



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO
PPGCC - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
COMPUTAÇÃO
CEEI - CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA**

JOÃO LUCAS DE SOUSA MARTINS

***MONITORAMENTO E OBSERVABILIDADE EM SISTEMAS WEB: UM ESTUDO
SOBRE FERRAMENTAS E TÉCNICAS***

**CAMPINA GRANDE - PB
2025**

JOÃO LUCAS DE SOUSA MARTINS

***MONITORAMENTO E OBSERVABILIDADE EM SISTEMAS WEB: UM ESTUDO
SOBRE FERRAMENTAS E TÉCNICAS***

Plano de Pesquisa para disciplina de FPCC
I.

Orientador: Dr. Tiago Lima Massoni, Dra. Eliane Cristina de Araujo

**CAMPINA GRANDE - PB
2025**

RESUMO

O crescimento da demanda por aplicações web e sistemas distribuídos trouxe desafios significativos para o monitoramento e diagnóstico de falhas. Técnicas de observabilidade surgem como uma abordagem essencial para compreender o comportamento interno de aplicações, indo além do monitoramento tradicional, ao integrar métricas, logs e tracing. Este estudo busca explorar as principais ferramentas e técnicas utilizadas para observabilidade em sistemas web, comparando suas características, benefícios e limitações. A pesquisa será conduzida por meio de um mapeamento sistemática da literatura, buscando sintetizar o conhecimento existente e identificar lacunas para futuras investigações.

Palavras-chave: Observabilidade, Monitoramento, Sistemas Web, Logs, Métricas, Tracing, Ferramentas de Monitoramento.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	Questão de pesquisa (QP):	5
1.2	Justificativa	5
1.3	Proposta de Solução	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Planejamento	7
2.2	Artigos Relacionados	7
2.2.1	<i>Artigo 1: On Observability and Monitoring of Distributed Systems – An Industry Interview Study (2019)</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Artigo 2: Enhancing Web Applications Observability through Instrumented Automated Browsers (2023)</i>	<i>8</i>
2.2.3	<i>Artigo 3: Towards Observability Data Management at Scale (2021)</i>	<i>9</i>
2.2.4	<i>Artigo para Reprodução Experimental: Informed and Assessable Observability Design Decisions in Cloud-native Microservice Applications (2024)</i>	<i>10</i>
3	METODOLOGIA	11
4	CONFIABILIDADE E VALIDADE	12
5	CRONOGRAMA	13
	REFERÊNCIAS	14

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por aplicações web distribuídas e baseadas em microsserviços tem tornado a observabilidade um requisito fundamental para garantir a estabilidade, rastreabilidade e desempenho dessas soluções. A observabilidade vai além do monitoramento tradicional, pois envolve a capacidade de inferir o estado interno de um sistema a partir da análise de sinais externos, como métricas, logs e traces. As métricas representam medidas quantitativas como tempo de resposta, transações por segundo e uso de memória; os logs são registros textuais com marcação temporal que descrevem a execução de trechos específicos do código; e os traces correspondem à representação de eventos distribuídos e correlacionados, revelando o fluxo completo de uma requisição em sistemas complexos (García et al., 2023).

Nesse sentido, segundo Niedermaier et al. (2019), o uso crescente de arquiteturas baseadas em microsserviços, ambientes em nuvem e a heterogeneidade dos sistemas dentro de uma mesma organização constituem fatores que aumentam significativamente a complexidade do monitoramento. Diante desse cenário, os autores destacam a necessidade de uma abordagem holística, na qual um sistema central de monitoramento seja capaz de fornecer uma visão unificada do desempenho e do estado dos diversos componentes do sistema.

No entanto, mesmo com o avanço de soluções e ferramentas específicas, muitas organizações enfrentam dificuldades para escolher abordagens adequadas e interpretar corretamente os dados gerados, comprometendo a eficácia da observação do sistema. Como destacam Niedermaier et al. (2019), a adoção de novas tecnologias não é suficiente por si só, é fundamental que as empresas consigam alinhar essas soluções aos desafios reais de suas arquiteturas, o que demanda processos bem definidos e boas práticas para integrá-las tanto aos sistemas legados quanto às arquiteturas em nuvem em constante evolução.

