

# Criathon - Batalha de Bits

Aline Nataly L. de Moura , Guilherme A. M. de Souza

Instituto de Ciência e Tecnologia– Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)  
São José dos Campos, SP – Brasil

aline.nataly@unifesp.br, guilherme.araujo13@unifesp.br

**Resumo:** *O projeto Batalha dos Bits propõe um jogo de tabuleiro educativo inspirado em War, com o objetivo de facilitar o aprendizado dos conceitos de Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) de forma lúdica e interativa. A partir da analogia entre componentes de hardware e elementos do jogo, os participantes devem distribuir capacitores na “placa-mãe” para otimizar o desempenho de seus sistemas, aplicando na prática noções como hierarquia de memória, gargalos de desempenho e equilíbrio entre recursos. Fundamentado nos princípios da arquitetura de Von Neumann e no uso da gamificação (Kapp, 2012; Almeida, Santos e Silva, 2023), o jogo busca transformar o estudo teórico em uma experiência dinâmica e estratégica, promovendo maior engajamento, compreensão e retenção do conhecimento entre estudantes de engenharia e computação.*

## 1. Introdução

O campo de estudos relacionado a Arquitetura e Organização de Computadores (AOC) é essencial para a área da tecnologia, nos mostrando a base e o que se espera desse sistema, e quais componentes podem levá-lo a ter um melhor desempenho e eficiência, evitando desbalanceamentos. Visto isso, esse projeto tem como objetivo levar de forma mais fácil e interativa o conhecimento e importância da compreensão desse assunto, por meio de um jogo de tabuleiro.

Neste contexto, o projeto “Batalha dos Bits” propõe um jogo de tabuleiro, inspirado em War, em que usaremos os conceitos de AOC para criarmos uma competição em busca de conquistar o melhor computador. O objetivo geral do jogo é, por meio de batalhas de questões relacionadas a AOC, cada competidor tente dominar toda a placa mãe, de modo que todos os seus capacitores (equivalente aos soldados do War) estejam distribuídos na placa de forma mais eficiente possível. Portanto, este material tem como objetivo apresentar a proposta conceitual e as regras básicas do jogo, detalhando como elementos e regras, quais assuntos serão abordados e consequentemente estudados.

## 2. Fundamentação teórica

Esta seção apresenta os fundamentos teóricos que sustentam o desenvolvimento do projeto Batalha dos Bits. São abordados os princípios essenciais de Arquitetura e Organização de Computadores (AOC), com destaque para o modelo de Von Neumann,

referência conceitual para a estrutura dos computadores modernos. Além disso, são discutidos conceitos centrais como a hierarquia de memória e os gargalos de desempenho, elementos que inspiram as dinâmicas estratégicas do jogo. Por fim, realiza-se uma breve revisão de trabalhos que exploram o uso da gamificação no ensino de temas ligados à ciência e à engenharia.

## **2.1 Arquitetura e Organização de Computadores**

A compreensão dos sistemas computacionais modernos exige a distinção entre dois conceitos fundamentais: arquitetura e organização. Essa diferenciação é essencial, pois representa o espaço de engenharia em que se equilibram funcionalidade, desempenho e custo, dinâmica que o Batalha dos Bits busca reproduzir.

A arquitetura de computadores refere-se aos aspectos conceituais e funcionais de um sistema, isto é, às características visíveis ao programador e que afetam diretamente a execução lógica de programas. Entre esses aspectos estão o conjunto de instruções do processador, os tipos e tamanhos de dados, as técnicas de endereçamento e os mecanismos de entrada e saída.

A organização de computadores, por sua vez, trata da implementação física desses conceitos, englobando os detalhes de hardware e as interconexões entre as unidades operacionais. Isso inclui sinais de controle, interfaces com periféricos e tecnologias de memória, elementos geralmente invisíveis ao programador, mas decisivos para o desempenho global do sistema.

No contexto do Batalha dos Bits, as decisões dos jogadores, como investir em uma CPU mais rápida ou em maior capacidade de memória RAM, representam analogias diretas das escolhas de projeto realizadas por engenheiros de hardware. O objetivo arquitetônico do jogo é construir o computador de melhor desempenho possível, enquanto as ações organizacionais, simbolizadas pela distribuição dos capacitores (recursos), refletem as decisões de implementação que determinam a eficiência do sistema.

