

Fomentando o Descarte Racional de Resíduos Sólidos em Comunidades Através do Uso de Tecnologia: Estudo de Caso na Comunidade dos Coelhos – Recife-PE

Ozandir F. Silva Jr.¹, Sheyla A. C. Oliveira¹, Edson P. Silva¹, Jeísa P. Oliveira²,
Marco A. O. Domingues¹

¹Departamento Acadêmico de Cursos Superiores – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Av. Professor Luis Freire, 500 – Bairro CDU – Recife – PE – Brasil

²Departamento de Computação. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

{ofsj,saco,eps,marcodomingues}@recife.ifpe.edu.br,
jeisa.domingues@ufrpe.br

Abstract. *The management of urban solid waste is an issue that continues to challenge governments in the search for adequate solutions to solve this problem, especially in needy communities. In this scenario, this article presents a PWA application to assist residents of the Coelhos community, Recife/PE, in the proper disposal of specific solid waste, using geospatial systems to indicate the best route between the resident's current location and the appropriate collection point for a given type of waste. All deliveries are registered and can generate discounts on products and services in local commerce for the resident. The app also offers so-called knowledge pills on sustainable environmental management.*

Resumo. *A gestão de resíduos sólidos urbanos é uma questão que segue desafiando governos na busca por soluções adequadas, especialmente em comunidades carentes. Nesse cenário, este artigo apresenta um site PWA para auxiliar os moradores da comunidade dos Coelhos, Recife/PE, no descarte adequado de resíduos sólidos específicos, utilizando sistemas geoespaciais para indicar a melhor rota entre o local atual do morador e o ponto adequado de coleta para determinado tipo de resíduo. Todas as entregas são registradas e podem gerar descontos em produtos e serviços no comércio local para o morador. O aplicativo também oferece as chamadas pílulas de conhecimento em gestão ambiental sustentável.*

1. Introdução

Desigualdades sociais, geralmente, redundam em ocupações urbanas desordenadas e conseqüentemente em graves problemas relacionados à falta de saneamento e ausência de serviços públicos básicos para as pessoas que ali habitam precariamente. Esse cenário descrito não é privilégio do Brasil e, mesmo sendo ponto pacífico que o custo financeiro e social da instalação de infraestrutura de saneamento básico nessas localidades é muito menor do que o custo do sistema de saúde para uma população sem saneamento, apenas recentemente as políticas públicas passaram efetivamente a ser planejadas e implementadas de forma ampla, especialmente após a vigência do marco legal do saneamento básico no Brasil, em 2020.

Nesse contexto, Garcia e Ferreira (2017) definem saneamento como um conjunto de medidas que visa o bem-estar social e econômico, interferindo diretamente na saúde da população, sendo também a base para uma infraestrutura de construção urbana. Ele engloba sistemas de drenagens pluviais, esgotamentos sanitários, coletas de resíduos sólidos, limpeza urbana e sistemas de abastecimento de água. Quando implementado adequadamente por uma gestão que busca contemplar toda a população, previne problemas de saúde, melhorando a qualidade de vida e conforto social. O saneamento urbano requer investimentos contínuos para que o desenvolvimento de uma determinada comunidade ocorra de forma saudável.

A Organização das Nações Unidas (ONU) lançou, na conferência sobre desenvolvimento sustentável (Rio +20), dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estes ODSs são planos de ação com o propósito de atender os desafios ambientais, políticos e econômicos mais urgentes que o mundo deve alcançar até 2030. A obtenção de água potável e saneamento básico é estabelecida pelo ODS 6 e, segundo a ONU, seu objetivo será alcançado "quando for constante e regularmente garantido para todos, independentemente de sua condição social, econômica ou cultural, de gênero ou etnia". Visualizando esse cenário, foi sancionado o já citado Marco Legal do Saneamento Básico Nacional (Lei nº 14.026/2020), em 15 de julho de 2020, objetivando proporcionar a difusão dos serviços de saneamento até o final de 2033, possibilitando assim o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgoto, fortalecendo toda infraestrutura de operacionalização dos sistemas (Belchior, 2020).