Em complemento, as soluções atualmente utilizadas para compor sistemas de observabilidade geralmente envolvem uma combinação de ferramentas especializadas para lidar com diferentes tipos de dados. Essa abordagem, embora funcional, tende a gerar complexidade operacional, degradação de desempenho e maiores exigências de infraestrutura. Dessa forma, torna-se necessário repensar o design das infraestruturas de dados e software, de modo a viabilizar o gerenciamento eficiente de dados de

observabilidade em larga escala (Karumuri et al., 2021).

Portanto, este plano de pesquisa aborda a seguinte questão.

1.1 Questão de pesquisa (QP):

- **Q1:** Quais são os desafios e as soluções mais recorrentes na adoção de observabilidade em sistemas web, considerando as técnicas, ferramentas e limitações identificadas na literatura atual?

1.2 Justificativa

A importância do tema reside na necessidade crescente de soluções eficientes de observabilidade que consigam acompanhar a complexidade dos sistemas modernos. Sem uma infraestrutura adequada de observabilidade, falhas podem passar despercebidas ou serem diagnosticadas tardiamente, resultando em indisponibilidade e prejuízo.

Nesse contexto, paradigmas contemporâneos como DevOps e arquiteturas baseadas em microsserviços, embora promovam ciclos de desenvolvimento mais ágeis e independentes, introduzem interações e dependências complexas entre serviços. Essa realidade torna desafiador observar e monitorar sistemas distribuídos, tornando a observabilidade um pré-requisito essencial para garantir a estabilidade dos serviços e o desenvolvimento contínuo de aplicações voltadas ao usuário final (Niedermaier et al., 2019).

Ademais, observa-se a necessidade de adaptação dos processos de engenharia de software para incorporar práticas de monitoramento e observabilidade desde as fases iniciais do desenvolvimento. Ainda que isso possa implicar em um aumento no tempo de entrega de certos requisitos, os benefícios a longo prazo, como maior confiabilidade, rastreabilidade e capacidade de diagnóstico, justificam esse investimento.

Em seguida, estudos empíricos que apresentam ferramentas com testes e resultados significativos reforçam a relevância da Q1, especialmente no contexto de aplicações web. Um exemplo é o estudo de García et al. (2023), que propôs a criação de uma extensão compatível entre diferentes navegadores com o objetivo de aprimorar as capacidades de observabilidade. Pesquisas como essa são essenciais para a revisão bibliográfica, pois demonstram abordagens práticas já aplicadas e validadas, oferecendo subsídios relevantes

para o desenvolvimento de soluções mais eficazes no monitoramento de sistemas.

Por fim, o estudo de Karumuri et al. (2021) evidência os desafios enfrentados por Sistemas de Gerenciamento de Dados de Observabilidade (ODMSs), ilustrando esses obstáculos com um caso prático ocorrido no Slack, serviço de comunicação em nuvem que ficou inoperante por um período. A situação exigiu grande esforço dos engenheiros da empresa para ser resolvida. A partir dessa experiência, os autores propuseram quatro princípios de design voltados aos requisitos e desafios enfrentados pelos ODMSs, fundamentando, assim, uma nova abordagem arquitetural para o sistema de observabilidade do Slack.

1.3 Proposta de Solução

Este plano propõe realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de identificar, classificar e analisar as principais ferramentas e técnicas utilizadas para observabilidade em sistemas web, respondendo à questão de pesquisa Q1.

A proposta busca fornecer um panorama abrangente e sistematizado das abordagens contemporâneas de observabilidade, destacando não apenas suas contribuições, mas também suas limitações e desafios enfrentados na prática. Espera-se, com isso, apontar lacunas na literatura e sugerir direções relevantes para futuras investigações acadêmicas e aplicações práticas, contribuindo para o aprimoramento dos processos de observabilidade em sistemas distribuídos e modernos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica será conduzida segundo os princípios da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conforme à metodologia proposta por Kitchenham (2004), estruturada nas etapas de planejamento, condução e análise dos resultados. O objetivo central é identificar as principais ferramentas e técnicas de observabilidade aplicadas a sistemas web, compreendendo seus benefícios, limitações e contextos de uso descritos na literatura científica.

