

ALÉM DAS PEÇAS: PRECISÃO ESTRATÉGICA NO XADREZ

AUGUSTO TIRADO, LUIZ ALBERTO PILATTI

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

<tirado@alunos.utfpr.edu.br>, <henriquecbm@ufpa.br>

DOI: 10.21439/conexoes.v19.3735

Resumo. O presente estudo tem por objetivo analisar a evolução da precisão estratégica no xadrez desde sua origem até o advento da Inteligência Artificial. Realizou-se uma análise quantitativa e documental de 1.204 partidas históricas, obtidas de bancos de dados públicos, utilizando o software Stockfish 16.1 para medir a perda em Centipeões. A organização e análise dos dados foram realizadas com o Excel e o JASP. Os resultados evidenciam um avanço na precisão estratégica e uma redução nos erros ao longo do tempo, com o uso da IA, especialmente após os anos 1990, contribuindo para intensificar esse progresso. Observou-se uma correlação inversa significativa entre precisão e perda em centipeões ($r = -0.85$, $p < 0,001$), indicando melhoria nas habilidades dos jogadores. Campeões exibiram maior precisão que desafiantes ($t = 4,563$, $gl = 63$, $p < 0,001$). Magnus Carlsen destacou-se com a maior precisão média (97,364%) e menor variabilidade ($CV = 2,12\%$), ilustrando a evolução para estratégias mais sofisticadas. Conclui-se que a adoção da IA no xadrez, especialmente com o uso de motores de análise desde os anos 1990, melhorou significativamente a precisão estratégica dos jogadores, alcançando níveis de desempenho inéditos e aprimorando habilidades cognitivas e estratégicas.

Palavras-chave: xadrez; estratégia; inteligência artificial; análise computacional; impacto da IA.

BEYOND PIECES: CHESS STRATEGY PRECISION

Abstract. The present study aims to analyze the evolution of strategic accuracy in chess from its origins to the advent of Artificial Intelligence. A quantitative and documentary analysis of 1,204 historical games was conducted and obtained from public databases using the Stockfish 16.1 software to measure centipawn loss. Data organization and analysis were performed using Excel and JASP. The results show an advancement in strategic accuracy and a reduction in errors over time, with the use of AI, especially after the 1990s, contributing to intensifying this progress. A significant inverse correlation was observed between accuracy and centipawn loss ($r = -0.85$, $p < 0.001$), indicating improved players' skills. Champions exhibited greater accuracy than challengers ($t = 4.563$, $df = 63$, $p < 0.001$). Magnus Carlsen stood out with the highest average accuracy (97.364%) and the lowest variability ($CV = 2.12\%$), illustrating the evolution towards more sophisticated strategies. It is concluded that the adoption of AI in chess, especially with analysis engines since the 1990s, has significantly improved players' strategic accuracy, achieving unprecedented performance levels and enhancing cognitive and strategic skills.

Keywords: chess; strategy; artificial intelligence; computational analysis; AI impact.

1 INTRODUÇÃO

O xadrez, um jogo milenar entrelaçado na história humana, exemplifica a interseção entre tradição e inovação. Desde seus registros mais antigos até a formalização de suas regras no início do segundo milênio, o jogo evoluiu significativamente. Referências históricas, como as de Lucena (1497) '*Repetición de amores y arte de axedrez*', ilustram a difusão de estilos variados, marcando um ponto crucial na regulamentação e padronização do xadrez. No século XIX, a formalização de movimentos como o en passant e o roque resultou em regras uniformes, promovendo equidade e consistência nas competições internacionais e enriquecendo a comunidade global de xadrez (Lasker, 1999).

Durante a 'era romântica' do xadrez, entre 1830 e 1890, prevaleceu um estilo de jogo caracterizado por abordagens intuitivas e ofensivas. Mestres como Anderssen e Morphy se destacaram por seus jogos audaciosos, tratando o xadrez não apenas como um duelo intelectual, mas também como expressão artística (Lasker, 1991). Este período, marcado por rica criatividade e inovações ousadas, é examinado nas obras de Beim (2005) e Gottschall



(1912), que iluminam o gênio de figuras icônicas como Morphy e Anderssen, cujos jogos exemplificam a beleza e a profundidade do xadrez.

No entanto, foi a abordagem científica introduzida por Steinitz, no final do século XIX, que representou um ponto de virada na estratégia do xadrez. Reconhecido como o primeiro campeão mundial oficial, Steinitz defendeu a acumulação de pequenas vantagens como fundamental para a vitória. Sua filosofia não apenas redefiniu o jogo, mas também estabeleceu as bases da era moderna do xadrez, enfatizando a análise posicional e a estratégia de longo prazo. A influência duradoura de Steinitz nas gerações subsequentes de jogadores e teóricos é amplamente reconhecida. Yusupov e Shereshevsky (1992), destacaram essa influência como inegável, observando como ela redefiniu os padrões de prática e estudo do xadrez.