Em Recife e região metropolitana, o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos está sob a responsabilidade e gerenciamento da Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do município (EMLURB), que é responsável pela coleta, varrição, podas e limpeza dos resíduos gerados pelas comunidades. Entretanto, há também as cooperativas de catadores que auxiliam o poder público na operacionalização da coleta, classificação e destinação adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), e que, com essa atividade, conseguem obter renda. Curiosamente, esses mesmos catadores, que atuam no manejo dos RSU em várias regiões das cidades, não recebem quaisquer incentivos para atuarem nas suas próprias comunidades e, por serem ocupações não planejadas em regiões de morro, em áreas alagadas, palafitas e outras regiões de risco, nessas localidades, a ocupação desordenada dificulta a ação do Estado, especialmente com ações de educação ambiental (Salvador, 2008).

A disposição incorreta dos resíduos acarreta efeitos nocivos para os moradores, como: assoreamento e deslizamento de taludes quando o lixo fica acumulado às margens de rios; contaminação de lençóis d'água pela presença de substâncias químicas nos resíduos; poluição atmosférica e proliferação de vetores (ratos, baratas, escorpiões, moscas), que transmitem doenças (IBAM e MAS, 2010).

A despeito da ausência de serviços públicos, observa-se nessas ocupações a existência de uma economia importante, com oferta de serviços e produtos para a comunidade, com destaque para ações empreendedoras inclusive considerando vendas e divulgações por meio de redes sociais. Esse cenário indica que a propriedade de aparelhos celulares e acesso às redes constituem uma das prioridades de parte considerável dessa população. Fato observado nas entrevistas realizadas pela equipe na comunidade dos Coelhoos, localidade objeto do estudo deste artigo.

Considerando as circunstâncias expostas, este artigo apresenta um modelo de sistema mediador para gestão autossustentável de resíduos sólidos em comunidades, baseado em tecnologia PWA (*Progressive Web App*), cuja motivação é fomentar a coleta racional de Resíduos Sólidos Urbanos através do registro e bonificação da coleta especializada em pontos predefinidos na comunidade. Dentre os tipos de RSU considerados nesta fase do site, foram elencados: eletrônico, reciclável ou orgânico. A cada entrega registrada no *site* PWA, denominado ***Limpa+Coelhos***, o morador receberá uma bonificação na forma de descontos em produtos e serviços oferecidos na própria comunidade. Inicialmente, na fase de testes, a bonificação consiste em R\$ 5,00 por entrega, por morador, até o limite de 10 entregas registradas por CPF. Espera-se que não somente a economia local seja estimulada, mas também se estabeleça uma cultura de coleta seletiva e boas práticas ambientais dos moradores. O subsídio financeiro necessário para a oferta de descontos aos moradores a partir da entrega de RSU ocorrerá a partir de doações e, especialmente, pela negociação com cooperativas de reciclagem da cidade de Recife. Concomitantemente, os autores estão em negociação com agentes públicos para que também apoiem as ações de educação ambiental previstas neste projeto. Além disso, sendo o elemento mediador entre o morador e o ponto de coleta, o *site* PWA também entrega aos atores as chamadas pílulas de conhecimento em educação ambiental, que são pequenas mensagens relacionadas com educação ambiental.

Este artigo apresenta também as fases de planejamento, projeto, implementação de protótipo, emprego da tecnologia em uma comunidade e observação dos resultados alcançados através da utilização do *site* PWA na comunidade dos Coelhos em Recife-PE, localidade onde inexistia infraestrutura da coleta urbana tradicional. Como resultado, espera-se que o *site* ***Limpa+Coelhos*** seja utilizado como uma abordagem para a gestão de resíduos gerados pela comunidade, analisando possíveis efeitos que possam contribuir no processo adequado de descarte de RSU, vislumbrando avanços na área do desenvolvimento urbano e sustentável, levantando pontos críticos relacionados ao saneamento ainda precário, viabilizando protagonismo do órgão municipal com trabalhos em educação ambiental na comunidade, principalmente para pontos específicos, e utilizando geoprocessamento aplicado no sistema de gestão dos RSU.

