Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

NAVEGANDO POR CULTURAS: desenvolvimento de uma aplicação web a partir das plantações presentes no interior do estado de São Paulo

NAVIGATING THROUGH CROPS: development of a web application based on the crops found in the São Paulo state countryside

Luiz Gustavo Teixeira[I]
Guilherme Saderio Polino[II]
Jader Trindade Zerbini[III]
Paulo Roberto da Silva Ruiz[IV]

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma aplicação web interativa para a visualização de dados, servindo como plataforma para a análise de informações agropecuárias e científicas relacionadas às culturas agrícolas na região de Pirajuí, São Paulo. A fim de auxiliar na tomada de decisão estratégica, a aplicação foi projetada para traduzir conjuntos complexos de dados, tanto tabulares quanto geoespaciais, em uma interface intuitiva e responsiva. Como fundamentação teórica, o desenvolvimento do *frontend* teve como base os pressupostos da Visualização de Dados e do Design de Interface de Usuário. A metodologia de implementação consiste na criação de uma *Single Page Application* (SPA) a partir do uso de tecnologias web consolidadas, como HTML5, CSS3 e JavaScript (ES6+). Para a renderização dos dados geoespaciais, foi empregada a biblioteca Leaflet, permitindo a associação de eventos interativos a cada localidade. A arquitetura segue um modelo de "cliente leve", consumindo dados pré-processados de um arquivo JSON estático, o que contribui para alta performance e agilidade na navegação. A aplicação desenvolvida permite que os usuários consultem os dados por meio de um mapa interativo, que aciona um *popup* detalhado com funcionalidades de ordenação e filtragem, além de uma *sidebar* analítica. Esta última exibe tanto uma visão macroeconômica do município quanto, mediante interação, os insights de Processamento de Linguagem Natural (PLN) extraídos dos artigos científicos, permitindo a exploração de termos técnicos e a compreensão de sua relevância para a produção agrícola.

Palavras-chave: visualização de dados; aplicação *web*; mapeamento interativo; *Leaflet*; interface do usuário; experiência do usuário.

[I] Mestre em Estudos Linguísticos, Professor de Ensino Superior na Fatec Adamantina, luiz.teixeira@cps.sp.gov.br. Link do lattes: http://lattes.cnpq.br/5891478731643510

[II] Graduação em Ciência de Dados, Fatec Adamantina, guisaderio@gmail.com. Link do lattes: http://lattes.cnpq.br/0408786411878664

[III] Graduação em Ciência de Dados, Fatec Adamantina, jatrizer@hotmail.com. Link do lattes: http://lattes.cnpq.br/0302548174483229

[IV] Doutor e Mestre em Sensoriamento Remoto, Professor de Ensino Superior, Fatec Adamantina, paulo.ruiz@cps.sp.gov.br .Link do lattes: http://lattes.cnpq.br/8834045433508100

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

ABSTRACT

This work aims to develop an interactive web application for data visualization, serving as a platform for the analysis of agricultural and scientific information related to crops in the countryside of the state of São Paulo. In order to support strategic decision-making, the application was designed to translate complex data sets—both tabular and geospatial—into an intuitive and responsive interface. As a theoretical foundation, the frontend development was based on the principles of Data Visualization and User Interface Design. The implementation methodology consists of creating a Single Page Application (SPA) using consolidated web technologies such as HTML5, CSS3, and JavaScript (ES6+). For the rendering of geospatial data, the Leaflet.js library was employed, allowing interactive events to be associated with each location. The architecture follows a "light client" model, consuming pre-processed data from a static JSON file, which ensures high performance and smooth navigation. The developed application enables users to consult the data through an interactive map, which triggers a detailed popup with sorting and filtering functionalities, as well as an analytical sidebar. The latter displays both a macroeconomic overview of the municipality and, through user interaction, Natural Language Processing (NLP) insights extracted from scientific articles, allowing users to explore technical terms and understand their relevance to agricultural production.

Keywords: data visualization; web application; interactive mapping; leaflet; user interface; user experience.

Data de submissão do artigo: 23/04/2026.
Data de aprovação do artigo: 02/09/2026.
DOI: https://doi.org/10.52138/citec.v8i1.587

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda o desafio de traduzir grandes volumes de dados agropecuários e científicos em conhecimento acionável. Diante da dificuldade em extrair *insights* de planilhas de produção e de um vasto conjunto de artigos científicos, propõe-se o desenvolvimento de uma aplicação *web* interativa para visualização de dados, com foco nas culturas agrícolas da região de Pirajuí-SP.

A aplicação *web* possibilita a navegação interativa pelos municípios da região e organiza informações agrícolas e científicas em uma interface acessível. Por se tratar de um estudo voltado à apresentação eficiente da informação, o trabalho apoia-se nos pressupostos da Visualização de Dados, do Design de Interface de Usuário (UI) e da arquitetura de software *SPA*.

