

# Ambientes Práticos sob Demanda no Moodle com Contêineres: Evidências de Uso em Disciplinas Reais

Deolinda Elias Salomão<sup>1</sup>, Gabriel Müller Fischer<sup>1</sup>, Pedro Ivo Kuhn<sup>1</sup>,  
Rafael Burlamaqui Amaral<sup>1</sup>, Gerson Geraldo H. Cavalheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Computação  
Universidade Federal de Pelotas  
Caixa Postal 354 – 96.010-900 – Pelotas – RS – Brazil

{deo.salomao, gmfisher, pkuhn, rafael.amaral, gersonc}@inf.ufpel.edu.br

**Resumo.** *Este artigo apresenta a avaliação de uma ferramenta que implementa suporte a contêineres integrado ao Moodle. Esta ferramenta foi desenvolvida para oportunizar práticas em laboratório de forma simplificada. Os resultados indicam elevada aceitação pelos estudantes e percepção positiva de impacto pedagógico. A ferramenta, baseada em Docker e Kubernetes, viabiliza a provisão sob demanda de ambientes práticos acessíveis diretamente pelo LMS.*

## 1. Introdução

Disciplinas da área de Computação dependem de ambientes práticos corretamente configurados, o que impõe desafios operacionais recorrentes às instituições de ensino superior. A manutenção de laboratórios físicos e a heterogeneidade das configurações frequentemente geram inconsistências, sobrecarga administrativa e redução do tempo efetivo de prática pelos estudantes [Spišaková et al. 2022, Santoso et al. 2023]. Nesse cenário, a computação em nuvem tem sido adotada para oferta escalável de recursos sob demanda, reduzindo a dependência de infraestrutura local [Cai and Buyya 2021].

A containerização destaca-se por permitir ambientes leves, portáteis e reproduzíveis, com menor overhead que a virtualização tradicional, devido ao compartilhamento do kernel do hospedeiro [Zhou et al. 2020]. Tecnologias como Docker e Kubernetes vêm sendo utilizadas para padronização e rápida provisão de ambientes em cursos de Computação [Mondal et al. 2022, Zhang et al. 2021]. [Mondal et al. 2022]. Ainda assim, a literatura registra limitada integração nativa entre orquestração de contêineres e Sistemas de Gestão da Aprendizagem.

O Moodle permanece entre os LMS mais utilizados no ensino superior, com arquitetura modular e suporte a interoperabilidade via APIs e LTI. Contudo, persistem lacunas na provisão automatizada e transparente de ambientes containerizados diretamente a partir do LMS, especialmente com validação empírica em contexto real. Uma solução neste sentido foi apresentada em [Salomão 2026], com a integração de *Terminal Web* como recurso no Moodle.

Este apresenta uma avaliação empírica do ambiente construído em disciplinas reais, com análise estatística da percepção dos usuários, visando verificar sua viabilidade técnica e impacto pedagógico.

## 2. Trabalhos Relacionados

Estudos recentes sobre containerização no contexto educacional indicam crescimento consistente de pesquisas entre 2020 e 2024, com predominância do uso de Docker e Kubernetes para criação de ambientes isolados, escaláveis e reproduzíveis em cursos de Computação [Salomão 2026]. Destacam-se plataformas baseadas em Jupyter e contêineres, como a apresentada por [Zhou et al. 2020], que demonstram ganhos em portabilidade, escalabilidade e simplificação da configuração dos ambientes.

Outros trabalhos exploram plataformas educacionais que utilizam contêineres para execução segura de código submetido por estudantes [Neumann et al. 2022]. Há também iniciativas que investigam a integração de ambientes containerizados com LMS, como o trabalho de [Li et al. 2021], que demonstra a viabilidade do provisionamento automático de instâncias por estudante via LTI. Ainda assim, muitas soluções adotam mecanismos próprios de orquestração ou plataformas como JupyterHub que, na prática, frequentemente exigem autenticações separadas, configurações manuais ou apresentam integração limitada com LMS institucionais.

A maior parte dos trabalhos na literatura concentra-se na infraestrutura de execução, tratando a provisão de contêineres como um serviço parcialmente desacoplado do fluxo pedagógico. Verifica-se lacunas quanto a arquiteturas que integrem de forma nativa e automatizada a provisão sob demanda de ambientes containerizados diretamente a ferramentas LMS.

