



Gamificação no Ensino de Programação Paralela em Cursos de Computação: um Mapeamento Sistemático da Literatura

Andercley Hyury Galvão de Andrade, Instituto de Ciências Exatas e Naturais/UFPA, andercleyhyury@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5982-928X>

Josivaldo de Souza Araújo, Instituto de Ciências Exatas e Naturais/UFPA, josivaldo@ufpa.br, <https://orcid.org/0000-0001-6890-6923>

Resumo: A Programação Paralela é um conteúdo essencial na formação em Computação, mas apresenta elevada complexidade cognitiva e desafios pedagógicos. Nesse contexto, a gamificação tem sido investigada como estratégia para aumentar o engajamento e apoiar a aprendizagem ativa. Este artigo apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura sobre o uso de gamificação no ensino de Programação Paralela, considerando estudos publicados entre 2013 e 2025. O protocolo metodológico seguiu diretrizes consolidadas para mapeamentos sistemáticos, com buscas em seis bases científicas e aplicação de critérios de inclusão e exclusão bem definidos. Ao final do processo de seleção, quatro estudos primários foram analisados. Os resultados indicam impactos positivos da gamificação sobre motivação, desempenho e persistência dos estudantes, sobretudo por meio de estratégias competitivas e colaborativas no ensino superior. Entretanto, observa-se escassez de experimentos controlados e análises longitudinais. Conclui-se que a gamificação apresenta potencial pedagógico relevante no ensino de Programação Paralela, ao mesmo tempo em que demanda investigações empíricas mais robustas.

Palavras-chave: programação paralela; gamificação; educação em computação; aprendizagem ativa; mapeamento sistemático.

Gamification in Parallel Programming Education in Computer Science Courses: A Systematic Mapping Study

Abstract: Parallel Programming is an essential topic in Computer Science education, but it poses significant cognitive and pedagogical challenges. In this context, gamification has been investigated as a strategy to foster engagement and support active learning. This paper presents a Systematic Mapping Study on the use of gamification in Parallel Programming education, covering studies published between 2013 and 2025. The methodological protocol followed established guidelines for systematic mappings, including searches in six scientific databases and the application of well-defined inclusion and exclusion criteria. After the selection process, four primary studies were analyzed. The results indicate positive effects of gamification on students' motivation, performance, and persistence, mainly through competitive and collaborative strategies in higher education. However, there is a lack of controlled experiments and longitudinal analyses. It is concluded that gamification shows relevant pedagogical potential in Parallel Programming education, while further robust empirical investigations are still required.

Keywords: parallel programming; gamification; computer science education; active learning; systematic mapping.

1. Introdução

A Programação Paralela constitui uma área essencial da Computação contemporânea, pois possibilita o uso eficiente de arquiteturas *multicore* e sistemas de alto desempenho, amplamente presentes em dispositivos e infraestruturas computacionais modernas (DONGARRA *et al.*, 2011). Apesar de sua relevância técnica e acadêmica, o ensino desse conteúdo apresenta desafios pedagógicos significativos, sobretudo em



função da elevada complexidade cognitiva associada à compreensão de conceitos como concorrência, sincronização, comunicação entre processos e comportamento não determinístico. Esses desafios exigem dos estudantes a construção de modelos mentais sofisticados e um elevado nível de abstração, o que frequentemente resulta em dificuldades de aprendizagem, baixa motivação e evasão em disciplinas avançadas de Computação (STRÖMBÄCK, 2023).

Nesse contexto, diferentes abordagens pedagógicas têm sido investigadas com o objetivo de tornar o ensino de Programação Paralela mais acessível e significativo. Entre elas, destaca-se a gamificação, entendida como a aplicação de elementos, dinâmicas e mecânicas de jogos em contextos não lúdicos, com o propósito de promover engajamento, motivação e aprendizagem ativa (DETERGING *et al.*, 2011). Estudos prévios indicam que o uso de estratégias como pontuação, desafios, *leaderboards* e *feedback* imediato pode contribuir para aumentar a persistência e o envolvimento dos estudantes em disciplinas da área de Computação (WERBACH e HUNTER, 2012). Ao transformar atividades tradicionalmente abstratas em experiências interativas e orientadas a objetivos, a gamificação tem se mostrado uma alternativa promissora no ensino de programação.

Entretanto, a maior parte das pesquisas sobre gamificação na Educação em Computação concentra-se em disciplinas introdutórias, como algoritmos e programação básica, havendo escassez de investigações voltadas a conteúdos avançados e de natureza concorrente. Revisões e mapeamentos existentes evidenciam essa lacuna ao apontar o predomínio de estudos em níveis iniciais de formação, sem abordar de forma sistemática a aplicação da gamificação no ensino de Programação Paralela (SUBHASH e CUDNEY, 2018). Considerando as especificidades desse domínio, como a necessidade de avaliar desempenho, escalabilidade e sincronização, torna-se relevante compreender como estratégias gamificadas têm sido adaptadas para apoiar a aprendizagem desses conceitos complexos.