A plataforma de visualização desenvolvida consome e expõe os resultados de um processo de *backend* correlato (Teixeira *et al.*, 2026, no prelo) desenvolvido durante o Projeto de Iniciação Científica de Guilherme Saderio Polino, orientado pelo Prof. Me. Luiz Gustavo Teixeira, que teve como base a Linguística de Corpus e o PLN para a extração de palavras frequentes em um *corpus* constituído por resumos de artigos científicos relacionados às culturas agrícolas presentes na região de Pirajuí-SP. Na seção de metodologia, portanto, apresentamos os passos metodológicos para a construção da interface de visualização, detalhando as ferramentas e códigos utilizados, tais como HTML (Whatwg, 2004), *JavaScript* (Ecma

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

International, 2024) e a biblioteca *Leaflet* (Agafonkin, 2012) para criar uma plataforma que torna os dados agrícolas e os termos científicos acessíveis e compreensíveis ao usuário final.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica deste trabalho estrutura-se em quatro pilares que sustentam o desenvolvimento de aplicações *web* modernas voltadas à análise e à visualização de dados: Visualização de Dados e Informações, *Web Mapping*, arquitetura *Single-Page Application* (*SPA*) (Costa, 2024; Messias, 2017; Schneider, 2016) e princípios de Design Responsivo e Usabilidade.

2.1 Visualização de dados e informações

Na era da informação, a capacidade de coletar dados supera frequentemente a capacidade de analisá-los. Nesse contexto, a visualização de dados emerge como uma disciplina crítica. Segundo Silva (2015), a visualização de dados utiliza representações gráficas e ilustradas para analisar dados multivariados, permitindo que o cérebro humano identifique padrões, tendências e correlações que seriam invisíveis em tabelas textuais ou bancos de dados brutos (Silva, 2015).

Complementarmente, Nascimento e Ferreira (2011) definem a visualização de informação como o estudo de formas de apresentar visualmente dados abstratos, como os dados textuais de PLN e as estatísticas agrícolas considerados neste projeto, com o objetivo de ampliar a cognição humana. Desse modo, a finalidade da visualização não é apenas apresentar números, mas favorecer a descoberta de conhecimento e apoiar a tomada de decisão estratégica, convertendo dados complexos em *insights* acionáveis (Nascimento; Ferreira, 2011).

2.2 *Web Mapping* e disseminação de dados geoespaciais

A aplicação de técnicas de visualização ao domínio geográfico na internet é denominada *Web Mapping*. Vendrusculo *et al.* (2009) destacam que o *Web Mapping* é uma ferramenta poderosa para a disseminação rápida e eficaz de dados ambientais e agropecuários, permitindo que usuários sem conhecimento técnico em geoprocessamento interajam com mapas complexos diretamente no navegador (Vendrusculo *et al.*, 2009).

A evolução dessas tecnologias permitiu a migração de sistemas pesados de desktop para arquiteturas web leves. Figueira (2019) discute arquiteturas para análise geoespacial na web, apontando a importância de separar os dados da interface. Neste cenário, bibliotecas *JavaScript* (Ecma International, 2024) de código aberto, como o *Leaflet* (Agafonkin, 2012), ganharam destaque por permitirem a criação de mapas dinâmicos e interativos com baixo custo computacional, como demonstrado no estudo de caso de Souto *et al.* (2020), que utilizaram a biblioteca para mapear dados de saúde pública de forma ágil e acessível (Figueira, 2019; Souto *et al.*, 2020).

2.3 Arquitetura de Software: *SPA* e *Client-Side Rendering*

Para garantir a interatividade exigida por ferramentas de visualização de dados, a arquitetura de software desempenha um papel fundamental. As aplicações *web* tradicionais, baseadas no modelo *request-response* síncrono, sofrem com recarregamentos constantes de página, o que quebra o fluxo de navegação do usuário.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

Em contrapartida, a arquitetura de *Single-Page Application* (*SPA*) (Costa, 2024; Messias, 2017; Schneider, 2016) carrega os recursos da aplicação HTML (Whatwg, 2004), CSS3 (World Wide Web Consortium, 2025) e *scripts* apenas uma vez. As interações subsequentes apenas requisitam dados geralmente em formato JSON e atualizam o conteúdo dinamicamente. Messias (2017) comprova, por meio de *benchmarks*, que as *SPA*s oferecem desempenho superior na transição de telas e na percepção de fluidez por parte do usuário (Messias, 2017).

Essa abordagem está intrinsecamente ligada ao conceito de *Client-Side Rendering* (CSR). Conforme analisado por Schneider (2016) e corroborado por Santos (2024), no CSR, a lógica de renderização é transferida do servidor para o navegador do cliente. Isso reduz a carga no servidor e permite interfaces ricas e responsivas, ideais para dashboards que manipulam filtros e mapas em tempo real, pois elimina a latência de rede associada à renderização de HTML (Whatwg, 2004) no servidor (*Server-Side Rendering*) (Santos, 2024; Schneider, 2016).

