



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Diogo Vinícius Carneiro de Oliveira

**Análise do Impacto de Técnicas de Otimização de
Carregamento em Sites WordPress/*Elementor* na
Experiência do Usuário**

Recife

2025

Diogo Vinícius Carneiro de Oliveira

Análise do Impacto de Técnicas de Otimização de Carregamento em Sites WordPress/*Elementor* na Experiência do Usuário

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação

Orientadora: Taciana Pontual da Rocha Falcão

Recife

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

O48a Oliveira, Diogo Vinícius Carneiro de.
Análise do impacto de técnicas de otimização de carregamento em sites WordPress/Elementor na experiência do usuário / Diogo Vinícius Carneiro de Oliveira. – Recife, 2025.
34 f.; il.

Orientador(a): Taciana Pontual da Rocha Falcão.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciência da Computação, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Site WordPress. 2. Otimização de Velocidade de Site. 3. Experiência do Usuário. 4. Web Performance I. Falcão, Taciana Pontual da Rocha, orient. II. Título

CDD 004



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

<http://www.bcc.ufrpe.br>

FICHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Trabalho defendido por **Diogo Vinícius Carneiro de Oliveira** às 15h30 do dia 15/12/2025, em sala virtual no link meet.google.com/vgr-wqrp-ujn, como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, intitulado “Análise do Impacto de Técnicas de Otimização de Carregamento em Sites WordPress/Elementor na Experiência do Usuário”, orientado por Taciana Pontual da Rocha Falcão e aprovado pela seguinte banca examinadora:

Taciana Pontual da Rocha Falcão
DC/UFRPE

Danilo Ricardo Barbosa de Araújo
DC/UFRPE

RESUMO

Este trabalho investiga a eficácia de técnicas de otimização para aprimorar a velocidade de carregamento de sites WordPress, com foco na redução do tempo de abertura e no impacto na experiência do usuário. A metodologia empregou uma abordagem experimental, aplicando otimizações incrementais em um site WordPress pré-existente elaborado pelo autor. As intervenções incluíram a remoção de plugins desnecessários, a atualização de componentes, a conversão de imagens para o formato WebP, a otimização de arquivos JavaScript, CSS e HTML por meio de plugins de cache (*LiteSpeed Cache* e *WP Rocket*), a implementação de CDN (*Cloudflare*) e o pré-carregamento de recursos críticos. O desempenho foi avaliado utilizando métricas do *Google PageSpeed Insights* para ambientes desktop e mobile, complementado pela análise da percepção do usuário através de questionários. Os resultados demonstraram melhorias substanciais nas métricas técnicas de velocidade de carregamento, além de uma percepção positiva da velocidade de carregamento pelos usuários. Conclui-se que a aplicação estratégica dessas técnicas é fundamental para otimizar a experiência de navegação em plataformas WordPress, fornecendo diretrizes práticas para desenvolvedores.

Palavras-chave: Site WordPress. Otimização de Velocidade de Site. Experiência do Usuário. Web Performance.

ABSTRACT

This study investigates the effectiveness of optimization techniques to enhance the loading speed of WordPress websites, focusing on reducing load times and improving user experience. The methodology employed an experimental approach, applying incremental optimizations to a pre-existing WordPress site developed by the author. The interventions included removing unnecessary plugins, updating components, converting images to the WebP format, optimizing JavaScript, CSS, and HTML files through caching plugins (*LiteSpeed Cache* and *WP Rocket*), implementing a CDN (*Cloudflare*), and preloading critical resources. Performance was evaluated using *Google PageSpeed Insights* metrics for both desktop and mobile environments, complemented by user perception analysis through questionnaires. The results demonstrated substantial improvements in technical loading speed metrics, as well as a positive perception of load time among users. It is concluded that the strategic application of these techniques is essential for optimizing the browsing experience on WordPress platforms, providing practical guidelines for developers.

Keywords: WordPress website, Site Speed Optimization, User Experience, Web Performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Métricas do <i>Google PageSpeed Insights</i> - Cenário 1.....	16
Figura 2 - Métricas do <i>Google PageSpeed Insights</i> - Cenário 2.....	17
Figura 3 - Métricas do <i>Google PageSpeed Insights</i> - Cenário 3.....	18
Figura 4 - Métricas do <i>Google PageSpeed Insights</i> - Cenário 4.....	19
Figura 5 - Métricas do <i>Google PageSpeed Insights</i> - Cenário 5.....	20
Figura 6 - Métricas do <i>Google PageSpeed Insights</i> - Cenário 6.....	21
Figura 7 - Métricas do <i>Google PageSpeed Insights</i> - Cenário 7.....	22

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Escala de avaliação da percepção do usuário antes da otimização.....	23
Gráfico 2 - Escala de avaliação da percepção do usuário depois da otimização.....	23
Gráfico 3 - Escala de avaliação do usuário depois da otimização.....	24
Gráfico 4 - Escala de frustração do usuário antes da otimização.....	24
Gráfico 5 - Escala de satisfação do usuário depois da otimização.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDN Content Delivery Network (Rede de Distribuição de Conteúdo)

CLS Cumulative Layout Shift

CMS Content Management System (Sistema de Gerenciamento de Conteúdo)

CSS Cascading Style Sheets

FCP First Contentful Paint

HTML HyperText Markup Language JS JavaScript

LCP Largest Contentful Paint

LSWS LiteSpeed Web Server

SEO Search Engine Optimization (Otimização para Mecanismos de Busca)

TBT Total Blocking Time

TTI Time to Interactive

UX User Experience (Experiência do Usuário)

WebP Web Picture Format (Formato de Imagem Web)

WP WordPress

Sumário

1. Introdução.....	8
2. Fundamentação Teórica.....	10
3. Trabalhos Correlatos.....	11
4. Metodologia.....	12
4.1 Revisão Bibliográfica.....	13
4.2 Definição do Procedimento e Ferramentas.....	13
4.3 Implementação e Testes.....	14
4.4 Aplicação de Questionários com Usuários.....	14
5. Resultados.....	15
5.1 Cenários.....	15
5.1.1. Cenário 1: Sem Otimização.....	15
5.1.2. Cenário 2: Remoção de Plugins Desnecessários e Atualização dos Plugins Ativos.....	16
5.1.3. Cenário 3: Ativação do Plugin <i>WebP Express</i>	17
5.1.4. Cenário 4: Otimização de Arquivos JS, CSS, HTML, Cache com o plugin <i>LiteSpeed Cache</i>	18
5.1.5. Cenário 5: Otimização de Arquivos JS, CSS, HTML com o plugin <i>WP Rocket</i> ... 19	
5.1.6 Cenário 6: Implementação CDN Cloudflare.....	20
5.1.7. Cenário 7: Pré-carregamento da imagem de fundo, fontes.....	21
5.2 Avaliação do Site por Usuários.....	22
6. Análise e Discussão dos Resultados.....	25
6.1 Comparativo dos Plugins de Cache (<i>LiteSpeed Cache</i> vs. <i>WP Rocket</i>).....	25
6.2 Cenário 6: Pré-carregamento da imagem de fundo e fontes.....	25
6.3 Análise dos Resultados do Questionário de Percepção.....	26
7. Conclusão.....	27
8. Referências.....	28
Apêndice A: Questionário de Percepção do Usuário.....	31

1. Introdução

Nos dias de hoje, a velocidade de carregamento de um site vai muito além de uma questão técnica; ela é um fator essencial que impacta diretamente a experiência do usuário, a taxa de retenção e até mesmo o sucesso de negócios online [1]. Pesquisas mostram que 53% dos usuários de dispositivos móveis abandonam sites que demoram mais de três segundos para carregar [2]. A lentidão do funcionamento do site, por outro lado, tem o efeito contrário: um atraso de apenas 1 segundo na resposta de uma página pode reduzir as conversões em 7% [3]. Afinal, os usuários se importam mais com a velocidade do que com os elementos visuais e recursos adicionais providos pelas páginas [3].

O WordPress, uma das plataformas mais populares para criação de sites, é utilizado em cerca de 43,7% de todos os sites na internet [4]. Sua flexibilidade e facilidade de uso o tornaram a escolha preferida para blogs, sites corporativos e lojas virtuais [5]. Nos últimos anos, surgiram diversas ferramentas e plugins que permitem criar sites do zero na plataforma de forma mais prática e rápida [20]. Contudo, a utilização de plugins e temas pesados, somada a práticas inadequadas de desenvolvimento, pode prejudicar seriamente a performance desses sites [21]. Um dos plugins mais usados é o *Elementor Page Builder*, que é utilizado em 26,5% dos sites que rodam no WordPress [4].

O desempenho e a velocidade de carregamento de um site dependem principalmente de ter CSS (do inglês *Cascading Style Sheets*, linguagem usada para estilização de páginas web), JavaScript (linguagem de programação para interatividade e funcionalidades avançadas), imagens e HTML (do inglês *HyperText Markup Language*, estrutura básica de uma página) otimizados; bem como da remoção de scripts de bloqueio de renderização do site, uso do cache, redução do número de solicitações ao servidor, e um servidor com tempo rápido de resposta [6]. Além disso, a integração com um *Content Delivery Network* (CDNs), como o *Cloudflare*, por exemplo, melhora significativamente o desempenho do site em comparação com configurações de hospedagem tradicionais e oferece experiências web mais rápidas, seguras e acessíveis aos usuários [7]. Uma CDN é uma rede de servidores distribuídos geograficamente que armazena cópias do conteúdo do site em diferentes localizações [7]. Isso permite que o conteúdo seja entregue ao usuário a partir do servidor mais próximo da sua localização, reduzindo o tempo de resposta e o carregamento do site [7].

