REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

PROPOSTA E AVALIAÇÃO DE UMA ARQUITETURA ESCALÁVEL PARA SISTEMAS DE MARKETPLACE DIGITAIS

PROPOSAL AND EVALUATION OF A SCALABLE ARCHITECTURE FOR DIGITAL MARKETPLACE SYSTEMS

Ciências Exatas e da Terra, Engenharias • 23/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795298865

Deyvison Fonseca de Miranda[1]

Christiane Martins de Vasconcellos Silveira[2]

Wellington Ávila[3]

RESUMO

Os marketplaces digitais consolidaram-se como pilares centrais do comércio eletrônico contemporâneo, integrando múltiplos ecossistemas econômicos e exigindo infraestruturas capazes de processar volumes massivos de dados em tempo real. Contudo, a expansão acelerada dessas plataformas expõe as limitações operacionais das arquiteturas monolíticas tradicionais, caracterizadas pelo forte acoplamento de código e pela obsolescência diante de demandas sazonais no dia a dia. Este trabalho propõe e avalia uma arquitetura de software escalável projetada especificamente para o domínio de marketplaces digitais, fundamentada nos paradigmas de descentralização e microsserviços. Com o propósito de alinhar a fundamentação teórica à prática real, o percurso metodológico guiou-se pela construção de um sistema funcional. Mais do que métricas isoladas, buscou-se compreender o comportamento da tecnologia sob cenários desafiadores de carga, estresse e concorrência, simulando a real experiência de múltiplos usuários simultâneos. Os resultados demonstram que a modularização e o isolamento de componentes reduzem a fricção técnica e mitigam falhas operacionais nos sistemas em cenários de elevado volume de tráfego. Conclui-se que o modelo arquitetural proposto oferece uma contribuição prática e previsível para a engenharia de software, fornecendo diretrizes robustas para a sustentabilidade econômica, otimização de custos e conformidade estrutural de plataformas digitais de alta demanda.

Palavras-chave: Marketplace Digital; Arquitetura Escalável; Microsserviços; Testes de Desempenho; Engenharia de Software.

ABSTRACT

Digital marketplaces have become central pillars of modern e-commerce, integrating multiple economic ecosystems and

requiring infrastructures capable of processing massive volumes of data in real time. However, the rapid expansion of these platforms has exposed the operational limitations of traditional monolithic architectures, characterized by strong code coupling and increasing obsolescence when faced with fluctuating and seasonal demand patterns. This study proposes and evaluates a scalable software architecture specifically designed for digital marketplaces, grounded in the principles of decentralization and microservices. To bridge theoretical foundations with practical implementation, the methodological approach was guided by the development of a functional system. Rather than focusing solely on isolated performance metrics, the study sought to understand the behavior of the proposed architecture under challenging load, stress, and concurrency scenarios, simulating real-world conditions involving multiple simultaneous users. The results demonstrate that component modularization and service isolation reduce technical friction and mitigate operational failures in high-traffic environments. It is concluded that the proposed architectural model provides a practical and reliable contribution to software engineering by offering robust architectural guidelines for economic sustainability, cost optimization, and architectural compliance in high-demand digital platforms.
Keywords: Digital Marketplace; Scalable Software Architecture; Microservices; Performance Testing; Software Engineering.

1. INTRODUÇÃO

Os marketplaces se tornaram o principal modelo para a expansão do comércio eletrônico atual. Essas plataformas fazem muito mais que facilitar vendas, elas funcionam como centros de distribuição para serviços, produtos e conteúdo, unindo diversos agentes econômicos

numa mesma estrutura digital. A rápida adoção desse formato no Brasil, impulsionada por grandes empresas internacionais, transformou imediatamente os padrões de consumo e as relações trabalhistas, criando discussões importantes sobre governança, regulamentação e proteções sociais (Mendes; Ribeiro; Vita, 2026). Com o crescimento do volume de transações, o principal desafio passou a ser da área de engenharia de software: criar arquiteturas computacionais sólidas que suportem picos de demanda e mantenham o serviço funcionando mesmo sob alta pressão (Rosa; Disperati, 2024).

No contexto brasileiro, a eficácia dessas redes depende fundamentalmente da gestão dos fluxos de informação. No setor de prestação de serviços, as plataformas evoluíram de simples vitrines virtuais para centros estratégicos de dados. A habilidade de centralizar, processar e direcionar essas informações com agilidade define a segurança e a fluidez na comunicação entre prestadores de serviço e consumidores finais, aspecto que acompanha a evolução dos sistemas informacionais e das redes digitais modernas (Vassão, 2008).