2.4 Design responsivo e experiência do usuário (UX)

A eficácia de uma ferramenta tecnológica não depende apenas de sua arquitetura, mas de sua usabilidade. Costa (2024) argumenta que a arquitetura *SPA* impacta positivamente a experiência do usuário (UX) ao eliminar interrupções na navegação. No entanto, para que a aplicação seja acessível em diversos dispositivos (*desktops*, *tablets* e *smartphones*), o design responsivo é mandatório.

Cultri e Lucas (2018) enfatizam que o desenvolvimento web moderno exige interfaces que se adaptem fluidamente a diferentes resoluções de tela. O uso de frameworks de CSS3 (World Wide Web Consortium, 2025), assim como o Tailwind CSS (Tailwind Labs, 2025) utilizado neste projeto, facilita a implementação de layouts flexíveis e consistentes, garantindo que a visualização de dados complexos permaneça legível e funcional, independentemente do dispositivo utilizado pelo gestor ou pesquisador agrícola (Cultri; Lucas, 2018).

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento da aplicação *web*, foco deste trabalho, fundamentou-se nos pressupostos teórico-metodológicos da Visualização de Dados e do Design de Interface de Usuário (UI), visando traduzir dados complexos em uma plataforma interativa e de fácil compreensão. A abordagem para a construção do sistema consistiu na criação de uma *Single-Page Application* (*SPA*) (Costa, 2024; Messias, 2017; Schneider, 2016), utilizando tecnologias *web* consolidadas.

A metodologia foi estruturada nas seguintes etapas: constituição do corpus de dados para visualização, definição da arquitetura e tecnologias do *frontend*, desenvolvimento modular dos componentes de visualização e implementação do fluxo de interação.

3.1 Constituição do corpus de dados para visualização

A aplicação foi projetada para consumir um conjunto de dados pré-processados provenientes de duas fontes distintas. A primeira corresponde aos dados públicos do Projeto LUPA (Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária), disponibilizados pela Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (São Paulo, Estado, 2025), referentes aos períodos de 2007/08 e 2016/17 para os municípios selecionados. Esses dados, originalmente em formato tabular, foram tratados e estruturados para permitir comparação

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

temporal. A segunda fonte corresponde aos dados geoespaciais das malhas dos limites municipais do estado de São Paulo, obtidos em formato GeoJSON, conforme mapas extraídos do Censo Demográfico de 2022 do IBGE (IBGE, 2022). A aplicação também consome os resultados de um *pipeline* de processamento de PLN, desenvolvido em trabalho correlato (Teixeira *et al.*, 2026, no prelo), aplicado a um *corpus* constituído por 28 arquivos relacionados a 28 culturas agrícolas, em formato .xlsx, contendo 26.399 resumos de artigos e totalizando 7.496.745 palavras. A Tabela 1 apresenta um exemplo da estrutura original dos dados tabulares, enquanto a Tabela 2 ilustra as culturas pesquisadas, o número total de resumos de artigos e o número total de palavras.

Tabela 1 – Amostra dos dados brutos do Projeto LUPA em formato tabular (2016/17)

Tabela - Área cultivada, município de Pirajuí, estado de São Paulo, 2016/17.					
CULTURA	**N.DE UPAs**	**MIN**	**MED**	**MÁX**	**TOTAL**
Braquiária	518	0,2	58,8	1.073,4	30.449,6
Cana-de-açúcar finalidade indústria	145	2,0	151,1	4.499,7	21.915,5
Eucalipto	108	0,1	35,3	562,7	3.810,1
Laranja indústria	17	22,6	135,9	415,8	2.310,2
Laranja destino misto	9	1,0	174,6	667,0	1.571,2
Gramas	85	0,3	18,3	206,1	1.557,4
Soja	5	17,2	253,0	760,0	1.264,8
Milho safra	34	0,5	29,3	508,2	996,1
Colonião	27	0,6	26,3	197,4	708,9
Seringueira	16	2,0	36,3	383,0	580,5
Cana-de-açúcar outras finalidades	72	0,1	6,8	181,0	486,6
Outras gramíneas para pastagem	2	7,2	188,1	368,9	376,1
Café	27	0,5	10,4	36,0	280,1
Manga	5	1,9	54,1	242,0	270,6
Laranja Mercado	3	1,0	80,2	192,0	240,6
Outras florestais	10	0,5	9,6	41,1	95,7
Limão	6	1,5	15,0	24,5	90,0
Milho-silagem	1	67,8	67,8	67,8	67,8
Melancia	4	6,5	16,2	33,3	64,9
Amendoim	1	60,5	60,5	60,5	60,5
Pimentão	117	0,1	0,5	2,4	54,4
Girassol	1	27,0	27,0	27,0	27,0
Abacate	2	1,1	12,7	24,2	25,3
Pupunha	4	0,5	4,0	12,6	15,8

Fonte: São Paulo (Estado), 2025

Tabela 2 – Constituição do *corpus* de pesquisa utilizado como base de desenvolvimento *front-end*

