

LEVANTAMENTO DE REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PROGRESSIVA PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE ÁREAS VERDES EM AMBIENTES URBANOS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.VI-015>

Guilherme Paradiso de Lima Marinho, Vânia Soares de Carvalho, Aida Araújo Ferreira, Gerlany Lacerda Dias, Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa

Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) – gplm@discente.ifpe.edu.br

RESUMO

O avanço da urbanização nas cidades brasileiras tem intensificado os desafios ambientais, exigindo estratégias inovadoras de planejamento e gestão urbana. Nesse contexto, o índice de áreas verdes (IAV) se destaca como um importante indicador de qualidade ambiental, permitindo mensurar a disponibilidade de áreas verdes por habitante em ambientes urbanos. Este trabalho foi desenvolvido para apresentar o levantamento de requisitos funcionais e não funcionais para o desenvolvimento de uma aplicação web progressiva (*Progressive Web Application* – PWA), denominada CIAV (Cálculo do Índice de Áreas Verdes), voltada para auxiliar no cálculo automatizado do IAV, inicialmente aplicado à cidade do Recife-PE. A metodologia envolveu a definição das funcionalidades essenciais, como upload e marcação de áreas em mapas, integração de dados populacionais e cálculo automatizado do índice, além da utilização de ferramentas de design e prototipação da aplicação. Os resultados preliminares incluem a documentação dos requisitos e a prototipagem de telas da aplicação, que visa oferecer uma interface intuitiva, multiplataforma, leve e acessível, capaz de operar também em modo *offline*. A proposta contribui não apenas para o apoio ao planejamento urbano e às políticas públicas ambientais, mas também para a sensibilização da população quanto à importância das áreas verdes na melhoria da qualidade de vida.

PALAVRAS-CHAVES: Áreas verdes, Sustentabilidade urbana, Aplicação web progressiva, Índice de Áreas Verdes, Planejamento ambiental.

INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras vêm constantemente enfrentando desafios em vários aspectos devido à rápida intensificação da urbanização, exigindo soluções inovadoras e estratégicas. O incremento da tecnologia veio para auxiliar a redução desses desafios ambientais, trazendo consigo soluções eficientes e sustentáveis.

As áreas verdes desempenham um papel fundamental na qualidade de vida e no bem-estar das populações urbanas. Além de fornecerem espaços de lazer e recreação, as áreas verdes desempenham funções ecológicas essenciais, como a melhoria da qualidade do ar, a redução do calor urbano e a promoção da biodiversidade (Szeremeta & Zannin, 2013). No entanto, o planejamento e a gestão eficazes desses espaços exigem uma compreensão detalhada de sua distribuição e acessibilidade dentro do ambiente urbano.

De acordo com a página informativa Ávila urbanismo (2021), as áreas verdes são definidas como espaços que se encontram tanto em locais públicos, quanto privados, no qual predomina a natureza e a vegetação arbórea, como praças, jardins e os parques, resumidamente esses ambientes costumam ser encontrados nas cidades (Figura 1), ajudando a melhorar a qualidade de vida da população (Jardim & Umbelino, 2020). De acordo com a Resolução CONAMA nº 6 (BRASIL, 2020), áreas verdes de domínio público "são espaços que desempenham funções ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotados de vegetação e espaços livres de impermeabilização".

A importância desses espaços é tanta, que por isso, há uma lei que garante a construção desses locais em loteamentos, conforme a lei Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que regulamenta a implementação de áreas verdes em loteamentos. Segundo a legislação, esse espaço é um equipamento público, ou seja, comunitário.

Figura 1: Área verde do parque 13 de maio, localizado em Recife.