## 3. Arquitetura Proposta

A arquitetura foi concebida para integrar o Moodle a uma infraestrutura containerizada em nuvem privada, permitindo a provisão sob demanda de ambientes práticos. A solução é estruturada em três camadas: Interface, Backend e Infraestrutura. Na Interface, o Moodle atua como ponto central de autenticação e mediação pedagógica. Por meio do padrão LTI, o LMS aciona o serviço externo e encaminha os parâmetros necessários para criação do ambiente. O acesso do estudante ocorre via Terminal Web embutido, preservando uma experiência unificada dentro do LMS.

A camada Backend concentra a lógica de orquestração, incluindo serviços de API e gerência de sessões. Esse componente recebe as requisições do Moodle, valida parâmetros e aciona dinamicamente a infraestrutura a partir da imagem especificada. Por fim, a camada de Infraestrutura é responsável pela execução isolada dos contêineres, incluindo o gerenciador de contêineres, o catálogo de imagens e os nós de execução do cluster, assegurando escalabilidade e provisão efêmera dos ambientes.

## 4. Interface

A camada de Interface tem como objetivo prover a interação entre usuários e a infraestrutura containerizada, mantendo o Moodle como ponto central de acesso e autenticação. O desenho privilegia transparência operacional e baixo atrito de uso, de modo que estudantes e docentes interajam com os ambientes práticos sem necessidade de múltiplos logins ou configurações externas. Nessa arquitetura, o Moodle atua como plataforma LMS responsável pela autenticação institucional, enquanto a ferramenta externa baseada em LTI realiza o acionamento do serviço de provisão sob demanda.

Do ponto de vista do docente, a interface permite a criação e configuração do recurso *Terminal Web* diretamente na disciplina. O fluxo inicia com a inclusão do recurso no curso, seguida da definição de metadados básicos e da imagem Docker a ser utilizada. Essas informações são transmitidas ao backend no momento da publicação da atividade. Esse processo mantém aderência ao fluxo pedagógico tradicional do Moodle e reduz a necessidade de intervenção manual em nível de infraestrutura. Já o estudante, em resposta ao acesso ao recurso na página da disciplina, o sistema aciona o backend para provisionamento do contêiner correspondente e estabelece a sessão do Terminal Web. O ambiente é apresentado em navegador, rodando independente e desacoplado do Moodle, permitindo escrever código, compilar e executar programas em um espaço isolado e efêmero.

## 5. Estudos de Caso

A avaliação foi conduzida por meio de dois estudos de caso em contexto real no semestre 2025/2, integrados a atividades de programação paralela e concorrente. No **Estudo de Caso 1 (MPI)**, estudantes do 8º semestre realizaram prática introdutória com MPI (compilação, execução de programas) com diferentes números de máquinas virtuais, com questionário respondido por  $n = 23$ . No **Estudo de Caso 2 (Multithreading)**, estudantes de duas disciplinas executaram atividade introdutória com múltiplos *threads*, utilizando o mesmo ambiente via Moodle e contêineres para compilar e testar programas em C++20, Rust, Go e Elixir, com  $n = 16$ .

Ao final de cada sessão, aplicou-se questionário Likert (1 a 5) com itens organizados em cinco dimensões: **integração com o Moodle** (Q1–Q4), **clareza de uso** (Q5, Q12), **qualidade técnica percebida** (Q6–Q10), **impacto pedagógico** (Q11) e **aceitação** (Q13, Q14). A análise utilizou estatística descritiva e síntese por dimensão. A Tabela 1 apresenta médias e DP observados, evidenciando aceitação muito elevada e alto impacto pedagógico. No estudo MPI, a aceitação apresentou variabilidade mínima, limitando inferências e explicando correlações fracas apesar dos escores altos. No Multithreading, a qualidade técnica percebida manteve média elevada, mas mostrou maior sensibilidade a variações de responsividade, coerente com a dispersão observada no item Q9.