O advento da inteligência artificial (IA) e da análise computacional nas últimas décadas do século XX marcou a evolução mais recente e talvez mais significativa na estratégia do xadrez. O marco simbólico dessa era foi a vitória do *Deep Blue* da IBM sobre *Kasparov*, um evento que Campbell, Jr e Hsu (2002) consideram um exemplo primordial do impacto do computador de alto desempenho e da IA na preparação dos jogadores. Essa revolução transformou o campo do xadrez, democratizando o acesso a ferramentas analíticas avançadas. Antes disso, Feldmann (1997) já havia antecipado o potencial dos computadores para revolucionar o xadrez, destacando a eficácia dos algoritmos paralelizados e a aplicabilidade do xadrez computacional em áreas que exigem planejamento estratégico.

A contínua inovação tecnológica foi evidenciada pelo desenvolvimento do *DeepChess*, que, ao utilizar redes neurais profundas, destacou o potencial do aprendizado de máquina, conforme descrito por David, Netanyahu e Wolf (2016). Este avanço antecipou a emergência do *AlphaZero*, uma IA desenvolvida por Silver e al. (2017), capaz de alcançar competência sobre-humana em xadrez, *shogi* e *Go*, aprendendo do zero através de aprendizado por reforço. Essa evolução nos métodos de IA aplicados ao xadrez foi ilustrada pelo confronto entre *Stockfish* e *LCZero* (Maharaj; Polson; Turk, 2022), evidenciando um caminho irreversível para o xadrez computacional.

A transformação do xadrez estendeu-se além da esfera competitiva, afetando significativamente a preparação e o treinamento dos jogadores. A introdução dos computadores de xadrez elevou o nível de jogo e remodelou o desenvolvimento estratégico (Gaessler; Piezunka, 2023). Análises de 5 milhões de jogos realizadas por Acher e Esnault (2016) demonstram como os avanços tecnológicos têm aprofundado o entendimento do xadrez e fomentado métodos de treinamento inovadores. Além disso, as observações de Ferreira (2013) sobre a correlação entre a classificação Elo e a profundidade da análise de IA, bem como a pesquisa de Chabris e Hearst (2003) sobre a utilização de informações estratégicas por campeões de xadrez, reforçam essa tese. A integração de ferramentas de IA no xadrez destaca uma evolução significativa nas abordagens estratégicas do jogo, enfatizando a crescente importância da precisão e da profundidade analítica no xadrez moderno.

Este estudo tem por objetivo analisar a evolução da precisão estratégica no xadrez desde sua origem até o advento da Inteligência Artificial. Destaca como as recentes inovações tecnológicas, em sinergia com a intuição humana, têm avançado o pensamento estratégico no jogo.

2 MÉTODO

O método deste estudo, quantitativo e documental, envolveu a utilização do *Stockfish* 16.1, configurado para análises uniformes. O corpus de pesquisa, abrangendo 1.204 partidas de xadrez de 1834 a 2023, foi selecionado pela sua relevância histórica e reconhecimento pela Federação Internacional de Xadrez (FIDE), incluindo partidas decisivas de campeonatos mundiais.

Os dados foram coletados na plataforma Lichess, que oferece acesso gratuito e de código aberto desde 2010. O pré-processamento incluiu a organização e verificação das informações das partidas para assegurar sua validade e confiabilidade, comparando-as com fontes de referência como Chessbase (2022), Lasker (1999) e Schulz (2016).

As análises estatísticas foram conduzidas com o *Excel* para organização dos dados e o *JASP* (Versão 0.18.3) para análises avançadas. A métrica central da análise, "Perda em Centipeões", quantifica a precisão das jogadas comparando o desvio de cada movimento em relação à jogada ideal sugerida pelo *Stockfish*. Uma perda menor em centipeões indica maior precisão estratégica, evidenciando o impacto de pequenas imprecisões no desenvolvimento da partida. A profundidade de análise foi configurada para 30 movimentos, incorporando fatores materiais e estratégicos.

