

# Correlação entre as Distâncias dos Lances de uma Partida de Xadrez do Campeonato Mundial de 2016 e de uma Partida entre Deficientes Visuais

Leo Pasqualini de Andrade<sup>1</sup>, Alysson Ramos Artuso<sup>2</sup>, Mateus das Neves Gomes<sup>3</sup>,  
Valério Brusamolin<sup>4</sup>

## Resumo

Em uma partida de xadrez as percepções visuais de espaço com o tabuleiro e peças são utilizadas por jogadores para se observar, analisar, calcular, comparar e tomar decisões de acordo com as suas estratégias. A ciência hoje tem como paradigma o domínio do computador sobre o ser humano no jogo de xadrez. Neste contexto, são examinados os lances oferecidos por um programa de computador especialista em xadrez como alternativa ao dos jogadores, descrevendo a influência do computador sobre o jogo. A partida escolhida foi a última do mundial de 2016 entre Magnus Carlsen e Serguey Karjakin O objetivo deste artigo é examinar as correlações espaciais entre os lances dos jogadores e comparar com as de um programa especialista de xadrez. Os resultados obtidos foram tabulados em planilha eletrônica e geradas estatísticas e gráficos. Nos resultados são discutidas as imprecisões cometidas pelos jogadores quando aconteceram distâncias significativas entre os lances dos jogadores e os propostos pelo computador. Foi incluído no artigo uma partida entre deficientes visuais e usada a mesma metodologia de cálculos para análise e comparação com a prévia partida. Na conclusão é discutido o paradigma da superioridade dos programas de computador especialistas em xadrez sobre os humanos.

**Palavras-chave:** Xadrez. Cognição. Visão espacial. Deficientes visuais.

## Abstract

In a game of chess, visual perceptions of space with the board and pieces are used by players to observe, analyze, calculate, compare and make decisions according to their strategies. The science today has as paradigm the dominion of the computer on the human being in the game of chess. In this context, the moves offered by a computer program specialist in chess as an alternative to that of the players are described, describing the influence of the computer on the game. The chosen match was the last one of the world-wide one of 2016 between Magnus Carlsen and Serguey Karjakin The purpose of this article is to examine the spatial correlations between player's moves and compare with those of a specialist chess program. The results were tabulated in spreadsheet and generated statistics and graphs. In the results are discussed the inaccuracies committed by the players when there were significant distances between the moves of the players and those proposed by the computer. Included in the article was a match between the visually impaired and the same methodology of calculations used for analysis and comparison with the previous game. In the conclusion, the paradigm of the superiority of computer programs specialists above human chessplayers is discussed.

**Keywords:** Chess. Cognition. Spacial vision. Visually impaired

---

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Instituto Federal do Paraná, campus Paranaguá

<sup>1</sup> leopasq10@yahoo.com.br

<sup>2</sup> alysson.artuso@ifpr.edu.br

<sup>3</sup> mateus.gomes@ifpr.edu.br

<sup>4</sup> valerio.brusamolin@ifpr.edu.br

## 1 Introdução

O Xadrez é um jogo repleto de configurações padrão pela disposição das peças no tabuleiro. O mestre de xadrez retém na memória inúmeras posições advindas de constantes estudos (CONNORS e CAMPITELLI, 2014; LANE e CHANG, 2017).

Quanto mais forte o jogador, mais posições padrão tem armazenados em sua memória. Posições estas que são rapidamente reconhecidas pelo mestre do jogo ao surgirem durante a partida (CONNORS e CAMPITELLI, 2014; LANE e CHANG, 2018).

O reconhecimento das posições padrão auxiliam o enxadrista em suas tomadas de decisão de lances. Ao mesmo tempo, o enxadrista elabora estratégias e táticas baseadas nestes padrões. As relações visuais entre tabuleiro e peças auxiliam no reconhecimento das posições padrão (CONNORS e CAMPITELLI, 2014).

Portanto, visualizar todo o tabuleiro ajuda no reconhecimento de posições analisadas previamente. Já um iniciante no jogo de xadrez efetua jogadas muito próximas das anteriores, sugerindo que este não observa todo o tabuleiro atentamente (CONNORS e CAMPITELLI, 2014; LANE e CHANG, 2018).

Um programa de computador especialista em xadrez baseia seus lances e estratégias em “força bruta”, através de cálculos resultantes da árvore de decisão. A cada lance, o programa abre uma árvore de possibilidades e as vai percorrendo, pontuando cada ramificação através de cálculos matemáticos pré-estabelecidos (BRATKO, 2018).

Neste artigo foi usada a última partida (FIDE, 2016a) jogada pelo campeão mundial de xadrez, o norueguês Magnus Carlsen com seu desafiante, o russo naturalizado Serguey Karjakin. Foi feita uma comparação entre as distâncias euclidianas dos lances de cada jogador entre si e destes

com os lances propostos por um programa de computador especialista no jogo, chamado FRITZ, versão 12 (ou, FRITZ 12). O intuito foi o de utilizar uma partida de alto nível para ser investigada.

O lance no jogo de xadrez é a movimentação que cada jogador efetua no tabuleiro com suas peças durante a partida (FIDE, 2018).

Para comparar as distâncias dos lances dos dois jogadores e entre eles e a máquina, foram calculadas as distâncias euclidianas de um lance e de outro (humano e humano e humanos e *software*). Os pontos geométricos do tabuleiro (coordenadas) de cada lance foram inseridos numa planilha e forma feitos cálculos manualmente para se obter as distâncias entre eles.

Neste artigo, que é uma extensão do que foi publicado no VIII MCSul Semengo da FURG/RS 2018 (Correlação entre as distâncias dos lances em uma partida de xadrez do campeonato mundial de 2016), foi incluída uma partida jogada entre deficientes visuais, sendo um novo item de experimento, para se investigar a relação da visão espacial com o jogo de xadrez e jogadores que não possuem o sentido da visão. Foram utilizados os mesmos procedimentos metodológicos da partida entre Carlsen e Karjakin e uma breve comparação entre as partidas. A extensão está no capítulo 6, “Estudo de uma Partida com Deficientes Visuais”.

O jogo de xadrez é uma atividade esportiva e social com milhões de adeptos em todo o mundo (SHENK, 2006); a tecnologia permite hoje que jogadores de todos os países se enfrentem de forma instantânea, através de softwares e da *internet*.

Cientistas cognitivos são investigadores apoiados pelas neurociências, psicologia, filosofia da matemática e a ciência da computação (CHEN, HERRERA e HWANG, 2018). Estes vêm utilizando bases de dados destas partidas pela internet para pesquisar padrões de comportamento dos jogadores que dela se servem.

Tais investigações só vieram a ser

possíveis pelo desenvolvimento da modelagem computacional e de algoritmos capazes de analisar bases públicas de dados, permitindo novas descobertas na neuropsicologia.

## 2 O Xadrez e a Visão Espacial do Tabuleiro

A disposição das peças sobre o tabuleiro de xadrez cria diagramas padrões, organizados de acordo com estratégias e táticas semelhantes e que são utilizados pelos mestres de xadrez em suas tomadas de decisões durante uma partida (CONNORS e CAMPITELLI, 2014).