A base conceitual dos sistemas computacionais atuais é o modelo de Von Neumann, que define um computador a partir de quatro componentes fundamentais interconectados:

- **Unidade Central de Processamento (CPU):** Responsável por interpretar e executar as instruções armazenadas na memória. É composta pela Unidade de Controle (UC), que coordena o fluxo de execução, e pela Unidade Lógica e Aritmética (ULA), que realiza as operações matemáticas e lógicas.
- **Memória Principal:** Armazena os dados e instruções dos programas, constituindo o princípio do programa armazenado proposto por Von Neumann.
- **Dispositivos de Entrada e Saída (E/S):** Responsáveis pela comunicação entre o computador e o ambiente externo, permitindo a entrada e saída de informações.
- **Barramento de Interconexão:** Conjunto de vias que conectam a CPU, a memória principal e os dispositivos de E/S, possibilitando a troca de dados, endereços e sinais de controle entre os componentes.

## 2.2. Hierarquia de Memória

Um dos conceitos centrais em Arquitetura e Organização de Computadores é a hierarquia de memória, responsável por equilibrar velocidade, capacidade e custo. Na prática, quanto mais rápida a tecnologia de memória, maior é seu custo por bit e menor sua capacidade. A hierarquia surge, portanto, como uma solução de engenharia para combinar diferentes tipos de memória, otimizando o desempenho geral do sistema.

O funcionamento dessa hierarquia é guiado pelo princípio da localidade, que descreve o comportamento previsível dos programas:

- Localidade temporal: dados recentemente acessados tendem a ser usados novamente em breve.
- Localidade espacial: dados próximos na memória tendem a ser acessados em sequência.

Com base nisso, as memórias mais rápidas armazenam as informações mais utilizadas, reduzindo o tempo médio de acesso. Os níveis, do mais rápido e menor para o mais lento e maior, são:

- Registradores: localizados dentro da CPU, armazenam dados que estão sendo processados imediatamente.
- Memória Cache: pequena e de alta velocidade, atua como intermediária entre a CPU e a RAM, guardando dados frequentemente utilizados.
- Memória Principal (RAM): espaço de trabalho temporário, armazena programas e dados em execução.
- Armazenamento Secundário: oferece grande capacidade e custo reduzido, porém com menor velocidade, como SSDs e HDs.

No Batalha dos Bits, esse conceito é representado pela distribuição estratégica dos capacitores nas áreas correspondentes aos diferentes níveis de memória. Jogadores que mantêm uma hierarquia equilibrada obtêm maior desempenho no gabarito final, refletindo a importância de um sistema bem projetado na prática computacional.

## 2.3. A Unidade Central de Processamento e os Gargalos de Desempenho

A Unidade Central de Processamento (CPU) é o núcleo responsável por executar as instruções que compõem os programas. Seu funcionamento baseia-se em um ciclo de busca, decodificação e execução das instruções armazenadas na memória. Internamente, a CPU é composta pela Unidade de Controle (UC), que coordena o fluxo de execução; pela Unidade Lógica e Aritmética (ULA), que realiza operações matemáticas e lógicas; e pelos registradores, pequenas áreas de armazenamento de altíssima velocidade utilizadas durante o processamento.

O conceito de gargalo de desempenho é central tanto no projeto de computadores quanto na dinâmica do Batalha dos Bits. Um gargalo ocorre quando um componente limita o desempenho de todo o sistema, impedindo que outros atuem em seu potencial máximo. Assim como em uma via onde o trânsito se acumula em um estreitamento, um gargalo computacional reduz a eficiência geral, independentemente da velocidade dos demais componentes.

Os gargalos podem ocorrer em diferentes partes do sistema. Um exemplo clássico é o desequilíbrio entre CPU e GPU: se a CPU não processa instruções com rapidez suficiente, a GPU ficará ociosa aguardando novos dados; o inverso também é verdadeiro quando a GPU é lenta e não consegue acompanhar o ritmo da CPU. De forma semelhante, memórias lentas, armazenamento de baixo desempenho ou interfaces de comunicação limitadas podem se tornar pontos de estrangulamento.

