



XADREZ AUTOMATIZADO: projeto e construção de um protótipo eletromecânico

Yago SANTOS¹; Lorena A. Barbosa²; Heber R. Moreira³

RESUMO

Este projeto envolve a criação de um protótipo funcional de um tabuleiro de xadrez automatizado, com a capacidade de mover fisicamente as peças. O sistema eletromecânico, localizado na base do tabuleiro, utiliza motores de passo e um eletroímã para mover as peças magnéticas. O objetivo é permitir o movimento independente das peças, eliminando a necessidade de intervenção manual e possibilitando futuras integrações com comandos de voz e outros tipos de controle. A solução, voltada para a engenharia mecânica e eletrônica, destaca-se pela precisão, confiabilidade e robustez nos movimentos dos componentes, priorizando a automação.

Palavras-chave: Xadrez; Automação; Motores de Passo; Eletroímã; Movimento Independente das Peças

1. INTRODUÇÃO

O xadrez, reconhecido como um dos jogos de tabuleiro mais antigos e populares globalmente, destaca-se por seu valor educativo, cognitivo e inclusivo, tema abordado por diversos autores (LILLO-CRESPO et al., 2019) e amplamente disseminado em ambientes físicos e virtuais (Chess.com, 2025; Lichess.org, 2023; Chess24, 2023). Nos últimos anos, observou-se crescente interesse em sistemas que automatizam o deslocamento das peças: o Gambit emprega braço robótico para mover peças (MATUSZEK et al., 2011), enquanto a Digital Game Technology desenvolve tabuleiros eletrônicos para competições oficiais (DGT, 2023). Tais soluções ilustram avanços técnicos e evidenciam desafios de estabilidade mecânica, custos elevados e complexidade operacional.

Sob a ótica da mecatrônica – campo que integra mecânica, eletrônica e controle na criação de sistemas automáticos (Marsland, 1991) – os motores de passo desempenham um papel essencial. Controlados por pulsos digitais sequenciais gerados por microcontroladores, como Arduino ou ESP32, eles produzem torque e movimentos angulares regulares, garantindo o posicionamento preciso de um carro móvel. Já o eletroímã, baseado na Lei de Ampère, utiliza corrente elétrica para

¹ Bolsista, Discente do Técnico em Informática Integrado, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho. E-mail: yago1.santos@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

² Bolsista, Discente do Bacharelado em Ciência da Computação, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho. E-mail: lorena.alves@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

³ Orientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho. E-mail: heber.moreira@ifsuldeminas.edu.br.

gerar um campo magnético capaz de atrair peças com base ferromagnética, possibilitando seu transporte em um sistema XY de trilhos e correias. A simulação cinemática desses componentes permite prever movimentos, evitar colisões e assegurar trajetórias livres de interferências.

No nível de controle, sistemas em laço aberto permitem movimentações ponto a ponto (casa a casa), mas a adoção de laço fechado, com o uso de encoders, aumenta a repetibilidade e a robustez do posicionamento. Para o planejamento de trajetórias ideais em ambientes discretizados, algoritmos como o A* aplicados a malhas bidimensionais são amplamente utilizados. Além disso, práticas de interface homem-máquina (HMI), aliadas à teoria da acessibilidade, fundamentam o desenvolvimento de soluções inclusivas para usuários com mobilidade reduzida ou deficiência visual (SANTOS, 2017). Avanços futuros, como o reconhecimento de voz e a incorporação de módulos de inteligência artificial, têm potencial para ampliar significativamente a interatividade e a personalização da experiência de uso.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados tiveram como objetivo construir um protótipo funcional simples, onde a automatização do jogo contou com um esquema eletromecânico na parte inferior do tabuleiro para movimentação das peças, um eletroímã, sendo movimentado por motores de passos e controlados por microcontroladores (Arduino ou ESP32).

As peças foram construídas com material ferromagnético em sua base, de modo que quando o eletroímã fosse ativado a peça seria atraída possibilitando, assim, a sua movimentação ao longo do tabuleiro. Isso exige o planejamento de rotas de forma a permitir a livre movimentação das peças sem que ela esbarre ou derrube outras peças.

Os métodos utilizados seguiram uma abordagem dividida em etapas organizadas, com foco principal na construção física e no funcionamento mecânico do tabuleiro automatizado. A primeira etapa consistiu na definição dos requisitos, com o levantamento de todas as necessidades relacionadas ao escopo eletromecânico do projeto. Foram analisados os componentes físicos necessários, como motores de passo, correias, guias, eletroímãs e materiais para a confecção do tabuleiro e das peças.

Na segunda etapa, realizou-se o projeto conceitual, por meio da criação de desenhos esquemáticos, fluxogramas e modelos 3D. O que permitiu a visualização do funcionamento da estrutura e dos mecanismos de movimentação. A simulação dos movimentos e o estudo do espaço interno do tabuleiro foram essenciais para prever interferências, colisões entre peças e a capacidade de movimentação do sistema eletromagnético.