Este trabalho está organizado do seguinte modo: a seção 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre resíduos sólidos e alguns conceitos sobre os principais sistemas de informação gratuitos baseados em mapas online. As seções 3, 4 e 5 se referem à metodologia da pesquisa, na qual foram definidas as ferramentas, métodos e técnicas utilizados para compor o sistema proposto, além de algumas definições das tecnologias relacionadas. A seção 6 aborda as etapas adotadas para o desenvolvimento do sistema, englobando a modelagem de persistência preliminar, os objetivos do *site* e tecnologias utilizadas para construção do *site* PWA. Na seção 7 serão exibidos os resultados preliminares e as discussões a partir do *site* das técnicas definidas na metodologia. Por fim, na seção 8 serão apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2. Resíduos Sólidos Urbanos

Resíduos Sólidos Urbanos são compostos por elementos que foram úteis e posteriormente descartados no processo do consumo da população urbana, como matéria orgânica, papel e papelão, vidro, plásticos, metais e roupas. Geralmente são provenientes de três fontes: resíduos residenciais, gerados por famílias; resíduos

comerciais, produzidos por escolas, hotéis; e resíduos de serviços municipais, como ruas, jardins públicos etc. (Kumar, 2016).

Segundo dados do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2020, foram gerados cerca de 79,1 milhões de toneladas de RSU em 2019, quantidade que em comparação com o ano de 2010 cresceu 12,4 milhões de toneladas. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), publicou em 2020 o *18º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos*, também com dados de 2019. Segundo o documento, mais de mil dos 3.712 municípios participantes do estudo não oferecem a coleta de lixo domiciliar à população urbana, enquanto apenas 484 municípios têm 100% de cobertura de coleta domiciliar em relação à população total.

De forma simples, denomina-se como “lixo” aquilo que não se deseja mais, o que perde a serventia e que se deseja descartar, ainda que possa ter aproveitamento ou valor de alguma forma. Decorrente dessa definição, antes da eliminação de um resíduo específico, é importante examinar a capacidade de redução, reutilização e reciclagem, que é o princípio dos 3R's, na tentativa de minimizar os danos sobre o meio ambiente e gerar riqueza. A compreensão e aplicação do princípio dos 3R's, bem como de outros fatores associados a estes três princípios, exerce um papel importante na tomada de decisão em direção à conscientização ambiental e diminuição dos resíduos descartados (Ramos e Oliveira Filho, 2018). Além disso, a observação dos 3R's como ideal de prevenção e não-geração de resíduos, somados à adoção de padrões de consumo sustentável, podem auxiliar a sociedade a poupar os recursos naturais e conter o desperdício. Ademais, com o suporte tecnológico apropriado, os problemas advindos da ausência de tratamento adequado dos resíduos sólidos podem ser minimizados, principalmente na questão da preservação ambiental, por esse motivo a importância da utilização de metodologias e tecnologias capazes de identificar e contribuir para a modelagem e análise desses dados ambientais. Dentre esses recursos, a aplicação de soluções baseadas em tecnologias geoespaciais, como *Google Maps*, têm demonstrado potencial promissor na geração e análise desses dados (Sousa et al., 2019).

3. Tecnologia Geoespacial

O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vem sendo adotado no tratamento e análise de dados geográficos para auxiliar no planejamento urbano, transporte, energia, agricultura e outros setores (Davis, 2002). A evolução dos SIG's e outras tecnologias geoespaciais acompanha os avanços tecnológicos e as necessidades dos seus usuários. Nesse contexto, seu emprego tem sido adotado em aplicativos que oferecem serviços de pesquisa, navegação e visualização de mapas e imagens via satélite.

De acordo com Harmon e Anderson (2003), os SIG's são vistos como instrumentos que possibilitam manipular e analisar dados geográficos multitemporais, gerenciando todos os cenários da superfície terrestre. Segundo Goodchild (2006), os Sistemas de Informações Geográficas são projetados para capturar, armazenar, visualizar, revelar, transferir, examinar e arquivar informações georreferenciadas.