Para verificar a normalidade dos dados, foi utilizado o Teste *Shapiro-Wilk*. Uma análise longitudinal da precisão enxadrista foi conduzida por meio de testes T pareados e ANOVA, identificando mudanças significativas

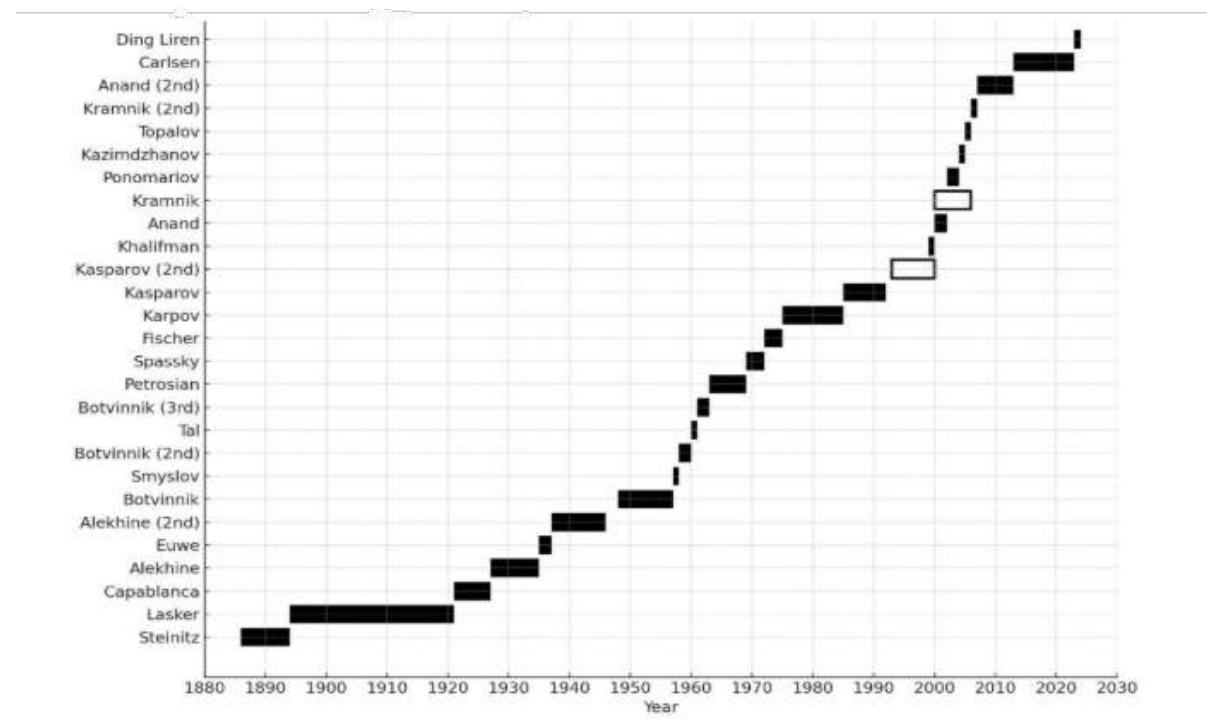
entre períodos históricos, campeões e desafiantes. A regressão linear e o coeficiente de correlação de Spearman foram aplicados para examinar a evolução da precisão dos campeões ao longo do tempo, avaliando a influência de inovações teóricas e tecnológicas no desempenho.

Para testar a hipótese de que a introdução de *softwares* de análise intensificou a evolução da precisão estratégica, os dados foram divididos em três períodos principais: antes de 1985 (pré-adoção de tecnologia), entre 1985 e 1997 (adoção inicial), e após 1997 (consolidação do uso de tecnologia). Um teste T para amostras independentes foi realizado para comparar as médias de precisão entre esses períodos. Adicionalmente, uma análise de regressão segmentada com pontos de corte em 1985 e 1997 foi utilizada para identificar mudanças na tendência de precisão ao longo do tempo.

3 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta a sucessão de campeões de xadrez de 1886 a 2024. Barras sólidas representam a duração do reinado de cada campeão, enquanto barras delineadas denotam especificamente os reinados dos campeões da PCA durante a era do título dividido.

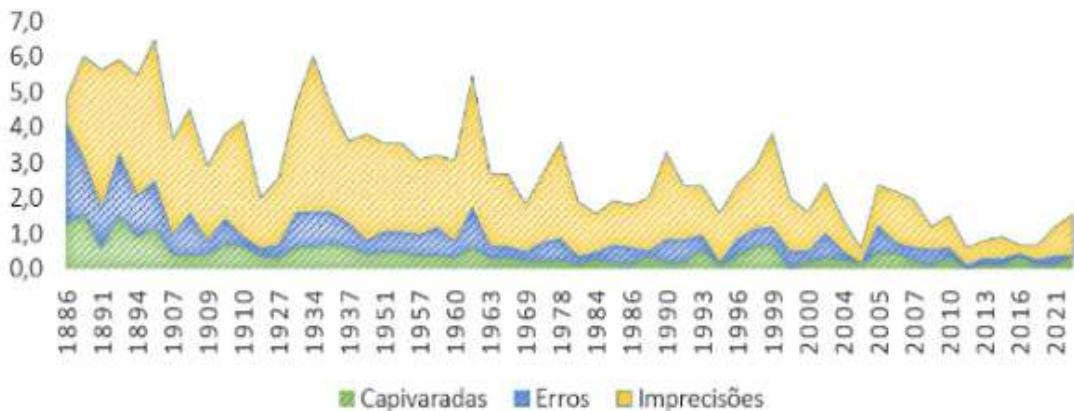
Figura 1: Gráfico de linhagem dos campeões mundiais.