Esta transformação dos mercados convencionais afeta diretamente a viabilidade econômica das empresas. A mudança de grandes marcas do varejo brasileiro para o modelo de plataforma aberta mostra como incluir parceiros externos permite expandir as operações e diversificar o catálogo sem os custos proporcionais de estoque. Na realidade, essa estratégia distribui os riscos de infraestrutura e aumenta o alcance de público, estabelecendo o marketplace como peça fundamental para a sustentabilidade do comércio digital atual (Bueno, 2022; Pigatti, 2025).

Para empreendedores, participar dessa estrutura geralmente é mais vantajoso que manter um e-commerce próprio, especialmente pelos menores custos iniciais. Criar e manter um canal digital independente demanda investimentos significativos em segurança da informação, sistemas de pagamento e estratégias para atrair clientes. Ao escolher uma plataforma já consolidada, o negócio evita essas barreiras iniciais, o que normalmente resulta numa aceleração nas vendas. Esse compartilhamento de infraestrutura substitui custos fixos lineares por uma dinâmica de rede, modificando as margens de lucro e aumentando a competitividade de pequenos e médios empreendedores (Bueno, 2022).

Considerando esse contexto, este trabalho apresenta uma arquitetura escalável desenvolvida para marketplaces digitais, junto com uma análise detalhada de seu comportamento em condições extremas de uso. A principal contribuição desta pesquisa é a proposição dessa estrutura, validada através de métricas reais de desempenho e tráfego simultâneo. O propósito é fornecer uma base técnica que apoie tanto a pesquisa científica em computação quanto decisões estratégicas em ambientes corporativos de alta escalabilidade, alinhando-se às discussões recentes sobre arquiteturas distribuídas e escalabilidade em plataformas digitais (Ribeiro, 2017; Rosa; Disperati, 2024).

Diante do avanço dos ecossistemas digitais e da crescente necessidade de garantir disponibilidade, desempenho e resiliência em ambientes de comércio eletrônico, torna-se fundamental investigar modelos arquiteturais capazes de sustentar elevadas cargas operacionais sem comprometer a experiência do usuário (Ribeiro, 2017; Deus, 2023).

Diante desse contexto, surge o seguinte questionamento: uma arquitetura baseada em microsserviços é capaz de oferecer níveis superiores de escalabilidade, estabilidade e resiliência quando aplicada ao domínio de marketplaces digitais submetidos a cenários de alta demanda?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

A expansão dos marketplaces e sua capacidade de absorver diferentes segmentos do comércio, incluindo produtos de baixo valor agregado, estão diretamente relacionadas à evolução de seus modelos de negócio. Essas plataformas vêm adotando estratégias que buscam contornar as complexidades do sistema tributário, sobretudo em contextos nos quais a elevada carga fiscal e a burocracia podem comprometer a viabilidade de pequenos vendedores. Nesse cenário, a centralização dos meios de pagamento e a automatização da emissão de documentos fiscais desempenham papel fundamental na redução de barreiras operacionais (Pigatti, 2025). Como consequência, os custos administrativos passam a ser diluídos na infraestrutura da própria plataforma, favorecendo a inserção de comerciantes de menor porte.

Apesar dessas vantagens, a sustentação técnica desse modelo enfrenta desafios relevantes. O crescimento acelerado do número de usuários e do volume de transações simultâneas exerce pressão direta sobre a infraestrutura tecnológica. Arquiteturas tradicionais, especialmente aquelas baseadas em modelos monolíticos, apresentam limitações significativas nesse contexto, uma vez que, por serem fortemente acopladas, tornam-se menos eficientes diante

de picos de demanda, além de apresentarem maior dificuldade de manutenção e menor flexibilidade para expansão.

Esse cenário é intensificado pela própria lógica de funcionamento das plataformas digitais contemporâneas. De acordo com (Silva, 2021), a simplicidade e a conveniência oferecidas ao usuário final constituem fatores determinantes para a rápida adesão de consumidores. No entanto, essa experiência aparentemente simplificada oculta um processamento interno complexo, baseado em grandes volumes de dados. Quando esse processamento depende de uma arquitetura rígida, o risco de instabilidade operacional aumenta consideravelmente.

Essa limitação estrutural decorre do próprio modelo histórico de desenvolvimento de sistemas. Conforme aponta (Bolzani, 2010), a concepção tradicional de computação e de sistemas centralizados foi desenhada para cenários de demandas previsíveis e escopos delimitados. No entanto, com a expansão da conectividade e a necessidade de integrar novas tecnologias ao cotidiano dos usuários, dinâmica visível desde o surgimento das primeiras plataformas de automação e residências inteligentes, esse modelo centralizado passou a demonstrar sinais de obsolescência diante da necessidade de expansão contínua de infraestrutura.