Já o índice de áreas verdes (IAV), é um indicador de sustentabilidade e mede a quantidade de áreas verdes disponíveis em relação à população de uma cidade ou região, de forma geral, ela expressa a proporção em metros quadrados de área verde por habitante (m²/hab), levando em conta praças, parques e outros ambientes já citados no texto anteriormente. Esse índice pode ser adotado na determinação da qualidade ambiental de uma localidade, sendo ideal 12 m²/hab (9m² para a América Latina e Caribe). A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) estabelece um IAV de 15m²/hab como o mínimo de qualidade ambiental, sendo o valor mais utilizado em trabalhos no país, no entanto, em algumas leis municipais ou estaduais, aparece o valor de 12m²/hab. Um estudo do MapBiomasc (Pedrassoli, 2024), apontou o Rio de Janeiro como o estado brasileiro com a maior proporção de área verde no Brasil, já os estados como Amapá, Roraima e Rondônia foram retratados com os piores IAV's do país. Para realizar cálculo do IAV é usado essa fórmula.

$$IAV = \frac{\sum \text{das áreas verdes públicas (m}^2\text{)}}{\text{número de habitantes da área}} \quad \text{equação do IAV (1)}$$

Recentemente, Dias (2024) em estudo sobre os instrumentos de gestão de áreas verdes para implementação de políticas públicas de qualidade ambiental para a cidade do Recife, determinou o IAV para a cidade e observou que 74,46% dos bairros apresentavam baixa qualidade ambiental urbana, com IAV abaixo de 15m²/hab.

Vários municípios de Pernambuco ainda não possuem esse indicador, sendo importante para a gestão conhecê-los, a fim de poder utilizá-lo como referência no planejamento ambiental das cidades e até para a melhoria dos aspectos ambientais e sanitários das regiões.

Para auxiliar e agilizar a utilização e descobertas desses dados de índice de áreas verdes será feito uma Progressive Web Application (PWA), termo dado a codificação em JavaScript para um estilo de aplicativo que pode ser instalável. O nome da aplicação, que ainda está em desenvolvimento, será CIAV, que seria a sigla para “Cálculo de Índice de Área Verde”.

OBJETIVOS

Determinar os requisitos funcionais e não funcionais para uma aplicação web interativa que permita ao usuário selecionar uma região a sua escolha, delimitar áreas verdes, armazenar os dados populacionais e calcular automaticamente o IAV em ambientes urbanos, tendo como estudo inicial a cidade do Recife-PE.

METODOLOGIA

A análise detalhada dos requisitos necessários para definir suas funcionalidades essenciais contemplaram:

- Upload e gestão de mapas para marcação de áreas verdes.
- Entrada manual ou automática de dados populacionais.
- Cálculo automatizado do Índice de Área Verde (IAV).

Os mapas utilizados contam com API's, que de acordo com o site informativo Alura (2024), são resumidamente, códigos feitos por outras pessoas, já prontos para serem utilizados, como a API do google maps ou do leaflet, que são utilizadas para deixar o mapa da melhor forma possível para a utilização, contendo o passo a passo do uso em cada site próprio respectivamente.

Os links para obtenção de dados de população disponibilizados, foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para os bairros de Recife, referentes ao último censo de 2022.

Para o design das interfaces (UI/UX) foi utilizada a ferramenta Figma, muito usada para criar aplicativos, sites e protótipos interativos, e o Canva, uma plataforma online, também de design, sendo um pouco mais simplificada que o Figma. No entanto, por ser um pouco menos detalhada, acaba sendo uma ferramenta de mais fácil compreensão na hora de fazer as artes que serão necessárias para a aplicação. Resumidamente, os dois são ótimas ferramentas de design que servem praticamente para se ter uma melhor ideia de como irá ficar o aplicativo. O projeto até agora vem sendo realizado com as telas desenvolvidas no Figma.