Ademais, é importante destacar que o tipo de hospedagem e a configuração do servidor escolhidos têm um impacto considerável no desempenho de um site [8]. Uma solução que pode ser adotada para otimizar a velocidade e a eficiência é o *LiteSpeed Web Server* (LSWS) [8]. Desenvolvido pela empresa *LiteSpeed Technologies*, o LSWS atua como uma alternativa ao servidor Apache, utilizando um formato de configuração distinto para oferecer maior desempenho e eficiência [8].

Ao adotar o *LiteSpeed*, os sites podem oferecer uma experiência de usuário mais aprimorada, com tempos de resposta reduzidos e um desempenho superior, resultando em maior satisfação dos visitantes [8]. Uma das principais vantagens do plugin *LiteSpeed Cache* é sua integração direta com o *LiteSpeed Web Server* [9]. Diferentemente de outros plugins de cache (que armazenam temporariamente os dados de um site como imagens, scripts e páginas para que possam ser carregados mais rapidamente quando o usuário acessa o site novamente) disponíveis para WordPress, o *LiteSpeed Cache* apresenta funcionalidades mais abrangentes graças a essa conexão nativa [9]. Além disso, o *LiteSpeed Cache* é capaz de utilizar diversos cookies para gerar versões específicas de conteúdo em cache, adaptadas a fatores como o tipo de dispositivo do usuário, seja ele móvel ou desktop [9]. O cache funciona armazenando cópias de dados frequentemente acessados em um local de armazenamento de alta velocidade, permitindo que esses dados sejam recuperados mais rapidamente em acessos subsequentes [11].

Diante disso, o objetivo deste trabalho é investigar e implementar técnicas eficazes de otimização para melhorar o desempenho de sites WordPress, reduzindo o tempo de carregamento. A pesquisa busca responder à seguinte questão: **Como as técnicas de otimização de desempenho podem melhorar a velocidade de carregamento e a experiência do usuário em sites criados com WordPress?**

Para isso, foi realizado um experimento que consiste em melhorar um site existente, comparando suas métricas de desempenho antes e depois da aplicação das técnicas de otimização. No experimento, foram reunidas e organizadas as diversas técnicas apresentadas em estudos anteriores, criando uma integração entre as abordagens mais relevantes. Percebe-se que os trabalhos existentes abordam as técnicas de forma fragmentada: alguns aplicam uma técnica específica, outros combinam algumas abordagens, mas nenhum cobre um conjunto otimizado de técnicas. Além de consolidar essas soluções já validadas, o estudo também apresenta duas novas técnicas: o pré-carregamento de imagens e fontes tipográficas. Um ponto importante é que a comparação entre plugins de cache como *LiteSpeed Cache* e *WP Rocket*, que não foi abordada por outros estudos, foi realizada para avaliar e identificar quais oferecem o melhor desempenho, trazendo uma análise útil para o cenário atual. Um diferencial significativo deste estudo é a realização de análises de desempenho abrangentes para os ambientes mobile e desktop, o que contrasta com muitos trabalhos existentes que se focam predominantemente em apenas um desses contextos.

Este experimento é de grande importância em um cenário onde a demanda por sites mais rápidos e eficientes cresce continuamente [12]. A velocidade de carregamento e a eficiência de um site são fatores cruciais que impactam diretamente a experiência do usuário, a visibilidade nos motores de busca e, conseqüentemente, os resultados financeiros de empresas e desenvolvedores de sites WordPress [12]. Além disso, o foco no uso do *Elementor*, um dos construtores

de páginas mais populares do WordPress [4], confere ao experimento um diferencial importante, permitindo uma análise mais específica e aplicada ao contexto dos desenvolvedores que utilizam essa ferramenta.

Este documento está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a Fundamentação Teórica, detalhando os conceitos de WordPress, métricas de desempenho e otimização. A Seção 3 discute os Trabalhos Correlatos, situando a pesquisa no estado da arte atual. A Seção 4 descreve a Metodologia utilizada, incluindo ferramentas e procedimentos experimentais. A Seção 5 expõe os Resultados obtidos nos cenários de teste. A Seção 6 traz a Análise e Discussão dos dados técnicos e da percepção do usuário. Por fim, a Seção 7 apresenta a Conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

O WordPress é a plataforma de gerenciamento de conteúdo (CMS) mais utilizada globalmente, impulsionando aproximadamente 43,7% de todos os sites na internet [4]. Sua popularidade advém da flexibilidade, facilidade de uso e de sua vasta comunidade de desenvolvedores [5]. Essa flexibilidade é ampliada pela vasta gama de plugins e temas disponíveis, permitindo a criação de sites complexos e funcionais sem a necessidade de conhecimento aprofundado em programação [20]. Contudo, a facilidade de adicionar funcionalidades através de plugins e a escolha de temas com muitos recursos podem, paradoxalmente, levar a problemas de desempenho, com impacto direto no tempo de carregamento [21]. Um dos plugins mais usados é o *Elementor Page Builder*, que é utilizado em 26,5% dos sites que rodam no WordPress [4]. Ele oferece uma interface de arrastar e soltar que simplifica o design web, mas, como qualquer ferramenta robusta, pode gerar código extra que, se não otimizado, contribui para o carregamento lento da página [9].

A avaliação da velocidade de carregamento e desempenho de um site não se baseia apenas no tempo total de carregamento, mas em um conjunto de métricas que refletem a experiência real do usuário durante a abertura da página [12]. As principais métricas de desempenho, frequentemente avaliadas por ferramentas como o *Google PageSpeed Insights*, e que são diretamente relacionadas ao carregamento, incluem: **First Contentful Paint (FCP)** (mede o tempo para renderizar o primeiro conteúdo); **Largest Contentful Paint (LCP)** (mede o tempo para o maior elemento visível carregar); **Cumulative Layout Shift (CLS)** (mede a estabilidade visual da página); **Speed Index** (mostra a rapidez visual do conteúdo); **Time to Interactive (TTI)** (tempo até que a página esteja interativa); **Total Blocking Time (TBT)** (soma dos tempos de bloqueio da thread principal); e o **Performance Score (Pontuação de Desempenho)** (um valor agregado de 0 a 100) [19].

A otimização da velocidade de carregamento de um site envolve uma série de técnicas que visam reduzir o tamanho dos recursos, o número de requisições e o tempo de processamento no navegador e no servidor [6, 17, 19].

Otimização de Recursos Estáticos: Imagens representam uma parcela significativa do peso de uma página. As técnicas incluem: Compressão, Redimensionamento, o uso de Formatos Modernos como WebP, e Carregamento Ocioso (*Lazy Loading*), que carrega imagens apenas quando visíveis [6]. Para CSS, JavaScript e HTML, a otimização envolve: Minificação (remover espaços em branco e comentários); Concatenação (combinar arquivos para reduzir requisições HTTP); Remoção de Scripts de Bloqueio de Renderização (garantir carregamento assíncrono ou diferido para scripts não essenciais) [17]; e *Font-SWAP* (uso de fonte substituta enquanto a personalizada carrega). Técnicas de Pré-carregamento (Preload/Prefetch) permitem que o navegador baixe recursos importantes antes de serem descobertos no HTML [17].

Otimização de Servidor e Entrega: O tipo de hospedagem e a configuração do servidor impactam o desempenho [8]. O *LiteSpeed Web Server (LSWS)* é uma alternativa ao servidor Apache que oferece maior desempenho e eficiência [8]. O Uso de Cache armazena temporariamente dados do site para recuperação mais rápida em acessos subsequentes [10, 11]. *Content Delivery Networks (CDNs)*, como o *Cloudflare*, distribuem cópias do conteúdo do site em servidores geograficamente próximos ao usuário, reduzindo o tempo de resposta e o carregamento [7].

Plugins de Otimização: Ferramentas específicas facilitam a aplicação dessas técnicas no WordPress. O *LiteSpeed Cache* se destaca por sua integração nativa com o *LiteSpeed Web Server*, oferecendo funcionalidades abrangentes, como cache específico para diferentes dispositivos [9]. O *WP Rocket* é conhecido pela facilidade de uso e funcionalidades como cache de página e otimização de arquivos. O *WebP Express* automatiza a conversão e entrega de imagens no formato WebP, impactando diretamente o tempo de carregamento dos elementos visuais.

3. Trabalhos Correlatos

A crescente importância da experiência do usuário (UX) e do ranqueamento em mecanismos de busca (SEO) tornou a velocidade de carregamento de sites um tema central na pesquisa em desenvolvimento web. Especificamente no ecossistema WordPress, a plataforma mais popular do mundo, há uma constante busca por soluções que otimizem o desempenho, especialmente em ambientes onde *page builders* robustos como o *Elementor*, que podem introduzir complexidade e código extra, são utilizados. Dessa forma, diversos trabalhos investigaram a eficácia de diferentes ferramentas e técnicas de otimização. O presente trabalho se insere nesse contexto, buscando não apenas replicar boas práticas, mas também explorar a aplicação e a comparação de técnicas mais avançadas em um cenário específico de desenvolvimento.

O trabalho de Ávila et al. (2022) investigou ferramentas para otimização de um site corporativo, destacando a importância da rapidez e da usabilidade [13]. Os autores utilizaram plugins como *Smush Image Optimization* para otimização de imagens e *Pagespeed Ninja* para cache, mas não abordaram a estratégia de pré-carregamento de imagens ou fontes [13]. O presente experimento complementa essa lacuna ao aplicar estas técnicas em conjunto com a avaliação do *WebP Express* para otimização de imagens e plugins específicos de cache (como *LiteSpeed Cache* e *WP Rocket*), oferecendo uma abordagem mais abrangente para a otimização da velocidade de carregamento [13].