Leone et al. (2014) investigaram partidas de mestres e amadores do xadrez. Os autores elaboraram a hipótese de que os mestres de xadrez baseavam suas decisões em padrões adquiridos ao longo dos anos com o estudo e o treino do xadrez. Concluíram que, o que diferenciava os mestres dos jogadores inexperientes era a questão da percepção da organização geométrica visual das peças no tabuleiro (diagramas padrões).

Leone et al. (2014) obtiveram como resultados, após examinar a base de dados com milhões de partidas do provedor FICS (2018) que: 1) jogadores com baixas pontuações, ou jogadores inexperientes efetuam lances próximos do seu próprio último lance e do último lance do seu adversário; 2) jogadores inexperientes movem mais a mesma peça consecutivas vezes; 3) jogadores inexperientes tendem a simplificar a posição (diminuir o número de peças no tabuleiro através de capturas) para evitar maior esforço mental.

Foram três as possibilidades discutidas para os resultados das hipóteses (LEONE et al., 2014), com diferentes focos de atenção para o espaço e objeto, dependendo do conhecimento do jogador: 1) persistência da atenção onde acontecem os lances; 2) mestres de xadrez possuem mecanismo prévio de atenção para regiões

periféricas aos lances; 3) mestres de xadrez possuem esquemas ou temas padrões e a atenção se divide por todos as peças e regiões do tabuleiro.

Na primeira hipótese, os autores (LEONE et al., 2014), indicam que a atenção dos jogadores inexperientes está em regiões próximas de seus últimos lances, porém os resultados, como os próprios autores citam, foram muito próximos entre mestres e principiantes. A segunda hipótese sugere que o jogador iniciante fixa a sua atenção em uma mesma peça, usada por último em seu lance, atitude não recomendada pelas técnicas de xadrez. A terceira hipótese sugere que os jogadores iniciantes não se esforçam em resolver problemas. Este é um dos paradigmas do xadrez, considerado um jogo difícil e, portanto, de muito esforço mental.

Os autores (CONNORS e CAMPITELLI, 2014) comentaram o artigo de Leone. Elogiaram o método inovador da pesquisa, afirmaram a consistência dos resultados com as teorias de modelos de “*chunking*” e o consideraram muito importante pela correlação das posições do xadrez com a visão espacial. Entenderam também que os resultados alcançados podem se estender a outros campos do conhecimento e da expertise (CONNORS e CAMPITELLI, 2014). Elogiaram também que as análises das partidas independiam da qualidade dos jogadores e de suas decisões (CONNORS e CAMPITELLI, 2014).

Os pesquisadores Sheridan e Reingold (2014) apontaram que os mestres de xadrez reconhecem e diferenciam regiões do tabuleiro que são mais relevantes para os melhores lances em suas tomadas de decisão. Os mestres reconhecem padrões complexos quatro vezes mais rápido que os inexperientes (SHERIDAN e REINGOLD, 2017).

Na revisão de 35 artigos sobre expertise em diversas áreas do conhecimento (CAMPITELLI et al., 2015), foi abordada a questão da visão espacial e sua relação no aprendizado do jogo de xadrez.

Tais pesquisas demonstram a

correlação da visualização espacial do tabuleiro, a disposição das peças e os planos elaborados pelos jogadores. Investigar as correlações de distâncias dos lances dos jogadores passa a ser uma oportunidade de abordar aspectos sobre a visão espacial e as decisões tomadas pelos jogadores durante a partida.

A investigação desta pesquisa, sobre as distâncias entre os lances dos jogadores e o do programa de xadrez é inédito. Futuramente novas investigações podem identificar padrões de visualização nas tomadas de decisão.

### 3 Metodologia

A pesquisa documental de artigos científicos sobre visão espacial, xadrez e expertise foi feita na base de dados PUBMED, com as palavras chave: *chess, cognitive development, expertise, visuo spatial perception*.

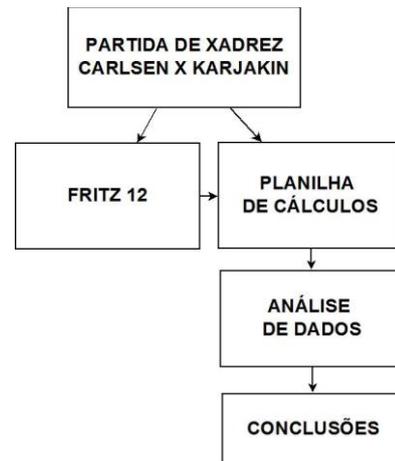
A partida de xadrez analisada como exemplo para esta investigação foi disputada pelo campeonato mundial de xadrez de 2016, entre o campeão Magnus Carlsen e o russo naturalizado Serguey Karjakin. A partida em questão teve controle de tempo de vinte e cinco minutos para cada jogador mais um acréscimo de 10 segundos por lance efetuado em (FIDE, 2016b).

A partida foi escolhida por ter sido decisiva para o campeonato mundial, portanto, de grande importância psicológica para ambos competidores.

No programa de xadrez “FRITZ” foi utilizado o tempo de 1 minuto de processamento para cada lance das brancas e 1 minuto para cada lance das pretas.

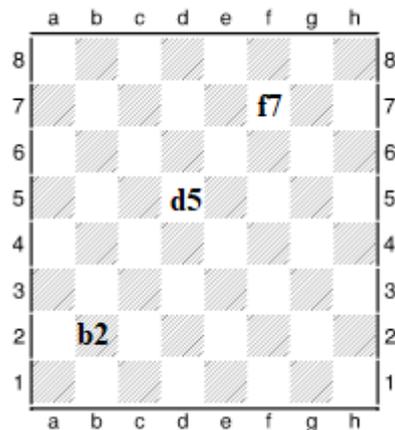
Na Figura. 1 são identificadas as etapas dos procedimentos executados para o desenvolvimento desta pesquisa.

As mesmas etapas da Figura 1 foram realizadas para o capítulo seis deste artigo, com a partida entre os deficientes visuais, que foi anotada no local de jogo.



**Figura 1:** Fluxo do trabalho da pesquisa. Fonte: os autores.

A identificação do nome das casas do tabuleiro é feita através de coordenadas, pelos eixos “x” (abcissas) e o eixo “y” (ordenadas) como mostrado na Figura 2.

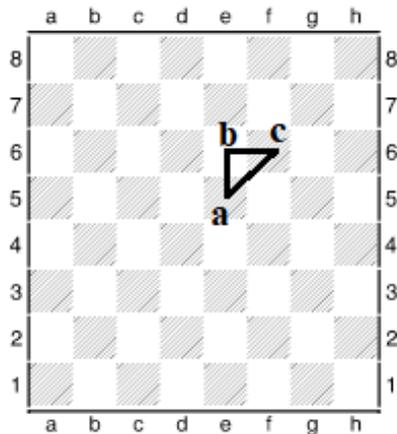


**Figura 2:** Para saber o nome das casas do tabuleiro, definidas por coordenadas, associa-se a letra do eixo das abcissas com o número do eixo das ordenadas. Por exemplo, temos as casas “b2”, “d5”, e “f7”, assinaladas no tabuleiro acima. Fonte: os autores

Para calcular as distâncias euclidianas no tabuleiro de xadrez, foi utilizada as distâncias entre o centro das casas em linhas horizontais, verticais e diagonais, da posição inicial da peça até a posição final como também, quando foi necessário, o cálculo da hipotenusa do triângulo retângulo, em

especial para achar a distância entre o lance do computador e o do humano.