Logo em seguida do uso das ferramentas de edição, foi feito o protótipo da aplicação utilizando as ferramentas HTML, uma linguagem de marcação de hipertexto, ou seja, não é uma linguagem de programação, e serve para fazer o escopo da página, uma analogia utilizada é dizer que o HTML é o esqueleto da página. CSS, uma linguagem de estilos, também não é considerada uma linguagem de programação, é usada para realizar a estilização das páginas web, ou seja, da parte estética, uma analogia, também usando o corpo humano, o CSS seria a pele, cabelo e roupas. JavaScript, a única linguagem de programação dessas ferramentas, que foi usada para gerar interatividade com a página, adicionando movimentação, criando conteúdos de forma dinâmica e animada, e dando “vida” às aplicações que será usado para construir um site, continuando com a analogia do corpo humano, o JavaScript seria a parte dos músculos humanos, a parte que movimenta o corpo, essas analogias feitas para facilitar o entendimento são da autora Rafaella Balerini, encontradas no site da Alura (2021). Um exemplo para indicar a melhor utilização do JavaScript é no momento de identificar as áreas verdes, para realizar os cálculos dos índices. O JavaScript, também foi utilizado na construção de um dos objetivos principais do projeto, que é a construção da PWA.

O PWA (Progressive Web Application), de acordo com o site informativo RD Station (2023), é uma ferramenta que transforma o site da Web em um app instalável que usa aprimoramento progressivo para oferecer aos usuários uma experiência mais confiável, usa novos recursos para proporcionar uma experiência mais integrada. Por se tratar de um App da Web, ele pode alcançar qualquer pessoa, em qualquer lugar, em qualquer dispositivo e com uma única base de dados. Ele é uma aplicação que combina características de sites e aplicativos móveis tradicionais, sendo desenvolvido da mesma forma que uma aplicação web, mas oferece uma experiência de usuário semelhante a de um app nativo, a prova disso são suas características, pois depois de instalado, ele se parece com um App como qualquer outro no dispositivo, sendo encontrado nele:

- Um ícone na tela inicial, no acesso rápido aos app's ou no menu de início;
- Ele é encontrado quando se pesquisa app's no dispositivo;
- Aberto em uma janela independente, totalmente separada da interface de usuário do navegador;
- Acesso a níveis mais altos de integração com o SO, por exemplo, processamento de URL ou personalização da barra de título.

Para construir uma progressive web application é necessário a utilização do “Service worker”, que faz parte do JavaScript e é utilizado como o intermediário (proxy) entre o navegador do usuário e a rede. Serve como um gerenciador Web e Offline e, para isso, utiliza a API de cache. Ou seja, tem a habilidade de armazenar tudo em cache no próprio navegador para que, se o usuário utilizou a página e saiu, quando voltar, tudo estará como ele deixou antes.

Outro meio necessário para as PWA'S é o Manifest, local onde todos os arquivos e informações são armazenados. Ele também é responsável por delimitar algumas características padrões que todo aplicativo precisa, como: um ícone, um nome, uma sigla, um estilo, um papel de parede e outros. Uma observação importante, mas não necessariamente referente apenas aos PWA's, é o protocolo HTTPS, que é ótimo já que, como a comunicação entre a solicitação do usuário e a rede são feitas por meio de uma service worker, o HTTPS mantém a segurança e um funcionamento adequado garantidos, tornando algo obrigatório para realizar uma PWA.

As vantagens de usar essa forma de aplicação é a acessibilidade, ou seja, os app's são acessíveis diretamente por meio de navegadores web, além de serem acessíveis até por navegadores antigos, conexão ruim ou offline, ou seja, ele deve ser multiplataforma, podendo ser acessado por diferentes dispositivos, carregamento rápido, pois as requisições são armazenadas no aparelho cliente, possibilitando acesso instantâneo da aplicação, funcionamento sem internet (opcional), a segurança, praticidade, na qual não precisamos ficar dando zoom ou rolar a página para os lados, pois elas já são

ajustadas para navegamos pelas telas dos smartphone sem maiores problemas e o baixo espaço necessário para serem baixados.

