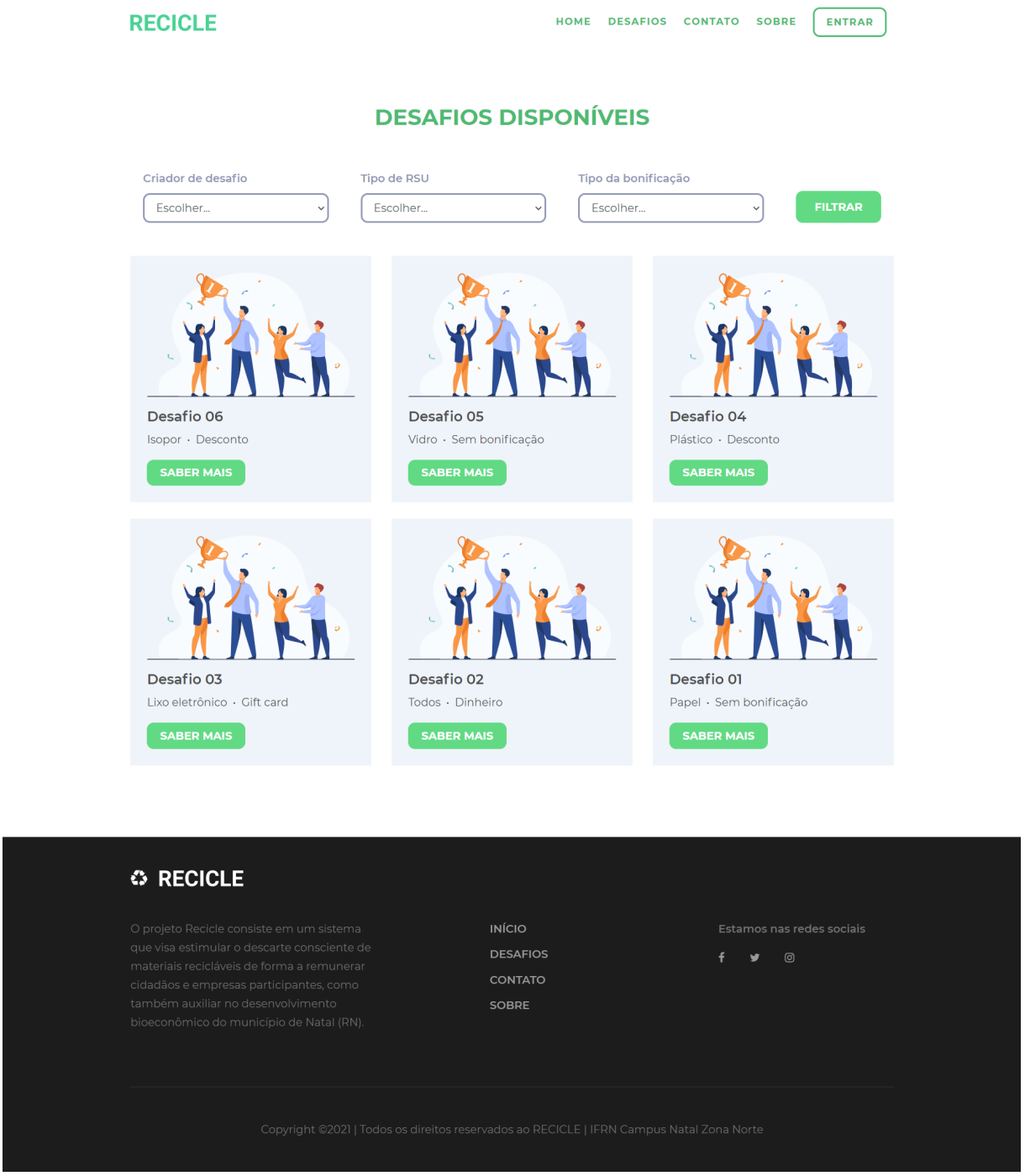
Figura 14 – Página com localidades das cooperativas na região de Natal (RN).