Diante desse cenário, a questão que orienta este estudo é: como a gamificação tem sido aplicada no ensino de Programação Paralela em cursos de Computação? Para responder a essa questão, este artigo apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura cujo objetivo geral é identificar, analisar e classificar as estratégias de gamificação empregadas no ensino e na aprendizagem de Programação Paralela. De forma específica, busca-se investigar as tecnologias e ferramentas utilizadas, os conteúdos abordados, os efeitos relatados sobre o desempenho e a motivação dos estudantes, bem como a existência de comparações com métodos tradicionais de ensino.

A relevância deste estudo reside na ausência de sínteses sistemáticas que integrem gamificação e Programação Paralela, oferecendo uma visão estruturada sobre um campo ainda emergente. Ao sistematizar evidências dispersas na literatura, este mapeamento contribui tanto para o avanço da pesquisa em Educação em Computação quanto para a prática docente, ao apoiar professores e designers instrucionais na tomada de decisões fundamentadas sobre o uso de estratégias gamificadas em disciplinas avançadas. Além disso, o estudo fornece subsídios para o desenvolvimento de intervenções pedagógicas mais alinhadas às demandas da Computação de Alto Desempenho.

É importante destacar que este mapeamento apresenta algumas limitações inerentes ao seu escopo metodológico, como o número reduzido de estudos primários identificados, o recorte temporal entre 2013 e 2025 e a consideração apenas de publicações em português e inglês. Ainda assim, essas restrições refletem o estado atual da área e reforçam a necessidade de novas investigações empíricas mais robustas.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os fundamentos teóricos sobre gamificação e os desafios do ensino de Programação Paralela; a Seção 3



discute os trabalhos relacionados e a lacuna metodológica identificada; a Seção 4 descreve o protocolo metodológico adotado no mapeamento; a Seção 5 apresenta e analisa os resultados obtidos; a Seção 6 discute as implicações dos achados; e, por fim, a Seção 7 apresenta as conclusões e perspectivas para trabalhos futuros.

2. Gamificação na Educação em Computação

A gamificação pode ser definida como o uso de elementos, dinâmicas e mecânicas de jogos em contextos não lúdicos, com o objetivo de promover engajamento, motivação e aprendizagem (DETERGING *et al.*, 2011). Diferentemente de jogos educacionais completos, a gamificação não pressupõe a criação de um jogo em si, mas a incorporação de componentes como pontuação, níveis, desafios, recompensas, *badges* e *feedback* imediato em atividades educacionais existentes (CAPONETTO; EARP e OTT, 2014). Esses elementos são utilizados para influenciar o comportamento dos estudantes, estimulando sua participação ativa e persistência nas tarefas propostas.

No contexto da Educação em Computação, a gamificação tem sido amplamente investigada como estratégia para enfrentar dificuldades recorrentes no ensino de programação, tais como a abstração excessiva, a frustração inicial e as altas taxas de evasão. Estudos empíricos indicam que abordagens gamificadas podem aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes, além de favorecer a participação contínua em atividades de aprendizagem (IBÁÑEZ; DI-SERIO e DELGADO-KLOOS, 2014). Esses efeitos são frequentemente associados ao uso de recompensas extrínsecas e ao *feedback* frequente, que auxiliam na autorregulação da aprendizagem.

Mapeamentos e revisões sistemáticas recentes apontam para o amadurecimento do campo da gamificação educacional, especialmente na Educação em Computação. DICHEV e DICHEVA (2017) destacam a consolidação conceitual da área, mas alertam para limitações metodológicas recorrentes, como a ausência de experimentos controlados e análises de longo prazo. De forma semelhante, SUBHASH e CUDNEY (2018) e TODA *et al.* (2019) identificam evidências positivas relacionadas ao engajamento e à aprendizagem, ao mesmo tempo em que ressaltam a concentração de estudos em disciplinas introdutórias, como programação básica e pensamento computacional.

Apesar dos avanços, ainda há debates sobre os mecanismos de aprendizagem subjacentes à gamificação e sobre sua efetividade em diferentes contextos educacionais. Parte da literatura argumenta que os benefícios da gamificação dependem fortemente do alinhamento entre as mecânicas de jogo e os objetivos pedagógicos, bem como do contexto em que são aplicadas (WERBACH e HUNTER, 2012). Assim, a gamificação não deve ser compreendida como uma solução universal, mas como uma estratégia instrucional que requer planejamento cuidadoso e fundamentação teórica adequada.

2.1. Desafios no Ensino da Programação Paralela

A Programação Paralela envolve o desenvolvimento de programas capazes de executar múltiplas tarefas simultaneamente, explorando arquiteturas de memória compartilhada ou distribuída. O ensino desse conteúdo apresenta desafios específicos, relacionados à decomposição de problemas, à coordenação de processos concorrentes e à análise de desempenho e escalabilidade. Tais aspectos exigem dos estudantes elevado raciocínio lógico, capacidade de abstração e compreensão de interações complexas entre componentes do sistema (DONGARRA *et al.*, 2011).