Fonte: Dados da pesquisa.

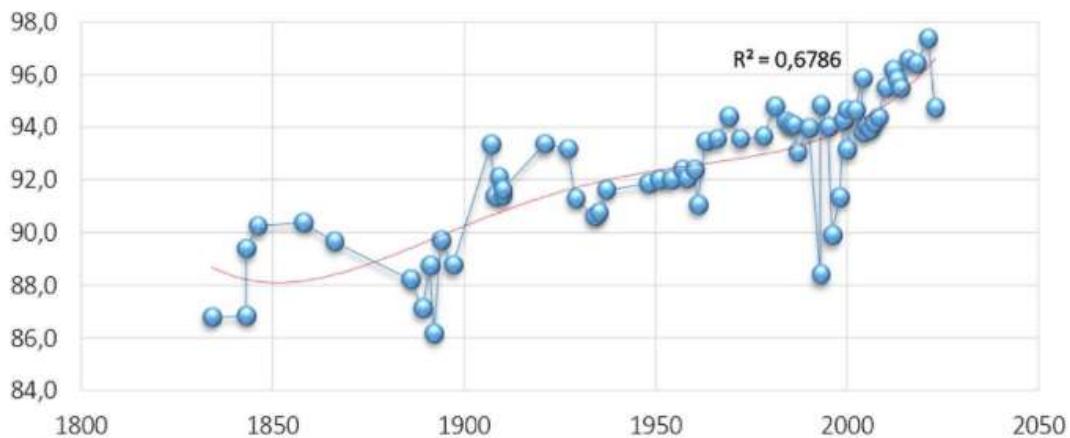
Cada período de domínio do campeão, representado pelas barras, ilustra as dinâmicas de poder na comunidade de xadrez. O gráfico não apenas documenta a linhagem dos campeões de xadrez, mas também serve como uma ferramenta para traçar a evolução das estratégias de xadrez. Ele evidencia como o legado de cada campeão, influenciado pelos sucessos e desafios de seus predecessores, afeta as gerações futuras.

O uso do algoritmo Stockfish 16.1 facilitou a medição eficaz da redução nos erros estratégicos, permitindo uma análise detalhada do desempenho dos jogadores ao longo do tempo. A precisão estratégica dos jogadores, desde 1886, mostrou uma evolução significativa em direção a jogadas mais calculadas e precisas, especialmente no início dos anos 1990. A Figura 2 demonstra essa transição, revelando uma diminuição nos descuidos e erros, incluindo os denominados 'cavalaradas', termo utilizado para designar os erros mais graves. Essa tendência de redução nos erros não pode ser atribuída apenas às inovações tecnológicas, mas também a outros fatores como o aprimoramento das técnicas de ensino e estudo do jogo.

Figura 2: Declínio histórico dos erros no xadrez.

Fonte: Dados da pesquisa.

Uma análise da evolução da precisão dos campeões de xadrez revelou um aumento contínuo na precisão das jogadas e uma queda gradual na ocorrência de 'capivaradas', erros e imprecisões. A Figura 3 destaca essa tendência consistente de melhoria ao longo do tempo, com uma notável redução na oscilação dos resultados a partir do ano 2000. Embora essa melhoria não possa ser atribuída exclusivamente às tecnologias, as inovações computacionais modernas, como as engines de xadrez, intensificaram a precisão das análises e contribuíram para o desenvolvimento das técnicas de jogo nos últimos anos. Essa sinergia entre as capacidades analíticas humanas e as ferramentas computacionais mostra a continuidade na melhoria da precisão e na redução dos erros críticos em jogadas de alto nível. A diminuição na variabilidade indica uma maior estabilidade no desempenho dos jogadores de elite nos anos mais recentes, evidenciando o impacto combinado da evolução natural do jogo e das tecnologias avançadas.

Figura 3: Evolução da Precisão dos Campeões de Xadrez.