Uma curiosidade para mostrar o nível de utilização das PWA's é mostrar alguns aplicativos que utilizam esse meio de prototipação, como exemplo temos o Twitter (Figura 2), que foi um dos pioneiros em redes sociais por meio de PWA; O Uber, app de transporte muito usados atualmente, o Pinterest, app de inspiração de imagens, fotos e ideias, de acordo com as postagens procuradas, vale ressaltar que em 2019 teve mais de 800 mil acessos pelo PWA.



Figura 2: Twitter, uma das PWA's exemplificadas.

Existe diversos outros sites que utilizaram a tecnologia de progressive web applications, o que ressalta mais ainda suas qualidades já citadas, principalmente também pois o acesso a aplicativos com essa funcionalidade só tende a aumentar, em consequência do uso de aparelhos mobile atualmente ser muito maior que o do computador pessoal. Uma contrapartida negativa seria o fato dos usuários muitas vezes não instalarem um app só porque usaram uma vez, no entanto, pelas levezas do PWA's acaba não acontecendo tanto esse problema por conta da memória.

Outras ferramentas que foram utilizadas, foi o site do GitHub, que também funciona como rede social conectando os desenvolvedores com os usuários, mas o foco mesmo é ser uma ferramenta essencial para os engenheiros de software que ajuda a melhorar o fluxo de trabalho e promove a colaboração. Serve para alojar projetos na nuvem utilizando o sistema de controle de versões chamado Git, para não ocorrer a perda dos projetos em desenvolvimento, salvando cada mudança e as registrando. Geralmente o código é aberto, permitindo a troca de conhecimentos, mesmo se um projeto for diferente do outro.

Outra ferramenta que será utilizada no desenvolvimento da PWA será o PE3D, que de acordo com Vinicius Oliveira (2023), é o primeiro mapeamento digital feito em três dimensões de todo território do Estado de Pernambuco, liberado pelo governo de forma gratuita e serve para acessar e baixar o mapa da cidade de Recife na escala 1:1.000.

Além do github e do PE3D, também foi utilizado ferramentas como o Word que é um processador de textos que faz parte do pacote Office da Microsoft, e vai servir para realizar a parte de documentação do projeto. O VS Code (Visual Studio Code) um editor de código-fonte avançado, gratuito e multiplataforma, também desenvolvido pela Microsoft, e servirá para fazer a prototipação dos códigos que serão utilizados e para realizar os HTML's e CSS's necessários para a aplicação.

Para utilizar o site será necessário pesquisar pelo seu nome no navegador, que deverá ser chamado de "CIAV", significando "Cálculo do Índice de Áreas Verdes". Após entrar no site, terá a opção de baixá-lo, no canto superior direito ou procurando pelos três pontinhos ("..."). Para caso esteja no smartphone ou continuar usando o navegador, na aplicação só terá disponível a parte do mapa de Recife. O usuário pode clicar ou pesquisar por um bairro de preferência, ou pode desenhar um polígono de sua escolha, ao fazer qualquer uma dessas ações será retornado os dados esperados, que são o índice de área verde, número de habitantes e tamanho da área selecionada, esse resultado ficara salvo, ou seja, se o usuário selecionar outra área, o espaço selecionado anteriormente ainda vai ser possível ser visualizado. Resumidamente essa é uma explicação de como será a utilização do app, pelo menos são os principais objetivos de se ter na aplicação.

RESULTADOS

O projeto atualmente ainda está em desenvolvimento, mas já conta como concluído a documentação de requisitos (Quadros 1 e 2) e de algumas ideias de telas já estilizadas, o que pode ocorrer é que vez ou outra se faz necessário realizar algumas alterações tanto na documentação quanto na estilização. Ambas foram feitas de acordo com conhecimentos pessoais dos integrantes do projeto e por inspirações e ideias que são encontradas em outros sites ou até mesmo vistas em algum outro local que possua alguma referência com a aplicação. Agora está sendo buscado implementar os dados encontrados para dentro da aplicação, além de procurar algumas API's extras que podem tornar o aplicativo mais fácil de entendimento e que não seja tão pesado para a instalação, para funcionar na maioria dos hardwares utilizados. já algumas

outras API's disponibilizam o mapa de forma *online*, o que não deixaria o app pesado, no entanto o tornaria dependente de estar conectado em uma rede de internet para o seu funcionamento.

