

DESENVOLVIMENTO DE UM SITE PWA - LIMPA MAIS COELHOS - COM SUPORTE A GEOPROCESSAMENTO APLICADO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA COMUNIDADE DOS COELHOS - RECIFE/PE.

Edson P. da Silva
eps@discente.ifpe.edu.br

Sheyla A. C. Oliveira
saco@a.recife.ifpe.edu.br

Marco A. O. Domingues
marcodomingues@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

O saneamento básico, assim como a gestão de resíduos sólidos urbanos, é uma questão que segue desafiando governos na busca por soluções adequadas para a transformação desse problema. Visualizando esse cenário, este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma aplicação PWA que irá auxiliar moradores da comunidade dos Coelhos, Recife/PE, no descarte adequado de resíduos sólidos utilizando sistemas de informações geográficas. A aplicação para web, nomeada Limpa+Coelhos, utilizará dados em formatos georreferenciados para o mapeamento de pontos de coleta que irão contribuir para a apropriada disposição desses materiais pela comunidade, além da apresentação de mensagens educativas, visando ajudar no processo de educação ambiental e buscando também auxiliar os catadores em sua jornada de trabalho.

Palavras-chave: gestão de resíduos sólidos, descarte adequado, aplicação PWA.

ABSTRACT

Basic sanitation, as well as the management of urban solid waste, is an issue that continues to challenge governments in the search for adequate solutions to transform this problem. Visualizing this scenario, this article aims to present the development of a PWA application that will help residents of the Coelhos community, Recife/PE, in the proper disposal of solid waste using geographic information systems. The web application, named Limpa+ Coelhos, will use data in georeferenced formats to map collection points that would contribute to the disposal of materials given by the community, in addition to the presentation of educational messages, training to help in the environmental education process and also seeking to help scavengers in their workday.

Keywords: management solid waste, proper disposal, PWA application.

1. INTRODUÇÃO

Saneamento é 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 população, previne problemas de saúde, melhorando a qualidade de vida e conforto social. O saneamento urbano requer investimentos contínuos para que o desenvolvimento de um determinado grupo ou comunidade aconteça de forma saudável (GARCIA; FERREIRA, 2017).

A Organização das Nações Unidas (ONU) lançou, na conferência sobre desenvolvimento sustentável no Rio de Janeiro em 2012 (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 o ano de 2030. A obtenção de água potável e saneamento básico é estabelecida pelo ODS 6 que, 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 Novo 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 31 de dezembro 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, na região metropolitana, o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, é gerenciado pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do município (EMLURB), que é responsável pela coleta, varrição, podas e limpeza dos resíduos gerados pelas comunidades (Prefeitura do Recife, 2021). O crescimento das ocupações em regiões de morro, alagadas e palafitas, configuraram uma confusão de ruas, becos, travessas e vielas, dificultando a ação do Estado em contemplar as áreas mais pobres. (SALVADOR, 2008). A disposição incorreta do lixo, pode causar efeitos prejudiciais, como o assoreamento e deslizamento de taludes, quando o lixo fica acumulado às margens de rios, contaminação de lençóis d'água pela presença de substâncias químicas na grande quantidade de resíduos, poluição atmosférica, proliferação de vetores (ratos, baratas, escorpiões, moscas) que transmitem doenças pelo lixo armazenado a céu aberto (IBAM; MAS, 2010).

Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um site PWA (*Progressive Web Applications*) responsivo utilizando o