Fonte: Autoria própria (2020).

A página dos desafios (figura 15) é primordial para a aplicação. Através dela, o usuário verá os desafios cadastrados, as empresas ou pessoas que o disponibilizaram, assim como a bonificação pelo descarte no ponto escolhido.

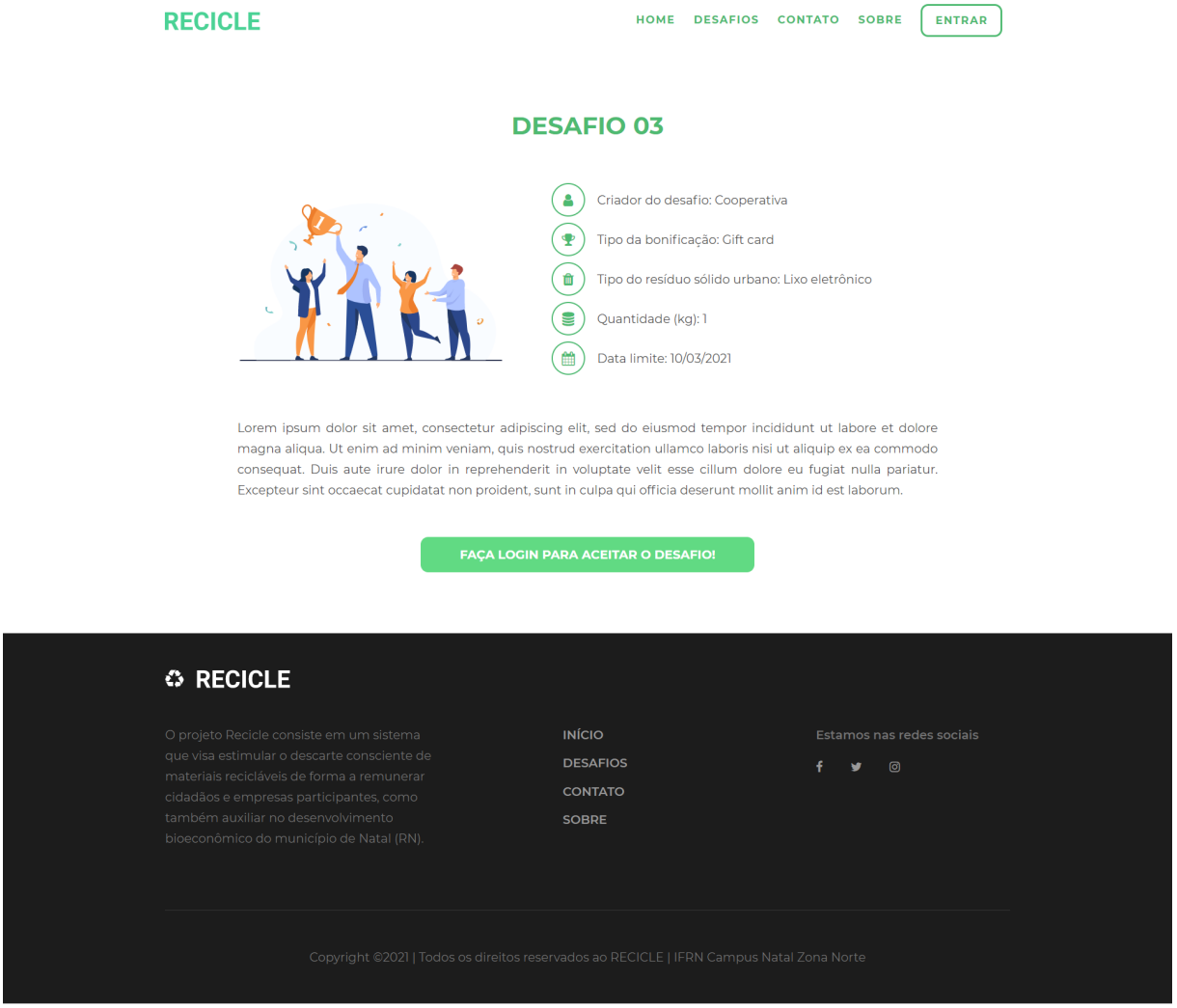
Figura 15 - Página dos desafios a qual pode-se visualizar todos, ou filtrar por interesse.