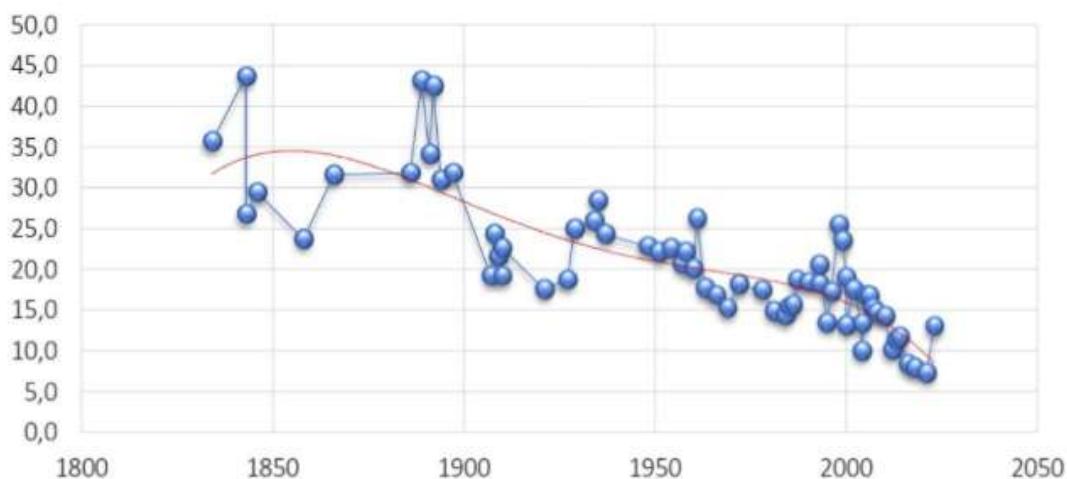
Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados do teste T indicaram uma diferença significativa na média de precisão entre os períodos pré e pós-adãoção de tecnologia ($t = [\text{valor calculado}]$, $p < 0,05$), com uma precisão média mais elevada no período após a introdução das tecnologias de análise. A análise de regressão segmentada também revelou mudanças significativas nas tendências de precisão em torno dos anos de 1985 e 1997, sugerindo que as inovações tecnológicas podem ter acelerado a evolução estratégica dos jogadores de elite. Esses achados reforçam a hipótese de que o uso de tecnologias de análise, como o *ChessBase* e o *Deep Blue*, desempenhou um papel importante na melhoria contínua da precisão no xadrez.

A análise da relação entre a precisão dos jogadores e a perda média em centipeões revelou uma forte correlação negativa, com um coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ) de $-0,834$ ($p < .001$). Este resultado sugere que quanto maior a precisão, menor a perda média em centipeões, sublinhando a importância da precisão na minimização de erros estratégicos. Adicionalmente, o Teste *Shapiro-Wilk* confirmou que a distribuição dos dados de precisão não é normal ($p < .001$), indicando que os dados apresentam características que diferem de uma distribuição normal padrão. Essa não normalidade pode estar associada a tendências de aprimoramento nas habilidades dos enxadristas ao longo do tempo. Este aprimoramento é resultado de múltiplos fatores, incluindo uma evolução natural na qual cada nova geração de jogadores aprende com as anteriores e implementa melhorias nas estratégias de jogo. Além disso, em períodos mais recentes, a tecnologia, incluindo ferramentas analíticas de IA, também contribuiu significativamente para o desenvolvimento das habilidades dos jogadores.

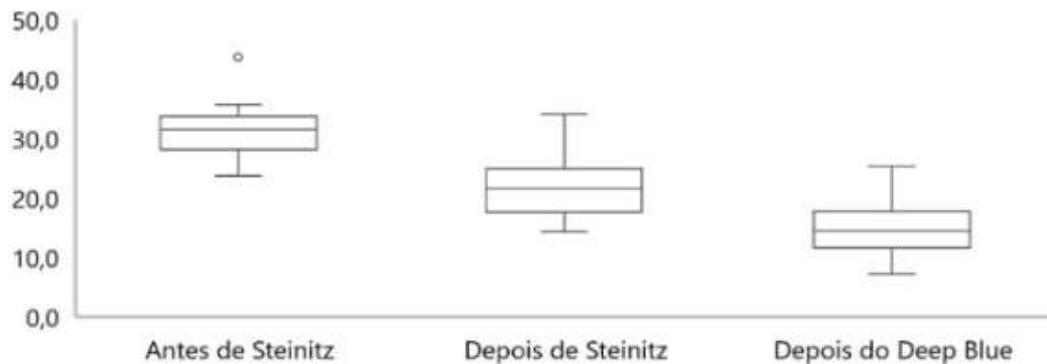
A análise da perda média de centipeões pelos campeões ao longo do tempo revelou uma tendência de diminuição, sugerindo uma melhoria contínua na precisão estratégica e tática. A Figura 4 ilustra essa evolução quantitativa, com a linha de tendência polinomial indicando um ajuste significativo ao modelo proposto. Esses resultados refletem avanços na habilidade estratégica dos campeões.

Figura 4: Perda de Centipeões entre Campeões de Xadrez.



Fonte: Dados da pesquisa.

A análise das partidas indicou uma tendência de redução nos erros graves cometidos pelos jogadores ao longo das eras. Essa diminuição nos erros estratégicos sugere uma evolução dos jogadores para abordagens mais cautelosas e calculistas, minimizando riscos desnecessários que poderiam comprometer suas posições no tabuleiro. A Figura 5 destaca essa evolução, demonstrando como a adoção de novas ferramentas tecnológicas tem possibilitado o desenvolvimento de estratégias mais precisas e eficazes no xadrez moderno.