Reconhecendo essas dificuldades, iniciativas curriculares como o *NSF/IEEE-TCP Curriculum Initiative* defendem a introdução gradual de conceitos de Programação Paralela nos cursos de graduação em Computação, com o apoio de metodologias ativas,



recursos visuais e ferramentas de experimentação prática (PRASAD *et al.*, 2011). Essas propostas buscam reduzir a distância entre teoria e prática, permitindo que os estudantes compreendam o comportamento de programas paralelos de forma mais concreta.

Diversas abordagens têm sido exploradas para apoiar o ensino da Programação Paralela. GHAFOR *et al.* (2019) investigaram o uso de atividades desplugadas e simulações físicas como forma de introduzir conceitos de paralelismo. Outras iniciativas desenvolveram ambientes computacionais específicos para fins educacionais, como o *EasyPAP*, que permite a experimentação incremental de códigos paralelos e a visualização de desempenho (LASSERRE; NAMYST e WACRENIER, 2021), e o *WRENCH*, que oferece simulações de sistemas distribuídos para apoiar o ensino e a pesquisa (CASANOVA *et al.*, 2021).

Apesar dessas contribuições, o ensino da Programação Paralela continua sendo percebido como complexo e desafiador, especialmente quando comparado a disciplinas introdutórias. A necessidade de lidar simultaneamente com correção funcional e eficiência de execução torna o processo de aprendizagem mais exigente e, em muitos casos, desmotivador para os estudantes. Nesse contexto, estratégias pedagógicas que promovam engajamento, experimentação e *feedback* contínuo tornam-se particularmente relevantes.

2.2. Articulação entre Gamificação e Programação Paralela

A interseção entre gamificação e Programação Paralela emerge como um campo de investigação ainda incipiente, mas potencialmente promissor. Enquanto a gamificação tem demonstrado benefícios no aumento do engajamento e da persistência dos estudantes, a Programação Paralela demanda abordagens pedagógicas capazes de lidar com sua complexidade conceitual e técnica. A articulação desses dois eixos sugere que estratégias gamificadas podem contribuir para tornar o aprendizado de Programação Paralela mais acessível e motivador, ao transformar desafios técnicos em atividades orientadas a objetivos claros e progressão incremental.

Entretanto, conforme apontado por revisões anteriores, a maior parte das pesquisas sobre gamificação na Educação em Computação não contempla conteúdos avançados, deixando em aberto questões sobre sua adequação e efetividade em domínios como a Programação Paralela (TODA *et al.*, 2019). Além disso, ainda são escassas as evidências empíricas robustas que permitam avaliar os impactos da gamificação sobre a aprendizagem de longo prazo nesse contexto específico.

Diante desse panorama, torna-se necessário investigar de forma sistemática como a gamificação tem sido aplicada no ensino de Programação Paralela, quais estratégias e tecnologias têm sido utilizadas e quais resultados educacionais têm sido relatados. Essa fundamentação teórica sustenta a condução do presente Mapeamento Sistemático da Literatura e orienta a análise e interpretação dos estudos primários apresentados nas seções subsequentes.

3. Trabalhos Relacionados e Lacuna Metodológica

A literatura sobre gamificação na Educação em Computação tem crescido de forma consistente ao longo da última década, com diversas revisões e mapeamentos sistemáticos investigando seus efeitos sobre engajamento, motivação e aprendizagem. Estudos como os de DICHEV e DICHEVA (2017), SUBHASH e CUDNEY (2018) e TODA *et al.* (2019) sintetizam evidências de que a gamificação pode favorecer a participação dos estudantes e apoiar processos de aprendizagem ativa. Entretanto, essas sínteses concentram-se majoritariamente em disciplinas introdutórias, como algoritmos,



programação básica e pensamento computacional, não abordando de forma específica conteúdos avançados da área de Computação.

Em paralelo, há um corpo consolidado de pesquisas voltadas exclusivamente ao ensino de Programação Paralela, que investigam metodologias, ferramentas e ambientes educacionais para apoiar a aprendizagem de conceitos como concorrência, sincronização e desempenho. Trabalhos como os de PRASAD *et al.* (2011), GHAFOR *et al.* (2019), LASSERRE, NAMYST e WACRENIER (2021) e CASANOVA *et al.* (2021) discutem estratégias pedagógicas e recursos tecnológicos para tornar o ensino de Programação Paralela mais acessível. Contudo, esses estudos não exploram de forma sistemática a incorporação de elementos de gamificação em suas propostas didáticas.

Apesar dessa separação histórica entre as duas linhas de pesquisa, alguns estudos pontuais passaram a investigar a aplicação de estratégias gamificadas no ensino de Programação Paralela. O trabalho de FRESNO *et al.* (2017) descreve a utilização de mecânicas de pontuação, desafios e recompensas em um curso de Programação Paralela, relatando aumento da participação e da motivação dos estudantes. Outros estudos exploraram o uso de desafios competitivos, juízes automáticos e ambientes colaborativos para apoiar atividades de programação paralela, combinando aspectos técnicos e lúdicos. No entanto, essas iniciativas permanecem dispersas na literatura e não foram objeto de uma síntese sistemática específica.