Cultura	Total de resumos de artigos	Número de palavras	Cultura	Total de resumos de artigos	Número de palavras
Abacate	100	30.221	15. Limão	306	85.509
Abacaxi	269	71.994	16. Macadamia	97	22.729
Abóbora	133	39.326	17. Mandioca	1977	459.952
Amendoim	450	126.489	Manga	1201	281.384
Amora	30	6.462	Melancia	337	77.707
Banana	1102	264.462	Milho	4290	1.300.238
Batata-doce	300	90.195	Pimentão	161	46.911
Berinjela	76	20.929	Pomar	325	85.873

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

Café	1768	488.357	Pupunha	71	17.343
Capim	561	173.556	Quiabo	32	10.979
Girassol	1536	468.002	Seringueira	143	37.924
Goiaba	641	189.987	Soja	5586	1.659.359
Laranja	3987	1.162.096	Sorgo	821	250.043
Lichia	29	7.265	Tangerina	70	21.453
Total	**10.982**	**3.139.341**		**15.417**	**4.357.404**
Total de resumos	**26.399**				
Total de palavras	**7.496.745**				

Fonte: Teixeira *et al.* (2026, no prelo)

3.2 Arquitetura e ferramentas tecnológicas do frontend

Optou-se por uma arquitetura de *frontend* desacoplada, alinhada à estratégia de *Client-Side Rendering* (CSR) (Santos, 2024; Schneider, 2016). Essa abordagem transfere a lógica de renderização para o navegador do cliente, operando sobre arquivos JSON estáticos gerados na etapa anterior. A escolha arquitetural otimiza a performance e a responsividade da aplicação, eliminando a latência de requisições constantes ao servidor.

As ferramentas utilizadas foram HTML5 (Whatwg, 2004), CSS3 (World Wide Web Consortium, 2025) e *JavaScript* (ES6+) (Ecma International, 2024), servindo como base para a estruturação, estilização e lógica interativa, seguindo o padrão Vanilla JS para manter a leveza do código. Para a estilização, escolheu-se o framework Tailwind CSS (Tailwind Labs, 2025), oferecendo agilidade no desenvolvimento de layouts responsivos e consistência visual para diferentes tamanhos de telas. Essa preocupação com a adaptabilidade segue as recomendações de Cultri e Lucas (2018), que destacam a importância do design responsivo para a usabilidade em aplicações web modernas (Cultri; Lucas, 2018).

Para a visualização cartográfica, foi utilizada a biblioteca *JavaScript* (Ecma International, 2024) de código aberto *Leaflet* (Agafonkin, 2012). A escolha desta ferramenta fundamenta-se em sua eficiência na renderização de mapas interativos e na manipulação de dados geoespaciais em formato GeoJSON, conforme demonstrado no estudo de caso de Souto *et al.* (2020). A Figura 1 apresenta o diagrama da arquitetura desenvolvida (Souto *et al.*, 2020).

Figura 1 – Arquitetura *Client-Side Rendering* (CSR) da aplicação



Fonte: Adaptado de Santos (2024) e Schneider (2016)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

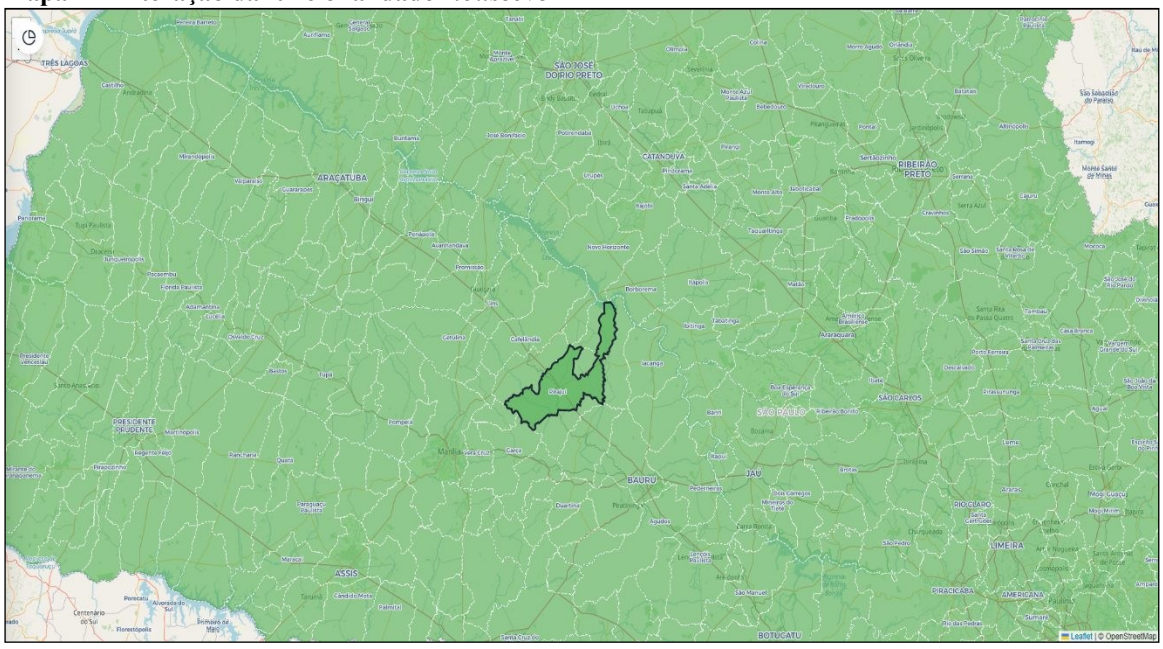
ISSN: 2178-9436

3.3 Desenvolvimento modular dos componentes de visualização

A interface foi concebida de forma modular, com três componentes principais interconectados, desenvolvidos para apresentar os dados de forma clara e funcional, aplicando os princípios da Visualização de Informação (Nascimento; Ferreira, 2011).