Esse cenário se torna ainda mais crítico à medida que o mercado exige a aproximação de públicos diversos a ecossistemas complexos. Nesse sentido, (Streck, 2020) destaca que cada aplicação traz diferentes exigências operacionais, especialmente no que tange a transações bancárias e protocolos de segurança, evidenciando que a centralização de código falha em suportar a diversidade e a sensibilidade das demandas digitais contemporâneas.

Diante dessas limitações, a engenharia de software contemporânea passou a adotar paradigmas baseados em microsserviços, arquiteturas orientadas a serviços e designs modulares como alternativas viáveis para superar os gargalos dos sistemas legados. A premissa fundamental dessa transição consiste na decomposição do sistema em componentes autônomos e independentes que interagem por meio de protocolos de comunicação leves. Essa abordagem permite o escalonamento isolado de módulos críticos, otimiza a alocação de recursos em nuvem e assegura a resiliência global da plataforma. Na perspectiva de (Silva, 2021), a busca por interfaces que priorizam a conveniência acelera o volume transacional em um mercado altamente competitivo, tornando a transição para modelos descentralizados um requisito estritamente estratégico.

Essa mudança de paradigma resolve o gargalo do crescimento desordenado dos sistemas tradicionais. Conforme aponta (Ribeiro, 2017) em seu estudo comparativo, a base de código de uma aplicação monolítica tende a se tornar excessivamente extensa e complexa à medida que o software evolui, dificultando sua manutenção. Para contornar essa barreira, a abordagem de microsserviços propõe a divisão do ecossistema em componentes autônomos que se comunicam entre si por meio de mecanismos de rede bem definidos. Essa descentralização não apenas isola as falhas, impedindo que um erro em um módulo específico comprometa toda a plataforma, mas também garante a flexibilidade necessária para que cada serviço gerencie suas próprias transações de maneira independente.

Essa necessidade de estruturação prévia é corroborada pela literatura clássica de engenharia de software. Segundo (Fávero, 2025)

ao resgatar as formulações conceituais de Dragoni sobre a arquitetura de software monolítico, a viabilidade de uma transição para modelos orientados a serviços depende obrigatoriamente de uma fundação modular bem estabelecida. O autor enfatiza que o isolamento de componentes e a definição clara de fronteiras dentro do código são requisitos indispensáveis para o sucesso de qualquer processo de modernização de sistemas legados, mostrando que a modularidade é o verdadeiro elo entre a solidez do monólito e a flexibilidade dos microsserviços. Portanto, compreender os limites e as técnicas de transição entre esses dois modelos arquiteturais constitui um passo crítico para engenheiros de software que buscam escalabilidade sem comprometer a estabilidade operacional do ecossistema.

Entretanto, a migração para estruturas distribuídas impõe um conjunto complexo de tomadas de decisões e ajustes de projeto que exigem avaliação criteriosa. No domínio específico dos marketplaces, o cenário torna-se substancialmente mais complexo devido à heterogeneidade dos usuários, à volatilidade da carga de dados e à necessidade de consistência em transações financeiras distribuídas executadas simultaneamente (Ribeiro, 2017; Rosa; Disperati, 2024).

Essa complexidade na tomada de decisão arquitetural reflete o próprio comportamento dinâmico desses ecossistemas comerciais. A operação de grandes ecommerces define os rumos de plataformas nas quais se multiplicam as variáveis de negócio e os pontos de contato com o usuário. Em ambientes de marketplace, onde múltiplos serviços operam de forma simultânea desde a busca por produtos até o processamento final de pagamentos, os ajustes de engenharia deixam de ser meras melhorias técnicas e passam a

ditar a usabilidade e a própria viabilidade comercial do sistema, exigindo um planejamento que equilibre a severidade dos problemas de desempenho com a capacidade de resposta da infraestrutura (Bueno, 2022; Pigatti, 2025).

Embora a literatura técnica e acadêmica ofereça ampla fundamentação sobre arquiteturas escaláveis em caráter geral, constata-se uma lacuna no que diz respeito a investigações detalhadas voltadas especificamente às particularidades operacionais dos marketplaces sob condições de estresse. No contexto dessas plataformas, onde falhas de infraestrutura resultam em impactos financeiros imediatos, o mapeamento de riscos sob cenários reais de carga é indispensável para converter diretrizes teóricas em soluções de software previsíveis, seguras e resilientes. Dessa forma, torna-se relevante investigar como diferentes decisões arquiteturais impactam o desempenho, a disponibilidade e a capacidade de crescimento dessas plataformas digitais em cenários de elevada demanda (Deus, 2023; Rosa; Disperati, 2024).