Furtado (2022) também contribuiu para a discussão ao enfatizar a relevância do desempenho para reduzir taxas de rejeição e melhorar conversões em sites WordPress [14]. Ele utilizou ferramentas como o *WP Rocket* (plugin de cache). O presente estudo se diferencia ao aplicar essas técnicas em um ambiente focado no construtor de páginas *Elementor*, alinhando-se às necessidades práticas dos desenvolvedores que utilizam essa ferramenta, além de explorar uma comparação entre os resultados da aplicação de técnicas de cache e otimização dos plugins *LiteSpeed Cache* e *WP Rocket*, com foco na velocidade de carregamento [14].

No trabalho de Räsänen (2020), foi realizada uma análise de como acelerar sites WordPress, com foco em melhorar a experiência do usuário [15]. O autor destacou o impacto da velocidade de carregamento na taxa de conversão e na classificação em mecanismos de busca, utilizando ferramentas como o *EWWW Image Optimizer* para otimização de imagens e o *WP Rocket* para cache e otimização de arquivos JS e CSS [15]. No entanto, não incluiu a utilização do *Elementor* ou a comparação entre as métricas de otimização com plugins de cache (*LiteSpeed Cache* e *WP Rocket*) que este experimento propõe, visando especificamente a velocidade de carregamento [15].

O experimento apresentado neste trabalho visa integrar as melhores práticas identificadas em trabalhos anteriores, ao mesmo tempo em que propõe novas técnicas como o pré-carregamento de imagens e fontes tipográficas. Essas práticas têm o potencial de reduzir as requisições externas e acelerar o tempo de carregamento percebido do site [17].

4. Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental, de abordagem quantitativa e qualitativa. A natureza experimental reside na manipulação de variáveis (aplicação de técnicas de otimização) em um ambiente controlado para observar seu impacto no desempenho do site e na percepção do usuário. A abordagem quantitativa se manifesta na coleta e análise de métricas numéricas de desempenho, enquanto a abordagem qualitativa é utilizada para compreender a percepção subjetiva dos usuários através de questionários. O processo de pesquisa foi estruturado em cinco etapas principais, apresentadas a seguir:

4.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi conduzida por meio de um levantamento sistemático na base de dados acadêmica *Google Scholar*. Para garantir a atualidade e a relevância técnica dos dados frente às constantes atualizações das plataformas, estabeleceu-se um recorte temporal para publicações realizadas a partir do ano de 2020. Os termos de busca e combinações de palavras-chave utilizados incluíram:

- *WordPress + Optimization*;
- *Elementor + Performance*;
- *WordPress + Performance*;
- *WordPress + PageSpeed*.

Este processo permitiu fazer o levantamento de artigos sobre otimização de desempenho em sites WordPress. Durante esta fase, foram analisadas as técnicas de otimização já implementadas em pesquisas anteriores, além de identificar as principais técnicas e ferramentas utilizadas para otimização de sites.

4.2 Definição do Procedimento e Ferramentas

Nesta etapa, foi feita a escolha das métricas para avaliar a performance dos sites, bem como a seleção dos plugins e estratégias de otimização a serem testadas, com base na etapa de revisão bibliográfica. Também foi definida a estrutura dos cenários de teste, com o objetivo de fazer uma análise comparativa entre as abordagens de otimização.

- **Métricas de Desempenho:** Para avaliar a velocidade de carregamento e a experiência do usuário, foram selecionadas as seguintes métricas, consideradas essenciais pelo *Google PageSpeed Insights*: *First Contentful Paint* (FCP), *Largest Contentful Paint* (LCP), *Cumulative Layout Shift* (CLS), *Speed Index*, *Total Blocking Time* (TBT), e a Pontuação de Desempenho (*Performance Score*). Adicionalmente, o score de acessibilidade foi incluído para uma análise mais completa da qualidade do site [19].
- **Ferramentas de Avaliação:** A ferramenta utilizada para coletar as métricas de desempenho foi o *Google PageSpeed Insights* [19].
- **Site de Teste:** O site utilizado para a aplicação das otimizações é um site WordPress previamente desenvolvido pelo próprio autor (anteriormente à concepção do projeto de otimização), escolhido por representar um cenário real de um site construído sem as melhores práticas de desempenho em mente, tornando-o ideal para demonstrar o impacto das otimizações na velocidade de carregamento. O site utiliza o tema *Hello Elementor* e incorpora o *Elementor Page Builder*.

- **Plugins e Estratégias de Otimização:** Com base na revisão, os seguintes plugins e estratégias foram selecionados para aplicação e comparação, focando em seu impacto na velocidade de carregamento:
 - Remoção de plugins e temas desnecessários e atualização dos componentes.
 - *WebP Express*: Para otimização e entrega de imagens no formato WebP.
 - *LiteSpeed Cache*: Plugin de cache com integração nativa com o *LiteSpeed Web Server*.
 - *WP Rocket*: Plugin de cache e otimização de arquivos (JS, CSS, HTML).
 - *Cloudflare* CDN: Para otimização da entrega de conteúdo e redução de latência [7].
 - *Font-SWAP*: Implementação da propriedade CSS *font-display: swap* para otimização do carregamento de fontes.

4.3 Implementação e Testes

Nesta etapa, as técnicas de otimização selecionadas foram aplicadas ao site escolhido. O site utilizado neste estudo foi desenvolvido em WordPress, utilizando o construtor visual Elementor e o tema Hello Elementor, conhecido por ser leve e otimizado para esse page builder.

O site estava hospedado em um plano de hospedagem compartilhada da Hostinger, ambiente no qual vários sites utilizam os mesmos recursos de servidor. Nesse tipo de hospedagem, os recursos geralmente incluem CPU compartilhada, cerca de 1–2 GB de RAM disponível por instância de site e armazenamento em SSD, o que representa um cenário realista de uso comum entre desenvolvedores e empresas que utilizam WordPress.

O objetivo foi refatorar esse site, implementando as melhorias e comparando diferentes abordagens de otimização. O impacto das mudanças foi avaliado por meio das ferramentas definidas na etapa 3.2, permitindo a medição do desempenho antes e depois da otimização. Os cenários de teste são incrementais, permitindo a análise do impacto de cada conjunto de otimizações.

4.4 Aplicação de Questionários com Usuários

Foram aplicados questionários a representantes do público-alvo para coletar a percepção de satisfação geral e de velocidade de carregamento do site. O questionário foi estruturado com perguntas de escala Likert, com o objetivo de obter

uma avaliação quantificável da experiência do usuário antes e depois das otimizações.

Para otimizar o tempo, o questionário foi conciso e distribuído através da plataforma online Google Forms para um grupo de 30 participantes em um perfil misto de desenvolvedores e usuários finais familiarizados com o ecossistema WordPress e *Elementor*.

O recrutamento foi realizado por meio da divulgação da pesquisa em grupos e comunidades online específicas que se reúnem para discutir sobre desenvolvimentos de sites WordPress com *Elementor* (grupos de redes sociais e canais do Discord). Essa estratégia garantiu uma amostragem que possui relevância com o tema do estudo, permitindo a análise da percepção geral sem demandar uma pesquisa de larga escala.

Metodologia de Aplicação dos Testes (Questionários):

Os questionários foram aplicados em dois momentos distintos para cada participante:

1. **Pré-Otimização:** A primeira rodada de questionários foi aplicada após os participantes navegarem pela versão original (não otimizada) do site. O objetivo era estabelecer uma linha de base para a satisfação e velocidade percebida antes de qualquer intervenção.
2. **Pós-Otimização:** A segunda rodada de questionários foi aplicada após a navegação na versão final (altamente otimizada) do site. A percepção do usuário foi então medida novamente, permitindo a comparação direta do impacto das otimizações.

Essa abordagem de aplicação permitiu obter uma avaliação quantificável da diferença na experiência do usuário antes e depois das otimizações realizadas. O modelo completo com as perguntas utilizadas nesta pesquisa encontra-se disponível no Apêndice A.

5. Resultados

Esta seção apresenta os resultados das medições de desempenho do site WordPress/*Elementor*, obtidas através do *Google PageSpeed Insights*, em sete cenários progressivos de otimização. O objetivo é quantificar o impacto de cada intervenção (remoção de plugins, otimização de imagens, uso de cache e CDN, e técnicas de pré-carregamento) nas principais métricas de carregamento, como *Performance Score*, LCP e FCP, tanto para dispositivos móveis quanto para desktop. A análise se inicia com o cenário base (não otimizado) e culmina no cenário com otimização máxima.

5.1 Cenários

Os resultados são apresentados de forma incremental, iniciando-se pelo Cenário 1 (baseline) e progredindo a cada nova técnica de otimização implementada, o que permite uma análise clara da contribuição de cada intervenção no desempenho final do carregamento.

5.1.1. Cenário 1: Sem Otimização

A avaliação inicial do site WordPress, antes da aplicação de quaisquer técnicas de otimização, estabeleceu o ponto de partida para as comparações. As métricas coletadas através do *Google PageSpeed Insights* demonstraram o desempenho típico de um site sem preocupações específicas com a performance, refletindo a necessidade das otimizações propostas para o carregamento. A Figura 1 ilustra essas métricas iniciais.