O mapa interativo (Mapa 1) é o elemento central da visualização, responsável pela renderização dos municípios e pela captura de eventos de interação do usuário. Um deles é o *mouseover*, uma interação do usuário com um elemento de interface, como um botão ou link, ao posicionar o cursor do mouse sobre ele, desencadeando um evento que pode exibir informações adicionais, mudar a aparência ou ativar outras funções.

Mapa 1 – Interação da funcionalidade *mouseover*



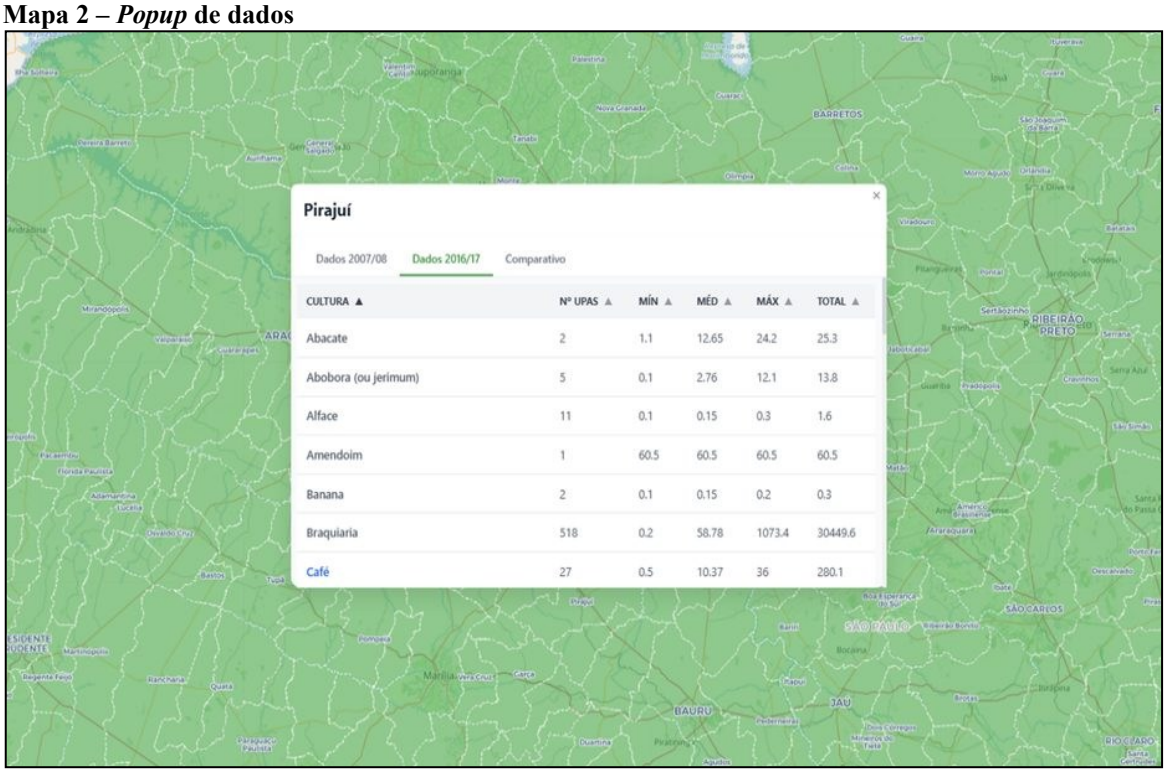
Fonte: Google Earth Pro (2025)

Optou-se pelo uso de um *popup* de dados, entendido como uma janela modal acionada pelo clique no mapa e projetada para a exploração dos dados tabulares do município selecionado. Sua implementação contemplou um sistema de abas para segmentar a visualização dos dados de 2007/08 e 2016/17, além de um comparativo com funcionalidades dinâmicas desenvolvidas em *JavaScript* (Ecma International, 2024), como ordenação ascendente e descendente de colunas e seleção de métricas na aba de comparação, conforme apresentado no Mapa 2.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