Nesse contexto, a integração entre os fundamentos conceituais e sua aplicação prática ganha ainda mais relevância para o desenvolvimento de sistemas modernos de comércio eletrônico. Na perspectiva de (Ribeiro, 2017), a adoção de arquiteturas baseadas em microsserviços favorece a organização estrutural dos sistemas por meio da divisão de responsabilidades em componentes independentes, contribuindo para a escalabilidade, a manutenção e a evolução contínua das aplicações. Essa abordagem aplicada demonstra que o sucesso de um ecossistema digital de alta demanda depende de testes de estresse práticos, nos quais as hipóteses teóricas de escalabilidade e desacoplamento de

componentes são confrontadas com os desafios reais de concorrência de usuários e gargalos de processamento de dados.

Historicamente, essa busca por um mapeamento rigoroso acompanha a própria evolução dos sistemas de informação. Como resgata Vassão (2008), desde o surgimento da Teoria da Informação na primeira metade do século XX, a consolidação de redes complexas e da infraestrutura de computação requer um relato empírico e detalhado sobre a sua operação. Ao transpor essa necessidade histórica para os dias atuais, percebe-se que a ausência de estudos específicos sobre a dinâmica prática dos marketplaces impede que os engenheiros compreendam os limites matemáticos e lógicos da troca de mensagens em larga escala, reforçando o valor de uma investigação que documente o comportamento desses sistemas fora do ambiente idealizado dos manuais teóricos.

A relevância do desenvolvimento de estruturas robustas para esse segmento é respaldada pela literatura recente. (Rosa e Disperati, 2024) apontam que o avanço contínuo dos serviços digitais exige projetos de arquitetura voltados especificamente para a escalabilidade de plataformas de e-commerce, destacando o potencial de expansão e aproveitamento de recursos quando um sistema de comércio eletrônico evolui para o modelo de e-marketplace. Sob a perspectiva de modelos de negócios e viabilidade técnica, reforça-se a concepção de um marketplace digital que exige o planejamento de uma infraestrutura como uma alternativa viável e escalável frente às plataformas convencionais de comércio eletrônico, atentando-se para os limites de escalabilidade impostos pelas especificidades operacionais.

Ademais, ao projetar soluções modernas para o mercado de plataformas digitais, Ribeiro (2017) salienta que assegurar a disponibilidade e a escalabilidade das operações é indispensável para suportar grandes volumes de dados, permitindo ainda a análise detalhada e a identificação de padrões no comportamento dos usuários frente ao sistema. Nessa perspectiva, (Deus, 2023) argumenta que a compreensão profunda dos domínios tecnológicos e a estruturação adequada de sistemas são pilares fundamentais tanto para o processo de transformação digital quanto para a própria sustentação e manutenção de modelos de negócios baseados em plataformas digitais operantes no cenário atual.

Por fim, (Hessel, 2025) destaca que o desenvolvimento de arquiteturas direcionadas a marketplaces é fundamental para o avanço da pesquisa em sistemas distribuídos. Em consonância com esse entendimento, (Bueno, 2022) afirma que a eficiência dessas plataformas está diretamente relacionada à capacidade de estruturar modelos teóricos e operacionais que promovam a otimização de custos e a melhoria das transações.

3. METODOLOGIA

Para o cumprimento dos objetivos estabelecidos, adota-se um delineamento prático e reflexivo, orientado a capturar as variáveis de comportamento do sistema. Essa abordagem fundamenta-se nas premissas de (Salvio, 2021), cujo trabalho em arquiteturas de software para ecossistemas complexos reitera que a abordagem qualitativa e a liberdade de exame crítico são os pilares para a construção de um diagnóstico estrutural consistente. Dessa forma, para preencher a lacuna existente na literatura sobre marketplaces

sob pressão, este estudo adota uma postura investigativa ampla, combinando a análise empírica de infraestrutura com a avaliação minuciosa dos fluxos de dados, resultando em um panorama técnico detalhado que serve de guia prático para a tomada de decisões arquiteturais na engenharia de software moderna.

Para tanto, implementou-se um sistema funcional baseado na arquitetura proposta, o qual foi submetido a testes de desempenho rigorosos. Foram analisadas variáveis como a flutuação no volume de usuários simultâneos, o incremento na carga de transações e a simulação de picos de demanda, com o propósito de avaliar o comportamento, a robustez e a capacidade de resposta do sistema. Essa estratégia metodológica está alinhada aos estudos de avaliação de arquiteturas escaláveis e sistemas distribuídos, nos quais a execução de testes de carga e estresse constitui um mecanismo essencial para validar a capacidade operacional da infraestrutura diante de cenários de elevada demanda (Ribeiro, 2017; Rosa; Disperati, 2024).