Figura 1 - Métricas do *Google PageSpeed Insights* - Cenário 1

O site apresentou um baixo desempenho em dispositivos móveis (*Performance Score* de 60), com um LCP elevado de 13,7s e FCP de 4,5s, indicando que o tempo para o primeiro conteúdo e para o maior conteúdo visível eram insatisfatórios, impactando negativamente a experiência do usuário no carregamento. O *Speed Index* de 6,8s também reflete uma exibição lenta do conteúdo. Este cenário ressalta a importância da otimização para ambos os ambientes, mobile e desktop, para garantir uma experiência de usuário consistente e eficaz.

No desktop (*Performance Score* de 80), embora o desempenho fosse significativamente melhor que no mobile, com LCP de 2,6s e FCP de 0,9s, ainda se observavam oportunidades de otimização para atingir uma experiência de usuário ideal no carregamento. O CLS de 0,017 demonstra uma estabilidade visual razoável desde o início do carregamento.

5.1.2. Cenário 2: Remoção de Plugins Desnecessários e Atualização dos Plugins Ativos

A primeira intervenção consistiu na identificação e remoção de plugins que não eram essenciais para o funcionamento do site, bem como na atualização de todos os componentes (WordPress, temas e plugins) para suas versões mais recentes. Esta ação visou reduzir a carga de scripts e estilos desnecessários e garantir a compatibilidade, impactando positivamente o carregamento. As métricas para este cenário estão apresentadas na Figura 2.



Figura 2 - Métricas do *Google PageSpeed Insights* - Cenário 2

A remoção de plugins desnecessários e a atualização resultaram em uma melhora notável no *Performance Score* (para 73) e no *Speed Index* (para 4,1s) do mobile. O FCP reduziu para 1,7s e o LCP para 7,7s, representando uma diminuição significativa em relação ao cenário base. A eliminação de TBT (0ms) é um indicativo de que scripts bloqueadores foram removidos ou otimizados, tornando o site mais responsivo desde o carregamento. O CLS também apresentou melhora para 0,012, indicando maior estabilidade visual.

No desktop, a pontuação de desempenho subiu para 87. O FCP teve uma redução para 0,4s e o LCP para 1,5s, aproximando-se de um carregamento quase instantâneo. Embora o TBT tenha subido para 160ms, o *Speed Index* melhorou para 2,2s, indicando que, no geral, o carregamento ficou mais eficiente e perceptível. O CLS de 0,013 manteve a estabilidade visual.

No ambiente mobile, o Performance Score subiu de 60 para 73, representando um **ganho de 21,66%** em relação ao cenário base. No desktop, a pontuação subiu de 80 para 87, o que equivale a um **ganho de 8,75%**.

5.1.3. Cenário 3: Ativação do Plugin *WebP Express*

Neste cenário, o plugin *WebP Express* foi implementado para otimizar as imagens do site, convertendo-as para o formato WebP e servindo as versões otimizadas para navegadores compatíveis. A otimização de imagens é um dos fatores de maior impacto na velocidade de carregamento, especialmente em sites com grande volume de elementos visuais. Os resultados desta otimização podem ser vistos na Figura 3.

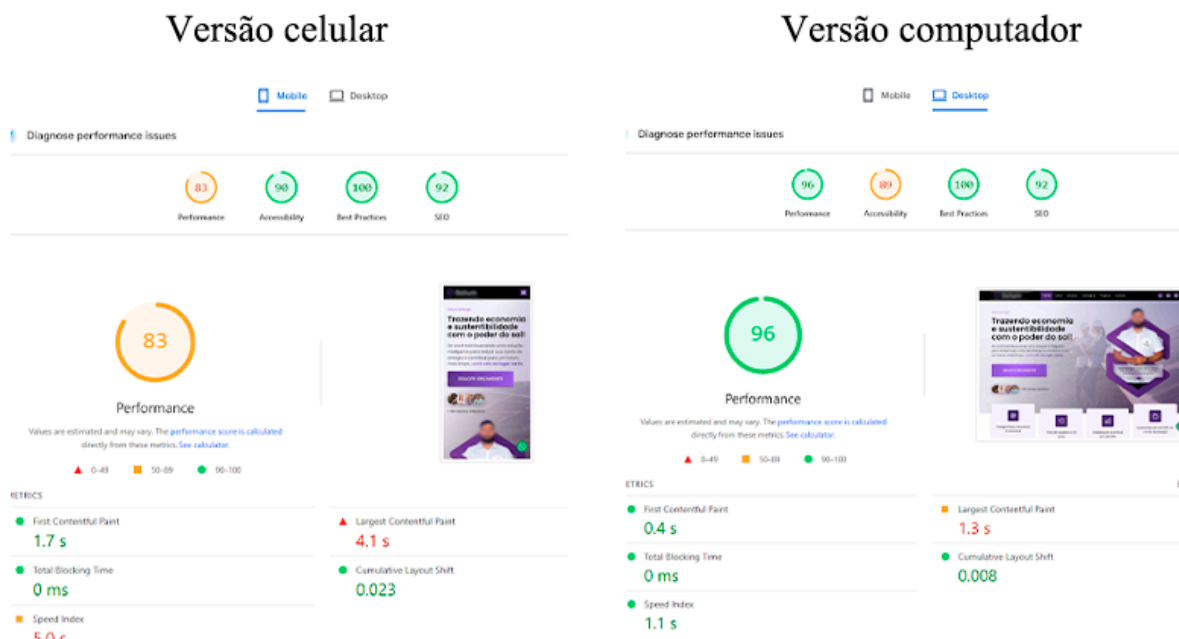


Figura 3 - Métricas do *Google PageSpeed Insights* - Cenário 3

A conversão das imagens para WebP, por meio do plugin *WebP Express*, gerou uma redução significativa no tamanho dos recursos visuais do site. Isso se refletiu em uma melhoria notável no *Performance Score* (para 83) e no LCP (para 4,1s), apesar de um pequeno aumento no *Speed Index* para 5s. A manutenção do TBT em 0ms é positiva. O CLS subiu para 0,023, o que pode ser uma pequena

flutuação, mas ainda dentro de níveis aceitáveis, validando a eficácia da otimização de imagens no carregamento.

No desktop, a ativação do *WebP Express* elevou o *Performance Score* para 96, com uma redução notável no *Speed Index* para 1,1s e no LCP para 1,3s. O TBT zerou, indicando um carregamento mais fluido. No entanto, houve um aumento no CLS para 0,08, que deve ser observado como um ponto para futuras investigações, embora a percepção geral de velocidade seja muito positiva.

No mobile, a pontuação de desempenho passou de 73 para 83, configurando um **ganho incremental de 13,70%** sobre o Cenário 2. No desktop, o impacto foi ainda mais visível na pontuação bruta, subindo de 87 para 96, um **ganho de 10,34%**

5.1.4. Cenário 4: Otimização de Arquivos JS, CSS, HTML, Cache com o plugin *LiteSpeed Cache*

Nesta etapa, o plugin *LiteSpeed Cache* foi ativado e configurado para otimização abrangente de cache e arquivos. A propriedade *font-display: swap* também foi aplicada para aprimorar o carregamento de fontes, permitindo que o texto seja exibido mais rapidamente. O foco é aprimorar o carregamento e a renderização perceptível. A Figura 4 mostra as métricas obtidas com o *LiteSpeed Cache*.

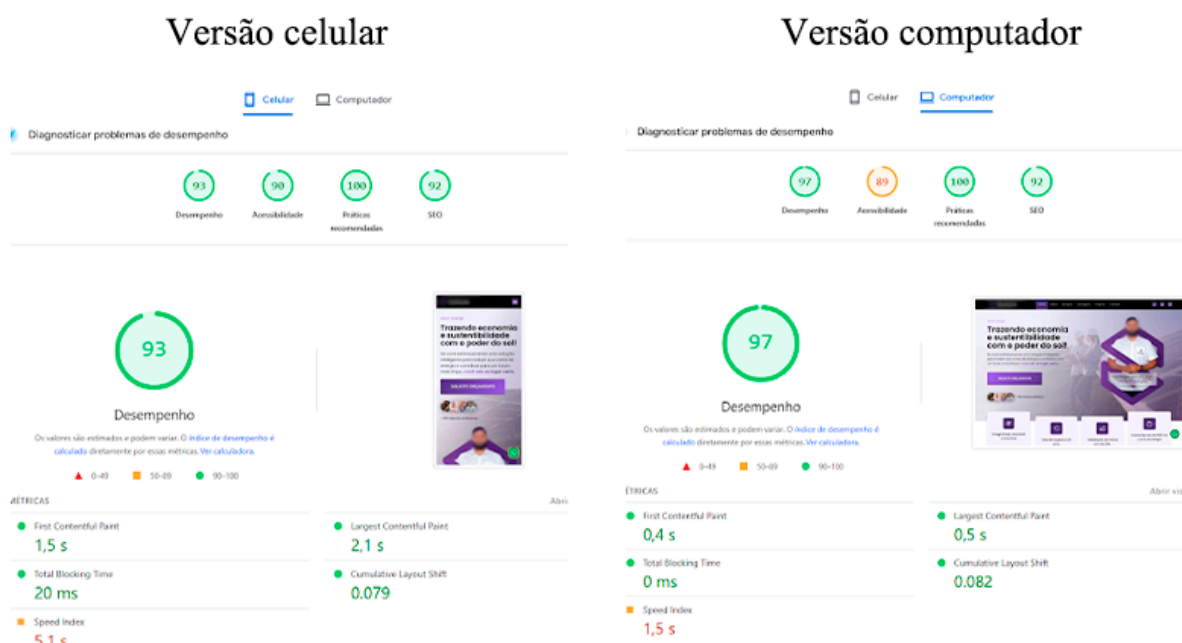


Figura 4 - Métricas do *Google PageSpeed Insights* - Cenário 4

A implementação do *LiteSpeed Cache*, em conjunto com o *Font-SWAP*, demonstrou um impacto substancial no desempenho do site. O *Performance Score* no mobile atingiu 93. Observou-se uma redução significativa no FCP (para 1,5s) e no LCP (para 2,1s), indicando que a otimização de cache e a minificação de recursos, somadas ao carregamento otimizado de fontes, proporcionaram uma experiência de carregamento mais fluida e responsiva para o usuário. O TBT aumentou para 20ms e o CLS para 0,079, e o *Speed Index* para 5,1s, necessitando de atenção para manter a estabilidade visual durante o carregamento.