sistema de informações geográficas para mapeamento, controle, fiscalização e cadastro do sistema de gestão de resíduos na comunidade dos Coelhos, região central do Recife. O presente trabalho também tem como fim apresentar um estudo de caso realizado nesta comunidade, onde existe o impedimento de infraestrutura da coleta urbana tradicional.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: a seção 1 introduz o leitor ao tema proposto; a seção 2 apresenta a revisão de literatura para o aprofundamento do trabalho. Nela também foi incluída uma revisão bibliográfica sobre resíduos sólidos e alguns conceitos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG); as seções 3, 4 e 5 se referem à metodologia da pesquisa, na qual, a partir da revisão bibliográfica, foram definidas quais ferramentas, métodos e técnicas foram utilizados para compor o sistema proposto, além de algumas definições das tecnologias relacionadas; na seção 6 abordaremos as etapas adotadas para o desenvolvimento do sistema, englobando a modelagem do banco de dados, objetivos da aplicação e tecnologias utilizadas para construção do *site*; na seção 7 serão exibidos os resultados e discussões obtidos a partir da aplicação das técnicas definidas na metodologia, incluindo as discussões gerais do trabalho; por fim, na seção 8 serão apresentadas as conclusões e indicações para trabalhos futuros

Como resultado, espera-se que o produto **Limpa+Coelhos**, derivado deste trabalho, seja utilizado com o objetivo de propor uma abordagem para a gestão de resíduos gerados pela comunidade

residente no bairro dos Coelhos, analisando possíveis efeitos que possam ajudar no processo apropriado de descarte dos resíduos sólidos, 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, utilizando geoprocessamento aplicado no sistema de gestão dos resíduos sólidos.

2. RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) 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, colégios, hotéis; e resíduos de serviços municipais, como ruas, jardins públicos, etc. (KUMAR, 2016).

A gestão apropriada dos resíduos sólidos urbanos, permite um melhor aproveitamento da matéria-prima, a não contaminação de solo e água, dissipação de doenças e redução das agressões ao meio ambiente, proporcionando uma melhor qualidade de vida à população (SOLIANI et al., 2018).

No Brasil, segundo dados do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2020, foram gerados cerca de 79,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (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 para toda a população urbana, enquanto apenas 484 municípios têm 100% de cobertura de coleta domiciliar em relação à população total (urbana e rural) (PIRES; OLIVEIRA, 2021).

A disposição inadequada de resíduos sólidos é um problema global que pode ocasionar a contaminação de águas superficiais e subterrâneas; ferimentos em animais; degradação de terras; poluição do ar; proliferação de doenças respiratórias, cardiovasculares e cerebrais; desvalorização de atividades econômicas, como o turismo; e inundações por obstrução de drenos (KAZA et al. 2018) (CHIERRITO-ARRUDA et al. 2018). Nas comunidades de baixa renda, essa situação se agrava, onde, por falta de logística, a coleta de lixo não é realizada. Os problemas ocasionados por essa má gestão causa, além dos problemas citados acima, a poluição do meio ambiente e complicações relacionados à saúde da comunidade (DENIZ, 2016).

Ao realizar atividades rotineiras são gerados consideráveis quantidades de resíduos. De forma simples, denomina-se como “lixo” aquilo que não se deseja mais, o que perde a serventia e se quer descartar, ainda que possa ser disposto de

aproveitamento ou valor. No entanto, atualmente, entende-se que há uma ampla definição fugindo dessa denominação mais simples, a expressão “resíduos sólidos” que define de forma mais abrangente e denota possibilidade de valorização (BARROS, 2012). Decorrente desse cenário, antes da eliminação de um resíduo específico é importante examinar a capacidade de redução, reutilização e reciclagem, que é o princípio dos 3R's, tentativa de minimizar os danos sobre o meio ambiente. A compreensão e aplicação do princípio dos 3R 's, exerce uma função eficaz na tomada de decisão em direção à conscientização ambiental e diminuição dos resíduos descartados (RAMOS DE OLIVEIRA; ARCANJO; FILHO, 2018).

Os problemas advindos da ausência de tratamento adequado dos resíduos sólidos causam constantes preocupações, principalmente na questão da preservação ambiental. Por isso, é necessária a utilização de metodologias e tecnologias capazes de identificar e contribuir para a modelagem e análise dos dados. Dentre essas tecnologias, a aplicação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) têm demonstrado alto potencial na geração e análise desses dados (SOUSA et al., 2019).

3. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG

O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vem sendo extensamente adotado no tratamento e análise de dados geográficos para auxiliar no planejamento urbano, transporte, energia, agricultura e muitos outros

setores (DAVIS, 2002). A evolução dos SIG's acompanha os avanços tecnológicos e as necessidades dos seus usuários. À vista disso, seu emprego tornou-se amplamente adotado na utilização de 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.

Nesse âmbito, os SIG's oferecem com precisão, informações detalhadas dos espaços geográficos, utilizando associação de dados integrados e não integrados, permitindo aos usuários visualizar, analisar, estudar e tomar decisões sobre o território abordado (Piumeto, 2006), ao passo que, exibe dados espaciais do mundo real para os mais diversos propósitos, sejam eles, científicos ou particulares.

Visando o mapeamento, pesquisa e visualização dos pontos de coleta de resíduos sólidos na comunidade dos Coelhos em Recife – PE, este trabalho utilizará o SIG Google Maps por se tratar de um sistema consolidado no mercado e sem custo para protótipos de projeto. Ademais, o Maps permite integração, acoplagem e customização dos seus mapas a outros sistemas computacionais sejam eles mobile ou PWA. Desta forma, a aplicação **Limpa+Coelhos** disponibilizará através da pesquisa

no mapa, todas as informações necessárias para auxiliar os moradores na tomada de decisão no momento do descarte de resíduos sólidos, minimizando o despejo indevido de efluentes nas ruas, canaletas, canais e no leito do rio Capibaribe, além de dar suporte a tecnologias de ensino voltadas para educação ambiental.

4. PWA (PROGRESSIVE WEB APPLICATIONS)

Segundo Sharman, em seu artigo *Progressive Web App (PWA) - One Stop Solution for All Application Development Across All Platforms*, o PWA surgiu para solucionar o problema da não reutilização do código entre plataformas e aplicativos, pois o código fonte para aplicativos nativos são específicos para uma plataforma, tendo como resultado a separação de projetos e de ambientes de desenvolvedores que trabalham, muitas vezes na mesma aplicação, contratação, por parte das empresas, de pessoal especializado no desenvolvimento de aplicativos nativos de cada plataforma. Logo, pode-se dizer que o PWA une mecanismos oferecidos pelos navegadores atuais com os benefícios da capacidade móvel (SHARMA et al., 2019).

Aplicações PWA utilizam APIs (*Application Programming Interface*) da Web 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 e, 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 o receber notificações *push* (alertas de banner ou pop-up que surgem na tela do celular independente se o site ou aplicativo está aberto no momento) e a possibilidade de incluir o aplicativo à tela inicial do smartphone (AGUIRRE et al., 2019). Na Figura 1, pode ser visualizado como se dá o funcionamento de uma aplicação PWA.

Figura 1: Funcionamento de um site PWA



Fonte: web.dev/drive-business-success/

PWAs utilizam soluções mais recentes da web para trazerem recursos e confiabilidade aprimorados. Eles possibilitam que as aplicações construídas sejam instaladas em qualquer dispositivo com uma única base de código (SAM; LEPAGE, 2020).

5. AWS (AMAZON WEB SERVICES)

Na atualidade, os serviços da *cloud computing* destacam-se como uma ferramenta tecnológica moderna 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 uma gama de recursos computacionais redimensionáveis, podendo ser adquiridos e liberados sob demanda, com baixo esforço gerencial e mínima interação com o provedor de serviços. Com isso, a requisição por *hardware* e *software* por parte do cliente é bastante reduzida, sendo dispensável a necessidade de instalar ou configurar ambientes operacionais locais. Em suma, o usuário necessita apenas mínima *experiência* para operar o *software* via *interface* do sistema computacional em nuvem (MELL; GRANCE, 2011).