Visando o mapeamento, pesquisa e visualização dos pontos de coleta de RSU na comunidade dos Coelho em Recife, este trabalho utilizou serviços do Google Maps por se tratar de um sistema consolidado no mercado, sem custo para protótipos de projeto e de fácil utilização. Ademais, o Google Maps permite integração, acoplagem e customização dos seus mapas a outros sistemas computacionais sejam eles *mobile* ou

PWA. Desta forma, o site *Limpa+Coelhos* foi desenvolvida para disponibilizar, através da pesquisa no mapa, as informações necessárias para auxiliar os moradores na tomada de decisão no momento do descarte de resíduos de acordo com a sua natureza, indicando as melhores rotas até o ponto de coleta cadastrado naquela comunidade, contribuindo para minimizar o despejo inadequado RSU nas ruas, canais e no leito do Capibaribe (que margeia a comunidade), além de dar suporte à educação ambiental.

4. PWA (*Progressive Web Application*)

Segundo Sharma (2019), o PWA surgiu para solucionar o problema da não reutilização do código entre plataformas e aplicativos, pois o código fonte para aplicativos nativos é específico para uma determinada plataforma. Aplicações PWA utilizam APIs como o *Service Work*, um *script* especificado pela W3C (*World Wide Web Consortium*), que é executado em segundo plano pelo navegador. Este script permite a implementação de funcionalidades que não necessitam de interação com o usuário assim como o arquivo *Web App Manifest* que fornece os metadados sobre a aplicação como nome, autor, ícone, entre outros. Este tipo de aplicação reúne alguns recursos específicos de aplicativos nativos, como oferta de serviços offline, recursos de engajamento como notificações *push* e a possibilidade de incluir o aplicativo à tela inicial do *smartphone* (Aguirre et al., 2019).

Os sites PWAs utilizam soluções recentes da *web* para trazerem recursos e confiabilidade aprimorados. Possibilitam que as aplicações construídas sejam instaladas em qualquer dispositivo com uma única base de código (Sam e Lepage, 2020).

5. AWS (*Amazon Web Services*)

Os serviços de computação em nuvem (*cloud computing*) destacam-se como uma ferramenta que introduz novas ideias de negócios nas organizações e no mercado consumidor (Baun et al., 2011). Segundo Linthicum (2013), os recursos computacionais em nuvem promovem uma ruptura na dependência dos modelos tradicionais de serviços de *software*, *hardware* e plataforma de desenvolvimento local. Neste contexto, a computação em nuvem promove acesso aos seus serviços por meio da Internet, com definição de custos conforme o uso. Além disso, oferece recursos computacionais redimensionáveis, podendo ser adquiridos e liberados sob demanda, com baixo esforço gerencial e mínima interação com o provedor de serviços. Assim, a requisição por hardware e software pelo cliente é reduzida, dispensando a necessidade de instalação e configuração de ambientes operacionais locais.

Em termos de serviços de computação em nuvem, este trabalho empregará o AWS EC2 (*Amazon Elastic Computer*) que é um *Web Service* elástico e seguro, projetado para facilitar a computação na nuvem em grande escala para clientes e desenvolvedores (Computação, 2021). Além do mais, oferece uma enorme e crescente variedade de ferramentas e serviços, que podem ser utilizados sem custo por 12 meses, não excedendo o limite do plano gratuito. Este prazo foi considerado suficiente para a prototipação, testes e análise dos dados provenientes dos testes preliminares de utilização do *Limpa+Coelhos*.