Atribuiu-se para a distância em uma linha reta entre duas casas adjacentes, na horizontal ou na vertical, o valor de uma unidade de comprimento (1 u. c.). Portanto, a distância entre uma casa e outra adjacente na diagonal será de 1,41 u. c. (Figura 3).

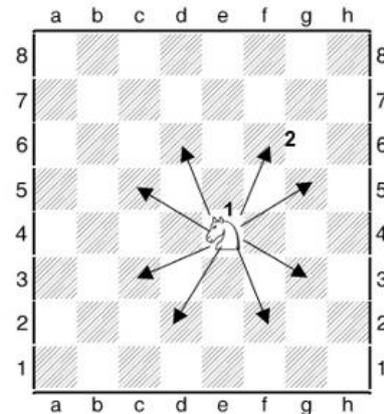


**Figura 3:** O triângulo retângulo: “a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa”. No triângulo acima, a distância entre o centro das casas, do ponto “a” até o ponto “b” é 1 u. c., igual a distância entre “b” e “c” (catetos). Portanto, a distância entre o ponto “a” e o ponto “c” (hipotenusa) é igual a 1,41 u. c. Fonte: os autores

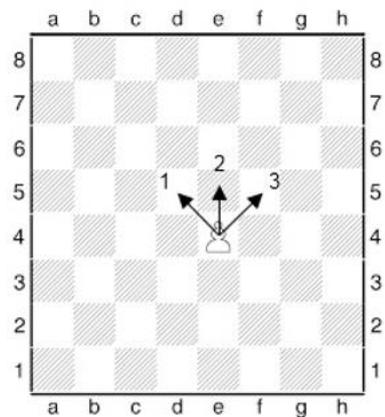
O movimento Cavalo foi calculado pela hipotenusa do triângulo retângulo, cujos catetos são formados pelas linhas da letra “L”; duas casas em linha reta em um dos quatro sentidos (norte, sul, leste oeste) e mais uma casa adjacente formando um ângulo reto, de acordo com o lance (vide Figura 4), que é o salto que o cavalo faz de uma casa à outra, com valor fixo. Toda vez que houve um movimento de cavalo, a distância percorrida foi de 2,23 u. c.

Para o peão, o valor do movimento para frente é igual a 1 u. c. e a captura em diagonal é igual a 1,41 u. c. (vide Figura 5).

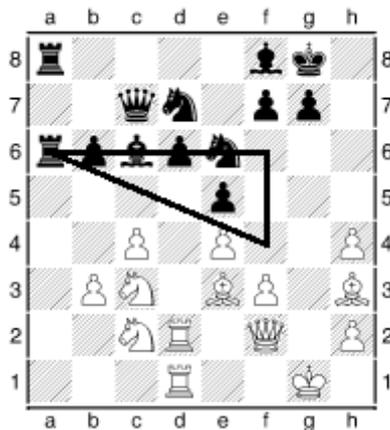
Por fim, a distância entre o lance do jogador e o lance do computador, como por exemplo da casa “f4” (lance final das pretas de Karjakin, em seu lance número 29, “Cf4”) e “a6” (lance 29 das pretas pelo computador, “Ta6”) é calculada através da hipotenusa (Figura 6) formada entre os centros das casas “a6-f4”, cujos catetos são “a6-f6” e “f6-f4”, ou seja 5,38 u. c.



**Figura 4:** O movimento do Cavalo: dois passos em linha reta e outro para um dos lados; do centro da casa onde está até o centro da casa onde ele chegará é a hipotenusa do triângulo retângulo, cujos catetos são formados pelos lados do deslocamento. A hipotenusa é a distância do salto do Cavalo. Um dos lados vai ter a distância de 1 u. c. e o outro 2 u. c. Por exemplo, o Cavalo sai da casa “e4” (1) chegando na casa “f6” (2), distância de 2,23. Fonte: os autores



**Figura 5:** Movimento do Peão O Peão se movimenta uma casa em linha reta para frente (flecha 2); porém, para capturar uma peça adversária, ele o faz na diagonal (flechas 1 e 3). Fonte: os autores



**Figura 6:** A distância entre o lance 29 de Karjakin (f4) e o lance 29 (a6) sugerido pelo computador é de 5,38 u. c. (triângulo retângulo cujos catetos são formados por “a6-f6 (5 u. c.) e “f6-f4” (2 u. c.) e a hipotenusa por “a6-f4” (5,38 u. c.). Fonte: os autores

OBS: Na partida de xadrez anotada nas tabelas 1 e 2, os lances são descritos com as iniciais das peças (assim, R=Rei; D=Dama; T=Torre; B=Bispo; C=Cavalo e o peão é designado apenas pela casa onde ele vai chegar (coordenada onde ela vai se colocar). “O-O” significa roque pequeno e onde aparece a letra “x”, as capturas que ocorrem durante a partida. O Sinal de “+” significa xeque; 1-0 vitória das brancas e 0-1 vitória das pretas. O símbolo “#” significa que o *software* calculou o xeque-mate.

#### 4 Análise de Dados

Na Tabela 1 é demonstrado, lance a lance, os resultados dos cálculos das distâncias entre os lances das Brancas e o das Pretas (DBP) e entre os jogadores e o computador (BC e PC). Estes cálculos foram computados um a um. As distâncias percorridas pelas Brancas (DB) e as distâncias percorridas pelas Pretas (DP) também estão apontadas na Tabela 1.

Para comparação do que o computador sugere como lance, estes foram incluídos na Tab. 1 (LCB e LCP). A avaliação de cada lance do computador também é demonstrada (VCB e VCP), sendo que quanto mais próximo de zero, mais igual está o jogo, enquanto que maior o valor

positivo, mais vantagem tem as brancas e quanto maior o valor negativo, mais a posição é favorável as Pretas. A vantagem de mais de 2,0 pontos é considerada decisiva para a vitória, de um lado ou outro.

Para testar as hipóteses de que não existe diferença significativa entre 1) as distâncias percorridas das jogadas entre as Brancas (DB) e as Pretas (DP), e 2) entre as Brancas e o computador (BC) e as Pretas e o computador (PC), foi utilizado o teste estatístico não paramétrico de Mann-Whitney como pode ser visto na Eq. (1). Este teste permite a comparação de dois conjuntos de dados que não possuem a distribuição normal, como é o caso das distâncias das jogadas. Para realizar os cálculos, foi utilizado o sítio da internet de estatística *Social Science Statistics* (2018).

$$U = NM + \frac{N(N+1)}{2} - \sum x_i Rank(x_j) \quad (1)$$

Onde:

*N* é o número de casos do grupo 1;

*M* é o número de casos do grupo 2;

*Rank* ou posto (ou score) de um valor de um conjunto de *n* valores corresponde a um número natural que indicará a sua posição no conjunto anteriormente ordenado, isto é, todas as *n* observações recebem uma pontuação através dos números naturais (1, 2, 3, 4, ..., *n*).