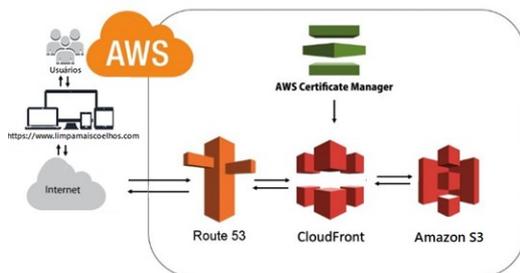
Para os serviços de computação em nuvem, este trabalho empregará o AWS EC2 (*Amazon Elastic Computer*) que é um *Web Service* elástico¹ e seguro, projetado para facilitar a computação na nuvem em grande escala para clientes e desenvolvedores (Computação, 2021). Além do mais, oferece uma enorme e crescente variedade de ferramentas e serviços, que podem ser utilizados sem custo por 12 meses, não excedendo o limite do plano gratuito (AWS, 2021).

A plataforma da Amazon AWS provê capacidade de

¹Mecanismo técnico nativo da AWS Amazon que permite ao usuário aumentar ou diminuir instantaneamente a escala dos recursos, ajustando o volume de acordo com a evolução das suas necessidades. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is-cloud-computing>

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, apenas serão utilizados os serviços de desenvolvimento e hospedagem de um site responsivo com domínio personalizado. A figura 2 exibe a arquitetura resumida do *Web Service EC2* da Amazon. Nas linhas que seguem serão apresentados de forma sucinta, seus principais componentes.

Figura 2: Arquitetura resumida AWS Amazon Web Server (modificado)



Fonte:
<https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html>

Na continuação, foi numerado, de forma sucinta, a arquitetura simplificada do *Web Service AWS EC2* (AMAZON, 2021) composto pelos seguintes componentes:

- *Route53* é um serviço de roteamento com alta velocidade, balanceando e encaminhando todo o tráfego que recebe, além de prover um DNS (*Domain Name System*) responsável pela tradução de endereços IP (*Internet Protocol*) para nomes de domínio;

- *CloudFront* é uma rede de entrega de conteúdo, ou CDN, que transmite os dados ou 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;

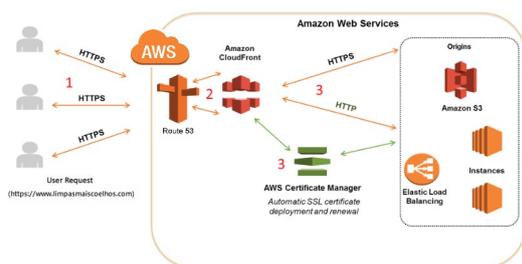
- O *AWS Certificate Manager* é um serviço que permite prover, controlar e implementar os certificados SSL/TLS (*Secure Sockets Layer/Transport Layer Security*), possibilitando que os navegadores *web* identifiquem e estabeleçam conexões de rede criptografadas para *sites* usando o protocolo SSL/TLS.

Para um melhor entendimento prático-teórico, será listado um caso de uso básico a partir de uma requisição HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) partindo do cliente e chegando ao *Web Service EC2*.

1. O cliente faz uma solicitação HTTP por meio do site **Limpa+Coelhos** (<https://www.limpamaiscobelhos.com>);
2. A requisição atingirá a “rota 53” que encaminhará a demanda ao destino solicitado;
3. 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 3 representa os passos descritos acima:

Figura 3: Figura representativa de um caso de uso a partir de uma requisição HTTP (modificado)



Fonte:

<https://aws.amazon.com/pt/blogs/security/how-to-help-achieve-mobile-app-transport-security-compliance-by-using-amazon-cloudfront-and-aws-certificate-manager/>

6. ETAPAS ADOTADAS

No desenvolvimento do site PWA, intitulado **Limpa+Coelhos**, foram adotadas as etapas descritas a seguir:

a) Revisão bibliográfica sobre análise e gestão do descarte de resíduos sólidos na comunidade dos Coelhos em Recife – PE em parceria com a EMLURB, a empresa ASA indústria e comércio LTDA² e através de pesquisas de campo, pesquisa-ação e reuniões participativas com a presença de ONG's locais, líderes comunitários e

²A empresa ASA indústria e comércio LTDA desenvolve ações de coleta e reciclagem do óleo de cozinha na comunidade dos Coelhos, transformando os resíduos em sabão e convertendo 100% da venda desse produto em prol do Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP).