A plataforma da *Amazon AWS* provê capacidade de computação escalonável na nuvem, oferecendo os mais variados serviços e permitindo ao usuário desenvolver e implantar seus projetos com mais rapidez. Para o trabalho proposto, foram utilizados os

serviços de desenvolvimento e hospedagem de um *site* responsivo com domínio personalizado. A figura 1a. exibe a arquitetura resumida do *Web Service* EC2 da *Amazon*. A arquitetura simplificada do *Web Service* AWS EC2 está integrada pelos seus principais componentes: **Route53** é um serviço de roteamento com alta velocidade, balanceando e encaminhando o tráfego, além de prover um DNS (*Domain Name System*) responsável pela tradução de endereços IP para nomes de domínio; **CloudFront** é uma rede de entrega de conteúdo, ou CDN, que transmite o conteúdo aos usuários de forma segura, em alta velocidade e baixa latência; **Amazon S3** ou *Amazon Simple Storage* é um serviço de armazenamento de objetos onde os clientes de vários portes e setores podem armazenar qualquer volume de dados, em uma grande variedade de casos de uso; **AWS Certificate Manager** é um serviço que permite prover, controlar e implementar os certificados SSL/TLS (*Secure Sockets Layer/Transport Layer Security*), possibilitando que os navegadores *web* identifiquem e estabeleçam conexões de rede criptografadas usando o protocolo SSL/TLS.

5.1. Exemplo de caso de uso (AWS)

Para um melhor entendimento da utilização de AWS no contexto do site **Limpa+Coelhos**, será apresentado um caso de uso básico a partir de uma requisição HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) do cliente e chegando ao *Web Service* EC2.

- a) O cliente faz uma solicitação HTTP por meio do site **Limpa+Coelhos** (<https://www.limpamaiscoelhos.com>);
- b) A requisição atingirá a “rota 53” que encaminhará a demanda ao destino;
- c) O *CloudFront* vai servir o *bucket* s3 de volta para o usuário que irá acessar o conteúdo. No mesmo ponto, o **AWS Certificate Manager** está fornecendo o domínio e o SSL para o *CloudFront*. A figura 1b. apresenta os passos descritos.

6. Etapas Adotadas no Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do site PWA, intitulado **Limpa+Coelhos**, foram adotadas as etapas descritas a seguir:

- a) Levantamento sobre gestão do descarte de resíduos sólidos na comunidade dos Coelhos em Recife – PE em parceria com a EMLURB, com a empresa ASA indústria e comércio LTDA (que desenvolve ações de coleta e reciclagem do óleo de cozinha na comunidade dos Coelhos), e especialmente através de pesquisas de campo com entrevistas com representantes de ONG’s locais, seus líderes e moradores. Foram elencados os principais problemas da comunidade quanto ao descarte dos resíduos sólidos, mapeando pontos e propondo soluções para os problemas de infraestrutura enfrentados pelos moradores;
- b) Planejamento, levantamento, coleta de dados e definição dos locais de coleta, roteiros de manejos e plotagem dos pontos de recolhimento;
- c) As definições de acesso à página web (PWA) foram planejadas a partir dos requisitos levantados nas alíneas a) e b), levando em consideração os usuários com pouca experiência e baixo conhecimento no manuseio de ferramentas tecnológicas, fato ainda observado dentre as populações mais carentes. Desta forma, foi definido que o acesso dos usuários ao sistema utilizaria a tecnologia

SSO (*Single Sign-On*), com login único, no qual o usuário apenas forneceria suas credenciais uma vez, tornando o ingresso ao site mais simples e rápido.

- d) A partir da coleta, as informações sobre os pontos selecionados foram convertidas para um modelo georreferenciável, que foi mapeado, organizado e renderizado por meio de pontos no mapa. O sistema **Limpa+Coelhos** utilizou API *Google* para exibir e processar tais informações geográficas.