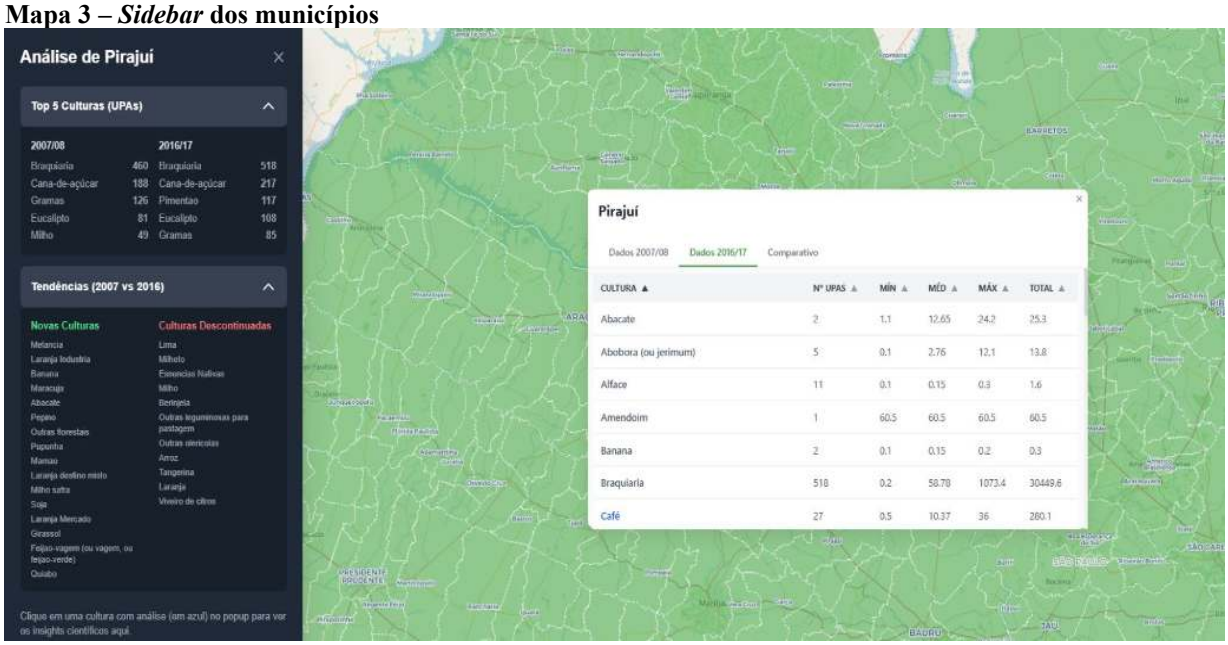
Mapa 2 – *Popup* de dados



Fonte: Google Earth Pro (2025)

O painel lateral retrátil, uma *sidebar* de análise, é dedicado à apresentação dos *insights* consolidados e da análise científica. Foram implementados dois estados principais: a visão municipal, que apresenta dados agregados da cidade, como as cinco principais culturas, novas culturas e culturas descontinuadas, conforme apresentado no Mapa 3 em formato de acordeão; e a visão de cultura, descrita a seguir.

Mapa 3 – *Sidebar* dos municípios



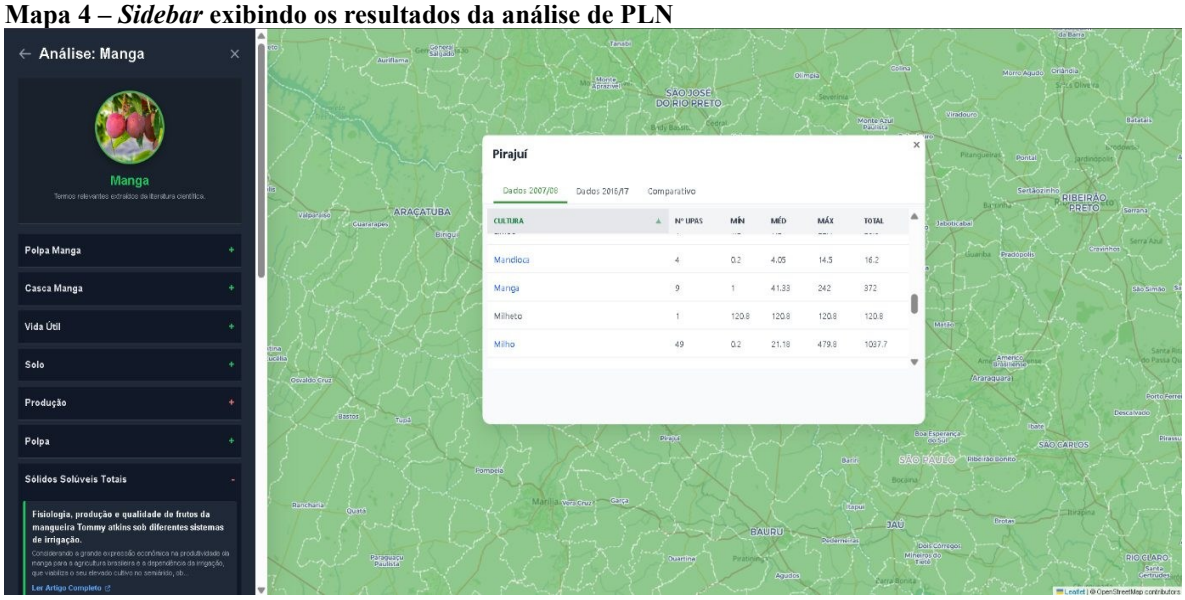
Fonte: Google Earth Pro (2025)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

A visão de cultura é ativada contextualmente por interação: ao selecionar uma cultura no *popup*, a *sidebar* exibe os resultados da análise de PLN de forma hierárquica, organizando palavras-chave, resumo e link dos artigos, conforme demonstrado no Mapa 4.