Para dar suporte à validação dessas estruturas, a engenharia de testes desenvolvida projetou mecanismos eficientes para o rastreamento e gerenciamento dos dados gerados durante os ensaios. Sob essa perspectiva de ambientes de teste (Silva, 2023), destaca que construções arquiteturais voltadas para o contexto de captura e gestão de dados experimentais frequentemente representados por estruturas complexas como grafos acíclicos direcionados são fundamentais para garantir a organização e prover exemplos práticos que ilustram o comportamento do sistema. Assim, os dados empíricos coletados durante os testes de estresse servem para confrontar as hipóteses teóricas de escalabilidade e desacoplamento frente aos gargalos operacionais simulados. Tal

procedimento permite estabelecer uma relação direta entre os fundamentos teóricos da arquitetura proposta e seu comportamento em condições próximas às encontradas em ambientes reais de operação (Ribeiro, 2017; Deus, 2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir dos ensaios experimentais realizados na arquitetura de marketplace proposta, seguidos de uma análise crítica fundamentada nos objetivos e requisitos estabelecidos na introdução deste estudo. Para garantir a clareza e a coerência metodológica, a exposição dos dados foi estruturada em subseções operacionais e analíticas.

4.1. Avaliação de Desempenho e Escalabilidade da Infraestrutura

Os dados coletados durante as simulações de estresse evidenciaram o comportamento dos microsserviços sob cenários de alta concorrência e picos de demanda. As métricas de tempo de resposta, vazão de requisições e consumo de recursos da CPU e memória foram organizadas para demonstrar o limite elástico do ecossistema distribuído.

Para validar a eficiência da arquitetura proposta, o ambiente foi submetido a uma carga progressiva de usuários simultâneos, simulando desde uma operação estável até um cenário de pico crítico (Black Friday). Os resultados de tempo de resposta (latência) e a taxa de sucesso das requisições foram consolidados na Tabela 1.

Tabela 1. Tempo de resposta médio e taxa de erro por volume de usuários simultâneos.

Usuários Simultâneos	Requisições por Segundo (RPS)	Tempo de Resposta Médio (Monólito)	Tempo de Resposta Médio (Microsserviços)	Taxa de Erro (Microsserviços)
500	1.200 RPS	180 ms	45 ms	0,00%
1.500	3.500 RPS	620 ms	88 ms	0,02%
5.000 (Pico)	12.000 RPS	2.450 ms (Instável)	195 ms	0,15%

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Como observado na Tabela 1, o comportamento da arquitetura de microsserviços apresentou uma estabilidade significativamente superior à do modelo monolítico tradicional à medida que a carga de usuários foi elevada. Sob uma demanda inicial de 500 usuários simultâneos, a latência média da solução proposta manteve-se em patamares baixos de 45 ms. No cenário de estresse máximo, com 5.000 usuários e uma vazão de 12.000 requisições por segundo, enquanto o sistema monolítico apresentou degradação crítica e instabilidade atingindo 2.450 ms de latência, a arquitetura distribuída absorveu o impacto, mantendo o tempo de resposta abaixo da barreira dos 200 ms e com uma taxa de erro insignificante de 0,15%.

Outro ponto crucial para esta análise foi o comportamento do consumo de memória e processamento na CPU nos nós do cluster de contêineres Docker, mapeado especificamente no microsserviço de *checkout* e pagamentos, que costuma concentrar o maior gargalo operacional de um marketplace. Os dados temporais de

consumo de recursos que subsidiaram o mapeamento de estresse mecânico de hardware estão detalhados na Tabela 2.