Fonte: <http://www.asanet.com.br/>

moradores da localidade, no intuito de elencar os principais problemas da comunidade para o descarte seguro e responsável dos resíduos sólidos, mapeando pontos e propondo soluções que possam sanar os impedimentos urbanos e estruturais enfrentados pelos moradores de áreas periféricas e ribeirinhas;

b) Planejamento, levantamento, coleta de dados e execução de atividades para definição dos locais de coleta, roteiros de manejos e localização dos pontos de recolhimento³;

c) As definições de acesso à página Web responsiva (PWA) foram planejadas a partir de pesquisa bibliográfica e levando em consideração os usuários com pouca experiência e baixo conhecimento no manuseio de ferramentas tecnológicas, fato ainda observado dentre as populações mais carentes do Brasil. Desta forma, foi definido que o acesso dos usuários ao sistema será feito utilizando a tecnologia SSO (*Single Sign-On*), login único, na qual o usuário apenas irá fornecer suas credenciais uma vez, tornando o ingresso a aplicação mais simples e rápido.

d) A partir da coleta dos dados as informações serão convertidas para um modelo georreferenciável que será mapeado, organizado e renderizado por meio de pontos no

³Pontos de recolhimento (pontos de coleta) - são locais apropriados para o recebimento de descartes como: eletroeletrônicos, lâmpada, medicamentos, óleo de cozinha, pilhas e baterias, pneus, Tv Analógica, chapa de Rai-X e vidro que são recolhidos e levados para reaproveitamento.

mapa. Após pesquisa bibliográfica (GOOGLE, 2021), utilizamos dentro do sistema **Limpa+Coelhos** a SIG Google para exibir e processar as informações geográficas. Diante disso, foi decidido que a página responsiva irá utilizar em seu código fonte uma conexão com a ferramenta de mapas da Google LLC, que será responsável pelo recurso de geoinformações da aplicação.

6.1 OBJETIVOS DA APLICAÇÃO LIMPA+COELHOS

O site tem o intuito de gerar melhorias voltadas para o desenvolvimento urbano, sustentável e incentivar a educação ambiental na comunidade. A aplicação Limpa+Coelhos tem como propósito auxiliar os moradores dos Coelhos no processo adequado de descarte de resíduos sólidos gerados pela comunidade, indicando rotas para o depósito do resíduo no ponto de coleta apropriado e auxiliar catadores em sua jornada de trabalho. Os requisitos propostos para o desenvolvimento da aplicação seguem os seguintes passos:

1. Cadastro de usuários, via SSO, para que se possa fazer a utilização do sistema;
2. Utilização do localizador GPS do dispositivo para fazer a leitura em tempo real do seu posicionamento (no caso de desktops, será solicitado o compartilhamento da localização do mesmo);
3. Criação de trajetos, rotas, até o local onde existe o ponto coletor escolhido;
4. Exibição de mensagens educativas sobre os benefícios da reciclagem.

6.2 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Posterior às definições e metas a serem alcançadas pela aplicação *Web*, foram empregados artifícios tecnológicos apropriados para o cumprimento integral dos ciclos de desenvolvimento, validação e implementação do *Website*, conforme segue:

1. Plano de atividades e Diagramação *Web*;
2. Servidor *Web*;
3. Sistema operacional, linguagem de programação e editor de código fonte;
4. Interface de programação de aplicações (API) e *frameworks* de aplicação;
5. API de geolocalização.