Mapa 4 – *Sidebar* exibindo os resultados da análise de PLN



Fonte: Google Earth Pro (2025)

3.4 Fluxo de interação do usuário

O fluxo foi desenhado para exploração progressiva. Ao carregar, a aplicação busca e armazena os dados JSON. Interações no mapa acionam funções *JavaScript* (Ecma International, 2024) que consultam os dados em memória e constroem dinamicamente a interface do *popup* e da *sidebar*, assegurando respostas instantâneas e navegação fluida, elementos que Costa (2024) identifica como essenciais para uma Experiência de Usuário positiva em arquiteturas *SPA* (Costa, 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação *web* desenvolvida, disponível em https://vis-agro.netlify.app/, demonstrou ser uma plataforma funcional de visualização de dados agropecuários e científicos, atendendo ao objetivo previamente proposto. Os resultados obtidos permitem uma análise em quatro esferas: desempenho da arquitetura, eficácia da visualização cartográfica, usabilidade da interface e integração dos dados de PLN.

Em relação ao desempenho da arquitetura, o método de *Client-Side Rendering* (CSR) (Santos, 2024; Schneider, 2016) com carregamento de dados a partir de um arquivo JSON demonstrou, na prática, o que Messias (2017) comprovou por meio de *benchmarks*: as SPAs oferecem desempenho superior na transição de telas e maior percepção de fluidez por parte do usuário. A navegação entre municípios, filtros e abas ocorre sem recarregamento de página, confirmando a teoria de Schneider (2016) de que a transferência da lógica de renderização para o cliente elimina a latência associada ao *Server-Side Rendering* (Messias, 2017; Schneider, 2016).

Com relação à visualização cartográfica, o mapa interativo desenvolvido com a biblioteca *Leaflet* (Agafonkin, 2012) demonstra que o *Web Mapping* é uma ferramenta eficaz

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

para a disseminação de dados agropecuários a usuários sem conhecimento técnico em geoprocessamento. A implementação do *mouseover* e do *popup* de dados, demonstrada no Mapa 2, permitiu explorar os dados tabulares do Projeto LUPA nos períodos de 2007/08 e 2016/17, possibilitando comparações temporais (São Paulo, 2025).

Quanto à usabilidade da interface, a *sidebar* analítica e os mapas apresentados demonstram, na prática, o impacto da arquitetura *SPA* na experiência do usuário. A ausência de interrupções na navegação, aliada ao design responsivo, oferece ao usuário final uma estrutura de acesso facilitada às informações da aplicação, mesmo sem conhecimento técnico prévio.

Por último, a integração dos *insights* de PLN extraídos do trabalho correlato (Teixeira *et al.*, 2026, no prelo) para a interface de visualização representou o principal diferencial da plataforma. Possibilitou ao usuário transitar entre os dados macroeconômicos dos municípios e os termos técnico-científicos associados a cada cultura agrícola, em uma mesma interface, transformando dados complexos em *insights* acessíveis, indo além da simples apresentação de números.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma aplicação web interativa para a visualização de dados agropecuários e científicos, focada na cidade de Pirajuí, interior do estado de São Paulo. Considera-se que esse objetivo foi plenamente alcançado. A plataforma desenvolvida demonstrou ser uma ferramenta eficaz na tradução de conjuntos de dados complexos, como dados geoespaciais, dados tabulares de produção e insights textuais extraídos de artigos científicos, em uma interface de usuário coesa, intuitiva e de alta performance.

A metodologia adotada, centrada na arquitetura *Single-Page Application* (SPA) (Costa, 2024; Messias, 2017; Schneider, 2016) e na estratégia de *Client-Side Rendering* (CSR) (Santos, 2024; Schneider, 2016), mostrou-se adequada para o escopo do projeto. A decisão de utilizar tecnologias web consolidadas, como *JavaScript* (Ecma International, 2024) e a biblioteca *Leaflet* (Agafonkin, 2012), resultou em uma aplicação leve que responde instantaneamente às interações do usuário, sem a latência típica de recarregamentos de página, validando a premissa de que a arquitetura de software impacta diretamente a experiência de uso.

A principal contribuição deste estudo não reside apenas na tecnologia empregada, mas na criação de uma ponte eficaz entre os dados brutos e o usuário final. Ao aplicar os princípios da visualização de dados, a ferramenta permite que gestores e pesquisadores explorem padrões de produção e acessem conhecimento científico de forma contextualizada, algo que seria inviável por meio da análise manual de planilhas ou documentos de texto. A plataforma, em sua versão mais recente, encontra-se disponível no link: https://vis-agro.netlify.app/.