Fonte: Autoria própria (2020).

Na figura 16, tem-se a página que mostra todas as informações (título, criador do desafio, tipo de RSU, tipo da bonificação, quantidade, data limite - se houver - e descrição) de um desafio específico selecionado pelo usuário. Nela, o usuário tem a opção de participar do desafio e concorrer à bonificação.

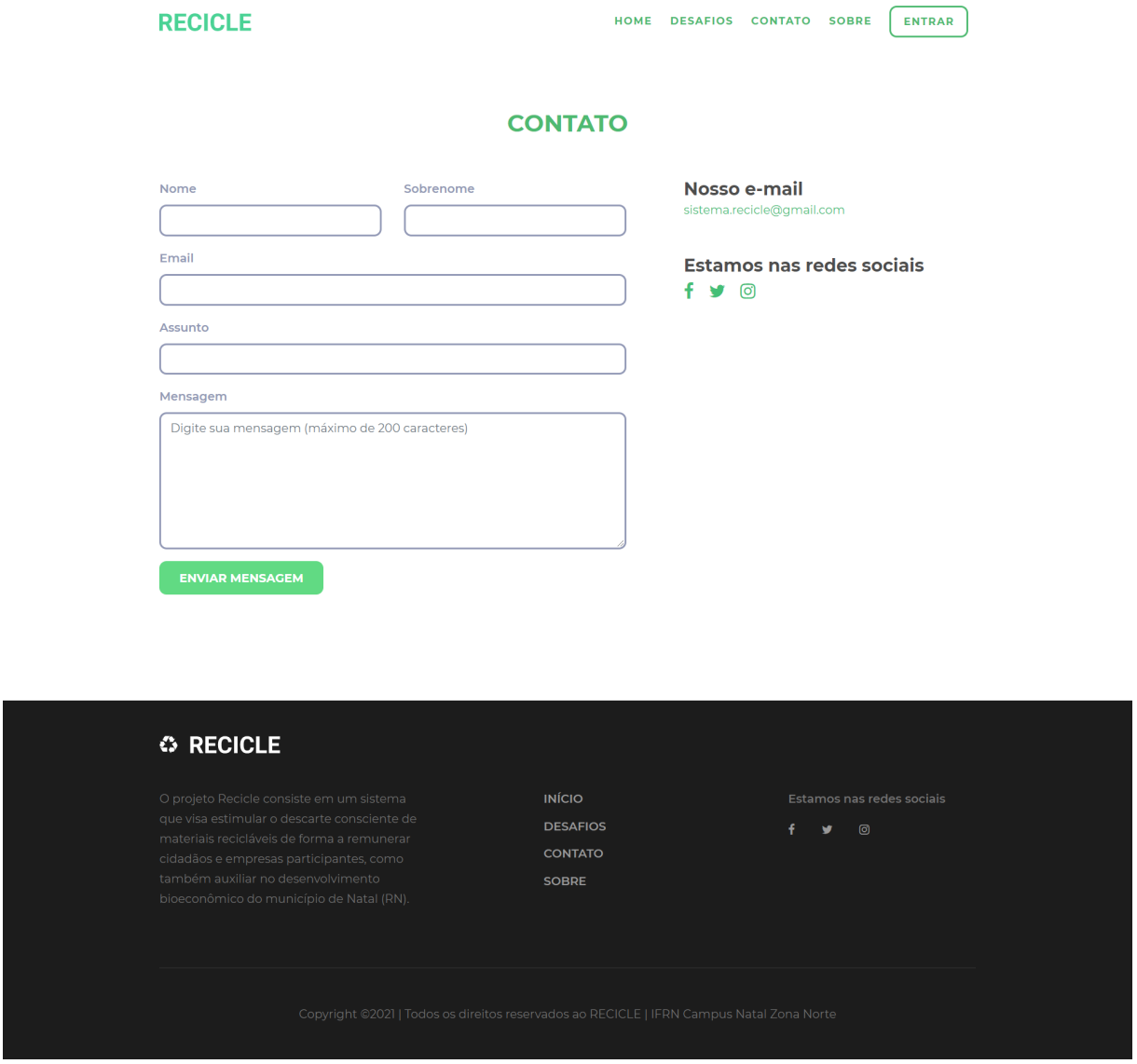
Figura 16 – Página com um desafio específico selecionado.