No desktop, o *LiteSpeed Cache* elevou o *Performance Score* para 97, com um FCP de 0,4s e LCP de 0,5s, que é um resultado excelente para a velocidade de carregamento. O TBT permaneceu em 0ms. No entanto, o *Speed Index* aumentou para 1,5s e o CLS para 0,082, indicando que, apesar do carregamento rápido, a estabilidade visual pode ter sido um pouco comprometida durante o carregamento em comparação com o cenário anterior, o que demanda observação.

Elevou o desempenho mobile de 83 para 93 pontos, um **ganho de 12,05%** em comparação ao uso isolado de WebP (Cenário 3). No desktop, a pontuação atingiu 97, representando um **ganho de 1,04%**

5.1.5. Cenário 5: Otimização de Arquivos JS, CSS, HTML com o plugin *WP Rocket*

Para fins de comparação e validação, o *LiteSpeed Cache* foi desativado e o plugin *WP Rocket* foi ativado e configurado com suas funcionalidades de cache de página, otimização de arquivos (minificação/cominação de JS e CSS) e carregamento ocioso, mantendo a implementação do *Font-SWAP*. Esta etapa também visa otimizar o carregamento. As métricas comparativas com o *WP Rocket* são apresentadas na Figura 5.

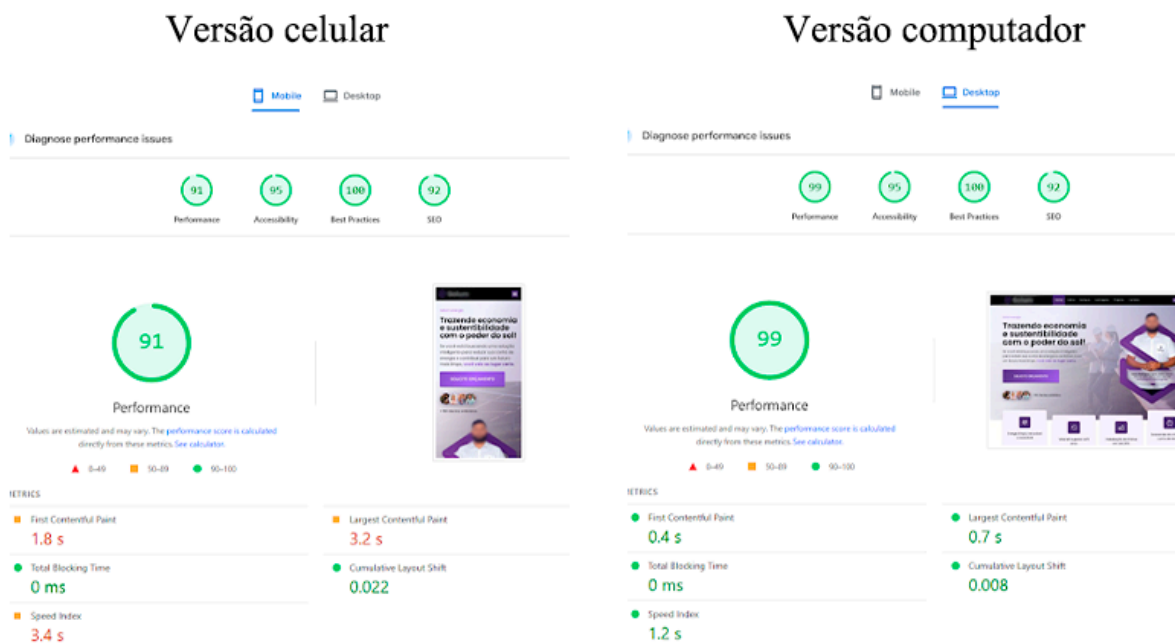


Figura 5 - Métricas do *Google PageSpeed Insights* - Cenário 5

Similarmente ao Cenário 3, a utilização do *WP Rocket*, juntamente com o *Font-SWAP*, também proporcionou melhorias significativas nas métricas de desempenho no mobile, atingindo 91 de *Performance Score*. O FCP (1,8s) e o LCP (3,2s) demonstraram ganhos consideráveis em relação ao Cenário Base. O TBT permaneceu em 0ms e o *Speed Index* melhorou para 3,4s. O CLS de 0,022 é particularmente bom, indicando uma alta estabilidade visual no carregamento.

No desktop, o *WP Rocket* se destacou, alcançando um *Performance Score* de 99. As métricas de FCP (0,4s), *Speed Index* (1,2s) e LCP (0,7s) indicam um carregamento quase instantâneo. O CLS de 0,008 é excelente, demonstrando uma estabilidade visual superior durante o carregamento da página. O TBT permaneceu em 0ms.

A pontuação mobile foi de 83 para 91, um **ganho de 9,64%**. Embora o ganho percentual no mobile tenha sido ligeiramente inferior ao do LiteSpeed, no desktop a pontuação subiu de 96 para 99, um **ganho de 3,12%**. O diferencial deste cenário foi a estabilidade visual (CLS de 0,008), considerada excelente para a experiência do usuário.

5.1.6 Cenário 6: Implementação CDN *Cloudflare*

Com base nos resultados dos cenários anteriores, o *WP Rocket* foi selecionado como o plugin de cache base para esta etapa, devido ao seu desempenho geral robusto, especialmente no desktop, e seu CLS mais baixo. A integração com o *Cloudflare*, uma *Content Delivery Network* (CDN), foi

implementada para otimizar ainda mais a entrega de conteúdo e reduzir a latência, impactando diretamente a velocidade de carregamento. A Figura 6 exibe o impacto da integração da CDN.

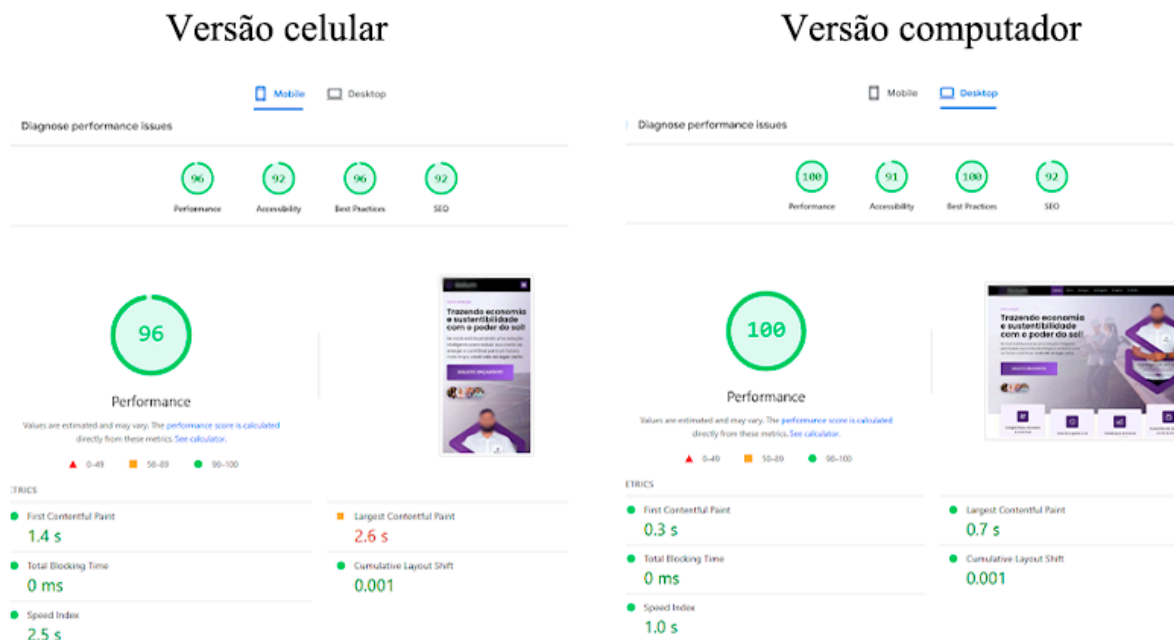


Figura 6 - Métricas do *Google PageSpeed Insights* - Cenário 6

A implementação da CDN *Cloudflare*, em conjunto com o *WP Rocket*, elevou o *Performance Score* do mobile para 96, indicando um desempenho excepcional no carregamento. O FCP (1,4s) e LCP (2,6s) apresentaram melhorias significativas, com o *Speed Index* caindo para 2,5s. O CLS atingiu 0,001, um valor praticamente nulo, demonstrando estabilidade visual quase perfeita no carregamento.

No desktop, o site alcançou a pontuação máxima de 100 em Desempenho, com FCP de 0,3s, *Speed Index* de 1,0s e LCP de 0,7s, indicando um carregamento praticamente instantâneo e impecável. O CLS de 0,001 reforça a estabilidade visual absoluta. Isso valida a CDN como um componente crítico para o desempenho em ambientes de alta velocidade, especialmente no carregamento.