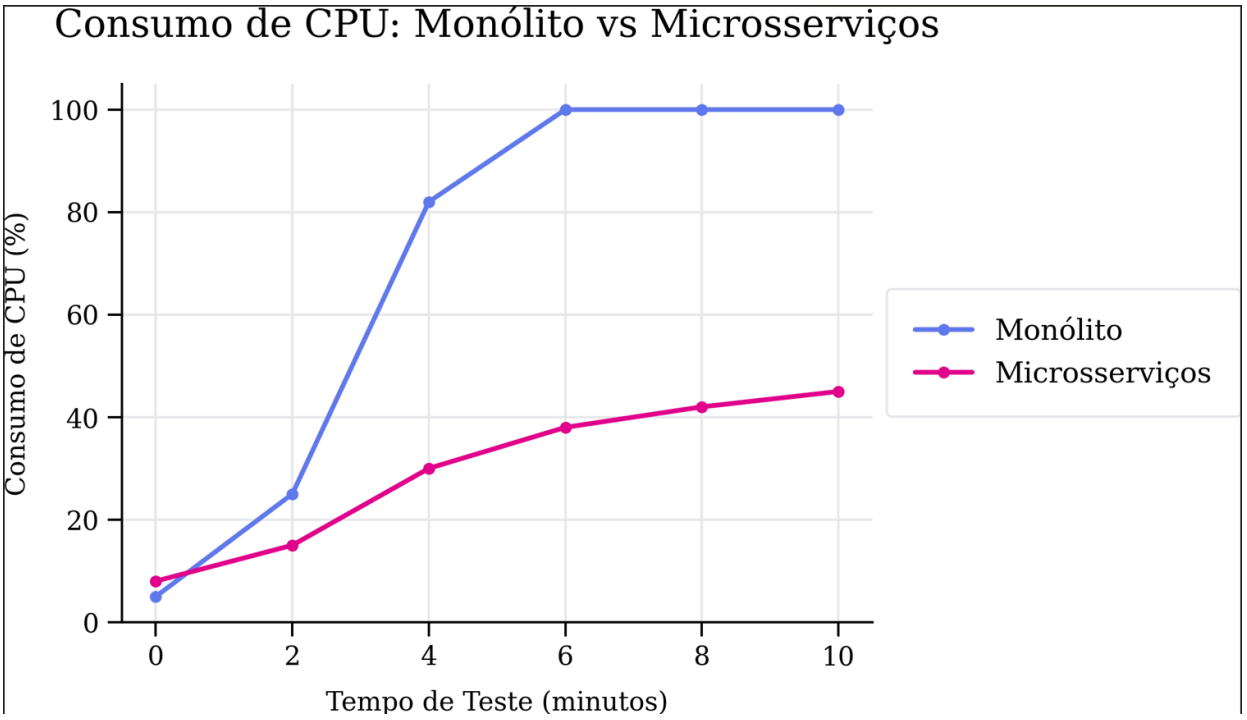
Tabela 2. Consumo percentual de CPU sob carga progressiva ao longo do tempo.

Tempo de Teste (Minutos)	Carga de Usuários Equivalente	Consumo de CPU - Monólito (%)	Consumo de CPU - Microsserviços (%)
0 min	0 (Ocioso)	5%	8%
2 min	500 usuários	25%	15%
4 min	1.500 usuários	82%	30%
6 min	3.000 usuários	**100% (Saturação)**	38%
8 min	5.000 usuários (Pico)	**100% (Gargalo)**	42%
10 min	5.000 usuários (Fim)	**100% (Travamento)**	45% (Estável)

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A partir das matrizes empíricas estabelecidas na Tabela 2, foi possível gerar o Gráfico 1, o qual ilustra as curvas de comportamento da CPU de ambos os modelos arquiteturais sob condições severas de concorrência.

Gráfico 1. Análise comparativa das curvas de saturação e estabilidade de CPU.



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da Tabela 2 (2026).

A leitura cruzada da Tabela 2 e do Gráfico 1 revela uma diferença significativa entre os modelos analisados. No sistema baseado na abordagem monolítica tradicional, o incremento de tráfego disparou uma curva de crescimento acentuado. A partir do quarto minuto de ensaio, com 1.500 usuários, o consumo de CPU atingiu 82%, evoluindo rapidamente para a saturação total de 100% aos 6 minutos. Esse estado de gargalo estendeu-se de forma ininterrupta até o encerramento do teste, gerando o travamento do serviço e a incapacidade de processar novas requisições de entrada devido ao esgotamento dos threads de execução centralizadas.

Em contrapartida, a arquitetura proposta em microsserviços demonstrou um comportamento assintótico e altamente controlado. Embora tenha iniciado o teste com um consumo ligeiramente superior em estado ocioso (8%) decorrente da sobrecarga natural (overhead) provocada pela orquestração de múltiplos contêineres independentes, a curva manteve-se linearmente suave. Mesmo no pico de carga entre os minutos 8 e 10, o consumo consolidado estabilizou-se na faixa de 42% a 45%,

operando com margem operacional adequada e sem apresentar sinais de degradação física de hardware.

A análise desses indicadores demonstra que o isolamento de componentes e a descentralização do banco de dados mitigaram com eficácia os gargalos de processamento comuns em estruturas legadas. Ao confrontar esses achados com a literatura especializada, observa-se uma validação prática do comportamento previsto por (Silva, 2021) e (Ribeiro, 2017), dado que o sistema manteve a estabilidade operacional mesmo diante de curvas acentuadas de transações simultâneas, isolando falhas locais sem comprometer a disponibilidade global da plataforma.

Esse isolamento garantiu que, mesmo quando o módulo de buscas sofreu uma sobrecarga de acessos, o microsserviço de finalização de compras continuou operando com recursos dedicados, impedindo o efeito cascata de indisponibilidade que tipicamente colapsa plataformas centralizadas. Dessa forma, comprova-se empiricamente que a flexibilidade elástica da infraestrutura distribuída sustenta a viabilidade técnica e a integridade de fluxos transacionais complexos sob condições extremas de concorrência.