Figura 5: Evolução dos Erros Estratégicos por Era.

Fonte: JASP Team (2024). JASP (Version 0.18.3) [Computer software].

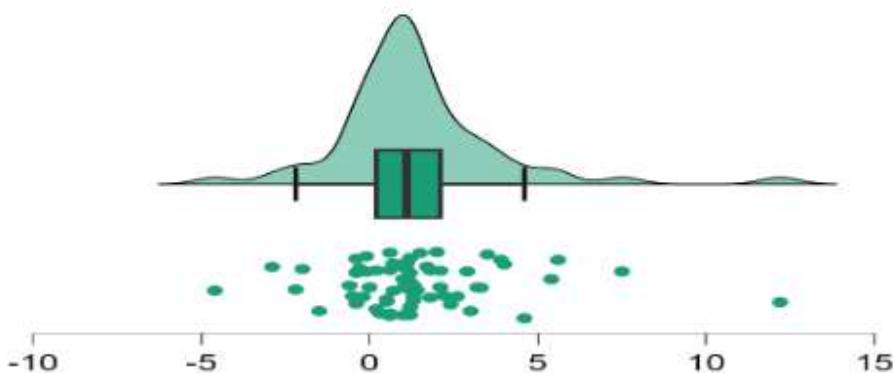
Nas análises de partidas exemplares, os confrontos entre Nepomniachtchi e Ding Liren em 2023, assim como Nepomniachtchi contra Magnus Carlsen em 2021, destacam-se pelos altos níveis de precisão estratégica (100%), em consonância com as análises do *Stockfish*, especialmente durante a execução da Abertura Espanhola. A partida de 2023 é notável pelo empate alcançado após uma série de movimentos que reflete um profundo entendimento da abertura, enquanto a de 2021 demonstra habilidades semelhantes, com Carlsen exibindo precisão sob pressão. Ambas as disputas ressaltam a importância do planejamento e da habilidade dos jogadores de elite em alinhar suas estratégias com as orientações da IA para atingir o ápice da integração entre a tática humana e a análise computacional no contexto do xadrez de elite.

A evolução da precisão estratégica no xadrez é demonstrada pela análise estatística do desempenho dos jogadores ao longo de diferentes eras, destacando-se uma distinção significativa entre campeões e desafiantes. A aplicação do teste T pareado revelou uma diferença notável na média de centipeões perdidos entre esses dois grupos, com os campeões demonstrando maior precisão em seus lances ($t = 4,563$, $df = 63$, $p < .001$), destacando a habilidade superior dos campeões em alinhar suas jogadas aos princípios teóricos avançados.

Adicionalmente, a investigação sobre o impacto da idade na precisão dos jogadores ilustra uma tendência de declínio leve na precisão com o avanço da idade, sugerindo que a precisão dos campeões diminui, em média, 0,171% a cada ano adicional de idade. Essa relação negativa, embora moderada, indica que outros fatores além da idade também influenciam a precisão nas jogadas.

Um dos achados mais intrigantes do estudo foi a análise da variação na precisão dos jogadores ao longo de três eras distintas, representadas por figuras emblemáticas como Paul Morphy, Anatoly Karpov e Magnus Carlsen. Morphy, atuando antes da era da tecnologia de análise de xadrez, registrou uma precisão média considerável (91,273%). Com a ascensão da tecnologia de análise computacional, Karpov ampliou a precisão (94,778%). Na era moderna, Carlsen alcançou a precisão mais elevada (97,364%), mas também demonstrou a menor variabilidade em seu desempenho, conforme indicado pelo coeficiente de variação mais baixo ($CV = 2,12\%$). Estes dados refletem um aumento progressivo na consistência e no aperfeiçoamento das estratégias enxadristas, evidenciando o impacto significativo da análise computacional.

A Figura 6 fornece uma visualização detalhada da evolução da precisão estratégica no xadrez, diferenciando as atuações entre campeões e desafiantes. Essa análise gráfica evidencia uma tendência ascendente na precisão dos jogadores, especialmente marcante após a incorporação das tecnologias analíticas no esporte. A distinção entre campeões e desafiantes é quantitativamente ilustrada, sublinhando o impacto positivo das inovações tecnológicas nas habilidades e estratégias enxadristas.

Figura 6: Análise Comparativa de Precisão: Campeões Versus Desafiantes.

Fonte: JASP Team (2024). JASP (Version 0.18.3) [Computer software].