Elevou o desempenho mobile de 91 para 96, um **ganho de 5,49%**. No desktop, o site alcançou a pontuação máxima de 100, um **ganho de 1,01%**. A CDN foi o componente crítico para zerar latências remanescentes e estabilizar as métricas de Core Web Vitals.

5.1.7. Cenário 7: Pré-carregamento da imagem de fundo, fontes

Nesta etapa final, foram implementadas técnicas de pré-carregamento para recursos críticos como a imagem de fundo principal e as fontes tipográficas,

utilizando o *WP Rocket* como plugin de base. O objetivo foi garantir que esses elementos essenciais para a renderização visual do site estivessem disponíveis o mais rápido possível, otimizando o carregamento percebido. Os resultados finais deste último cenário estão representados na Figura 7.

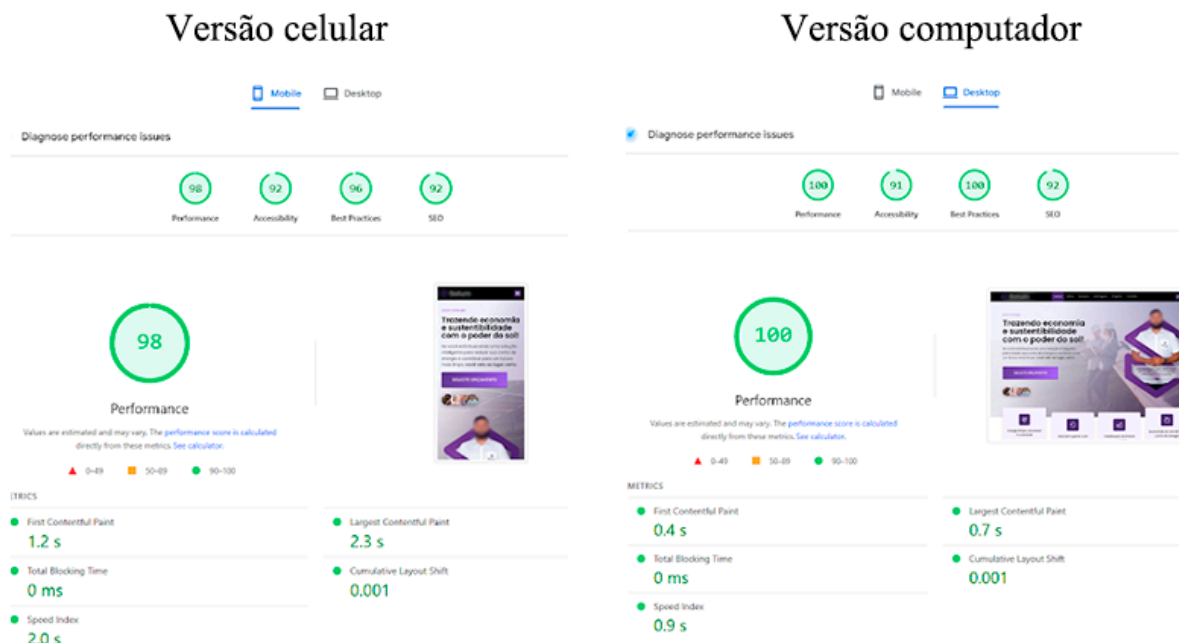


Figura 7 - Métricas do *Google PageSpeed Insights* - Cenário 7

Com o pré-carregamento de imagem de fundo e fontes, o *Performance Score* do mobile subiu para 98. O FCP (1,2s) e o *Speed Index* (2,0s) apresentaram novas melhorias, demonstrando que o navegador começou a renderizar e exibir o conteúdo visual de forma ainda mais rápida no carregamento. O LCP reduziu para 2,3s, indicando que o maior elemento visual foi carregado mais cedo. O CLS manteve-se em 0,001, mantendo a excelência em estabilidade.

No desktop, o *Performance Score* manteve-se em 100, mas o *Speed Index* teve uma pequena melhora para 0,9s, demonstrando que o pré-carregamento realmente ajudou a exibir o conteúdo visual de forma ainda mais rápida. O FCP (0,4s), LCP (0,7s) e CLS (0,001) mantiveram seus excelentes resultados, consolidando o carregamento como otimizado ao máximo.

Elevou a pontuação mobile de 96 para 98, um **ganho incremental de 2,08%**. No desktop, a pontuação manteve-se em 100 (**0% de ganho bruto**), contudo, houve melhoria técnica no *Speed Index*, que baixou para 0,9s, refinando a entrega visual.

5.2 Avaliação do Site por Usuários

Nesta seção, são apresentados os resultados da aplicação dos questionários com usuários antes e depois das técnicas de otimização do site.

A avaliação da velocidade de carregamento antes das otimizações (Gráfico 1) revelou que a maioria dos participantes (50%) considerava a velocidade "Regular", com 40% (10% + 30%) a classificando como "Lenta" ou "Muito Lenta". Apenas uma pequena parcela (10%) a percebia como "Rápida", e nenhum participante a avaliou como "Muito Rápida". Isso corrobora os baixos *Performance Scores* obtidos no Cenário Base (60 para mobile e 80 para desktop), indicando que a percepção dos usuários estava alinhada com os dados técnicos de desempenho.

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa "Muito Lento" e 5 significa "Muito Rápido", como você avalia a velocidade de carregamento do site?

30 respostas

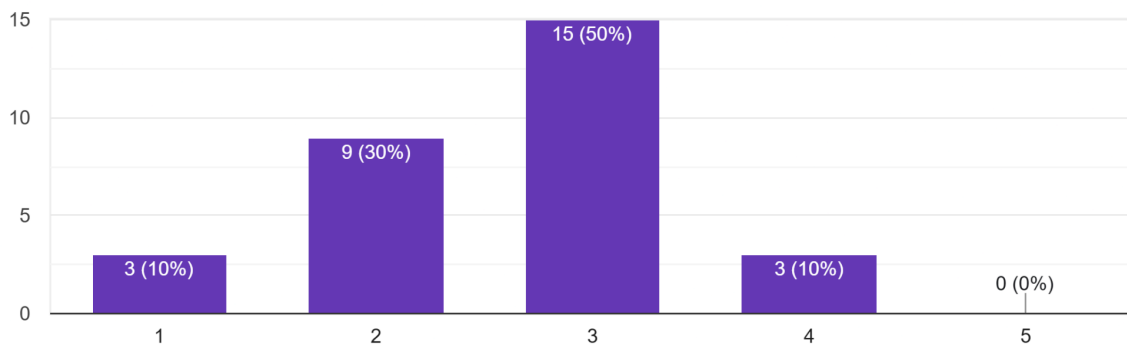


Gráfico 1 - Escala de avaliação da percepção do usuário antes da otimização
Fonte: O autor

Após as otimizações, houve uma mudança drástica na percepção da velocidade (Gráfico 2). 90% dos participantes (26,7% + 63,3%) classificaram a velocidade de carregamento como "Rápida" ou "Muito Rápida", com 63,3% explicitamente a considerando "Muito Rápida". Nenhum participante avaliou a velocidade como "Lenta" ou "Muito Lenta". Isso se alinha diretamente com os altos *Performance Scores* alcançados nos cenários otimizados (especialmente Cenário 6, com 98 no mobile e 100 no desktop).

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa "Muito Lento" e 5 significa "Muito Rápido", como você avalia a velocidade de carregamento do site agora?

30 respostas

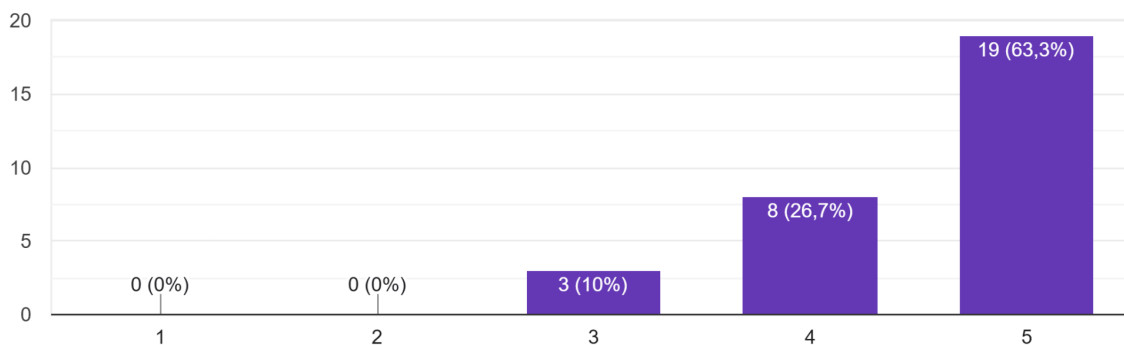


Gráfico 2 - Escala de avaliação da percepção do usuário depois da otimização
Fonte: O autor

A maioria dos participantes (87,7%, somando "melhoria significativa" e "pequena melhoria") percebeu uma melhora na velocidade (Gráfico 3). Embora 67,7% tenham percebido uma "pequena melhoria" e 20% "significativa", a soma demonstra que as otimizações tiveram um impacto positivo e perceptível para quase a totalidade dos usuários, reforçando a eficácia do trabalho.

Você percebeu alguma melhoria na velocidade de carregamento do site?