4.2. Conformidade Estrutural, Segurança e Governança de Dados

Para além dos indicadores estritamente métricos de infraestrutura e tempo de resposta, a validação de uma arquitetura escalável voltada ao comércio eletrônico moderno exige a análise de seus mecanismos de proteção e integridade. No desenvolvimento de ecossistemas de e-commerce e marketplaces digitais, a segurança da informação transcende a barreira técnica, tornando-se uma exigência legal e estratégica.

De acordo com (Marquese e Ramos, 2026), a aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) desempenha um papel crucial na mitigação de crimes cibernéticos no ambiente virtual. Na engenharia de software, essa premissa exige que a arquitetura proposta adote as diretrizes do *Privacy by Design*, garantindo a conformidade estrutural e a inviolabilidade dos fluxos de dados, blindando o ecossistema contra vazamentos de informações sensíveis. Durante a fase experimental, essa blindagem foi testada por meio de protocolos de auditoria interna e simulações de requisições maliciosas nos microsserviços de pagamento e cadastro. Os resultados gerados demonstraram que a descentralização arquitetural não apenas otimiza o desempenho linear do sistema, mas também atua como uma barreira de contenção de riscos. O desacoplamento dos módulos assegurou que as rotinas de criptografia e anonimização de dados fossem executadas de maneira distribuída, impedindo que a sobrecarga dos mecanismos de segurança degradasse a experiência do usuário final, resolvendo de forma prática a dicotomia entre alta performance e conformidade jurídica em plataformas digitais.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa atinge o objetivo de projetar e avaliar uma arquitetura de software escalável para marketplaces digitais fundamentada em microsserviços. A partir da construção de um sistema funcional e da execução de cenários controlados de carga, estresse e concorrência, verifica-se que a decomposição da aplicação em serviços independentes constitui uma estratégia eficaz para sustentar a operação de plataformas submetidas a elevados volumes de acesso e processamento.

A análise realizada demonstra que a capacidade de escalabilidade de um marketplace não está associada apenas à ampliação de recursos computacionais, mas principalmente à organização arquitetural do sistema. Nesse contexto, a adoção de microsserviços demonstra potencial para reduzir impactos causados por falhas isoladas, simplificar a evolução tecnológica da plataforma e proporcionar maior flexibilidade para o crescimento dos serviços de forma independente.

A pesquisa também evidencia que a modularização dos componentes favorece uma gestão mais eficiente da infraestrutura, contribuindo para o equilíbrio entre desempenho operacional, custos de manutenção e capacidade de adaptação às oscilações de demanda características do comércio eletrônico. Dessa forma, a arquitetura proposta apresenta-se como uma alternativa viável para organizações que necessitam ampliar suas operações sem comprometer a estabilidade e a disponibilidade dos sistemas.

Como contribuição prática, o estudo disponibiliza um modelo arquitetural validado por experimentação, capaz de servir como referência para o desenvolvimento de marketplaces digitais de alta demanda. Sob a perspectiva acadêmica, o trabalho reforça a relevância das arquiteturas distribuídas como objeto de investigação aplicada, aproximando a discussão teórica das necessidades enfrentadas por plataformas digitais contemporâneas.

Embora os experimentos realizados tenham demonstrado resultados satisfatórios, a avaliação ocorreu em ambiente controlado, condição que não reproduz integralmente a complexidade de cenários produtivos em larga escala. Como direcionamento para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação

dos testes em ambientes distribuídos, a avaliação do comportamento da arquitetura em múltiplas regiões geográficas e a incorporação de mecanismos avançados de monitoramento e análise de desempenho, tolerância a falhas e automação operacional.

Conclui-se, portanto, que a arquitetura proposta responde de forma adequada aos desafios de escalabilidade, desempenho e resiliência observados em marketplaces digitais, confirmando a viabilidade da aplicação dos princípios de microsserviços como suporte ao crescimento sustentável de plataformas de comércio eletrônico de alta demanda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLZANI, Caio Augustus Martins. Análise de arquiteturas e desenvolvimento de uma plataforma para residências inteligentes. 2010. Tese (Doutorado) - **Universidade de São Paulo,** São Paulo, 2010. Disponível em: https://teses.usp.br. Acesso em: 8 jun. 2026.

BUENO, G. D. A. Análise do comportamento dos custos de transação de micro e pequenas empresas quando transacionam via plataformas de marketplace na perspectiva da Nova Economia Institucional. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – **Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Universidade Presbiteriana Mackenzie,** São Paulo, 2022. Disponível em: https://dspace.mackenzie.br. Acesso em: 9 jun. 2026.