No contexto do jogo, esse conceito é representado pelas decisões de alocação dos capacitores. Investir demasiadamente em um único componente pode criar gargalos em outros, reduzindo o desempenho final do sistema. Assim, o desafio está em encontrar o equilíbrio ideal entre velocidade de processamento, capacidade de memória e eficiência de comunicação, refletindo as decisões reais enfrentadas por projetistas de hardware.

## **2.4. Trabalhos Relacionados: A Gamificação no Ensino de Engenharia e Computação**

A proposta do Batalha dos Bits se insere no campo da tecnologia educacional por meio da gamificação, conceito definido por Karl Kapp (2012) como o uso de mecânicas e pensamento de jogos em contextos não lúdicos, com o objetivo de engajar pessoas, motivar ações e promover o aprendizado. Essa abordagem complementa os métodos tradicionais de ensino, tornando o processo de aprendizagem mais interativo e envolvente.

De acordo com Almeida, Santos e Silva (2023), a gamificação estimula o engajamento dos alunos ao transformá-los em participantes ativos, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas como o pensamento crítico e a resolução de problemas. Esses autores destacam ainda que, nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), a aplicação de jogos educativos tem se mostrado especialmente eficaz, proporcionando a consolidação de conceitos por meio da experimentação prática.

No ensino de Arquitetura e Organização de Computadores, a gamificação torna tangíveis processos abstratos, como a hierarquia de memória e os gargalos de desempenho. No Batalha dos Bits, esses conceitos são explorados por meio de decisões estratégicas sobre a alocação de capacitores, permitindo que os jogadores compreendam de forma prática como o equilíbrio entre componentes afeta o desempenho de um sistema computacional. Dessa forma, o jogo atua como uma ferramenta didática que integra teoria, prática e tomada de decisão, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa.

## **3. Materiais e métodos**

### **3.1 Materiais**

O protótipo físico terá um tabuleiro (Placa-Mãe), que funcionará como o mapa de alocação de recursos, delineando as áreas funcionais críticas de um computador (CPU, Cache, RAM, etc.).

O recurso de otimização será representado pelos Tokens de capacitor, que serão os equivalentes aos soldados do jogo War, em que os jogadores irão alocar ao decorrer do jogo pelo tabuleiro, distribuindo de forma que cheguem em um melhor desempenho do componente e do computador em geral.

O elemento de validação conceitual será o Gabarito de desempenho, uma métrica de pontuação que pondera a otimização dos componentes para refletir o desempenho final, definindo qual jogador encerrou o jogo com um computador melhor distribuído.

### **3.2 Método de Desenvolvimento**

O desenvolvimento seguiu uma abordagem focada na simulação de distribuição de recursos limitados. Cada jogador inicia com um objetivo que definirá qual o tipo de computador que ele terá que construir, e com um número fixo de capacitores para alocação. O progresso de alocação desses capacitores será impulsionado pelas cartas de pergunta, onde a cada rodada, para alocar um novo capacitor o jogador deverá responder corretamente a questão.

Também terá uma regra de Limites de capacitores em cada peça que simula a capacidade máxima de otimização de hardware, podendo também ter batalhas por um espaço na peça, caso esteja lotada. A competição pelo domínio dos componentes mais críticos é implementada pela mecânica de batalha entre os jogadores, ativada quando um jogador tenta colocar um capacitor em um componente já saturado e ocupado por um rival, sendo o resultado resolvido pela rolagem de dados e batalha de respostas.

### **3.3 Avaliação e Teste**

A validação do protótipo se dará em duas fases. A primeira será um teste de usabilidade, que avaliará a clareza das regras, o tempo de jogo e o engajamento. A segunda, serão simuladas rodadas de teste com alocações de recursos desequilibradas versus equilibradas. A eficácia do jogo será comprovada se o Gabarito de desempenho demonstrar que a distribuição balanceada e estratégica dos capacitores resulta em um score de desempenho maior.