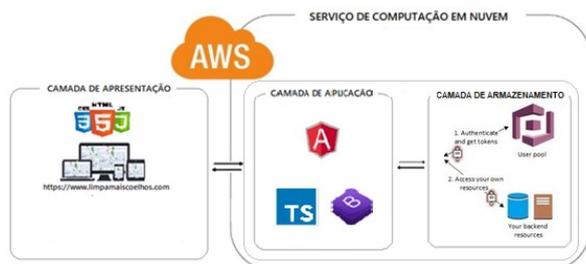
O emprego dos recursos e ferramentas computacionais listadas acima, deverão ser apresentados a partir dos resultados atingidos com o desenvolvimento da aplicação PWA.

7. IMPLEMENTAÇÃO

Esta seção descreve a arquitetura do *site* PWA e suas finalidades, incluindo as etapas que já foram desenvolvidas, bem como as que ainda estão em projeto e estão dependendo de ações externas para serem finalizadas (por exemplo a definição dos pontos de recolhimento por parte da Emlurb e comunidade, a expectativa de escalabilidade de abrangência de utilização e os stakeholders locais). Após definição dos recursos e tecnologias aplicadas ao projeto, foi elaborado o modelo

arquitetural em camadas, conforme figura 4.

Figura 4: Modelo Arquitetural resumido do site PWA.



Fonte: elaborada pelo autor.

O modelo arquitetural do site PWA está distribuído em três camadas:

a) Camada de Apresentação: responsável pela interação com o usuário e integração com a camada de aplicação. Para a codificação do *front-end* será utilizado a linguagem JavaScript, HTML 5 (HyperText Markup Language) e CSS3 (Cascading Style Sheets);

b) Camada de Aplicação: responsável por gerenciar a intercomunicação entre a camada de apresentação e a camada de dados. Será a camada armazenada na nuvem e nela foram utilizados:

- i) o Angular, que é um *framework* de código-fonte aberto, utilizado para construir aplicações *web* dinâmicas;
- ii) Bootstrap, que é outro *framework open source* que será responsável pela recursividade do *site*, e
- iii) TypeScript é uma linguagem de programação desenvolvida pela Microsoft que adiciona tipagem estática opcional à linguagem. Sendo um subconjunto da linguagem JavaScript;

c) Camada de armazenamento: O login social permite que os usuários tenham acesso a aplicação

Web na nuvem e em seguida acessem os serviços da AWS usando um grupo de identificadores. Após autenticação bem-sucedida, o sistema receberá tokens do grupo de usuários do Amazon Cognito, permitindo o acesso aos demais serviços da AWS Cloud.

7.1 ABORDAGEM DAS FASES DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO - LIMPA+COELHOS

Esta subseção aborda as fases de implementação do protótipo desenvolvido após os processos de revisão bibliográfica e definição das ferramentas tecnológicas, as quais foram definidas no sentido de alcançar os objetivos propostos pelo trabalho listando as funcionalidades planejadas e implementadas, assim como características que serão desenvolvidas em versões posteriores.

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 Amazon 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*, que encontra-se finalizada, apesar dos problemas ocasionados pelas frequentes determinações de isolamento social impostas pelo governo do estado, que se prolongaram durante todo período pandêmico do novo coronavírus, impactando de forma

negativa no planejamento e execução das fases do trabalho consideradas importantes e que deixaram de ser aplicadas. Em seguida serão apresentados os objetivos alcançados.

- Implementação do sistema de login e cadastro dos usuários via SSO (Single sign-on), login único;
- Elaboração de rotas, a partir do posicionamento do dispositivo, para o ponto de coleta selecionado;
- Exibição de mensagens educativas durante a utilização do sistema;
- Implementação da responsividade na aplicação;
- Criação e configuração da infraestrutura em nuvem;
- Disponibilização da aplicação para ser utilizada e testada pela comunidade dos Coelhos;
- Análise sobre a utilização da aplicação.

Os objetivos citados acima finalizam o processo descritivo das etapas de prototipagem do site PWA, tendo em vista a conclusão de todos os estágios necessários para cumprimento do trabalho proposto. Na subseção 7.2 apresentaremos as telas desenvolvidas.