Primeira Hipótese:

H0 – não existe diferença significativa entre as distâncias percorridas pelas Brancas e Pretas;

H1 – existe diferença significativa entre as distâncias percorridas de Brancas e Pretas;

Na comparação entre as diferenças de distâncias percorridas pelas Brancas (DB) e pelas Pretas (DP), o resultado do valor do *U-score* foi de 0,51311 e o valor de *p* foi igual a 0,30503, portanto, não significativo para o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Isto indica que os jogadores acabam executando

**Tabela 1** – Partida Carlsen vs Karjakin e Cálculos das Distâncias. Fonte: os autores

L	B	P	DB	DP	DBP	LCB	LCP	BC	PC	VCB	VCP
1	e4	c5	2,00	2,00	2,23	e4	c5	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Cf3	d6	2,23	1,00	3,60	Cf3	Cc6	0,00	1,00	0,32	0,32
3	d4	cx4	2,00	1,41	0,00	Bc4	cx4	1,00	0,00	0,44	0,33
4	Cxd4	Cf6	2,23	2,23	2,82	Cxd4	e5	0,00	1,41	0,33	0,23
5	f3	e5	1,00	2,00	2,23	Cc3	Cc6	3,00	2,23	0,31	0,10
6	Cb3	Be7	2,23	1,41	5,00	Bb5+	Be7	2,00	0,00	0,10	0,00
7	c4	a5	2,00	2,00	2,23	Bb5+	a5	1,41	0,00	0,00	0,17
8	Be3	a4	2,82	1,00	4,12	a4	O-O	4,12	7,21	0,04	0,04
9	Cc1	O-O	2,23	5,00	8,06	Cc1	Be6	0,00	2,82	0,01	0,00
10	Cc3	Da5	2,23	4,23	2,82	Be2	Cd7	2,23	3,60	0,04	0,07
11	Dd2	Ca6	1,00	2,23	5,00	Be2	Cc6	1,00	2,00	0,15	0,16
12	Be2	Cc5	1,41	2,23	3,60	Cd3	Be6	1,41	2,23	0,17	0,27
13	O-O	Bd7	5,00	1,41	6,70	Cd3	Bd7	3,60	0,00	0,32	0,26
14	Tb1	Tfc8	1,00	3,00	7,07	Tb1	Ce6	0,00	2,82	0,28	0,25
15	b4	axb3	2,00	1,41	1,00	b4	axb3	0,00	0,00	0,45	0,45
16	axb3	Dd8	1,41	4,23	5,38	Cxb3	Ce6	0,00	2,23	0,45	0,20
17	Cd3	Ce6	2,23	2,23	3,16	Td1	Ce6	2,00	0,00	0,33	0,31
18	Cb4	Bc6	2,23	1,41	2,23	Tfd1	Da5	3,60	2,23	0,33	0,37
19	Tfd1	h5	2,00	2,00	5,64	Cbd5	Cd4	4,00	4,12	0,66	0,61
20	Bf1	h4	1,41	1,00	3,60	Cbd5	Ce8	4,47	5,00	0,79	0,64
21	Df2	Cd7	2,00	2,23	5,38	Cbd5	Cd7	3,60	0,00	0,69	0,45
22	g3	Ta3	1,00	5,00	6,00	Db2	Bg5	5,09	6,32	0,45	0,37
23	Bh3	Tca8	2,82	2,00	8,60	Cc2	Tb8	5,09	1,00	0,43	0,41
24	Cc2	T3a6	2,23	3,00	4,47	Bxe6	T3a6	4,47	0,00	0,72	0,53
25	Cb4	Ta5	2,23	1,00	1,41	Bf1	Ta3	5,00	2,00	0,54	0,00
26	Cc2	b6	2,23	1,00	4,12	Bf5	T5a6	4,23	1,00	0,61	0,00
27	Td2	Dc7	1,00	1,41	5,09	Bg4	T5a7	3,60	2,00	0,76	0,31
28	Tbd1	Bf8	2,00	1,41	7,28	Tbd1	hxg3	0,00	5,09	0,84	0,85
29	gxh4	Cf4	1,41	2,23	2,00	gxh4	T5a6	0,00	5,38	1,00	0,88
30	Bxf4	exf4	1,41	1,41	0,00	Bxf4	exf4	0,00	0,00	0,99	0,95
31	Bxd7	Dxd7	5,64	1,00	0,00	Ce2	Dxd7	5,09	0,00	0,99	0,88
32	Cb4	Ta3	2,23	2,00	1,41	Cd4	Ta3	2,00	0,00	0,94	0,86
33	Cxc6	Dxc6	2,23	1,41	0,00	Cxc6	Dxc6	0,00	0,00	0,92	0,92
34	Cb5	Txb3	2,23	1,00	2,00	Cb5	Txb3	0,00	0,00	0,87	0,87
35	Cd4	Dxc4	2,23	2,00	1,00	Cd4	Dxc4	0,00	0,00	0,93	0,93
36	Cxb3	Dxb3	2,23	1,41	0,00	Cxb3	Dxb3	0,00	0,00	0,93	0,93
37	De2	Be7	1,00	1,41	5,00	Td3	Ta5	1,41	4,47	0,93	0,78
38	Rg2	De6	1,00	4,23	4,47	Tb2	De6	5,00	0,00	0,87	0,90
39	h5	Ta3	1,00	5,00	7,28	h5	Dh6	0,00	7,61	0,90	1,01
40	Td3	Ta2	1,00	1,00	3,16	Td3	Dc4	0,00	2,42	1,21	1,24
41	T3d2	Ta3	1,00	1,00	3,16	T1d2	Ta3	0,00	0,00	1,32	0,00
42	Td3	Ta7	1,00	4,00	5,00	Db5	Ta2	2,42	5,00	1,02	0,00
43	Td5	Tc7	2,00	2,00	2,23	Td5	Ta3	0,00	4,47	1,32	1,43
44	Dd2	Df6	1,00	1,00	4,47	Dd2	Df6	0,00	0,00	1,62	1,62
45	Tf5	Dh4	2,00	2,82	2,23	Tf5	De6	0,00	3,60	1,48	1,70
46	Tc1	Ta7	1,00	2,00	6,32	Tc1	Tc5	0,00	2,82	2,22	2,22
47	Dxf4	Ta2+	2,82	5,00	5,38	Tc8+	Ta2+	5,00	0,00	2,67	2,24
48	Rh1	Df2	1,41	2,82	2,23	Rh1	Dxf4	0,00	2,00	2,33	2,32
49	Tc8+	Rh7	7,00	1,41	5,09	Tc8+	Bf8	0,00	2,23	#	#
50	Dh6+	1-0	2,82	0,00	0,00	Dh6+		0,00			

Legenda: L – Lance; B- Lance das Brancas; P- lance das Pretas; DB - distância percorrida das Brancas; DP – distância percorrida das Pretas; DBP – distância entre o lance Branco e Preto; LCB – lance do computador das Brancas; LCP – lance do computador das Pretas; BC – distância entre o lance das Brancas com o lance das Brancas do computador; PC – distância entre o lance das Pretas com o lance das pretas do computador; VCB – valor da máquina após o lance das Brancas; VCP – valor da máquina após o lance das Pretas.

lances cujos percursos são equivalentes.

Segunda Hipótese:

H0 – não existe diferença significativa entre as distâncias do lance das Brancas e o do computador comparados com as distâncias do lance das Pretas e do computador;

H1 – existe diferença significativa entre as distâncias do lance das Brancas e o do computador comparados com as distâncias do lance das Pretas e do computador.

Na comparação entre as diferenças de distâncias entre o lance das Brancas e o computador (BC) e o lance das Pretas e o computador (PC), o resultado do valor do *U-score* foi de -0,92049 e o valor de *p* foi igual a 0,17879, portanto não significativo para o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Neste

caso, os lances sugeridos pelo computador não foram significativamente diferentes para as Brancas e para Pretas.