Fonte: Autoria própria (2020).

A página de contato (figura 17), possibilita a interação entre usuários e desenvolvedores, por meio de envios de mensagens de sugestões ou dúvidas e também nesta página o usuário terá acesso a outros canais de informações como as redes sociais do projeto.

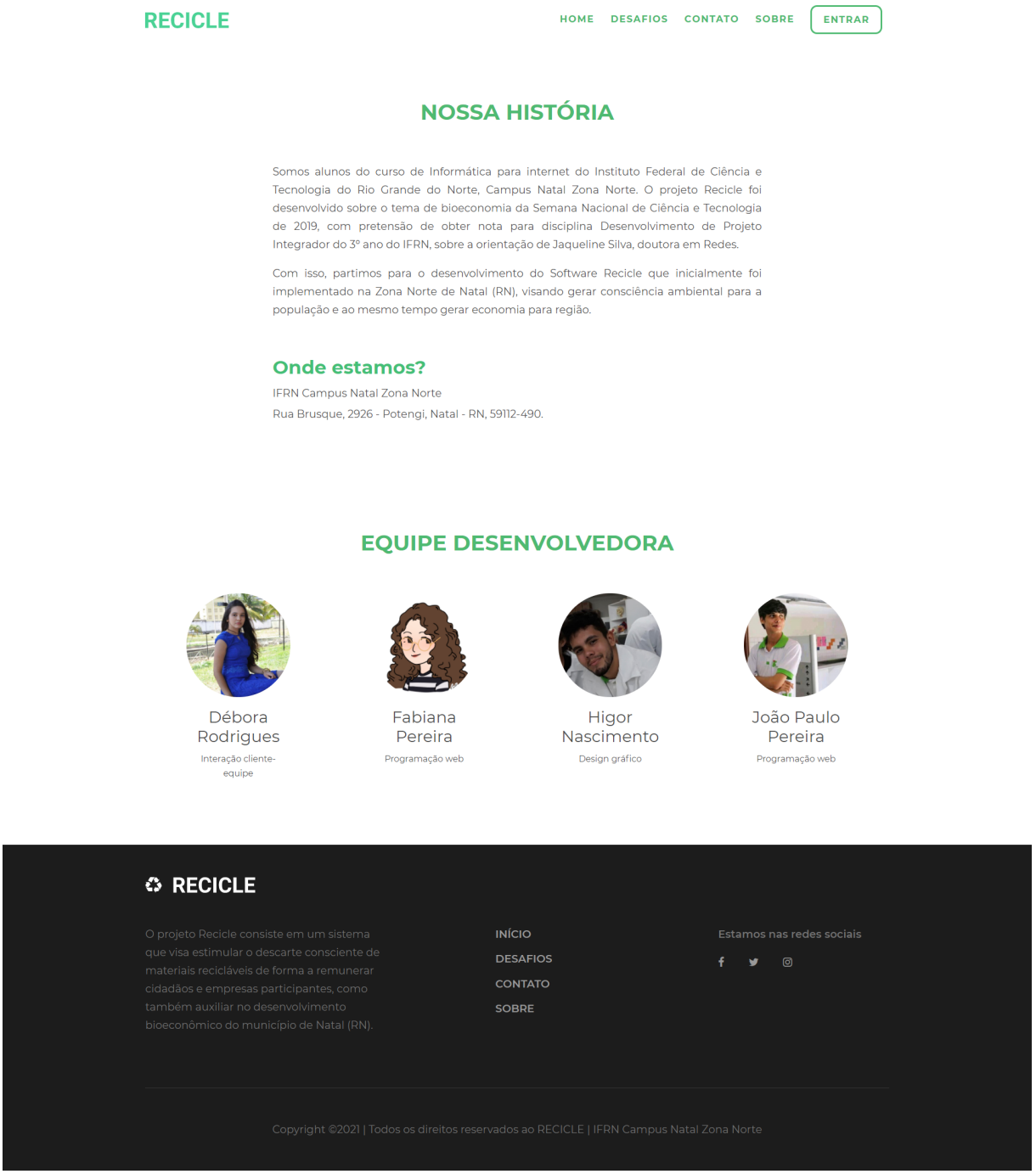
Figura 17 – Página de contato onde o usuário poderá nos enviar mensagens com sugestões ou dúvidas.