A ausência de um mapeamento sistemático que integre gamificação e Programação Paralela dificulta a compreensão do estado atual da pesquisa nesse domínio, bem como a identificação de padrões, tendências e lacunas metodológicas. Em particular, não está claro quais estratégias gamificadas têm sido empregadas, quais tecnologias e conteúdos de Programação Paralela são mais frequentemente abordados e quais evidências existem quanto aos efeitos educacionais dessas intervenções.

Diante desse contexto, o presente Mapeamento Sistemático da Literatura se diferencia das revisões existentes ao focar exclusivamente na interseção entre gamificação e ensino de Programação Paralela. Ao sistematizar estudos primários dispersos e analisar suas características metodológicas, tecnológicas e pedagógicas, este trabalho busca preencher uma lacuna temática e metodológica na literatura, fornecendo uma base estruturada para futuras pesquisas e para o aprimoramento de práticas educacionais nesse campo.

4. Metodologia

Este estudo foi conduzido por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), com o objetivo de identificar, classificar e sintetizar evidências sobre o uso de gamificação no ensino de Programação Paralela. O protocolo metodológico seguiu as diretrizes propostas por PETERSEN *et al.* (2008), complementadas por recomendações posteriores (KITCHENHAM *et al.*, 2015), visando garantir rigor, transparência e reprodutibilidade ao processo de pesquisa.

O MSL foi adotado por ser adequado à investigação de áreas emergentes, permitindo uma visão panorâmica do estado da arte e a identificação de tendências e lacunas, diferindo de revisões sistemáticas da literatura (SLR) por priorizar caracterização e classificação dos estudos.

A delimitação temporal e temática deste mapeamento baseou-se na inclusão formal da Programação Paralela nas diretrizes curriculares dos cursos de Computação a partir do currículo IEEE/ACM de 2013. Assim, definiu-se o recorte temporal entre 2013 e 2025, considerando publicações revisadas por pares que investigam abordagens gamificadas aplicadas ao ensino de Programação Paralela.

O escopo do estudo compreende pesquisas empíricas publicadas em português ou



inglês que descrevem, avaliam ou propõem intervenções gamificadas voltadas à aprendizagem de conceitos, ferramentas ou práticas de Programação Paralela.

4.1. Objetivo e Questões de Pesquisa

O objetivo geral deste mapeamento é compreender como estratégias de gamificação têm sido aplicadas ao ensino e à aprendizagem de Programação Paralela em cursos de Computação. A partir desse objetivo, foi formulada uma Questão de Pesquisa (QP) e quatro Questões Secundárias (QS):

- **QP:** Quais foram as estratégias gamificadas empregadas no ensino e/ou aprendizagem da Programação Paralela nos cursos de Computação?
- **QS.1:** Quais foram as tecnologias, ferramentas ou plataformas gamificadas utilizadas?
- **QS.2:** Quais foram os conteúdos de Programação Paralela abordados nas abordagens gamificadas?
- **QS.3:** Quais foram os efeitos relatados sobre o desempenho acadêmico ou a retenção de conteúdo?
- **QS.4:** Há evidências de comparação entre abordagens gamificadas e métodos tradicionais? Quais os resultados?

4.2. Estratégia de Busca

A estratégia de busca foi estruturada com base no modelo PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Context*), conforme proposto por KITCHENHAM e CHARTERS (2007). As buscas foram realizadas nas bases IEEE Xplore, ACM Digital Library, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink e Web of Science.

As consultas foram executadas entre 10 e 20 de junho de 2025, aplicando filtros por período de publicação (2013–2025), idioma (português e inglês). As *string* de busca foi elaborada combinando termos relacionados à gamificação, Programação Paralela e ensino conforme mostra o Quadro 4.2.

Quadro 1 – *String* de busca utilizada nas bases de dados.

String de Busca
("Gamification"OR "Game-based") AND ("Parallel Programming"OR "Parallel Computing") AND ("Teaching"OR "Learning"OR "Education")

4.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) foram definidos previamente ao processo de seleção, visando garantir a aderência temática e metodológica dos estudos analisados. Foram incluídas pesquisas empíricas que abordam o uso de gamificação aplicada ao ensino de Programação Paralela e que apresentam descrição metodológica, público-alvo e resultados educacionais. Foram excluídos estudos duplicados, pesquisas secundárias, trabalhos sem acesso ao texto completo, publicações fora do período definido ou sem relação direta com o escopo da pesquisa. O Quadro 4.3 apresenta a síntese dos critérios de inclusão e exclusão adotados neste mapeamento.

4.4. Processo de Seleção dos Estudos

O processo de seleção foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa, os estudos recuperados nas bases de dados foram avaliados por meio da leitura de títulos e resumos, com base nos critérios de inclusão e exclusão. Na segunda etapa, os estudos potencialmente relevantes foram analisados por meio da leitura completa.