Note-se que na Tabela 1 entre os lances 19 e 29 da partida, acontecem as maiores diferenças de distâncias, tanto entre as jogadas de Brancas e de Pretas (DBP), quanto as sugeridas pelo computador (BC e PC). Entende-se que ali ocorreu um momento crítico do jogo, onde tanto o jogador das Brancas como o das Pretas cometeram imprecisões em seus lances, ocasionando maiores diferenças de valor para a posição atribuídas pelo computador (VCB e VCP). Na Figura 7 é visualizado o ocorrido.

Na Figura 8 é mostrada a correlação entre as distâncias do lance das brancas (Carlsen) e o das pretas (Karjakin).

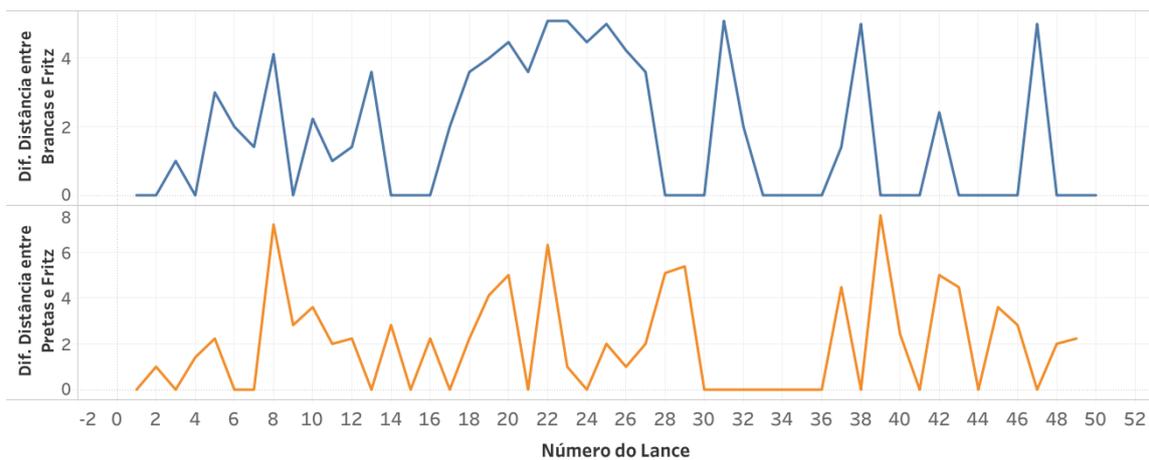


Figura 7: Distância entre o movimento das brancas e pretas com o do computador. Fonte: os autores

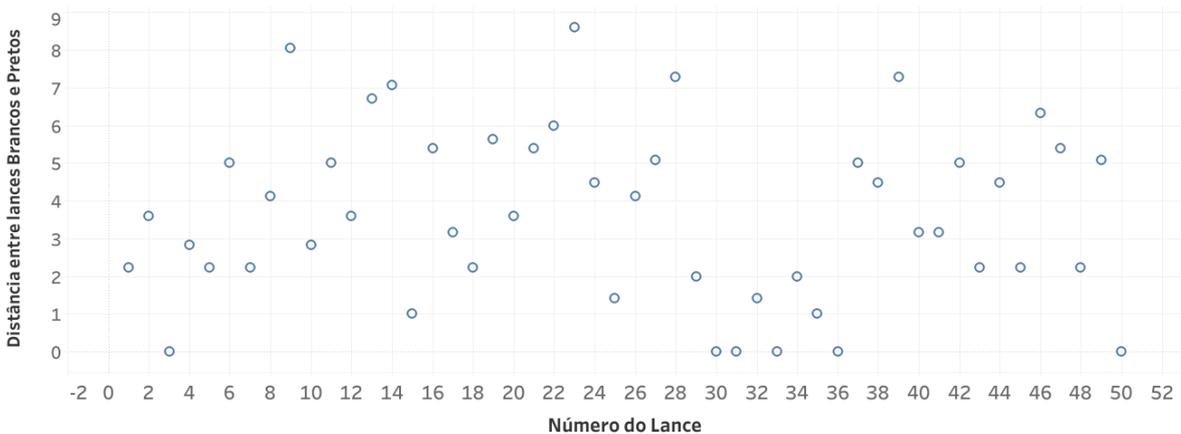


Figura 8. Distância entre o movimento das brancas e das pretas. Fonte: os autores

## 5 Análise e Discussão dos Resultados

O computador discordou consideravelmente do jogador das Brancas, Carlsen, em uma fase da partida importante entre os lances 19 e 29, onde as estratégias estão sendo executadas.

O jogador das Pretas, Karjakin, por sua vez, oscilou bastante durante a partida, porém teve picos de distâncias de seus lances com relação ao computador maiores que os de Carlsen.

Enquanto Carlsen chegou a uma diferença de distância de no máximo 5,09 u. c. (lances 22, 23 e 31) do que foi proposto como lance pelo computador, Karjakin teve lances com 7,21 u. c. (lance 8); 6,32 u. c. (lance 22) e 7,61 u. c. (lance 39). Ou seja, o computador discordou em maior grau de Karjakin. Provavelmente o jogador das Pretas visualizou uma estratégia bem diferente do que o que o computador propôs.

As imprecisões dos jogadores apontadas pelo computador, ainda que pequenas, condizem com os maiores distanciamentos dos lances dos jogadores. Porém, é preciso muito mais análises em diversas outras partidas para que se confirme estes apontamentos.

## 6 Estudo de uma Partida de Xadrez com Deficientes Visuais

Com o objetivo de abrir a discussão sobre a visualização espacial do tabuleiro de xadrez, foram realizados os mesmos procedimentos da partida entre Carlsen e Karjakin, com uma partida da etapa do Campeonato Brasileiro para Deficientes Visuais (DV), entre os jogadores Jeferson e Crisolon, disputada em Itajaí (SC), em março de 2019. Ambos jogadores são totalmente cegos e o controle de tempo foi de 50 minutos para cada jogador.

Nas partidas de xadrez disputadas entre deficientes visuais, os adversários utilizam o tato para percorrer as diversas possibilidades sobre o que podem fazer as peças dentro do tabuleiro. Cada jogador tem

seu próprio tabuleiro adaptado, onde as peças se encaixam em orifícios. As casas escuras são em alto relevo e as brancas em baixo. As peças pretas se distinguem das brancas através de uma cabeça de alfinete fincadas no seu topo. Quando o jogador tateia as peças, percebe a diferença pela cabeça do alfinete.

Os lances são transmitidos de um jogador ao outro através da fala, correspondente ao movimento efetuado. Cada coluna do tabuleiro tem um nome, que são ana (coluna “a”), bela (coluna “b”), César (coluna “c”), davi (coluna “d”), eva (coluna “e”), Félix (coluna “f”), gustavo (coluna “g”) e finalmente hector (coluna “h”). Como exemplo, o primeiro lance efetuado na partida entre estes jogadores foi dito pelo jogador das brancas (Jeferson), “peão eva 4”, respondido com “peão eva 5” das pretas.

Os torneios de xadrez entre deficientes visuais vêm se estruturando por diversos países, já existindo os campeonatos mundiais da categoria. O Brasil já possui uma lista contendo mais de 60 jogadores ativos. Em Itajaí participaram 44 jogadores, sendo 33 homens e 11 mulheres.