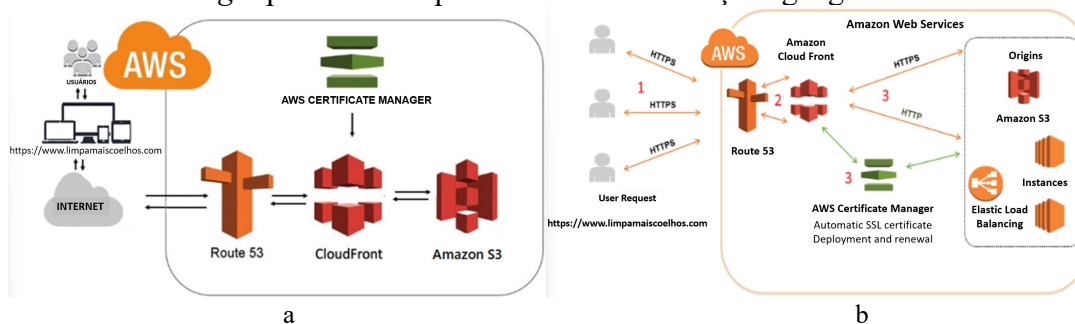


Figura 1.a. Arquitetura resumida Amazon Web Server (modificado). Figura 1.b. Diagrama de um caso de uso a partir de uma requisição HTTP (modificado).

6.1. Características do site **Limpa+Coelhos**

A partir do levantamento e das entrevistas com a comunidade foram definidas as principais características do site **Limpa+Coelhos**, cuja natureza de uso impôs uma implementação simples e enxuta. Os requisitos para o site foram os seguintes:

- Cadastro de usuários, via SSO, para que se possa fazer a utilização do sistema;
- Utilização do GPS do dispositivo para a leitura em tempo real da sua posição (no caso de desktops, será solicitado o compartilhamento da localização);
- Criação de trajetos, rotas, até o local onde existe o ponto coletor escolhido;
- Exibição de mensagens educativas sobre os benefícios da reciclagem no formato de pílulas de conhecimento, também conhecidas como pílulas de aprendizagem.

Posterior às definições dos requisitos do site **Limpa+Coelhos**, o sistema passou pelos ciclos de desenvolvimento, validação e implementação do *Website*, conforme segue: Desenvolvimento do plano de atividades e Diagramação *Web*; Seleção e ativação de Servidor *Web*; Escolha do sistema operacional, linguagem e editor de código fonte; Definição da Interface de programação de aplicações e *frameworks* de aplicação; Incorporação da API de geolocalização ao **Limpa+Coelhos**.

7. Implementação

Esta seção descreve a arquitetura do site PWA, seus recursos e tecnologias utilizadas na implementação. O modelo arquitetural do site **Limpa+Coelhos** foi dividido para fins de projeto em três camadas e é apresentado a seguir conforme figura 2.

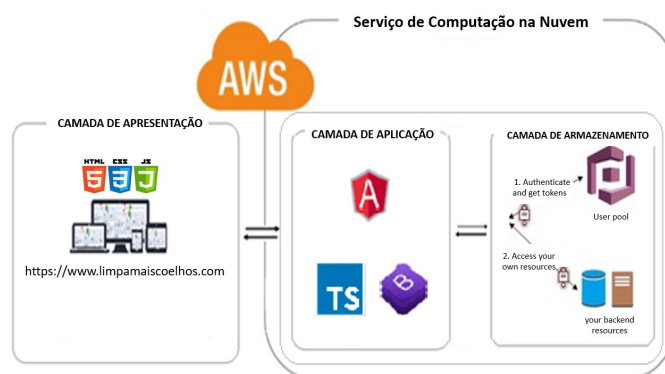


Figura 2. Modelo Arquitetural resumido do site PWA

- a) **Camada de Apresentação:** responsável pela interação com o usuário e integração com a camada de aplicação. Para a codificação do *front-end* foi utilizada a linguagem JavaScript, HTML 5 e CSS3;
- b) **Camada de Aplicação:** responsável por gerenciar a intercomunicação entre a camada de apresentação e a camada de dados. Trata-se da camada armazenada na nuvem e nela foram utilizados: i) o Angular, utilizado para construir aplicações *web* dinâmicas; ii) *Bootstrap*, um *framework open source* responsável pela recursividade do site, e iii) *TypeScript*, uma linguagem desenvolvida pela Microsoft que adiciona tipagem estática, sendo um subconjunto de JavaScript;
- c) **Camada de armazenamento:** O *login* social permite que os usuários acessem o site *Web* na nuvem e acessem os serviços da AWS usando um grupo de identificadores. Após autenticação, o sistema receberá *tokens* do grupo de usuários do *Amazon Cognito*, permitindo o acesso aos serviços da *AWS Cloud*.