30 respostas

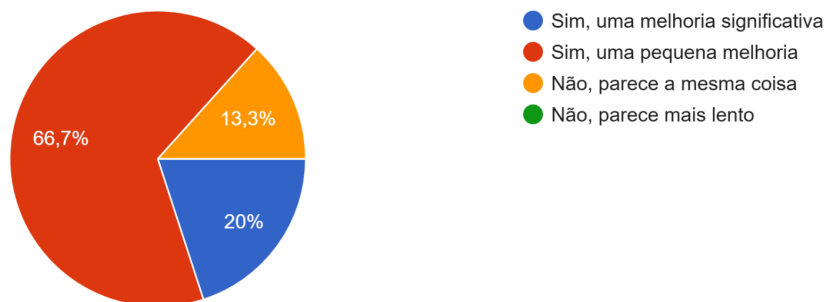


Gráfico 3 - Escala de avaliação do usuário depois da otimização
Fonte: O autor

A análise da frustração (Gráfico 4) mostrou que a grande maioria dos participantes (83,3%, somando "Razoavelmente frustrante", "Frustrante" e "Muito frustrante") sentia algum nível de frustração ao esperar o site original carregar. Isso reforça a necessidade das otimizações implementadas, uma vez que a lentidão impacta diretamente a retenção do usuário e a continuidade da navegação.

Quão frustrante é esperar este site carregar?

30 respostas

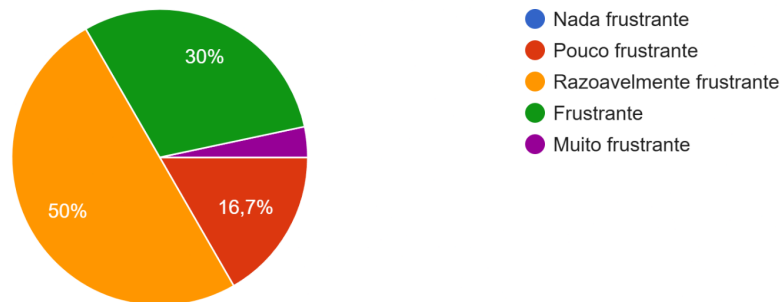


Gráfico 4 - Escala de frustração do usuário antes da otimização
Fonte: O autor

A satisfação geral com a velocidade do site após as otimizações também melhorou substancialmente (Gráfico 5). 86,7% dos participantes (56,7% + 30%) se declararam "Satisfeitos" ou "Muito Satisfeitos". Isso indica que as otimizações não apenas melhoraram as métricas técnicas, mas também se traduziram em uma experiência de usuário mais agradável e menos frustrante, atingindo o objetivo de impactar positivamente a experiência do usuário.

Quão satisfeito você está com a velocidade geral de carregamento do site atualmente?

30 respostas

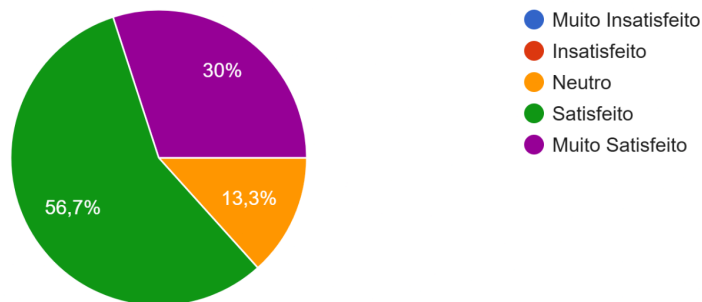


Gráfico 5 - Escala de satisfação do usuário depois da otimização
Fonte: O autor

6. Análise e Discussão dos Resultados

Esta seção discute os resultados obtidos nos sete cenários de otimização, confrontando as melhorias quantificáveis nas métricas de Core Web Vitals (LCP, FCP, CLS, etc.) com o impacto percebido na experiência dos usuários, conforme coletado nos questionários. O objetivo é analisar a eficácia de cada intervenção e validar a estratégia de otimização progressiva, destacando as ferramentas e

técnicas que geraram maior ganho de performance e estabilidade no carregamento inicial.

6.1 Comparativo dos Plugins de Cache (*LiteSpeed Cache vs. WP Rocket*)

Ao comparar os plugins de cache *LiteSpeed Cache* (Cenário 3) e *WP Rocket* (Cenário 4), observamos nuances em seu desempenho para o carregamento. No mobile, o *LiteSpeed Cache* obteve um *Performance Score* ligeiramente superior (93 vs 91) e um LCP melhor (2,1s vs 3,2s). No entanto, o *WP Rocket* apresentou um *Speed Index* consideravelmente melhor (3,4s vs 5,1s) e um CLS muito mais baixo e estável (0,022 vs 0,079). Para o desktop, o *WP Rocket* superou o *LiteSpeed Cache* no *Performance Score* (99 vs 97) e apresentou um CLS significativamente melhor (0,008 vs 0,082), o que é crucial para a experiência do usuário. Apesar de o *LiteSpeed* ter um LCP levemente menor no desktop (0,5s vs 0,7s), a combinação de *Speed Index* e CLS do *WP Rocket*, especialmente a estabilidade visual, o torna uma escolha robusta para otimização do carregamento.

Baseado nesta análise, o *WP Rocket* foi selecionado como a base para os cenários subsequentes (Cenário 5 e Cenário 6) devido ao seu desempenho superior no desktop e sua melhoria mais consistente em CLS em ambos os ambientes.

6.2 Pré-carregamento da imagem de fundo e fontes

Nesta etapa final, foram implementadas técnicas de pré-carregamento para recursos críticos como a imagem de fundo principal e as fontes tipográficas, utilizando o *WP Rocket* como plugin de base. O objetivo foi garantir que esses elementos essenciais para a renderização visual do site estivessem disponíveis o mais rápido possível, otimizando o carregamento percebido.

Com o pré-carregamento de imagem de fundo e fontes, o *Performance Score* do mobile subiu para 98. O FCP (1,2s) e o *Speed Index* (2,0s) apresentaram novas melhorias, demonstrando que o navegador começou a renderizar e exibir o conteúdo visual de forma ainda mais rápida no carregamento. O LCP reduziu para 2,3s, indicando que o maior elemento visual foi carregado mais cedo. O CLS manteve-se em 0,001, mantendo a excelência em estabilidade.

No desktop, o *Performance Score* manteve-se em 100, mas o *Speed Index* teve uma pequena melhora para 0,9s, demonstrando que o pré-carregamento realmente ajudou a exibir o conteúdo visual de forma ainda mais rápida. O FCP (0,4s), LCP (0,7s) e CLS (0,001) mantiveram seus excelentes resultados, consolidando o carregamento como otimizado ao máximo.

6.3 Análise dos Resultados do Questionário de Percepção

A avaliação da velocidade de carregamento antes das otimizações revelou que a maioria dos participantes (50%) considerava a velocidade "Regular", com 40%

(10% + 30%) a classificando como "Lenta" ou "Muito Lenta". Apenas uma pequena parcela (10%) a percebia como "Rápida", e nenhum participante a avaliou como "Muito Rápida". Isso corrobora os baixos *Performance Scores* obtidos no Cenário Base (60 para mobile e 80 para desktop), indicando que a percepção dos usuários estava alinhada com os dados técnicos de desempenho. A análise da frustração mostrou que a grande maioria dos participantes (83,3%, somando "Razoavelmente frustrante", "Frustrante" e "Muito frustrante") sentia algum nível de frustração ao esperar o site carregar. Isso reforça a necessidade das otimizações implementadas, uma vez que a lentidão impacta diretamente a retenção do usuário e a continuidade da navegação.

Após as otimizações, houve uma mudança drástica na percepção da velocidade. 90% dos participantes (26,7% + 63,3%) classificaram a velocidade de carregamento como "Rápida" ou "Muito Rápida", com 63,3% explicitamente a considerando "Muito Rápida". Nenhum participante avaliou a velocidade como "Lenta" ou "Muito Lenta". Isso se alinha diretamente com os altos *Performance Scores* alcançados nos cenários otimizados (especialmente Cenário 6, com 98 no mobile e 100 no desktop). A maioria dos participantes (87,7%, somando "melhoria significativa" e "pequena melhoria") percebeu uma melhora na velocidade. A satisfação geral com a velocidade do site também melhorou substancialmente, com 86,7% dos participantes se declarando "Satisfeitos" ou "Muito Satisfeitos". Isso indica que as otimizações não apenas melhoraram as métricas técnicas, mas também se traduziram em uma experiência de usuário mais agradável e menos frustrante, atingindo o objetivo de impactar positivamente a experiência do usuário.

7. Conclusão

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo principal investigar e implementar técnicas eficazes de otimização para melhorar a velocidade de carregamento de sites WordPress e, conseqüentemente, o impacto na experiência do usuário. Os objetivos específicos, que incluíam identificar e implementar técnicas, analisar e comparar o tempo de carregamento antes e depois das otimizações, e avaliar a percepção dos usuários por meio de questionários, foram integralmente alcançados.

As principais descobertas deste estudo demonstram claramente que a aplicação sistemática de um conjunto de técnicas de otimização pode gerar melhorias substanciais no desempenho de sites WordPress. Iniciando de um cenário base com um *Performance Score* de 60 no mobile e 80 no desktop, as otimizações incrementais, que incluíram a remoção de plugins desnecessários, a conversão de imagens para WebP, a otimização de arquivos CSS, JavaScript e HTML com plugins de cache (com o *WP Rocket* se destacando por sua performance geral e estabilidade de layout), a implementação de uma CDN como o *Cloudflare*, e o

pré-carregamento de recursos críticos, culminaram em um desempenho notável, atingindo 98 no mobile e 100 no desktop no *Google PageSpeed Insights*.