Fonte: Autoria própria (2020).

Por fim, a página sobre (figura 18), engloba informações a respeito dos desenvolvedores. Além disso, também pode-se visualizar na página sobre a motivação para criação da plataforma.

Figura 18 – Página de sobre que possui uma breve história sobre os desenvolvedores e motivação para criação do *software*.



Fonte: Autoria própria (2020).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destarte, com o desenvolvimento do projeto RECICLE pôde-se viver a experiência prática de aplicação dos conteúdos técnicos previstos no IFRN a uma problemática sensível e relevante sobre a qual se prostraram nossos olhos e para qual se propôs a intervenção pioneira, que ressignifica os resíduos sólidos urbanos, ao passo que os associa à fonte de benefícios e renda. Para as próximas etapas, pretende-se a reformulação da plataforma seguindo as boas práticas da usabilidade alinhada aos conceitos de UX (experiência do usuário), UI (interface do usuário) e também aplicar acessibilidade ao sistema tornando-o democrático para todos variados grupos sociais. Além disso, também se objetiva o desenvolvimento nativo do projeto para *mobile.* E por fim será prospectado e formalizado novas parcerias buscando levar o RECICLE para mais usuários e assim fortalecendo a prática de sustentabilidade para os cidadãos.

REFERÊNCIAS

ADORNO, Rubens de Camargo Ferreira. **A cidade como construção moderna: um ensaio a respeito de sua relação com a saúde e as "qualidades de vida"**. Saúde soc., São Paulo, v. 8, n. 1, p. 17-30, Feb. 1999. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v8n1/03.pdf >. Acesso em: 14 set. 2019

AVELLAR, Camila et al. **Modelo de análise de gamificação aplicado a redes sociais gamificadas**. Art & Design track- full papers, Brasília, v. 9, n. 4, p. 1-8. 11/2012.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. 2017. Disponível em: <https://belasites.com.br/clientes/abrelpe/site/wpcontent/uploads/2018/09/SITE_grappa_panoramaAbrelpe_ago_v4.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.

BENHAROSH, J. **What is REST API? in plain English.** 31 jul. 2018. Disponível em: <https://phpenthusiast.com/blog/what-is-rest-api>. Acesso em: 22 nov. 2019.

BARLETTA, C. B.; ROLT, C. R; SCHARDOSIN, F, Z. **ParticipACT: gamificação como mecanismo de incentivo ao uso de aplicativos**. UDESC, Santa Catarina, 2f, 2019. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/10577/22_15704540209384_10577.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2019.

CAVALCANTE, Z. V.; TIUJO, E. M. **Poluição - Origem Histórica e a Reciclagem**. Maringá, 2013. Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Zedequias_Vieira_Cavalcante_2.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2019.

COLETA SELETIVA. Ministério do Meio Ambiente, [21--]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento#:~:targetText=Coleta%20seletiva%20%C3%A9%20a%20coleta,disponibilizados%20para%20a%20coleta%20separadamente.>. Acesso em: 23 nov. 2019.