A partida analisada foi escolhida aleatoriamente, jogada no tabuleiro número seis da primeira rodada e anotada pelos autores deste artigo. Na Tabela 2 é demonstrado, lance a lance, os resultados dos cálculos das distâncias desta partida. Foram acrescentados ainda na Tabela 2, as avaliações realizadas pelo computador, após um minuto de processamento do programa Fritz 12, dos lances efetuados pelas Brancas (VLB) e das pretas (VLP). Com estas novas avaliações realizadas pelo computador, é possível analisar se existe uma correlação entre a avaliação dos lances dos jogadores Jeferson e Crisolon com as distâncias percorridas pelas suas próprias peças, brancas e pretas respectivamente. Foram gerados gráficos e as correlações foram submetidas ao teste de Mann-Whitney.

Na figura 9 é possível observar muitas variações das distâncias dos lances das Brancas com o Fritz, da mesma forma com os lances das pretas e o Fritz.

**Tabela 2** – Partida Jeferson vs Crisolon e Cálculos das Distâncias. Fonte: os autores

L	B	P	VLB	VLP	DB	DP	DBP	LCB	LCP	BC	PC	VCB	VCP		
1	e4	c5	0,17	0,55	2,00	2,00	2,23	e4	c5	0,00	0,00	0,00	0,00		
2	Bc4	a6	0,53	0,62	4,23	1,00	2,82	Cf3	a6	3,16	0,00	0,64	0,66		
3	Dh5	e6	0,35	0,35	5,64	1,00	3,16	Cf3	e6	2,82	0,00	0,73	0,35		
4	e5	b5	0,68	0,21	1,00	2,00	3,00	e5	Cc6	0,00	1,41	0,47	0,72		
5	Bd3	c4	0,57	0,11	1,41	1,00	1,41	Be2	Bb7	1,41	3,16	0,21	0,71		
6	Be4	Cc6	0,11	0,10	1,41	2,23	2,82	Be4	d5	0,00	1,41	0,01	0,16		
7	Cc3	Ch6	0,76	0,79	2,23	2,23	5,83	Bxc6	d5	3,00	4,12	0,08	0,73		
8	d4	Cf5	0,79	0,86	2,00	2,23	2,23	Cf3	cx3	2,23	2,82	0,91	0,79		
9	d5	Ccd4	0,83	1,36	1,00	2,23	1,00	d5	b4	0,00	2,00	1,15	0,88		
10	Tb1	Bb7	0,39	1,18	1,00	1,41	6,00	dxe6	Tb8	5,83	1,00	1,36	0,35		
11	Ch3	g6	0,48	0,35	2,23	1,00	3,16	dxe6	Db8	4,23	5,38	0,81	0,63		
12	Dg4	Dh4	0,89	1,75	1,41	5,64	1,00	Dd1	Db8	4,23	7,21	0,56	0,91		
13	Bxf5	Dxg4	0,88	2,23	1,41	1,00	1,41	Dxh4	Cxf5	2,23	1,41	1,30	0,88		
14	Bxg4	b4	2,23	2,93	1,41	1,00	5,00	Bxg4	Cxc2+	0,00	2,23	2,13	2,15		
15	Ce4	Be7	3,04	2,98	2,23	1,41	3,00	Ce4	Be7	0,00	0,00	2,93	2,93		
16	dxe6	Bxe4	1,83	1,95	1,41	4,23	2,00	Bg5	Bxe4	2,23	0,00	2,98	1,83		
17	exd7+	Rf8	1,95	3,37	1,41	1,00	2,23	exd7+	Rd8	0,00	2,00	1,95	1,99		
18	Bh6+	Rg8	3,28	3,44	5,64	1,00	2,23	Bh6+	Rg8	0,00	0,00	3,41	3,73		
19	e6	fxe6	0,58	1,51	1,00	1,41	0,00	Td1	f5	5,09	1,41	3,51	0,68		
20	O-O	Td8	1,11	1,85	2,00	3,00	7,61	Td1	Bxc2	3,00	6,08	1,51	1,24		
21	f3	Bxc2	0,40	0,39	1,00	2,82	3,16	Tbd1	Bxc2	2,82	0,00	1,66	0,40		
22	Tbe1	Bc5	1,35	0,30	3,00	2,42	4,47	Tbc1	Rf7	2,00	3,60	0,39	1,30		
23	g3	Bf5	2,41	0,00	1,00	4,23	2,23	Cg5	Cf5+	2,00	0,00	0,30	2,55		
24	Bxf5	Cxf5+	3,09	3,08	1,41	2,23	0,00	Rg2	Cxf5+	3,16	0,00	0,00	3,09		
25	Rg2	Cxh6	3,96	3,95	1,00	2,23	4,12	Rh1	Cxh6	1,41	0,00	3,10	3,95		
26	Cg5	Txd7	4,04	3,92	2,23	1,00	3,60	Txe6	Be7	2,23	1,00	3,98	3,97		
27	Cxe6	Be7	5,15	4,98	2,23	2,42	1,00	Txe6	Td2+	0,00	5,09	3,92	5,16		
28	h4	Rf7	5,91	5,61	2,00	1,41	3,60	Te2	Cf5	3,60	2,00	4,96	5,67		
29	h5	gxh5	6,62	6,35	1,00	1,41	0,00	Cg5+	Td2+	1,00	5,00	5,61	6,71		
30	g4	hxg4	8,85	4,49	1,00	1,41	0,00	Cf4	Td2+	1,00	3,60	6,50	8,66		
31	fxg4+	Rg6	4,56	3,17	1,41	1,41	2,00	fxg4+	Re8	0,00	2,82	4,54	4,51		
32	Te5	Cxg4	6,88	7,18	4,00	2,23	2,23	Cf4+	Cxg4	1,41	0,00	3,08	6,70		
33	Cf4+	Rg7	7,34	6,79	2,23	1,00	3,16	Cf4+	Rf7	0,00	1,00	7,03	7,16		
34	Ch5+	Rg8	11,41	3,69	2,23	1,00	3,16	Ce6+	Rh6	3,16	2,23	6,86	11,41		
35	Tef5	Ce3+	10,92	11,63	1,00	2,23	2,23	Te4	Ce3+	1,41	0,00	3,71	11,66		
0-1															
SOMA						68,8	67,5	93,1				64,66	67,98		
MÉDIA						1,97	1,93	2,66				1,85	1,94		

Legenda: L – Lance; B- Lance das Brancas; P- lance das Pretas; VLB – valor do lance das Brancas; VLP – valor do lance das Pretas; DB - distância percorrida das Brancas; DP – distância percorrida das Pretas; DBP – distância entre o lance Branco e Preto; LCB – lance do computador das Brancas; LCP – lance do computador das Pretas; BC – distância entre o lance das Brancas com o lance das Brancas do computador; PC – distância entre o lance das Pretas com o lance das pretas do computador; VCB – valor da máquina após o lance das Brancas; VCP – valor da máquina após o lance das Pretas.

A qualidade técnica da partida dos DV é inferior, os erros cometidos foram muitos de lado a lado, fazendo com que as avaliações realizadas pelo Fritz oscilassem muito, hora atribuindo vantagem para as

brancas, ora para as pretas.