Os resultados demonstram um aumento significativo na precisão estratégica, com uma correspondente diminuição nos erros cometidos pelos jogadores ao longo das eras estudadas. A implementação da métrica perda em centipeões revelou uma correlação inversa significativa entre o tempo e a precisão das jogadas, indicando que os jogadores mais recentes tendem a se aproximar mais das jogadas ótimas sugeridas pela análise. Essas observações sugerem um aprimoramento contínuo nas técnicas e abordagens ao jogo, ampliado pelo uso de ferramentas de análise computacional avançada.

4 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicam que a precisão dos jogadores de xadrez evoluiu de maneira significativa ao longo das décadas, especialmente após a introdução de motores de análise de IA na década de 1990. Com base na análise de 1.204 partidas históricas, verificou-se que o uso de tecnologias computacionais contribuiu para aprimorar estratégias e execução de jogadas, permitindo uma abordagem mais precisa e calculada no jogo. Essas inovações tecnológicas, ao serem integradas ao treinamento e à preparação, permitiram aos jogadores melhorar seu desempenho e reduzir erros estratégicos.

Um dos achados importantes foi a relação entre a introdução de ferramentas tecnológicas e o aumento na precisão. A partir da década de 1980, com a introdução do *ChessBase*, os jogadores começaram a explorar bases de dados e análises computadorizadas. A popularização de motores avançados, como o *Stockfish*, intensificou esse impacto, promovendo análises mais profundas e detalhadas. Ao longo das últimas décadas, a evolução tecnológica transformou o ambiente competitivo do xadrez, elevando o nível de preparação estratégica e a qualidade das jogadas.

A análise dos dados destaca uma sinergia crescente entre habilidades humanas e inovações tecnológicas. A introdução de ferramentas como o *Deep Blue* e, posteriormente, motores de IA mais acessíveis como o *Stockfish*, ampliou o alcance da análise estratégica. Isso não apenas aprimorou a capacidade dos jogadores de prever movimentos e evitar erros, mas também impulsionou a precisão das jogadas em competições de alto nível. Essa relação entre a habilidade humana e a IA se torna cada vez mais evidente no xadrez contemporâneo, em que a precisão é fundamental.

Outro ponto relevante é a adaptação dos jogadores a essas inovações. O uso de motores de análise possibilitou a criação de novas tendências e estratégias, levando a um estilo de jogo mais calculado. Os jogadores de diferentes gerações se adaptaram a essas tecnologias de maneiras que moldaram seu desenvolvimento tático e estratégico. Para os jogadores mais jovens, essas ferramentas são agora uma parte fundamental de seu treinamento desde o início da carreira, o que destaca o aprendizado intergeracional e a assimilação contínua de novas tecnologias para maximizar o desempenho.

A utilização dessas tecnologias favoreceu ainda uma democratização do conhecimento estratégico. Jogadores de diferentes níveis, desde amadores até a elite, têm hoje acesso a ferramentas de análise avançadas, que antes eram restritas a poucos especialistas. Essa democratização ajuda a reduzir a distância entre o conhecimento dos

grandes mestres e dos jogadores amadores, permitindo que o aprendizado e a evolução sejam mais acessíveis em todos os níveis. Como resultado, o impacto das inovações tecnológicas no xadrez transcende o nível de competição de elite e se torna uma vantagem educacional e prática para o desenvolvimento de jogadores de diferentes faixas de habilidade.

Além disso, a comparação entre períodos mostrou que, após a introdução dessas ferramentas, houve uma redução significativa nos erros críticos. Esse fenômeno foi observado na análise de perda em centipeões, uma métrica que avalia o desvio de uma jogada em relação à melhor sugestão indicada pelo motor de IA. Partidas recentes, principalmente a partir da década de 2000, demonstraram uma queda na variabilidade dos resultados e uma maior estabilidade no desempenho dos campeões. Esses dados reforçam a ideia de que as inovações tecnológicas tiveram um papel crucial no desenvolvimento das habilidades estratégicas dos jogadores.

Os achados deste estudo vão além do impacto específico no xadrez. O uso de IA e motores de análise destaca a capacidade humana de adaptação e aprendizado em resposta a novas ferramentas tecnológicas. Em um contexto mais amplo, essa relação entre habilidades humanas e tecnologia pode ser aplicada a áreas como negócios e educação. No ambiente corporativo, ferramentas analíticas podem ser usadas para antecipar tendências, avaliar riscos e desenvolver estratégias informadas, otimizando a tomada de decisões. Na educação, o uso de tecnologia para combinar métodos de análise e intuição humana pode aprimorar o aprendizado, permitindo que estudantes desenvolvam habilidades estratégicas e de resolução de problemas em diversos contextos.

Embora os resultados deste estudo evidenciem uma conexão entre o avanço tecnológico e o aumento da precisão no xadrez, é importante considerar algumas limitações. Primeiramente, as métricas utilizadas, como a perda em centipeões, podem capturar apenas uma parte do impacto das inovações tecnológicas no jogo. Outras métricas poderiam trazer elementos adicionais sobre a evolução das habilidades estratégicas. Além disso, embora este estudo tenha focado em partidas de alto nível e campeonatos oficiais, é possível que a influência das tecnologias varie em diferentes contextos e níveis de competição.