2.1 Planejamento

- **Definição de fontes:** Serão utilizadas bases de dados consolidadas como IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink, Elsevier e, como apoio o Google Scholar, para a busca de estudos relevantes.
- **CrITÉrios de inclusão/exclusão:** Serão considerados artigos publicados entre 2014 e 2025 que tratem de técnicas, ferramentas ou desafios associados à observabilidade em sistemas web ou distribuídos. Estudos com foco exclusivo em hardware, monitoramento tradicional ou com acesso restrito serão excluídos.
- **Análise e categoriza o:** Os artigos selecionados serão analisados com base em aspectos como: tipos de ferramentas/técnicas abordadas, vantagens e limita es observadas, contexto de aplica o (produ o, testes), escalabilidade, custo e facilidade de ado o.

2.2 Artigos Relacionados

A seguir estão os resumos de três artigos relacionados ao tema, e o artigo de reprodu o experimental.

2.2.1 *Artigo 1: On Observability and Monitoring of Distributed Systems – An Industry Interview Study (2019)*

O artigo investiga a complexidade crescente de sistemas distribuídos em ambientes modernos de desenvolvimento como DevOps e microsserviços. Essa evolu o,

embora promova agilidade, cria um desafio significativo para o monitoramento e observabilidade, gerando uma lacuna entre a complexidade dos sistemas e as capacidades das ferramentas. O estudo qualitativo, baseado em 28 entrevistas com profissionais, oferece uma perspectiva empírica valiosa sobre os desafios, requisitos e soluções, essencial para a pesquisa e prática na área.

Os resultados destacam desafios técnicos como dinâmica, complexidade, heterogeneidade e a inundação de dados. No entanto, o estudo enfatiza barreiras culturais e de *mindset*, a falta de uma visão centralizada e a dependência de especialistas como cruciais. A ausência de requisitos não-funcionais claros e a implementação reativa exacerbam a dificuldade em gerir esses sistemas.

Para superar esses desafios, a pesquisa aponta para a necessidade de uma abordagem holística, gestão focada na visão de negócio e automação. É crucial considerar o monitoramento desde o início e estabelecer governança e um *mindset* adequado. Apesar da existência de soluções, o artigo conclui que sua adoção plena é limitada por barreiras organizacionais, destacando que o tema é estratégico e transversal, não apenas técnico, com resultados relevantes para a pesquisa futura, mas sem generalização estatística.

2.2.2 Artigo 2: *Enhancing Web Applications Observability through Instrumented Automated Browsers* (2023)

Este artigo aborda o desafio da observabilidade em aplicações web durante testes ponta a ponta automatizados, focando na dificuldade de coletar logs do console do navegador de forma padrão e cross-browser. O protocolo W3C WebDriver, amplamente usado para automação, não possui um mecanismo padrão para essa coleta. Essa limitação torna a análise de falhas no lado do cliente, crucial para depuração, uma tarefa manual e demorada.

Para suprir essa lacuna, os autores propõem o BrowserWatcher, uma extensão de navegador open-source baseada na API WebExtensions. Esta ferramenta visa melhorar a observabilidade, permitindo a coleta automática de logs do console em diversos navegadores como Chrome, Firefox e Edge. O BrowserWatcher pode ser usado como extensão manual ou integrado a ferramentas de automação como o Selenium WebDriver via WebDriverManager.

Um estudo empírico com os 50 sites mais populares e os principais navegadores

(Chrome, Edge, Firefox) revelou que o BrowserWatcher coleta com sucesso as categorias de logs conhecidas *traceable logs*. No entanto, a pesquisa identificou limitações significativas: a ferramenta não consegue coletar outros tipos de logs (*non-traceable logs*) devido à sua abordagem baseada em JavaScript.

Além disso, o estudo descobriu que diferenças notáveis existem nos logs exibidos pelos diferentes navegadores para o mesmo site, tanto para logs rastreáveis quanto para os não rastreáveis. Este achado reforça a importância do teste cross-browser. O artigo sugere que os *non-traceable logs* e a sua variabilidade entre navegadores permanecem um problema em aberto para futuras pesquisas.

2.2.3 Artigo 3: *Towards Observability Data Management at Scale (2021)*

Com base no artigo, apresenta uma perspectiva crucial para o campo do monitoramento e observabilidade em sistemas web, especialmente aqueles de larga escala. O artigo identifica que a observabilidade é uma capacidade-chave nos sistemas modernos, indo além do monitoramento tradicional para fornecer contexto e reduzir o tempo até o *insight*. O desafio central destacado é a gestão do volume massivo e da heterogeneidade dos dados MELT (Métricas, Eventos, Logs, Traços), que são imutáveis, têm volume variável e um forte viés por dados recentes nas consultas.