As brancas tiveram, na partida entre Carlsen e Karjakin,, média de distância entre o lance do computador e do jogador (BC), menor que na partida entre os DV (1,72 u. c.

e 1,85 u. c.). Ou seja, o Fritz concordou mais com os lances brancos de Carlsen do que com os de Jeferson.

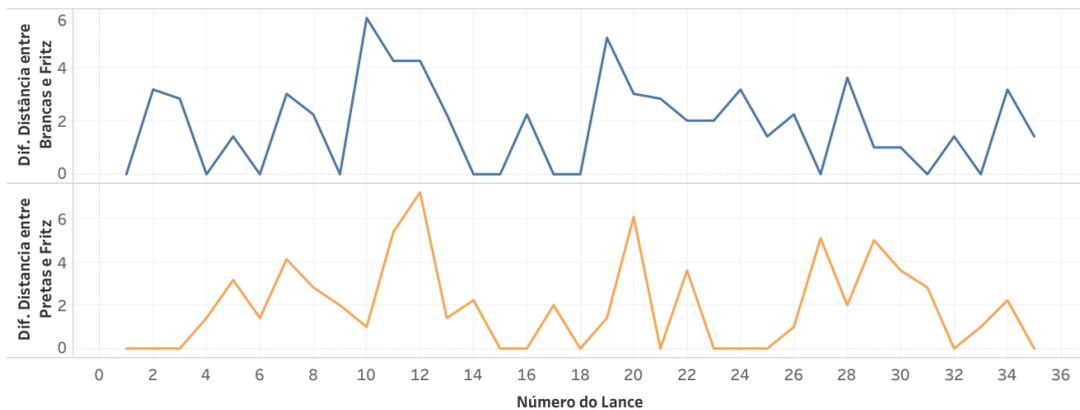
Já as pretas, na partida entre Carlsen e Karjakin, a média de distância entre o lance do computador e do jogador (PC), foi maior que na partida entre os DV (1,97 u. c. e 1,94 u. c.). Isto significa que o Fritz concordou mais com Crisolon do que com Karjakin em termos de distâncias, ainda que com uma mínima diferença.

Também é de se notar que na partida entre os DV, as médias das distâncias entre brancas e pretas comparadas com o computador foram muito mais próximas (1,85 u. c. e 1,94 u. c.) do que na partida de Carlsen e Karjakin (1,72 u. c. e 1,97 u. c.).

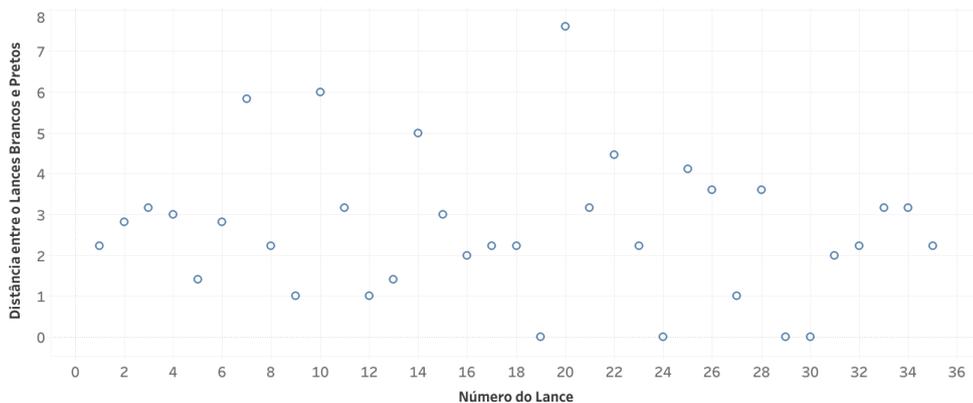
Nota-se na Figura 10 que não existiu correlação entre as distâncias do lance das brancas (Jeferson) e o das pretas (Crisolon).

Na Figura 11 é visualizada a comparação da avaliação do programa Fritz sobre os lances realizados pelas brancas (VLB) na partida dos DV com a diferença das distâncias entre os lances realizados pelas brancas com o Fritz (BC). No teste de Mann-Whitney entre VLB e BC, o resultado do valor do Z-score foi de 0,84185, U-score de 2247,5 e o valor de  $p$  foi igual a 0,4009; ou seja, não significativo para o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

Na Figura 12 é visualizado na partida entre os DV, a avaliação do programa Fritz sobre os lances realizados pelas pretas (VLP) e a diferença das distâncias entre os lances realizados pelas brancas com o Fritz (PC). No teste de Mann-Whitney entre VLP e PC, o resultado do valor do Z-score foi de 1,51074, U-score de 2087 e o valor de  $p$  foi igual a 0,13104; ou seja, não significativo para o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).



**Figura 9:** Distância entre o movimento das brancas e o do computador e das pretas e o computador na partida entre os DV. Fonte: os autores