Como limitação, o trabalho concentrou-se na visualização de um conjunto de dados pré-processados e estáticos, dependendo de um pipeline de *backend* externo para a atualização das informações. Para trabalhos futuros, sugere-se a expansão da plataforma para incluir um número maior de municípios, a integração de novas ferramentas gráficas para a visualização de séries históricas e a investigação da migração da base de código para frameworks de *frontend* modernos, visando otimizar a manutenção e a escalabilidade da aplicação a longo prazo.

REFERÊNCIAS

AGAFONKIN, V. **Leaflet: an open-source JavaScript library for interactive maps.** Disponível em: https://leafletjs.com. Acesso em: 25 out. 2025.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

COSTA, I. M. S. **Avaliação da experiência de usuário em aplicações web Single Page Application no contexto de governança eletrônica**. 2024. 64 f. Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/items/5f99b132-0524-4c58-8494-8c1dd5acc0b3/full. Acesso em: 02 set. 2026.

CULTRI, J. N.; LUCAS, C. A. A importância dos cuidados com design responsivo e a usabilidade no desenvolvimento de aplicações web. **Revista EduFatec: educação, tecnologia e gestão,** v. 1, n. 2, jul./dez. 2018.

ECMA INTERNATIONAL. **ECMAScript® 2024 language specification**. 15. ed. Genebra: Ecma International, 2024. Disponível em: https://tc39.es/ecma262/. Acesso em: 03 out. 2025.
FIGUEIRA, D. S. **Arquitetura para análise e visualização de dados geoespaciais na Web**. 2019. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/30347150-ea88-4d9e-9182-9dcf4f7fbee1/full. Acesso em: 02 set. 2026.

GOOGLE**. Google Earth Pro**. Versão 7.3.6: Google, 2025. Disponível em: https://www.google.com/earth/versions/. Acesso em: 25 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 14 set. 2025.

MESSIAS, J. R. I. **Avaliação comparativa de desempenho envolvendo uma aplicação Single Page Application com desenvolvimento isomórfico e tradicional utilizando técnicas benchmark**. 2017. 88 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Marília, 2017. Disponível em: https://aberto.univem.edu.br/handle/11077/1643. Acesso em: 02 set. 2026.

NASCIMENTO, H. A. D.; FERREIRA, C. B. R. Uma introdução à visualização de informações. **Visualidades**, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 13–43, jul./dez. 2011. Disponível em: https://revistas.ufg.br/VISUAL/article/view/19844. Acesso em: 02 set. 2026.

SANTOS, J. C. M. B. **Client-side vs server-side rendering: impactos no desempenho e experiência do usuário em aplicações web**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Software) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: https://bib.pucminas.br/pergamumweb/download/F59A3A80-652B-4878-ADDE-56728D415EDB.pdf. Acesso em: 5 nov. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA; IEA; CDRS, [2007/2008–2016/2017]. Disponível em: https://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/. Acesso em: 24 ago. 2025.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

SCHNEIDER, A. H. **Desenvolvimento web com client-side rendering: combinando Single Page Application e serviços de backend**. 2016. 49 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/150910?locale-attribute=pt_BR. Acesso em: 02 set. 2026.

SILVA, F. C. C. **Visualização de dados: passado, presente e futuro**. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 205–223, nov. 2019. Disponível em: https://revista.ibict.br/liinc/article/view/4812. Acesso em: 02 set. 2026.

SOUTO, Raquel Dezidério; CINTRA, Danielle Pereira; OLIVEIRA, Luciana Borges de. Mapa dinâmico com OpenStreetMap e biblioteca Leaflet: um estudo de caso de mapeamento da COVID-19 no Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOFTWARE LIVRE E TECNOLOGIAS ABERTAS (LATINOWARE), 17., 2020, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBC, 2020. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/latinoware/article/view/18610. Acesso em: 10 nov. 2025.

TAILWIND LABS. **Tailwind CSS**. Versão 4.0. [S. l.]: Tailwind Labs, 2025. Disponível em: https://tailwindcss.com. Acesso em: 30 ago. 2025.

TEIXEIRA, L. G.; TRINDADE, J. Z.; POLINO, G. S. **Palavras são números? Exploração de palavras no contexto do agronegócio no interior de São Paulo**. No prelo, 2026.

VENDRUSCULO, L. G.; SILVA, J. dos S. V. da; ARAÚJO, L. B.; OLIVEIRA, S. R. de M.; COPATTI, A. **Uso da técnica de web mapping para disseminação de dados ambientais com enfoque no licenciamento ambiental**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/256072/uso-da-tecnica-de-web-mapping-para-disseminacao-de-dados-ambientais-com-enfoque-no-licenciamento-ambiental. Acesso em: 02 set. 2026.

WHATWG. **HTML: living standard**. [S. l.]: WHATWG, [2004]. Disponível em: https://whatwg.org. Acesso em: 14 set. 2025.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **CSS Standards**. W3C, 2025. Disponível em: https://www.w3.org/Style/CSS/specs.en.html. Acesso em: 02 out. 2025.