A análise incremental dos dados revela que o impacto das otimizações segue a lei dos rendimentos decrescentes: os maiores saltos percentuais ocorrem nas etapas iniciais de infraestrutura e limpeza, enquanto as etapas finais focam em refinamentos de milissegundos.

O maior salto individual no ambiente mobile ocorreu no Cenário 2 (**21,66%**), provando que a "higiene" de plugins é o passo mais eficaz para sites WordPress sobrecarregados. Logo em seguida, a otimização de ativos (WebP e Cache) manteve ganhos de dois dígitos (entre 12% e 13%), fundamentais para levar o site do nível "Regular" para "Bom".

Ao comparar os plugins de cache, o *LiteSpeed Cache* (Cenário 4) mostrou-se ligeiramente mais potente para elevar a nota mobile (**12,05%** de ganho vs **9,64%** do *WP Rocket*), possivelmente pela integração nativa com o servidor. No entanto, o *WP Rocket* (Cenário 5) foi escolhido como base final devido ao seu ganho superior no desktop (**3,12%**) e à entrega de uma estabilidade visual (CLS) muito superior, fator que impacta diretamente a satisfação percebida pelo usuário.

A análise detalhada das métricas técnicas (FCP, LCP, TBT, *Speed Index*, CLS) em cada cenário evidenciou o impacto positivo e cumulativo de cada intervenção. Particularmente, a introdução do WebP melhorou significativamente o LCP, enquanto os plugins de cache (especialmente o *WP Rocket*) aprimoraram a maioria das métricas de velocidade e o CLS. A CDN foi crucial para alcançar a máxima performance e reduzir a latência, e o pré-carregamento ofereceu as melhorias finais na percepção de rapidez.

Além dos ganhos técnicos, a avaliação da percepção dos usuários confirmou o sucesso das otimizações. Os questionários revelaram uma transição de uma percepção de velocidade "Regular" ou "Lenta" com alta frustração para uma percepção predominantemente "Rápida" ou "Muito Rápida", com elevada satisfação. Isso valida que as melhorias técnicas se traduziram em uma experiência de usuário concretamente mais positiva, o que é fundamental para o sucesso de um site.

A contribuição deste trabalho reside em oferecer diretrizes práticas e evidências quantitativas sobre a eficácia de um conjunto otimizado de técnicas de otimização de velocidade para sites WordPress. Ao comparar plugins populares e demonstrar o impacto incremental das otimizações em ambientes mobile e desktop – um aspecto que muitas pesquisas correlatas não abordam com a mesma profundidade –, este estudo fornece insights valiosos para desenvolvedores e empresas que buscam aprimorar a performance de suas plataformas web.

As limitações do trabalho referem-se ao estudo ter sido realizado em um site específico e com uma amostra limitada de participantes para o questionário de percepção. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a expansão deste estudo para incluir a análise de métricas de desempenho em servidores de hospedagem distintos (como comparativos entre hospedagem compartilhada, VPS e Dedicada), visto que a infraestrutura do servidor é um fator limitante para o *Time to First Byte* (TTFB). Além disso, seria relevante investigar o impacto dessas otimizações em sites de comércio eletrônico (*WooCommerce*) complexos, onde o volume de scripts e requisições dinâmicas é significativamente maior. Outra linha de pesquisa promissora seria a análise do impacto direto dessas melhorias de velocidade nas taxas de conversão de vendas e no posicionamento orgânico (SEO) a longo prazo, utilizando dados reais de tráfego.

8. Referências

- [1] KELTON, C.; RYOO, J.; BALASUBRAMANIAN, A.; DAS, S. R. Improving user perceived page load times using gaze. In: NSDI, v. 17, 2017. p. 545-559.
- [2] GOOGLE ADSENSE. Reduza o tempo de carregamento das suas páginas para dispositivos móveis. Google AdSense, 2022. Disponível em: <https://support.google.com/adsense/answer/7450973?hl=pt-PT>. Acesso em: 05 set. 2024.
- [3] PATEL, N. How Loading Time Affects Your Bottom Line. Neil Patel. Disponível em: <https://neilpatel.com/blog/loading-time/>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- [4] W3TECHS. Usage statistics and market share of WordPress. Disponível em: <https://w3techs.com/technologies/details/cm-wordpress>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- [5] CABOT, J. WordPress: A Content Management System to Democratize Publishing. IEEE Software, v. 35, n. 3, p. 89-92, May/June 2018. doi: 10.1109/MS.2018.2141016.
- [6] ANDERSON, S. How fast should a website load in 2022? hobo SEO Consultancy, v. 16, 2021.
- [7] BAJRAMI, E.; IDRIZI, F.; RUSHITI, A. Enhancing website speed and security with Cloudflare CDN: A case study on WordPress websites. Journal of Natural Sciences and Mathematics of UT-JNSM, v. 9, p. 294-304, 2024.
- [8] RAHMAN, I. A.; IKBAL, I. Perancangan Litespeed Cache Menggunakan Metode Ppdioo Di Pt. Abc. Komputa: Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika, v. 8, n. 2, p. 61-68, 2019. <https://doi.org/10.34010/komputa.v8i2.3051>

- [9] HAKIM, A. R.; PRIHANTO, A. Analisis Performa Website Profil Sekolah Menggunakan Elementor Page Builder e LiteSpeed. Journal of Informatics and Computer Science (JINACS), v. 5, n. 2, 2023. ISSN 2686-2220.
- [10] WEILER, S.; BLACKA, D. Clarifications and Implementation Notes for DNS Security (DNSSEC). Internet Engineering Task Force (IETF), p. 1-21, 2013.
- [11] AMAZON WEB SERVICES. What is Caching and How it Works. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/caching/>. Acesso em: 17 dez. 2024.
- [12] WAGNER, J. Why performance matters. E-opas Google Developers www.sivuilla.com. 2019. Disponível em: <https://developers.google.com/web/fundamentals/performance/why-performance-matters/>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [13] ÁVILA, Á.; ESQUIVEL, C.; ESPINOSA, E. Herramientas para la optimización de sitio web corporativo en la Universidad de Panamá Tools for corporate website optimization at the University of Panama.
- [14] FURTADO, J. M. S. Processo de Melhoria de Performance e Otimização de Sites WordPress (2022). Jornada Científica de Engenharia, Arquitetura e Tecnologia, 29 e 30/11/2022.
- [15] RÄISÄNEN, T. WordPress-alustalle rakennetun verkkosivuston nopeuttaminen. 2020.
- [16] TOMIŠA, M.; MILKOVIĆ, M.; ČAČIĆ, M. Performance evaluation of dynamic and static WordPress-based websites. In: INTERNATIONAL COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING CONFERENCE (ICSEC), 23., Chiang Mai. Anais [...]. IEEE, 2019. p. 321-324.
- [17] SHROFF, P. H.; CHAUDHARY, S. R. Critical rendering path optimizations to reduce the web page loading time. In: 2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT). IEEE, 2017. p. 937-940.
- [18] KUSUMA, M.; FERDIANA, R. Performance comparison of caching strategy on wordpress multisite. In: 2017 3rd International Conference on Science and Technology-Computer (ICST), 2017 Jul 11. IEEE, 2017. p. 176-181.
- [19] GHAFAR, A.; ABID, F.; ASHRAF, M.; JAMIL, A.; ABBAS, A.; MALIK, F. R. Identification of an Optimized Google PageSpeed Audit-Rule-Sequence to Optimize Page Speed. VAWKUM Transactions on Computer Sciences, v. 11, n. 1, p. 123-137, 2023.
- [20] WORDPRESS.COM. Improve Your Website's Speed and Performance. Disponível em: <https://wordpress.com/support/site-speed/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

[21] KINNUNEN, M. Evaluating and improving Web performance using free-to-use tools. MS thesis. M. Kinnunen, 2020.

Apêndice A - Pesquisa de Percepção do Usuário - Avaliação de Velocidade e Experiência do Site

Olá! Estamos realizando uma pesquisa para entender a percepção dos usuários sobre a velocidade de carregamento e a experiência em sites. Levará apenas alguns minutos para responder.

Parte 1: Avaliação do Site Original (Antes da Otimização)

Por favor, visite o site original (sem otimização) no seguinte link: <https://solum.diogowebdesigner.com.br/>. Após a navegação, responda às perguntas abaixo:

1- Em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa "Muito Lento" e 5 significa "Muito Rápido", como você avalia a velocidade de carregamento do site?

- 1 - Muito Lento
- 2 - Lento
- 3 - Regular
- 4 - Rápido
- 5 - Muito Rápido

2- Quão frustrante é esperar este site carregar?

- Nada frustrante
- Pouco frustrante
- Razoavelmente frustrante
- Frustrante
- Muito frustrante

Parte 2: Avaliação do Site Otimizado (Pós-Otimização)

Agora, por favor, visite a versão otimizada do site no seguinte link: <https://solumotimizado.diogowebdesigner.com.br/home2>. Após a navegação, responda às perguntas abaixo:

3- Em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa "Muito Lento" e 5 significa "Muito Rápido", como você avalia a velocidade de carregamento do site agora?

- 1 - Muito Lento
- 2 - Lento
- 3 - Regular
- 4 - Rápido
- 5 - Muito Rápido

4- Você percebeu alguma melhoria na velocidade de carregamento do site?

- Sim, uma melhoria significativa

- Sim, uma pequena melhoria
- Não, parece a mesma coisa
- Não, parece mais lento

5- Quão satisfeito você está com a velocidade geral de carregamento do site atualmente?

- Muito Insatisfeito
- Insatisfeito
- Neutro
- Satisfeito
- Muito Satisfeito