DUARTE, L. **Fluxo JWT.** 10 nov. 2020. Disponível em: <https://www.luiztools.com.br/post/autenticacao-json-web-token-jwt-em-nodejs/>. Acesso em: 22 nov. 2019

FIELDING, R. T. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**. 2000. 180f. Dissertação (Doutorado em Filosofia em Informação e Ciência da computação) - Universidade da Califórnia, Irvine, [21--?].

GUELBER, T. T. F. et al. **A Embalagem PET e a Reciclagem: uma Visão Econômica Sustentável para o Planeta**. Foz do Iguaçu, PR- Brasil, 2007

HEMPE, C.; NOGUERA, J. O. C. **A educação ambiental e os resíduos sólidos urbanos**. REGET, Santa Maria, v.5, n.5, p. 682 - 695, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/4117/2798>. Acesso em: 22 nov. 2019.

IETF (INTERNET ENGINEERING TASK FORCE). **JSON Web Token (JWT)**. Disponível em: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519>. Acesso em: 30 out. 2019.

MONTEIRO, José Henrique Penido. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 2001. Disponível em: <http://www.aliancatransportes.com.br/images/uploads/downloads/2e1aa4e3f395a9adb17cca751a88fb03.pdf> Acesso em: 27 mar. 2019.

NERY, Lincoln David; Silva. **Uma proposta de API para desenvolvimento de aplicações multiusuário e multidispositivo para TV digital utilizando o Middleware Ginga**. 2008. 77f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

OLIVEIRA, P. E. R.; ANDRADE, P. T. E.; D'OLIVEIRA, R. L. G. *Rsa.* 5f. **Monografia. - Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica.** Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, [21--]. Disponível em: <https://www.ime.unicamp.br/~ftorres/ENSINO/MONOGRAFIAS/oliv_RSA.pdf > Acesso em: 20 fev. 2021.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 780 p. il.

PINSKY, Vanessa; KRUGLIANSKAS, Isak. **Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos**. SciELO, São Paulo, vol.31, n.90, p.107- 126, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200107>. Acesso em: 23 nov. 2019.

RIBEIRO, M. F.; FRANCISCO, R. E. Web Services REST: Conceitos, Análise e Implementação. **Educação, Tecnologia e Cultura - E.T.C**., [S.l.], n. 14, jun. 2016. ISSN 2525-3859. Disponível em: <http://www.publicacoes.ifba.edu.br/index.php/etc/article/view/25>. Acesso em: 01 jan. 2021.

ROSENBLUM, Mendel. **Hypertext Transport Protocol (HTTP)**. 10 slides. Disponível em: <http://web.stanford.edu/~mendel/cgi-bin/cs142-win16/slides/HTTP.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2019.

Revista Esfera Digital. **O que é API ?.** 18 mai. 2016. Disponível em: <http://www.etecdecotia.com.br/revista/?p=693>. Acesso em: 22 nov. 2019

SANTOS, H. M. M. **Disposição Final dos Resíduos Sólidos Em Maringá-PR: Impactos e Soluções.** 2010. 35f. (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Maringá, 2010.

SILVA, A. R. S. et al. **Impactos Ambientais referentes à não coleta de lixo e reciclagem**. Ciências exatas e tecnológicas, Maceió, v. 2, n.3, p. 63 -76, Maio 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/2136>. Acesso em: 29 out. 2019.

SILVA, C. L.; MENDES, J. T. G. **Reflexões Sobre o Desenvolvimento Sustentável. Agentes e Interações sob a Ótica Multidisciplinar**. Editora Vozes, Petrópolis, 2005.

URBANA. **Produção de resíduos sólidos**. Disponível em: <http://natal.rn.gov.br> Acesso em: 2 fev. 2021.

UDAETA, M. E. M.; BURANI, G. F.; GRIMONI, J. A. B.;NYIMI, D. R. S. Energia. In: GRIMONI, J. A. B.; GALVÃO, L. C. R.; UDAETA, M. E. M. (Org.). **Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**, Cap. 3, p. 67-96, São Paulo: EDUSP, 2004.