Quadro 2 – Critérios de Inclusão (CI) e Exclusão (CE) adotados no mapeamento.

ID	Critérios de Inclusão (CI) e Exclusão (CE)
CI.1	Pesquisas que abordem o uso de gamificação aplicada ao ensino de Programação Paralela.
CI.2	Estudos empíricos que apresentem descrição metodológica, público-alvo, métricas de jogo, instrumentos de coleta e análise de resultados.
CE.1	Estudos cujo texto completo não esteja disponível.
CE.2	Estudos duplicados (mesmo conteúdo bibliográfico).
CE.3	Pesquisas secundárias (revisões, mapeamentos, meta-análises), <i>short papers</i> , resumos e materiais de referência.
CE.4	Trabalhos exclusivamente teóricos, sem validação ou evidência empírica.
CE.5	Estudos fora do período considerado (2013–2025).
CE.6	Publicações em idiomas diferentes de português ou inglês.
CE.7	Pesquisas fora do escopo, sem relação direta entre gamificação e ensino de Programação Paralela.

A busca inicial resultou em 859 registros. Após a remoção de duplicatas, 17 estudos foram selecionados para leitura integral. Ao final do processo, quatro estudos primários atenderam integralmente aos critérios de inclusão e foram considerados na síntese final. O fluxograma do processo de seleção é apresentado na Figura 1.

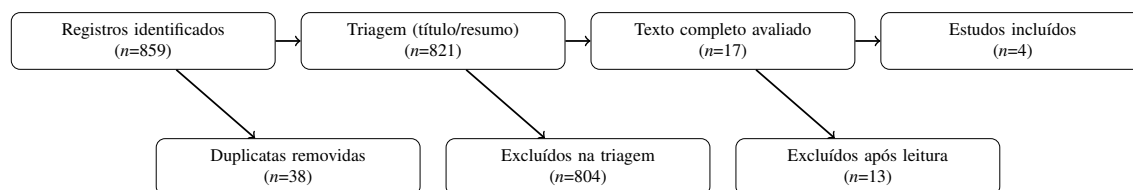


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos primários.

4.5. Extração e Síntese dos Dados

A extração dos dados foi realizada de forma manual, com o apoio de planilhas eletrônicas estruturadas. Para cada estudo primário, foram coletadas informações relativas à identificação do artigo, metodologia adotada, público-alvo, estratégias de gamificação, tecnologias utilizadas, conteúdos de Programação Paralela abordados e efeitos educacionais relatados.

A síntese dos dados combinou uma abordagem descritiva e uma análise qualitativa orientada pelas questões de pesquisa, permitindo a identificação de padrões, tendências e lacunas na aplicação da gamificação ao ensino de Programação Paralela.

5. Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos quatro estudos primários incluídos no mapeamento sistemático. Os resultados são organizados em duas partes principais: (i) a caracterização geral dos estudos selecionados e (ii) a análise dos achados em relação às questões de pesquisa definidas. A apresentação dos dados é realizada de forma descritiva, sem interpretações aprofundadas, as quais são discutidas na Seção 6.

A caracterização geral dos estudos primários selecionados é apresentada no Quadro 3, que sintetiza informações referentes ao ano de publicação, país de origem, base de indexação, contexto educacional e delineamento metodológico adotado em cada estudo.



Essa caracterização fornece uma visão inicial do perfil das pesquisas que investigaram a aplicação da gamificação no ensino de Programação Paralela.

Quadro 3 – Caracterização dos estudos primários.

ID	Autores (completo)	Título do artigo	Base	Ano	Método
S1	Antonio J. Tomeu-Hardasmal; Alberto G. Salguero	<i>Teaching Parallelism With Gamification in Cellular Automaton Environments</i>	Web of Science	2020	Quase-experimental (micromundos; graduação)
S2	Guilherme Martins; Paulo Sérgio L. de Souza; Davi J. Conte; Sarita M. Bruschi	<i>Learning Parallel Programming Through Programming Challenges</i>	Scopus	2020	Experimentos (desafios competitivos; graduação/pós)
S3	Arturo González-Escribano; Víctor Lara-Mongil; Eduardo Rodríguez-Gutierrez; Yuri Torres	<i>Toward Improving Collaborative Behaviour During Competitive Programming Assignments</i>	Web of Science	2019	Exploratório (colaboração em contests)
S4	Javier Fresno Bausela; Héctor Ortega-Arranz; Alejandro Ortega-Arranz; Arturo González-Escribano; Diego R. Llanos Ferraris	<i>Applying Gamification in a Parallel Programming Course</i>	Scopus	2017	Estudo de caso (curso; ferramenta gamificada)

De modo geral, observa-se predominância de estudos recentes, conduzidos no ensino superior em cursos de Computação e com delineamentos metodológicos diversos, refletindo a heterogeneidade das abordagens gamificadas aplicadas ao ensino de Programação Paralela.

5.1. Análise dos Resultados por Questão de Pesquisa

Esta subseção apresenta os resultados organizados de acordo com a Questão de Pesquisa (QP) e suas Questões Secundárias (QS), conforme definidas na Seção 4.