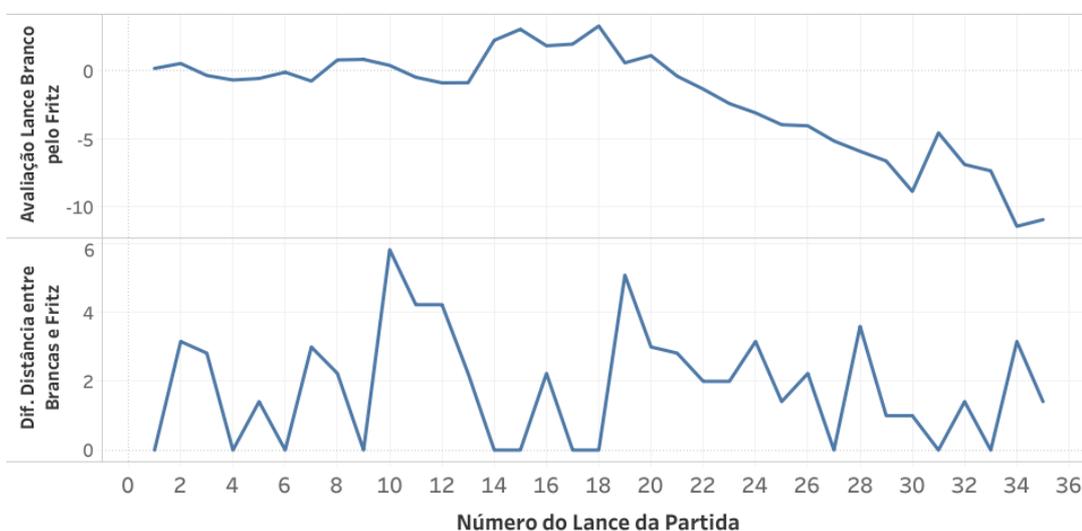


**Figura 10:** Distância entre o movimento das brancas e o das pretas entre os DV. Fonte: os autores

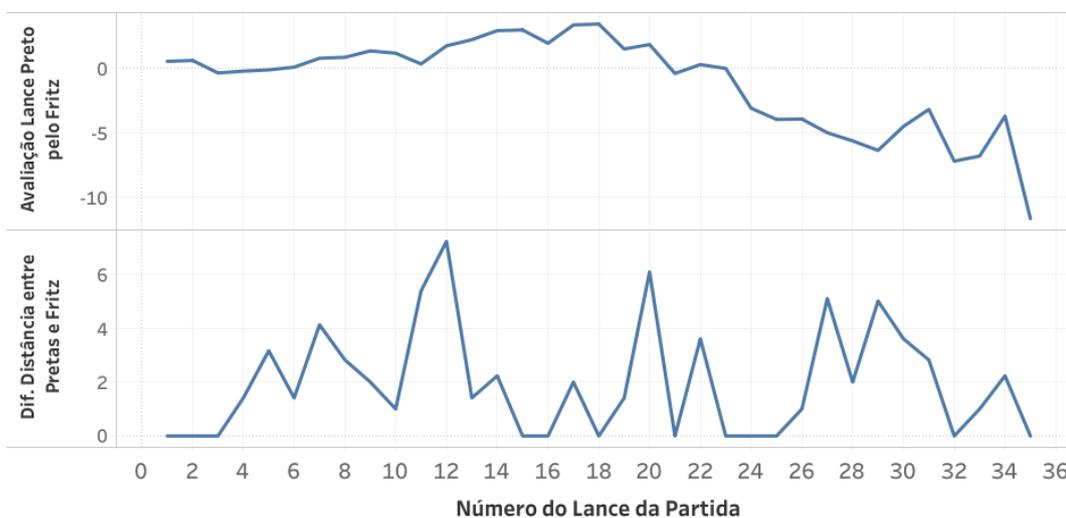
Em ambos os casos, das Figura 11 e Figura 12, são observadas diferenças de distâncias com vários picos, em especial os lances 11 e 19 das brancas e os lances 12 e 20 das pretas, porém a influência para a avaliação do programa Fritz 12 não foi tão significativa. Ou seja, mesmo lances em que a proposta do programa Fritz é longe (diferença de distância  $> 3$  u. c.) do que foi jogado por brancas ou por pretas, a influência na partida não foi significativa.

O conhecimento técnico dos DV é suficiente para que as propostas feitas pelo programa de computador, Fritz 12, sejam em

média muito parecidas com as jogadas efetuadas pelos jogadores. Mesmo sem ter a possibilidade de utilizar o sentido da visão para avaliação das jogadas de xadrez, os DV conseguem perceber as questões visuo-espaciais através do sentido do tato. As imprecisões cometidas pelos jogadores durante a partida foram inúmeras, fazendo com que a avaliação do Fritz sobre a posição da partida variasse constantemente a favor, ora das brancas, ora das pretas, mas a técnica dos jogadores é ainda suficiente para que seus lances, em média, ainda sejam muito próximos ao que sugere o *software*.



**Figura 11:** Avaliação pelo Fritz do lance das Brancas e a dif. De distância entre o lance das brancas e o proposto pelo Fritz, na partida dos DV. Fonte: os autores



**Figura 12:** Avaliação pelo Fritz do lance das Pretas e a dif. De distância entre o lance das Pretas e o proposto pelo Fritz, na partida dos DV. Fonte: os autores

## 7 Conclusão

Apesar de algumas diferenças nas distâncias dos lances do humano e o do que foi proposto pelo *software*, não houve diferença significativa na partida que pudesse explicar desequilíbrio da visão espacial do tabuleiro para algum dos lados.

Da mesma forma, não houve diferenças significativas nas distâncias entre os lances dos jogadores. A diferença na visão espacial do tabuleiro em relação ao que foi jogado na partida parece não existir, dentro da concepção metodológica de cálculo empregado por este artigo. Entende-se que ambos os jogadores visualizam o tabuleiro de forma equivalente.

Uma das evoluções ocorridas quanto a estratégia no xadrez, no início do século XX, foi justamente o que se chamou de “domínio do centro à distância”, que propunha que as peças podiam “vigiar” de longe as casas centrais do tabuleiro, ao contrário do paradigma de estratégia empregado anteriormente, que era o de ocupar o centro do tabuleiro com as peças.

O domínio dos programas especialistas em xadrez sobre os humanos está afetando a maneira como os jogadores têm estudado e aprendido o jogo.

A tecnologia desenvolvida atende a comunidade de jogadores, mestres e amadores, a se desenvolver de forma completamente nova do que era praticado antes, apenas com estudos de livros e esforços pessoais de análise, onde inúmeros erros passavam despercebido.

Os cientistas cognitivos têm utilizado tecnologias para tentar desvendar segredos do comportamento dos seres humanos, até então despercebidos. As novas tecnologias, como os programas de computador,

bancos de dados, ferramentas exploratórias de dados, internet, aplicativos diversos, vêm dando muitos subsídios para que se façam novas observações e que se estabeleçam novos paradigmas, abrindo definitivamente novos caminhos para a pesquisa científica.

## Referências

BRATKO, I. AlphaZero – What’s missing? *Informatica*. V. 42, n. 1, p. 7-11, 2018. Disponível em: <http://www.informatica.si/index.php/informatica/article/view/2226>. 2018.

CHEN, M., HERRERA, F., HWANG, K. Cognitive Computing: architecture, technologies and intelligent applications. *IEEE Xplore Digital Library*. V. 6, p. 19774-19783, 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8259243?reload=true>. Janeiro de 2018.

CAMPITELLI, G., CONNORS, M. H., BILALIC, M., HAMBRICK, D. Z. Psychological perspectives on expertise. *Frontiers in psychology*. v. 6, art. 258, p. 1-4. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4354238/>. Março de 2015.

CONNORS, M. H., CAMPITELLI, G. Expertise and the representation of space. *Frontiers in psychology*. V. 5, art. 270, p. 1-2. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3982051/>. Abril de 2014.

FIDE - Federation Internationale De Jeu Des Echés, 2016a. Disponível em: [https://ratings.fide.com/view\\_pgn.phtml?code=150905](https://ratings.fide.com/view_pgn.phtml?code=150905). 2016a.

FIDE - Federation Internationale De Jeu Des Echés. Disponível em: [http://www.fide.com/FIDE/handbook/regulations\\_match\\_2016](http://www.fide.com/FIDE/handbook/regulations_match_2016). 2016b.

FIDE - Federation Internationale De Jeu Des Echés. Disponível em: <https://www.fide.com/fide/handbook.html?id=208&view=article>. 2018.

FICS - Free Internet Chess Server.  
Disponível em:  
<http://www.freechess.org/> . 2018.

LANE, M. D., CHANG, Y. A. Chess knowledge predicts chess memory even after controlling for chess experience: evidence for the role of high-level process. *Memory & Cognition*. V. 46, n. 3, p. 337-348. Disponível em:  
<https://doi.org/10.3758/s13421-017-0768-2>. Abril de 2018.

LEONE, M. J., SLEZAK, D. F., CECCHI, G. A., SIGMAN, M. The geometry of expertise. *Frontiers in psychology*. V. 5, n. 47, p. 1-9. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3913042/>. Fevereiro de 2014.

SHENK, D. **O Jogo Imortal**. 1ª Ed. Jorge Zahar Editor, 2006.

SHERIDAN, H., REINGOLD, E. Expert vs. Novice differences in the detection of relevant information during a chess game: evidence from eye movements. *Frontiers in psychology*. V. 5, art. 941, p. 1-6. Disponível em:  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.00941/full> . Agosto de 2014.

SHERIDAN, H., REINGOLD, E. Chess players eye movements reveal rapid recognition of complex visual patterns: Evidence from a chess-related visual search task. *Journal of Vision*. V. 17, art. 4, p. 1-12. Disponível em:  
<http://jov.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2609210>. Março de 2017.

SOCIAL SCIENCE STATISTICS.  
Disponível em:  
<http://www.socscistatistics.com/Default.aspx> . 2018.