7.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO - LIMPA+COELHOS

Na Figura 5 pode-se observar as telas de login, seleção de conta do usuário e ícone da aplicação que fica disponível no smartphone após a sua instalação. Para a tela de login serão apresentadas duas opções de ingresso, usando suas credenciais

Facebook ou Google, utilizando o esquema de autenticação SSO (Single sign-on).

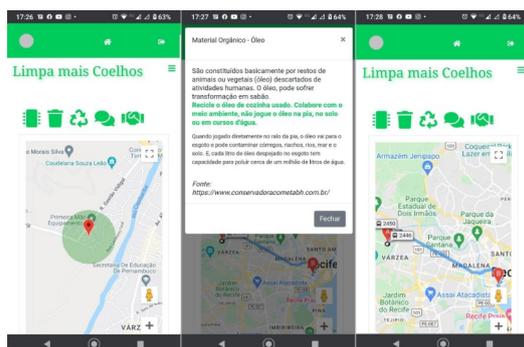
Figura 5: Tela de login, seleção da conta do usuário e ícone da aplicação



Fonte: elaborada pelo autor

Na Figura 6, podemos visualizar a tela inicial do sistema após login efetuado com sucesso, a tela de mensagem educativa, e por fim a tela que simula um caso de uso. Na primeira ilustração será mostrado o mapa com a localização atual do usuário, o menu na barra lateral, caso seja acessado pelo computador, ou na horizontal, caso acesso pelo smartphone, com opções sair e início (tela inicial). Também pode ser observado o menu de ícones (material eletrônico, orgânico, reciclável, informações e agendar entrega). Na continuação simulamos um caso de uso para a opção resíduo orgânico, onde foi exibida uma mensagem educativa e, em seguida, a aplicação traçou a rota adequada para o ponto de descarte correto de acordo com a localização do usuário.

Figura 6: Tela inicial, mensagem educativa e rota.



Fonte: elaborada pelo autor

A Figura 7, mostra a tela "Agendar entrega", na qual o usuário clica no botão "Preencher formulário" e é direcionado para um formulário intitulado "Intenção de entrega", onde o mesmo informa os dados solicitados bem como o tipo de material (eletrônico, reciclável ou orgânico) que irá entregar no ponto de coleta. Estes dados populam uma planilha que será gerenciada por um representante no ponto de coleta seletiva.

Figura 7: Tela para agendar a entrega e formulário



Fonte: elaborada pelo autor

As próximas fases serão contempladas na seção de conclusões e trabalhos futuros.

9. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi desenvolvido um site PWA responsivo que utiliza georreferenciação para realizar mapeamento e exposição de pontos de coleta seletiva com o objetivo de auxiliar moradores da comunidade dos Coelhos na correta gestão e descarte dos resíduos sólidos. Para tal, foi criada a aplicação **Limpa+Coelhos** que utiliza recursos de geoprocessamento, através da API Google Maps, para traçar rotas por meio da localização atual do usuário ao ponto de descarte selecionado, contribuindo assim, de modo prático no descarte seguro dos resíduos. Os resultados obtidos, por meio da realização de visita na comunidade para apresentação da aplicação e testes *in loco*, demonstraram a satisfação dos envolvidos no processo de testes práticos de usabilidade, demonstrando que a ferramenta detém um grande potencial educativo e de conscientização junto aos moradores da localidade. Ressaltando a importância de melhorias que foram identificadas e elencadas pelos representantes comunitários presentes na reunião técnica.

Ciente das limitações dos recursos tecnológicos presente nas versões gratuitas das ferramentas utilizadas no presente trabalho, posteriormente, nossos objetivos são incentivar a utilização do sistema pelos usuários, como formar uma parceria com comerciantes locais, empresas (públicas e privadas) e prefeitura para realizar uma bonificação para o usuário que fizer uso do sistema e confirmar o descarte do resíduo uma determinada quantidade de

vezes; futuramente pretendemos suscitar melhorias no design e na usabilidade da aplicação a partir do feedback dos usuários; bem como, implementação de múltiplos pontos e rotas no mapa para outros pontos de coleta; e criação de uma base de dados mais robusta; por fim, será proposto a expansão da aplicação para outros bairros da cidade. Assim, além de incentivar o uso da aplicação, promoverá, conseqüentemente, a educação ambiental onde for utilizada.