QP – Estratégias de Gamificação Empregadas: Os estudos primários analisados relataram a adoção de diferentes estratégias de gamificação no ensino de Programação Paralela, as quais podem ser agrupadas em abordagens competitivas, colaborativas e exploratórias. O estudo S1 descreveu o uso de micromundos baseados em autômatos celulares, com progressão por níveis e recompensas associadas ao desempenho. Os estudos S2 e S4 relataram a utilização de estratégias competitivas, como sistemas de pontuação, desafios temporizados e *leaderboards*. O estudo S3 apresentou uma combinação de estratégias competitivas e colaborativas, associando recompensas à participação em atividades em grupo e interações em fóruns.

QS.1 – Tecnologias e Ferramentas Utilizadas: No que se refere às tecnologias e ferramentas empregadas, os estudos utilizaram diferentes ambientes computacionais para apoiar a aplicação das estratégias gamificadas. Foram identificados o uso de juízes automáticos, ambientes de simulação, plataformas educacionais personalizadas e ferramentas de visualização de desempenho. Essas tecnologias foram utilizadas para permitir a execução e avaliação de programas paralelos, bem como para fornecer *feedback* automático aos estudantes.

QS.2 – Conteúdos de Programação Paralela Abordados: Os conteúdos de Programação Paralela abordados nos estudos incluíram conceitos fundamentais, como paralelismo de dados e tarefas, sincronização, escalabilidade e análise de desempenho. Em alguns casos, os estudos exploraram tópicos específicos, como autômatos celulares e decomposição de problemas paralelizáveis, enquanto outros focaram na resolução de problemas computacionais com métricas de eficiência.

QS.3 – Efeitos Educacionais Relatados: Em relação aos efeitos educacionais relatados, os estudos reportaram resultados associados à motivação, ao engajamento e ao desempenho acadêmico dos estudantes. Esses efeitos foram observados por meio de métricas diversas, como participação em atividades, taxas de conclusão, desempenho em avaliações e percepções coletadas por questionários. Os estudos não adotaram métricas padronizadas para avaliação dos efeitos, utilizando instrumentos definidos pelos próprios autores.

QS.4 – Comparação com Métodos Tradicionais: A comparação entre aborda-



gens gamificadas e métodos tradicionais de ensino foi explicitamente relatada em apenas um dos estudos analisados. Nesse caso, o estudo comparou o desempenho de estudantes submetidos a uma intervenção gamificada com aqueles que participaram de aulas convencionais, utilizando indicadores de desempenho acadêmico e participação. Os demais estudos não apresentaram comparações diretas com métodos tradicionais, limitando-se à análise dos resultados obtidos com a intervenção gamificada.

O Quadro 4 apresenta uma síntese descritiva das estratégias de gamificação identificadas nos estudos primários, relacionando os tipos de abordagem adotados, as tecnologias utilizadas, os conteúdos de Programação Paralela abordados e os efeitos educacionais relatados. Essa síntese tem caráter organizacional, reunindo informações reportadas nos estudos analisados, sem estabelecer inferências causais.

Quadro 4 – Síntese das estratégias gamificadas, exemplos de aplicação e efeitos educacionais.

Tipo de Estratégia Gamificada	Exemplo de Aplicação	Efeitos Relatados	Estudo(s)
Competitiva	<i>Leaderboards</i> , desafios de código, rankings de desempenho e recompensas por tempo de execução.	Aumento do desempenho, persistência e motivação extrínseca em ambientes competitivos.	S2, S4
Colaborativa	Fóruns, grupos com metas compartilhadas e recompensas cooperativas.	Melhoria do engajamento, comunicação e senso de pertencimento entre os estudantes.	S3
Exploratória	Micromundos e simulações progressivas baseadas em autômatos celulares.	Desenvolvimento da autonomia e melhor compreensão conceitual dos processos concorrentes.	S1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

De forma geral, observa-se diversidade nas estratégias e ferramentas empregadas, bem como heterogeneidade nos delineamentos metodológicos e nos instrumentos de avaliação utilizados. Essa diversidade é refletida na forma como os resultados são apresentados nos estudos primários e constitui um elemento relevante para a análise discutida na seção subsequente.

6. Discussão

Os resultados deste mapeamento sistemático permitem discutir de forma fundamentada como a gamificação tem sido aplicada ao ensino de Programação Paralela e quais evidências educacionais têm sido relatadas na literatura. Embora o número de estudos primários identificados seja reduzido, os achados oferecem indícios relevantes sobre estratégias, tecnologias e efeitos associados a intervenções gamificadas em um domínio caracterizado por elevada complexidade cognitiva.