Determinar os requisitos funcionais e não funcionais foram passos de extrema importância para resultados positivos, como realizar uma aplicação web interativa que permita ao usuário selecionar uma região a sua escolha, delimitar áreas verdes, permitindo o utilizador desenhar as áreas que deseja, armazenar os dados populacionais e calcular automaticamente o IAV. Além do que, tanto o mapa quanto os dados populacionais, serão compostos de arquivos JSON/GEOJSON. Arquivos JSON são usados para organizar e transportar dados estruturados entre servidores e aplicações web, já o GEOJSON é como uma extensão do JSON, sendo que focado em dados geográficos em ambientes urbanos.

O projeto também está no processo de prototipagem, ou seja, já está no uso do JavaScript para gerar as interações necessárias para quem irá utilizar o app no futuro, sendo testado diversos códigos encontrados pela busca e recomendados para checar qual são as melhores opções para a prototipagem final, pensado sempre no público e na função da aplicação para trazer um app mais vantajoso para aqueles que o baixarem.

Após realização dos cálculos escolhidos pelos usuários, o sistema deve mostrar os devidos resultados na tela, de forma automática, e deverá ser guardado esse resultado, como uma forma de histórico, para ser usado em comparações futuras que forem de interesse de cada pessoa ou pesquisa

A aplicação está focada no momento para a cidade de Recife-PE. Se o funcionamento em uma cidade conseguir ser realizado com exatidão, será iniciado novas versões da aplicação que podem se estender para todo estado de Pernambuco, toda região do Nordeste e até mesmo para todo Brasil, pois o funcionamento do cálculo será o mesmo para todas as outras regiões, o que mudará será apenas os dados dos mapas.

Quadro 1. Requisitos funcionais da aplicação do CIAV. Fonte: Guilherme Paradiso, 2025

ID	Requisito Funcional	Descrição
RF01	Busca por Município	O sistema deve permitir que o usuário selecione o município desejado.
RF02	Delimitar Polígono de Área Verde	O sistema deve permitir ao usuário desenhar áreas verdes no mapa.
RF03	Cálculo de Áreas Verdes	O sistema deve calcular automaticamente o IAV (SOMA AV / POPULAÇÃO) das áreas delimitadas.
RF04	Armazenar População dos Municípios	O sistema deve armazenar e associar os dados de população a cada município de acordo com censo do IBGE 2022 .
RF05	Exibir Resultados	O sistema deve apresentar o resultado do cálculo (área total, população, IAV).
RF06	Armazenar Áreas Delimitadas	O sistema deve permitir salvar as áreas verdes desenhadas para consultas futuras.
RF07	Médias e Comparativos	Mostrar média do IAV entre regiões/bairros.

Quadro 2. Requisitos não funcionais da aplicação do CIAV. Fonte: Guilherme Paradiso, 2025

ID	Requisito Não Funcional	Descrição
RNF01	Clareza de Delimitações	As áreas desenhadas devem ser visualmente claras e precisas no mapa.
RNF02	Usabilidade	A aplicação deve apresentar uma interface amigável e intuitiva.
RNF03	Compatibilidade	O sistema deve ser compatível com os principais navegadores e principalmente com aplicações mobile
RNF04	Funcionamento Offline	A aplicação deve funcionar sem conexão com a internet
RNF05	Acessibilidade (2º versão)	A interface deve seguir diretrizes de acessibilidade (ex: contraste)

CONCLUSÕES

Estes requisitos são a base para uma aplicação em desenvolvimento, gratuita, que permitirá ao usuário calcular do IAV das localidades de interesse, não importando o hardware que for utilizado, pois a ferramenta utilizada é multiplataforma, ou seja, funciona em equipamento móveis e desktops.