Uma análise crítica presente no texto é a de que as soluções de observabilidade atuais na indústria são uma mistura de diversas ferramentas especializadas. O incidente na Slack em 2020 serve como um estudo de caso para ilustrar os problemas práticos. A infraestrutura existente enfrentava alta complexidade operacional, gerindo mais de 20 componentes. Era difícil manter baixa latência de consulta sob cargas variáveis e picos, e o custo de infraestrutura era elevado devido ao gerenciamento de petabytes de dados e cargas irregulares.

Diante dessas limitações, o artigo não apenas diagnostica os problemas, mas também propõe quatro princípios de design fundamentais para futuros Sistemas de Gerenciamento de Dados de Observabilidade (ODMSs) em escala. Esses princípios incluem desacoplar a gestão de dados em tempo real e históricos, unificar o ciclo de vida dos dados MELT baseado na idade, oferecer uma única interface de consulta para todos os tipos, e suportar implantação distribuída e nativa da nuvem. O projeto arquitetural proposto busca integrar e escalar esses dados de forma mais eficiente, diferentemente

das abordagens fragmentadas atuais.

2.2.4 Artigo para Reprodução Experimental: *Informed and Assessable Observability Design Decisions in Cloud-native Microservice Applications* (2024)

O artigo selecionado para reprodução propõe uma abordagem experimental para avaliar decisões de design em observabilidade, com foco em sistemas construídos com microsserviços e instrumentados com OpenTelemetry. A pesquisa apresenta o *oxn*, uma ferramenta de código aberto que automatiza a execução de experimentos de observabilidade com injeção de falhas, coleta de métricas e traces, e análise estatística dos efeitos observados.

A metodologia do estudo envolve três elementos centrais: o Sistema Sob Experimento (SUE), que no caso é a aplicação de demonstração OpenTelemetry Demo; a geração de carga por meio da ferramenta Locust; e os tratamentos aplicados, como a injeção de falhas do tipo *pause*, *kill* ou *network delay*. A ferramenta *oxn* permite definir esses experimentos em arquivos YAML e executá-los de forma automatizada, gerando relatórios com estatísticas como t-test de Welch e p-values.

A reprodução será focada em um dos experimentos apresentados, que aplica uma pausa de 120 segundos no serviço de recomendações (*recommendation-service*). Durante a execução, serão coletadas métricas como o número de recomendações processadas e a duração dos *traces* nos serviços frontend e recommendation. Os resultados obtidos auxiliarão na análise prática de impacto sobre a observabilidade em um ambiente distribuído, contribuindo com evidências empíricas para a discussão do presente plano de pesquisa (Borges et al., 2024).

3 METODOLOGIA

A futura pesquisa será conduzida com uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, fundamentada na Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Essa abordagem visa levantar, analisar e sintetizar os principais métodos, ferramentas e práticas relacionadas à observabilidade em sistemas web, considerando suas vantagens, limitações e contextos de aplicação.

A RSL seguirá o processo proposto por Kitchenham (2004), dividido em três fases principais:

- **Planejamento da Revisão:** Nesta fase, é elaborado um protocolo com os objetivos da revisão, questões de pesquisa, estratégias de busca, critérios de inclusão e exclusão, formas de avaliação da qualidade dos estudos, métodos de extração e síntese dos dados e cronograma. O planejamento visa garantir a reprodutibilidade e reduzir vieses na seleção e análise dos estudos.
- **Condução da Revisão:** Consiste na execução do protocolo, incluindo a identificação dos estudos nas bases de dados, aplicação dos critérios de seleção, avaliação da qualidade dos estudos, extração das informações relevantes e síntese dos dados. Essa etapa visa garantir que os resultados obtidos sejam consistentes, válidos e representativos do estado atual da literatura.
- **Relato da Revisão:** Por fim, os resultados serão organizados e apresentados de forma clara e objetiva, permitindo a avaliação crítica da revisão por outros pesquisadores. O relato incluirá uma discussão sobre as práticas encontradas, lacunas existentes e possíveis direções futuras para estudos na área de observabilidade.

Complementarmente à análise bibliográfica, a pesquisa poderá incluir uma análise técnica de ferramentas ou práticas identificadas na literatura, com o objetivo de ilustrar sua aplicabilidade e impacto em cenários reais.