Ao comparar os resultados deste estudo com revisões amplas sobre gamificação na Educação em Computação, observa-se convergência quanto aos benefícios associados ao engajamento e à motivação dos estudantes. Mapeamentos anteriores indicam que elementos como pontuação, desafios, recompensas e *feedback* imediato tendem a favorecer a participação ativa e a persistência dos estudantes em atividades de aprendizagem. No presente mapeamento, estratégias semelhantes foram identificadas nos estudos analisados, ainda que aplicadas a um contexto mais avançado, envolvendo conceitos de concorrência, sincronização e desempenho, o que reforça a aplicabilidade da gamificação além de disciplinas introdutórias.

Um aspecto relevante diz respeito à predominância de estratégias competitivas nos estudos analisados. A utilização de *leaderboards*, desafios temporizados e métricas de de-



sempenho está alinhada às características da Programação Paralela, na qual eficiência, escalabilidade e otimização são elementos centrais. Esse alinhamento sugere que a gamificação, quando articulada a métricas técnicas do domínio, pode contribuir para tornar mais explícita a relação entre esforço, desempenho e resultados obtidos pelos estudantes. Por outro lado, a presença de abordagens colaborativas em alguns estudos indica o potencial da gamificação para promover interação social, troca de conhecimentos e aprendizagem coletiva, aspectos relevantes em contextos de resolução de problemas complexos.

As abordagens exploratórias, como o uso de micromundos e simulações, também se destacam como estratégias promissoras. Ao permitir a visualização do comportamento de execuções paralelas e a experimentação incremental, essas abordagens podem apoiar a construção de modelos mentais mais adequados sobre fenômenos concorrentes. Tal característica é particularmente importante no ensino de Programação Paralela, no qual erros conceituais podem não ser imediatamente perceptíveis apenas pela análise de código ou resultados finais.

No que se refere ao rigor metodológico, os resultados evidenciam limitações recorrentes. A maioria dos estudos analisados adota delineamentos descritivos ou estudos de caso, com instrumentos de avaliação definidos pelos próprios autores e ausência de métricas padronizadas. Apenas um estudo apresentou comparação explícita entre uma abordagem gamificada e métodos tradicionais de ensino. Essa constatação é consistente com lacunas apontadas em revisões anteriores sobre gamificação educacional e indica que, embora os efeitos relatados sejam predominantemente positivos, ainda há fragilidades quanto à validade interna e externa das evidências disponíveis.

A partir desses achados, é possível destacar contribuições relevantes deste mapeamento. Primeiramente, o estudo sistematiza evidências dispersas sobre a aplicação da gamificação no ensino de Programação Paralela, oferecendo uma visão estruturada de um campo ainda pouco explorado. Em segundo lugar, ao organizar estratégias, tecnologias, conteúdos e efeitos educacionais relatados, o mapeamento fornece subsídios para pesquisadores interessados em desenvolver e avaliar novas intervenções gamificadas nesse domínio. Por fim, a identificação de limitações metodológicas recorrentes contribui para orientar futuras pesquisas, indicando a necessidade de delineamentos mais robustos e avaliações mais consistentes.

Do ponto de vista prático, os resultados sugerem que a gamificação pode atuar como um mediador pedagógico entre a abstração teórica da Programação Paralela e sua aplicação prática. Para docentes, isso implica a possibilidade de integrar estratégias competitivas e colaborativas de forma planejada, explorando métricas técnicas do domínio e promovendo *feedback* contínuo. Entretanto, a adoção efetiva dessas estratégias requer planejamento instrucional cuidadoso, alinhamento com objetivos de aprendizagem e suporte tecnológico adequado.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou um Mapeamento Sistemático da Literatura com o objetivo de investigar como estratégias de gamificação têm sido aplicadas ao ensino e à aprendizagem de Programação Paralela em cursos de Computação. A partir de um protocolo metodológico rigoroso, foram analisados quatro estudos primários publicados entre 2013 e 2025, permitindo responder à questão de pesquisa proposta e oferecer uma visão estruturada sobre um campo ainda emergente na Educação em Computação.

Os resultados do mapeamento indicam que a gamificação tem sido empregada no ensino de Programação Paralela principalmente por meio de estratégias competi-



vas, colaborativas e exploratórias, frequentemente associadas a ambientes computacionais, juízes automáticos e ferramentas de visualização de desempenho. Os estudos analisados relatam efeitos positivos relacionados ao engajamento, à motivação e, em alguns casos, ao desempenho acadêmico dos estudantes. Contudo, tais evidências são baseadas majoritariamente em delineamentos descritivos ou estudos de caso, com número limitado de comparações com métodos tradicionais de ensino.

As principais contribuições deste estudo podem ser destacadas em três aspectos. Primeiramente, este trabalho constitui, até onde se tem conhecimento, o primeiro mapeamento sistemático focado especificamente na aplicação da gamificação ao ensino de Programação Paralela, preenchendo uma lacuna identificada em revisões anteriores da área. Em segundo lugar, o mapeamento sistematiza e organiza as estratégias gamificadas, tecnologias utilizadas, conteúdos abordados e efeitos educacionais relatados, oferecendo subsídios tanto para pesquisadores quanto para docentes interessados em adotar abordagens gamificadas em disciplinas avançadas de Computação. Por fim, o estudo evidencia limitações metodológicas recorrentes na literatura, contribuindo para a reflexão crítica sobre o estado atual das pesquisas nesse domínio.