## **4. Resultados esperados**

Com a aplicação do protótipo, espera-se que o jogo promova o melhor entendimento de conceitos complexos de AOC, como a hierarquia de memória e o efeito de gargalos, e a importância da otimização e do equilíbrio entre os componentes. Ao fim, os jogadores não só terão fixado e entendido conceitos por meio das batalhas e respostas aos quizzes, mas também sintetizado e pensando na melhor distribuição dos recursos pelas peças na placa mãe.

Espera-se, portanto, que o jogo se estabeleça como um instrumento pedagógico inovador, capaz de transformar o estudo teórico de AOC em decisões práticas e estratégicas de hardware, aumentando o interesse e a retenção do conhecimento.

## 5. Conclusão

O projeto representa uma iniciativa para utilizar jogos de tabuleiro como um veículo para o ensino de Arquitetura e Organização de Computadores. O desenvolvimento teve como objetivo implementar a alocação de capacitores como uma simulação de otimização de hardware e o gabarito de desempenho como o modelo para validar a eficiência e os gargalos do sistema. Conclui-se que o jogo possui um potencial significativo para atuar como um modelo de simulação estratégica, onde a competitividade por recursos-chave força o jogador a aplicar os princípios de AOC.

## Referências bibliográficas

1. ALMEIDA, Bruno Alves de; SANTOS, Thales Denisson Vieira dos; SILVA, Wellington Pereira da.

A gamificação como ferramenta para o engajamento e aprendizagem no ensino secundário. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, v. 4, n. 1, 2023.

Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/785>. Acesso em: 25 out. 2025.

2. BOULIC, R.; RENAULT, O.

3D hierarchies for animation. In: MAGNENAT-THALMANN, N.; THALMANN, D. (ed.). *New trends in animation and visualization*. [S.l.]: Springer-Verlag, 1991.

3. ORLANDI, Tomás Roberto Cotta; DUQUE, Claudio Gottschalg; MORI, Alexandre Mori; ORLANDI, Maria Tereza de Andrade Lima.

Gamificação: uma nova proposta multimodal para a educação. *Biblios*, Lima, n. 70, p. 1–18, jan./mar. 2018.

Disponível em: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1562-4730201800010001](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-4730201800010001). Acesso em: 25 out. 2025.

4. HIERARQUIA de memória.

In: *WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre*. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023.

Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hierarquia\\_de\\_mem%C3%B3ria](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hierarquia_de_mem%C3%B3ria). Acesso em: 26 out. 2025.

5. A importância da hierarquia de memória em sistemas computacionais.

*Conceitos Tech*, [s. d.].

Disponível em: <https://conceitos.tech/fundamentos-da-tecnologia/principios-de-computacao/hierarquia-de-memoria/>. Acesso em: 27 out. 2025.

6. INTEL.

O que é um gargalo e como ele afeta o meu PC?. *Intel*, [s. d.].

Disponível em:

<https://www.intel.com.br/content/www/br/pt/gaming/resources/what-is-bottlenecking-my-pc.html>. Acesso em: 25 out. 2025.

**7.** MENDES, Marcus Vinícius Araújo da Silva; TENÓRIO, Helen Oliveira; BORGES, Liana de Lucca Jardim; CARRIJO, Elias Calixto; ALVES, Cláudio Marra.

Metodologias ativas e a produção de materiais didáticos audiovisuais e interativos no ensino de engenharia. *SciELO Preprints*, 2023.

Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/download/10387/19032/19646>. Acesso em: 24 out. 2025.

**8.** O que é hierarquia de memória?

*Formação DEV*, [s. d.].

Disponível em: <https://blog.formacao.dev/o-que-e-hierarquia-de-memoria/>. Acesso em: 26 out. 2025.

**9.** PANNAIN, Ricardo.

Sistemas de memória – hierarquia de memória. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, [s. d.].

Disponível em: [https://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mc542/Arquitetura/arq\\_hp7.pdf](https://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mc542/Arquitetura/arq_hp7.pdf). Acesso em: 25 out. 2025.

**10.** TEHERÁN, Marvis William Morales; GOMEZ-JARAMILLO, Sebastian; PARADA-TRUJILLO, Abad Ernesto.

Pensamento computacional na educação STEM: uma revisão sistemática. *SciELO Preprints*, 2023.

Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/12204>. Acesso em: 24 out. 2025.

**11.** STALLINGS, William.

*Arquitetura e organização de computadores*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.