Com os ensinamentos adquiridos durante o processo de elaboração da aplicação, conclui-se que a utilização de tecnologias que auxiliam na gestão de resíduos, reduz seu incorreto descarte, diminuindo, assim, os riscos de contaminação e proliferação de doenças, minimizando a degradação do meio ambiente e contribuindo para a educação ambiental da população.

Referências

Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (Emlurb). | Prefeitura do Recife. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/pagina/empresa-de-manutencao-e-limpeza-urbana-emlurb>>. Acesso em: 7 ago. 2021.

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.

AMAZON. **Amazon Elastic Compute Cloud**, 2021. Disponível em: <<https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html>>. Acesso em: 30 de ago. de 2021.

AWS Amazon **Computação em nuvem com a AWS.** 2021. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is-aws/?nc2=h_ql_le_int>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

AWS vs. Azure vs. Google: **Comparação na nuvem.** Blog Saninternet, 2021. Disponível em: <<https://blog.saninternet.com/aws-vs-azure-vs-google>>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

BARROS, R. T. V. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos.** Belo Horizonte: Tessitura, p 424, 2012.

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.

CHIERRITO-ARRUDA, E. et al. (2018) **Pro-Environmental Behavior and Recycling: Literature Review and Policy Considerations.** Ambient. Soc., São Paulo, v. 21, 2018 . Disponível em: <https://bit.ly/2K457fZ>. Acesso: 28 de mar. de 2021.

DAVIS, C. **Geoprocessamento: Dez Anos de Transformações.** Revista IP – Internet Pública, ano 4, n.1, junho, 2002.

DENIZ, A. C. C. **A Gestão Participativa dos resíduos sólidos urbanos nas comunidades de baixa renda.** Disponível em: <<http://www.drhima.poli.ufrrj.br/images/documentos/tcc/2016/anna-clara-cunha-2016.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2021.

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**. Santa Barbara, California, USA: University of California/Elsevier, 2006. Disponível em: <<http://maps.unomaha.edu/Peterson/gisII/Readings/GoodchildGIS.pdf>>. Acesso em: agosto 2021.

GOOGLE, **Maps Plataforma. Google Developers**. 2021. Disponível em: <<https://developers.gogle.com/maps?hl=pt>>. Acesso em: 30/07/2021.

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.

KAZA, S. et al. (2018) **What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Urban Development; Washington, DC: World Bank. © World Bank

KUMAR, Sunil. **Municipal Solid Waste Management in Developing Countries**. 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.

MELL, P; GRANCE, T. **The NIST definition of cloud computing**. Special Publication 800-145, 2011. Disponível em: <<https://www.nist.gov/publications/nist-definition-cloud-computing> >. Acesso em: 25 ago. 2021.

PIRES, Y.; OLIVEIRA, N. **Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores — Senado Notícias**. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores>>. Acesso em: 1 ago. 2021.

PIUMETO, M. **Usos y aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica**. In: Notas do Curso: Aplicaciones del Catastros Multifinalitario en la Definición de Políticas de Suelo Urbano. Massachussets: Lincoln Institute for Land Polices – Educación a Distancia, 2006.

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: Um Desafio Territorial. **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.

SOLIANI, R. D. et al. **A gestão de resíduos sólidos urbanos como estratégia de sustentabilidade** The management of solid urban waste as a sustainability strategy. 2018.

SOUSA, J. G. DE et al. **SIG Aplicado à Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Teresina-PI**. p. 1–8, 2019.

SPUDEIT, D. F. A. O. **O fenômeno social das redes de informação: Reflexão teórica - The phenomenon of social networks information: Theoretical reflection**. Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia, v. 5, n. 2, 2010.