Este mapeamento apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O número reduzido de estudos primários identificados restringe a generalização dos achados e reflete o caráter ainda incipiente da área. Além disso, o recorte temporal adotado, a limitação a publicações em português e inglês e a dependência das bases de dados consultadas podem ter excluído investigações relevantes. Ainda assim, tais limitações representam o estado atual da produção científica sobre o tema e reforçam a necessidade de novas pesquisas mais abrangentes.

Como trabalhos futuros, recomenda-se o desenvolvimento de estudos empíricos mais robustos, com delineamentos experimentais controlados e análises longitudinais, que permitam avaliar de forma mais consistente os impactos da gamificação sobre a aprendizagem de Programação Paralela. Sugere-se, ainda, a ampliação dos contextos investigados, incluindo diferentes níveis de formação e realidades educacionais, bem como o uso de métricas padronizadas para avaliação de desempenho, engajamento e retenção de conhecimento. A integração de tecnologias emergentes, como ambientes de simulação paralela mais avançados e técnicas de Inteligência Artificial para *feedback* adaptativo, também se apresenta como uma perspectiva promissora para o aprimoramento de abordagens gamificadas nesse contexto.

Em síntese, este estudo contribui para a consolidação do campo ao sistematizar evidências existentes e ao indicar caminhos para pesquisas futuras, reforçando o potencial da gamificação como estratégia pedagógica no ensino de Programação Paralela e na formação em Computação.

Referências

- CAPONETTO, I.; EARP, J.; OTT, M. Gamification and education: A literature review. In: **Proceedings of the 8th European Conference on Games-Based Learning (ECGBL 2014)**. [s.n.], 2014. p. 50–57. Disponível em: <https://www.itd.cnr.it/download/gamificationECGBL2014.pdf>.
- CASANOVA, H.; TANAKA, R.; KOCH, W.; SILVA, R. F. da. Teaching parallel and distributed computing concepts in simulation with wrench. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, v. 156, p. 53–63, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2021.05.009>.
- DETERGING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: **Proceedings of the 15th International Aca-**



- demic MindTrek Conference.** Tampere, Finland: ACM, 2011. p. 9–15.
- DICHEV, C.; DICHEVA, D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, SpringerOpen, London, v. 14, n. 1, p. 1–36, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5>.
- DONGARRA, J.; BECKMAN, P.; MOORE, T.; AIKEN, R. The international exascale software project roadmap. **International Journal of High Performance Computing Applications**, v. 25, n. 1, p. 3–60, 2011.
- FRESNO, J.; ORTEGA-ARRANZ, H.; ORTEGA-ARRANZ, A.; GONZÁLEZ-ESCRIBANO, A.; LLANOS, D. R. Applying gamification in a parallel programming course. In: Queirós, R. A. P. de; Pinto, M. T. (Ed.). **Gamification-Based E-Learning Strategies for Computer Programming Education**. Hershey, PA: IGI Global, 2017. p. 106–130. ISBN 9781522510345.
- GHAFOOR, S. K.; BROWN, D. W.; ROGER, M.; HINES, T. Unplugged activities to introduce parallel computing in introductory programming classes: an experience report. In: . New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. ISBN 9781450368957. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3304221.3325573>.
- IBÁÑEZ, M.-B.; DI-SERIO, Á.; DELGADO-KLOOS, C. Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study. **Computers in Human Behavior**, v. 31, p. 604–620, 2014.
- KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic literature reviews in software engineering – a tertiary study. **Information and Software Technology**, v. 52, n. 8, p. 792–805, 2015.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. [S.l.], 2007. Disponível em: https://www.elsevier.com/_data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf.
- LASSERRE, A.; NAMYST, R.; WACRENIER, P.-A. Easypap: A framework for learning parallel programming. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, v. 158, p. 53–63, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2021.07.018>.
- PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. Systematic mapping studies in software engineering. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)**. Italy: Bournemouth University, 2008. p. 68–77.
- PRASAD, S. K. *et al.* Nsf/ieee-tcpp curriculum initiative on parallel and distributed computing: Core topics for undergraduates. In: **Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE 2011)**. New York, NY, USA: ACM, 2011. p. 617–618. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1953163.1953336>.
- STRÖMBÄCK, F. **Teaching and Learning Concurrent Programming in the Context of Software Engineering Education**. Tese (PhD thesis) — Linköping University Electronic Press, Linköping, Sweden, 2023. Acesso em: 15 out. 2025. Disponível em: <https://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1732002>.
- SUBHASH, S.; CUDNEY, E. A. Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. **Computers in Human Behavior**, Elsevier, Amsterdam, v. 87, p. 192–206, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.028>.
- TODA, A. M. *et al.* Analysing gamification elements in educational environments using a systematic mapping study. **Smart Learning Environments**, SpringerOpen, v. 6, n. 16, p. 1–27, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0106-1>.
- WERBACH, K.; HUNTER, D. **For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business**. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.