7.1. Abordagem das fases de implementação do protótipo do site *Limpa+Coelhos*

Esta subseção apresenta as fases de implementação do protótipo desenvolvido após os processos de revisão bibliográfica, definição da arquitetura e das ferramentas.

Na primeira fase, os artefatos necessários para construção e configuração do ambiente de codificação compartilhado, responsável pela hospedagem de código-fonte e arquivos com controle de versão, foram implementados, testados e finalizados; na segunda fase, o ambiente AWS foi configurado, testado e disponibilizado para ser utilizado na hospedagem e implementação do site na nuvem; a terceira fase corresponde ao processo de codificação e prototipação das telas do sistema *Web*. Em resumo, as etapas do desenvolvimento do site *Limpa+Coelhos* podem ser assim descritas: Implementação do sistema de login/cadastro dos usuários via SSO, login único; Elaboração de rotas, a partir da posição do dispositivo, até o ponto de coleta; Exibição de mensagens educativas durante a utilização do sistema; Implementação da responsividade no site; Criação e configuração da infraestrutura em nuvem; Disponibilização do site para utilização e testes pela comunidade; Análise sobre a utilização do site.

7.2. implementação do protótipo do site *Limpa+Coelhos*

A primeira fase de implementação foi a escolha da abordagem para o *login*. A partir das entrevistas com os moradores, optou-se por desenvolver duas opções de ingresso: a) credenciais *Facebook* ou *Google*; b) utilizando autenticação SSO.

A Figura 3a apresenta a tela inicial do sistema após login efetuado com sucesso, a tela de mensagem educativa, e finalmente, a tela que simula um caso de uso. Nessa figura merece destaque o mapa com a localização atual do usuário, o menu de ícones (material eletrônico, orgânico, reciclável, informações e agendar entrega). Também foi ilustrado um caso de uso para a opção resíduo orgânico, onde foi exibida uma mensagem educativa e, em seguida, o site traçou a rota para o ponto de descarte correto de acordo com a localização do usuário.

A Figura 3b, mostra a tela “Agendar entrega”, na qual o usuário clica no botão “Preencher formulário” e é direcionado para um formulário intitulado “Intenção de entrega de resíduo”. O usuário deve informar os dados solicitados e o tipo de material (eletrônico, reciclável ou orgânico) que irá entregar no ponto de coleta. Estes dados populam uma planilha que é gerenciada por um representante no ponto de coleta seletiva.

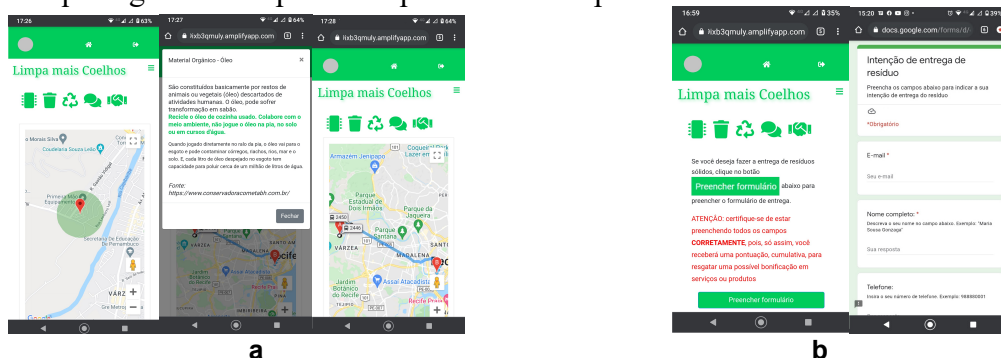


Figura 3.a. Tela inicial, mensagem educativa e rota. Figura 3.b. Tela - agendar a entrega e formulário.

8. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi desenvolvido o site PWA *Limpa+Coelhos*, que utiliza tecnologia geoespacial para realizar o mapeamento e exposição de pontos de coleta seletiva com o objetivo de auxiliar moradores da comunidade dos Coelhos na gestão dos resíduos sólidos. O site foi baseado na API *Google Maps*, para traçar rotas por meio da localização atual do usuário ao ponto de descarte selecionado e em serviços AWS para a disponibilização das funcionalidades do site. O *site* está sendo testado pelos moradores da comunidade dos Coelho em Recife e os resultados preliminares estão sendo tabulados para avaliação do impacto de utilização e posterior publicação. A equipe desenvolvedora tem realizado visitas à comunidade para suporte e testes. Até o fechamento desta versão, ainda não havia dados suficientes de utilização do site por parte da comunidade que pudessem ser considerados suficientes para consolidação e avaliação. Em resumo, os primeiros depoimentos dos usuários indicaram facilidade de utilização, elevado potencial educativo e de conscientização junto aos moradores. Estes também sugeriram novos requisitos para serem implementados em versões posteriores.

Ciente das limitações dos recursos das versões gratuitas das ferramentas utilizadas neste trabalho, pretende-se continuar incentivando a utilização do sistema

pelos moradores, buscando sensibilizar e ampliar as parcerias com outros comerciantes locais e a prefeitura do Recife, para manter a bonificação para o usuário que utilizar o sistema, confirmar o descarte do resíduo e migrar para plataforma permanente. Serão realizadas melhorias no design e na usabilidade do site a partir do feedback dos usuários, bem como a implantação de novos pontos de coleta interessados em fazer parte do projeto. A plataforma de persistência e controle também será aprimorada para obter mais robustez; por fim, será proposto a expansão do site para outros bairros.

References

- Aguirre, V. et al. PWA para unificar el desarrollo Desktop, Web y Mobile. XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) (Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 14 al 18 de octubre de 2019), p. 778–786, 2019.
- Baun, C. et al. Cloud computing: web-based dynamic IT services. Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
- Belchior, W. ConJur - Wilson Belchior: Os impactos do Novo Marco do Saneamento. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2020-ago-19/wilson-belchior-impactos-marco-saneamento>>. Acesso em: 5 ago. 2021.
- Davis, C. Geoprocessamento: Dez Anos de Transformações. Revista IP – Internet Pública, ano 4, n.1, junho, 2002.
- Garcia, M.; Ferreira, M. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393/274>> Acesso em: 5 ago. 2021.
- Goodchild, M. F. Geographic Information Systems. U. California, 2006. Disponível em: <http://maps.unomaha.edu/Peterson/gisII/Readings/GoodchildGIS.pdf>Acesso:08/2021
- Harmon, J.; Anderson, S. The Design and Implemetation of Geografic Information Systems. John Wiley & Sons Inc, 2003.
- IBAM, Instituto Brasileiro De Administração; MAS, Ministério Da Ação Social Cartilha de Limpeza Urbana. p. 1–81, 2010.
- Kumar, Sunil. Municipal Solid Waste Manage in Developing.Crc Press, 2016.174 p.
- Linthicum, D. S. Sim, a nuvem está substituindo hardware e software corporativos. 2013. Disponível em: <<https://cio.com.br/tendencias/sim-a-nuvem-esta-substituindo-hardware-e-software-corporativos/>>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- Ramos De Oliveira, N.; Arcanjo, R.; Filho, O. Aplicação dos 3r's da sustentabilidade e seus benefícios econômicos e ambientais. 2018.
- Salvador, H. Problemática Sócio-Ambiental Do Lixo E Gestão Da Coleta Em Áreas Pobres Do Recife-Pe:. Revista de Geografia (Recife), v. 24, n. 1, p. 202–211, 2008.
- Sam, R.; Lepage, P. What are Progressive Web Apps? Disponível em: <<https://web.dev/what-are-pwas/>>. Acesso em: 14 ago. 2021.
- Sharma, V. et al. Progressive Web App (PWA)-One Stop Solution for All Application Development Across All Platforms. 2019.
- Sousa, J. G. De et al. SIG Aplicado à Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Teresina-PI. p. 1–8, 2019.