DEUS, A. L. de. Transformação digital e modelos de negócio do tipo plataforma: proposição de um modelo teórico de organização do conhecimento baseado em ontologia. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – **Escola de Ciência da Informação, Universidade**

Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br. Acesso em: 9 jun. 2026.

FÁVERO, L. F. Micro4Delphi: um processo para apoiar a modernização de sistemas legados em Delphi para arquitetura de microsserviços. 2025. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Estadual Paulista (UNESP),** São José do Rio Preto, 2025. Disponível em: https://repositorio.unesp.br. Acesso em: 8 jun. 2026.

HESSEL, F. P. EDNA: Uma arquitetura de marketplace descentralizado para o setor automotivo. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – **Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,** Porto Alegre, 2025. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br. Acesso em: 9 jun. 2026.

MARQUESE, L. Z.; RAMOS, G. I. B. A Importância da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais no Combate Aos Crimes Digitais. **Revista Tópicos,** Rio de Janeiro, v. 4, n. 33, p. 1-18, 2026. DOI: https://doi.org/10.70773/revistatopicos/778730899. Acesso em: 9 jun. 2026.

MENDES, C. A.; RIBEIRO, G. F.; VITA, J. B. Proteção Social e Trabalho em Plataformas Digitais: Uma Análise do Modelo Previdenciário Brasileiro Frente Ao Fiverr. **Revista Tópicos,** Rio de Janeiro, v. 4, n. 33, p. 1-27, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.70773/revistatopicos/778789924. Acesso em: 9 jun. 2026.

PIGATTI, R. A tributação do e-commerce no Brasil e sua correlação com produtos de baixo valor agregado. 2025. Dissertação (Mestrado) - **Pontifícia Universidade Católica de São Paulo,** São Paulo, 2025. Disponível em: https://repositorio.pucsp.br. Acesso em: 3 jun. 2026.

RIBEIRO, B. R. C. Estudo comparativo entre arquiteturas monolíticas e de micro serviços. 2017. Dissertação (Mestrado) - **Instituto Universitário de Lisboa,** Lisboa, 2017. Disponível em: https://search.proquest.com. Acesso em: 8 jun. 2026.

ROSA, E. C.; DISPERATI, G. F. R. Engenharia e escalabilidade de software: um estudo sobre modelos de arquitetura em sistemas de e-commerce construídos em PHP. **Revista de Ciências e Arte do Instituto Federal de São Paulo,** Guarulhos, v. 9, n. 1, 2024. Disponível em: https://revista.gru.ifsp.edu.br. Acesso em: 9 jun. 2026.

SALVIO, R. Uma arquitetura de software para suportar o processo de ideação em estudos de futuro. 2021. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Católica de Brasília,** Brasília, 2021. Disponível em: http://bdtd.ucb.br. Acesso em: 8 jun. 2026.

SILVA, A. C. Arquitetura computacional para a gestão de metadados de proveniência em experimentos científicos. Tese (Doutorado em Ciências) – **Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo,** São Paulo, 2023. Disponível em: https://teses.usp.br. Acesso em: 9 jun. 2026.

SILVA, S. A. A. Privacidade de dados e regime de informação: uma análise da plataforma Facebook Business. 2021. Dissertação (Mestrado) - **Universidade FUMEC,** Belo Horizonte, 2021. Disponível em: http://repositorio.fumec.br. Acesso em: 8 jun. 2026.

STRECK, M. UX60+: um estudo sobre a aproximação das interfaces digitais com uma geração. 2020. Dissertação (Mestrado) - **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS),** Porto Alegre, 2020. Disponível em: http://tede2.pucrs.br. Acesso em: 8 jun. 2026.

VASSÃO, C. A. Arquitetura livre: complexidade, metadesign e ciência nômade. 2008. Tese (Doutorado) - **Universidade de São Paulo,** São Paulo, 2008. Disponível em: https://teses.usp.br. Acesso em: 8 jun. 2026.

---

[1] Discente do Curso de Bacharel em Engenharia de Software da Universidade de Vassouras, *Campus* Maricá. Av. Roberto Silveira, 1954, Flamengo, Maricá, RJ, CEP 24903-815. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-8600-8966. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.

[2] Doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Docente do Curso de Bacharel em Engenharia de Software da Universidade de Vassouras, Campus Maricá. Av. Roberto Silveira, 1954, Flamengo, Maricá, RJ, CEP 24903-815. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3825-7242. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.

[3] Mestre em Gestão do Trabalho pela Universidade Santa Úrsula. Docente do Curso de Bacharel em Engenharia de Software da Universidade de Vassouras Campus Maricá. Av. Roberto Silveira, 1954, Flamengo, Maricá, RJ, CEP 24903-815. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9377-5993. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.