4 CONFIABILIDADE E VALIDADE

A confiabilidade desta pesquisa será buscada por meio de um protocolo estruturado de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conforme diretrizes propostas por (Kitchenham, 2004). O uso de critérios rigorosos de inclusão e exclusão, extração padronizada dos dados e categorização temática dos estudos pretende assegurar a consistência e a reprodutibilidade da revisão.

A validade interna será tratada pela definição prévia da questão de pesquisa, alinhada ao objetivo geral, e pela replicação dos processos de triagem e análise por mais de um avaliador, quando possível. A validade externa será explorada ao incluir publicações de diferentes contextos e domínios, reduzindo viés de generalização. Já a validade de construto será reforçada pelo uso de definições claras e critérios objetivos para classificação das ferramentas e técnicas. A validade de conclusão será monitorada por meio da análise crítica de possíveis vieses de publicação e da limitação metodológica dos estudos incluídos.

Complementarmente, a reprodução do artigo *Informed and Assessable Observability Design Decisions in Cloud-native Microservice Applications* (Borges et al., 2024) contribui diretamente para validar a viabilidade empírica de técnicas de experimentação em observabilidade. Essa reprodução ajuda a verificar, na prática, a aplicabilidade das ferramentas descritas na literatura e colabora para uma avaliação mais robusta dos achados da RSL, reforçando tanto a confiabilidade quanto a validade do estudo como um todo.

Como medida de transparência e ciência aberta (*open science*), será disponibilizado um repositório público com os dados extraídos da revisão, os arquivos da reprodução, gráficos gerados e o código-fonte usado na análise estatística. Isso permitirá que outros pesquisadores verifiquem e repliquem os resultados.

Por fim, considera-se a possibilidade de incluir um estudo de caso com uma empresa parceira, com o objetivo de identificar desafios práticos de observabilidade e avaliar como eles se relacionam com as soluções levantadas na revisão. Essa iniciativa pode reforçar a validade externa do trabalho e indicar caminhos aplicáveis no mercado.

5 CRONOGRAMA

O desenvolvimento desta pesquisa está previsto para ocorrer ao longo de dois anos, com início em março de 2025 e conclusão estimada para o final de 2026. A Tabela 1 apresenta a distribuição das principais etapas do trabalho ao longo dos trimestres, desde a formulação inicial do plano até a redação e entrega final do documento.

Dada a natureza exploratória do estudo e o estágio inicial da pesquisa, é esperado que algumas atividades sejam revisitadas ou ajustadas conforme necessário, respeitando o caráter iterativo e contínuo da investigação científica.

Tabela 1 – Cronograma de Atividades por Trimestre (2025–2026)

Atividade	2025				2026			
	1º Tri.	2º Tri.	3º Tri.	4º Tri.	1º Tri.	2º Tri.	3º Tri.	4º Tri.
Elaboração do plano de pesquisa e definição da questão de pesquisa	X							
Levantamento Bibliográfico	X	X						
Elaboração do Protocolo da RSL		X						
Seleção e Leitura dos Artigos		X	X					
Análise e Categorização dos Dados			X	X				
Redação dos Resultados e Conclusão				X	X			
Revisão Final e Entrega do Documento						X	X	X

REFERÊNCIAS

- BORGES, M. C. et al. Informed and Assessable Observability Design Decisions in Cloud-Native Microservice Applications . In: *2024 IEEE 21st International Conference on Software Architecture (ICSA)*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2024. p. 69–78. Disponível em: <<https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICSA59870.2024.00015>>. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 12.
- GARCÍA, B. et al. Enhancing web applications observability through instrumented automated browsers. *Journal of Systems and Software*, v. 203, p. 111723, 2023. ISSN 0164-1212. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121223001188>>. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.
- KARUMURI, S. et al. Towards observability data management at scale. *SIGMOD Rec.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 49, n. 4, p. 18–23, mar. 2021. ISSN 0163-5808. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3456859.3456863>>. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele Univ.*, v. 33, 08 2004. Citado 3 vezes nas páginas 7, 11 e 12.
- NIEDERMAIER, S. et al. On observability and monitoring of distributed systems – an industry interview study. In: *Service-Oriented Computing: 17th International Conference, ICSOC 2019, Toulouse, France, October 28–31, 2019, Proceedings*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2019. p. 36–52. ISBN 978-3-030-33701-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33702-5_3>. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.