**Tabela 1. Síntese por dimensão (média e DP) nos dois estudos de caso.**

Dimensão	MPI ( $n = 23$ )	Multithreading ( $n = 16$ )
Integração com o Moodle	4,51 (0,60)	4,66 (0,45)
Clareza de uso	4,28 (0,75)	4,53 (0,92)
Qualidade técnica percebida	4,51 (0,59)	4,49 (0,44)
Impacto pedagógico	4,78 (0,42)	4,88 (0,50)
Aceitação	4,93 (0,17)	4,88 (0,34)

A Tabela 1 apresenta alguns dos resultados obtidos na avaliação do uso da ferramenta. No que se refere a associações entre construtos, no caso MPI as correlações de Spearman entre dimensões e aceitação não foram estatisticamente significativas, resultado compatível com o efeito teto em aceitação. Já no Multithreading, a correlação de Spearman indicou associações positivas e significativas entre **integração com o Moodle** ( $\rho = 0,60$ ,  $p = 0,013$ ), **clareza de uso** ( $\rho = 0,66$ ,  $p = 0,005$ ) e **impacto pedagógico** ( $\rho = 0,68$ ,  $p = 0,004$ ) com a **aceitação**, sugerindo que a percepção de integração e a fluidez do fluxo no LMS estão diretamente relacionadas à disposição do estudante em reutilizar e recomendar a ferramenta.

Os estudos de caso indicam que a provisão sob demanda integrada ao Moodle é viável em cenário real e apresenta elevada aceitação, com evidências de impacto pedagógico percebido. As limitações observadas concentram-se em aspectos de usabilidade e responsividade do terminal em sessões pontuais e em restrições inerentes ao contexto (rede, heterogeneidade de máquinas e dependência de infraestrutura institucional).

## 6. Conclusão

Este trabalho apresentou a avaliação de uma arquitetura containerizada integrada ao Moodle para provisão sob demanda de ambientes práticos no ensino de Computação, em disciplinas requerendo ferramentas para programação paralela. Os resultados dos estudos de caso indicam elevada aceitação pelos estudantes, forte percepção de impacto pedagógico e evidências de viabilidade técnica da integração, especialmente quanto à simplificação do acesso e à redução de problemas de configuração. Como trabalho futuro, serão avaliados critérios de robustez da ferramenta e consideradas questões de segurança para disponibilização do recurso em produção.

## Referências

- Cai, Z. and Buyya, R. (2021). Inverse queuing model-based feedback control for elastic container provisioning of web systems in kubernetes. *IEEE Transactions on Computers*, 71(2):337–348.
- Li, Z., Wei, H., Lyu, Z., and Lian, C. (2021). Kubernetes-container-cluster-based architecture for an energy management system. *IEEE Access*, 9:84596–84604.
- Mondal, S. K., Pan, R., Kabir, H. D., Tian, T., and Dai, H.-N. (2022). Kubernetes in it administration and serverless computing: An empirical study and research challenges. *The Journal of Supercomputing*, 78(2):2937–2987.
- Neumann, F., Pino, J. C. R.-d., and Homer, S. (2022). Acquiring Android app development skills in a virtual learning environment. In *Anais...*, pages 9–16, Berlin.
- Salomão, D. E. (2026). Arquitetura containerizada integrada ao moodle para provisão de ambientes práticos no ensino de computação. Dissertação (mestrado em ciência da computação), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil. Programa de Pós-Graduação em Computação.
- Santoso, B. J., Ijtihadie, R. M., and Millah, Z. (2023). A docker container-based solution for course archival on moodle: Implementation and evaluation. In *8th Inter. Conf. on Electrical, Electronics and Information Engineering*, pages 1–6, Surabaya. IEEE.
- Spišaková, V., Klusáček, D., and Hejtmánek, L. (2022). Using kubernetes in academic environment: Problems and approaches. In *Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing*, pages 235–253, Cham, Suíça. Springer.
- Zhang, H., Guo, Y., Yang, M., Chen, J., Wang, J., and Wang, J. (2021). Reformation and exploration of practical teaching in new generation of information technology related majors based on online practice teaching platform. In *2021 2nd Inter. Conf. on Information Science and Education*, pages 1642–1646, Piscataway. IEEE.
- Zhou, S., Liu, X., and Lin, L. (2020). Design and implementation of python teaching platform based on container and jupyter. In *2020 Inter. Conf. on Computers, Information Processing and Advanced Education*, pages 446–450, Ottawa. ACM Press.