Este trabalho também contribuirá para políticas públicas mais eficazes, pois com o app ficará mais fácil de conseguir as informações do IAV que cada estado, cidade e bairro tem, facilitando as buscas de informações para que os poderes governamentais entre em ação buscando ajudar os locais que estão abaixo da média do índice, para melhorar os que estão na média e manter os índices daqueles locais que estão acima da média. O app funcionará trazendo esses dados com mais agilidade, fazendo os principais órgãos se preocuparem apenas com a gestão da informação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA BRASIL. Só 6,9% das áreas urbanas do país são cobertas por vegetação. Agência Brasil, 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-07/so-69-das-areas-urbanas-do-pais-sao-cobertas-por-vegetacao?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 26 set. 2025.
2. ALURA. API. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/api>>. Acesso em: 26 set. 2025.
3. ALURA. HTML, CSS e JS: definições. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/html-css-e-js-definicoes>. Acesso em: 26 set. 2025.
4. AVILA URBANISMO. Área verde. Disponível em: <<https://www.avilaurbanismo.com.br/area-verde/>>. Acesso em: 26 set. 2025.
5. BLOG VINICIUS OLIVEIRA. PE3D: mapeamento digital do território de Pernambuco é liberado ao público. Disponível em: <<https://blogviniciusoliveira.com.br/pe3d-mapeamento-digital-do-territorio-de-pernambuco-e-liberado-ao-publico-saiba-como-acessar/#:~:text=O%20Governo%20de%20Pernambuco%20liberou%20para%20acesso%20ao,maps%20pode%20ser%20acessados%20no%20site%20do%20projeto>>. Acesso em: 26 set. 2025.
6. BRASIL. Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm>. Acesso em: 26 set. 2025.
7. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. *Resolução CONAMA nº 369 de 2006*. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social de baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção de supressão de vegetação em área de preservação permanente. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0369-280306.PDF>. Acesso: 16 mar 2025
8. DIAS, G.L. *Instrumentos de gestão de áreas verdes para implementação de políticas públicas de qualidade ambiental para a cidade do Recife – PE*. Dissertação de Mestrado – IFPE, Recife, PE. 2024. 123 f.
9. EBAC ONLINE. *O que é GitHub?* Disponível em: <<https://ebaconline.com.br/blog/o-que-e-github>>. Acesso em: 26 set. 2025.
10. JARDIM, Jamila Paula; UMBELINO, Glauco. Mapeamento de áreas verdes e da arborização urbana: estudo de caso de Diamantina. *Revista Espinhaço*. Minas Gerais. 9(2), 29–39, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4432819>. Acesso em: 23 jan. 2023.
11. LEAFLETJS. *Exemplos*. Disponível em: <https://leafletjs.com/examples.html>. Acesso em: 26 set. 2025.
12. MERCADO ONLINE DIGITAL. *O que é PWA?* Disponível em: https://mercadoonlinedigital.com/blog/o-que-e-pwa/?gad_source=1&gad_campaignid=20597598467&gclid=CjwKCAjwiY_GBhBEEiwAFaghvmrgepXibQt7pNkaVm-pNe6VeXUoKJ2aXO87hlpPRJeQ5y3REZtJahoCfmEQAvD_BwE. Acesso em: 26 set. 2025.
13. RD STATION. *PWA: o que são e por que sua empresa deve investir*. Disponível em: <<https://www.rdstation.com/blog/marketing/pwa/>>. Acesso em: 26 set. 2025.
14. SZEREMETA, B.; ZANNIN, P.H.T. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. *Raega*, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 177-193, dez. 2013.