Seguindo para a etapa de projeto detalhado, foi produzido uma documentação técnica dos

mecanismos, incluindo o desenho do conjunto do tabuleiro e o design do produto. Essa etapa também envolveu a validação dos componentes físicos, como suportes, trilhos, motores e estruturas de sustentação. Com a definição dos materiais e fornecedores, foram adquiridos os elementos necessários para iniciar a construção do protótipo.

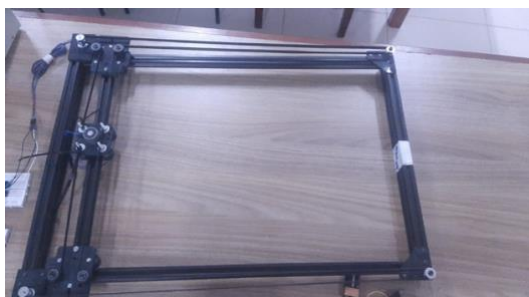
Na fase seguinte, de fabricação e construção, foram produzidas as peças físicas do sistema utilizando impressão 3D. A estrutura do tabuleiro foi montada, assim como a base de movimentação do sistema XY. O eletroímã foi fixado ao carro móvel, que se desloca sob o tabuleiro por meio de motores de passo controlados mecanicamente, por fim, foram feitos teste e validação, realizados ensaios de movimentação das peças, testes de alinhamento dos trilhos, verificação da força do eletroímã e do desempenho dos motores. Os ajustes foram realizados conforme necessário para garantir a precisão dos movimentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a montagem do protótipo, foi possível validar a estrutura física do sistema XY, mostrado na Figura 1, formado por trilhos lineares, correias e motores de passo controlados por um Arduino Uno (Figura 2). A movimentação do carro móvel ao longo dos eixos X e Y ocorreu de forma satisfatória, com bom alinhamento e estabilidade mecânica. A estrutura apresentou resistência adequada, e os componentes mantiveram a repetibilidade dos movimentos ao longo dos testes.

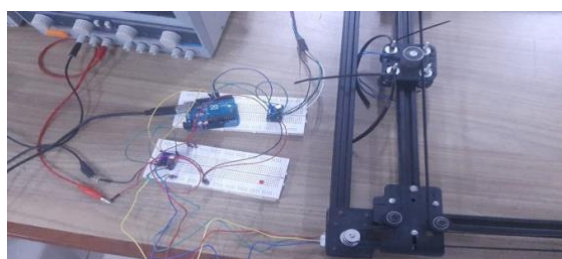
As simulações de trajetória confirmaram a precisão dos deslocamentos, mesmo em laço aberto de controle. A montagem foi planejada para reduzir atritos e evitar interferências, o que contribuiu para o bom desempenho do conjunto. Pequenos ajustes no tensionamento das correias e fixação dos motores ainda podem aperfeiçoar a estabilidade, reforçando o potencial do sistema para aplicações práticas em automação personalizada.

Figura 1: Montagem do protótipo



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Figura 2: Sistema na protoboard



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

5. CONCLUSÃO

Concluimos que o desenvolvimento físico do tabuleiro de xadrez automatizado, movido por eletroímãs e motores de passo, mostrou-se viável e com grande potencial. A ação das peças no tabuleiro sem intervenção humana pode revolucionar a experiência do jogo e gerar novas possibilidades em áreas como acessibilidade, educação e robótica recreativa.

Com as alterações e aprimoramentos, o sistema poderá alcançar um elevado nível de confiabilidade e interatividade, e assim futuramente implementar comando de voz através da Inteligência Artificial, fazendo com que as peças sejam movidas pelo mesmo. Com isso, pessoas com deficiência poderão ter a experiência de jogar xadrez.

AGRADECIMENTOS

Ao IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, pelo apoio financeiro, por meio do Programa Institucional Unificado de Bolsas, e pela infraestrutura essencial à execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

CHESS.COM. Play Chess Online - Free Games. Disponível em: [link suspeito removido]. Acesso em: 23 jun. 2025.

CHESS24. Xadrez - Jogue, aprenda e assista a torneios ao vivo. 2023. Disponível em: <https://chess24.com/pt>. Acesso em: 8 jul. 2025.

DGT. World class chess products. 2023. Disponível em: <https://digitalgametechnology.com/>. Acesso em: 8 jul. 2025.

LICHESS.ORG. The best free, adless Chess server. 2023. Disponível em: <https://lichess.org/>. Acesso em: 8 jul. 2025.

LILLO-CRESPO, M. et al. Chess Practice as a Protective Factor in Dementia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 12, p. 2116, 14 jun. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6617066/>. Acesso em: 8 jul. 2025.

MARSLAND, T. Computer Chess And Search. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://webdocs.cs.ualberta.ca/~tony/RecentPapers/encyc.mac-1991.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2025.

MATUSZEK, C. et al. Gambit: An Autonomous Chess-Playing Robotic System. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*. 2011. p. 4291-4297.

SANTOS, Pedro Sérgio. O que é xadrez. São Paulo: Brasiliense, 2017.