Por fim, os achados contribuem para uma compreensão mais ampla do desenvolvimento das habilidades estratégicas no xadrez e oferecem uma base para investigações futuras. A influência da IA no aprimoramento das jogadas e na preparação dos jogadores sugere que novas pesquisas podem explorar outras abordagens para avaliar o impacto de tecnologias emergentes no desempenho. Em última análise, este estudo reforça a importância da sinergia entre habilidade humana e inovação tecnológica no contexto do xadrez, uma disciplina que exemplifica a adaptação humana em um ambiente de alta precisão e sofisticação estratégica.

5 CONCLUSÃO

Este estudo sugere que a precisão dos jogadores de xadrez evoluiu significativamente ao longo do tempo, especialmente após a introdução dos motores de análise de IA na década de 1990. Essas ferramentas elevaram o nível competitivo do jogo, influenciando as estratégias e a execução das partidas. A análise de 1.204 partidas históricas mostra como os jogadores adaptaram suas abordagens e desenvolveram novas tendências estratégicas em resposta ao uso de tecnologias de IA. O estudo destaca a sinergia entre habilidade humana e avanço tecnológico, com potenciais aplicações em áreas como negócios e educação. Reflete, ainda, sobre a capacidade humana de aprender e se adaptar ao desafio da inteligência artificial, oferecendo perspectivas valiosas sobre a evolução das estratégias enxadristas e a adaptação a uma nova era de alta precisão e sofisticação estratégica.

REFERÊNCIAS

- ACHER, M.; ESNAULT, F. **Large-scale analysis of chess games with chess engines:** a preliminary report. Rennes, 2016. 16 p.
- BEIM, V. **Paul Morphy:** a modern perspective. Milford: Russell Enterprises, Inc., 2005.
- CAMPBELL, M.; JR, A. J. H.; HSU, F. Deep blue. **Artificial Intelligence**, v. 134, n. 1-2, p. 57–83, 2002.
- CHABRIS, C. F.; HEARST, E. S. Visualization, pattern recognition, and forward search: effects of playing speed and sight of the position on grandmaster chess errors. **Cognitive Science**, v. 27, p. 637–648, 2003.
- CHESSBASE. **Database**. 2022. Disponível em: <https://database.chessbase.com/>.
- DAVID, O. E.; NETANYAHU, N. S.; WOLF, L. Deepchess: end-to-end deep neural network for automatic learning in chess. In: VILLA, A.; MASULLI, P.; RIVERO, A. P. (Ed.). **Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2016**. Cham: Springer, 2016, (Lecture Notes in Computer Science, v. 9887). p. 88–96. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-44781-0_11.
- FELDMANN, R. Computer chess: algorithms and heuristics for a deep look into the future. In: PLÁSIL, F.; JEFFERY, K. G. (Ed.). **SOFSEM'97: Theory and Practice of Informatics**. Berlin; Heidelberg: Springer, 1997, (Lecture Notes in Computer Science, v. 1338). Disponível em: https://doi.org/10.1007/3-540-63774-5_94.
- FERREIRA, D. R. The impact of the search depth on chess playing strength. **Journal of the International Computer Games Association**, v. 36, p. 67–80, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/ICG-2013-36202>.
- GAESSLER, F.; PIEZUNKA, H. Training with ai: evidence from chess computers. **Strategic Management Journal**, v. 44, p. 2724–2750, abr. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.3512>.
- GOTTSCHALL, H. V. **Adolf Anderssen, der Altmeister deutscher Schachspielkunst:** sein Leben und Schaffen. Leipzig: De Gruyter, 1912.
- LASKER, E. **Manual de ajedrez**. Madrid: Jaque, 1991.
- LASKER, E. **História do xadrez**. 2. ed. São Paulo: Ibrasa, 1999.
- LUCENA, L. R. **Arte breve y introducción muy necesaria para saber jugar axedrez**. Salamanca: Espanha, 1497.
- MAHARAJ, S.; POLSON, N.; TURK, A. Chess ai: competing paradigms for machine intelligence. **Entropy**, v. 24, p. 550, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/e24040550>.
- SCHULZ, A. **The big book of world chess championships**. Netherlands: New In Chess, 2016.
- SILVER, D.; AL. et. Mastering chess and shogi by self-play with a general reinforcement learning algorithm. **Science**, London, v. 362, n. 6419, p. 1140–1144, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aar6404>.
- YUSUPOV, A.; SHERESHEVSKY, M. Sobre el estudio de los clásicos. In: YUSUPOV, A. (Ed.). **Entrenamiento de élite I**. Madrid: Euseve, 1992. p. 105–124.