

Probabilidade elementar: uma aplicação no estudo de posicionamento em ranking a depender de resultados de partidas eliminatórias em evento esportivo

Elementary probability: an application in the study of ranking position depending on the results of elimination matches in a sporting event

Probabilidad elemental: una aplicación en el estudio de posicionamiento en ranking basado en los resultados de partidos eliminatorios en un evento deportivo

Eleomar Cardoso Júnior¹

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Blumenau, SC, Brasil

 <https://orcid.org/0000-0001-5820-6712>,  <http://lattes.cnpq.br/3586827614269014>

Resumo: Este artigo se propõe a apresentar um estudo probabilístico acerca da eventual posição a ser ocupada por uma tenista em um ranking a depender dos resultados das partidas eliminatórias de um torneio de referência. São consideradas uma situação em que os resultados esperados para as partidas de tênis são eventos equiprováveis e, outra, em que se observa o desempenho pregresso das tenistas na avaliação de suas chances de êxito. O estudo acompanha o torneio em várias etapas e apresenta atualizações à medida em que são conhecidos os desfechos de partidas. Ambos os tratamentos permitem, no exemplo trabalhado, previsões que se mostram adequadas. É possível estabelecer, portanto, com certa segurança, a colocação da tenista ao término do torneio mesmo quando se utiliza uma metodologia pouco informativa sob o ponto de vista probabilístico. O estudo requer a compreensão de ferramentas elementares de contagem e probabilidade, o que o torna acessível a conhecimentos previstos no ensino médio brasileiro.

Palavras-chave: Probabilidade; Contagem; Ranking; Previsões Esportivas.

Abstract: This paper proposes to present a probabilistic study on the possible position to be occupied by a tennis player in a ranking based on the results of the elimination rounds of an important tournament. A situation is considered in which the expected results for tennis matches are equiprobable events and, another, in which the previous performance of the tennis players is observed in the evaluation of their chances of success. The study follows the tournament in different stages and presents updates as the results of the matches are known. Both treatments allow predictions that are adequate in the studied example. It is thus possible to establish, with some certainty, the ranking of the tennis player at the end of the tournament even using a methodology that is not very informative from a probabilistic point of view. Finally, the study requires an understanding of elementary counting and probability tools, which makes it accessible to the knowledge treated in Brazilian secondary school.

Keywords: Probability; Counting; Ranking; Sports Predictions.

Resumen: Este trabajo propone realizar un estudio de probabilidad sobre la posible posición a ocupar por una tenista en un ranking basado en los resultados de las rondas eliminatorias de un importante torneo. Se considera una situación en la que los resultados esperados de los partidos de tenis son eventos igualmente probables y, otra, en la que se observa el desempeño previo de las tenistas en la evaluación de sus posibilidades de éxito. El estudio sigue el torneo en diferentes etapas y proporciona actualizaciones a medida que se conocen los resultados de los partidos. Ambos tratamientos permiten predicciones que son adecuadas en el ejemplo estudiado. De esta forma, es posible establecer, con cierta certeza, la clasificación de la tenista al final del torneo, incluso utilizando una metodología poco informativa desde el punto de vista probabilístico. Finalmente, el estudio requiere una comprensión de las herramientas elementales de conteo y probabilidad, lo que lo hace accesible a los conocimientos tratados en la escuela secundaria brasileña.

Palabras clave: Probabilidad; Conteo; Ranking; Pronósticos Deportivos.

¹**Currículo sucinto:** Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), mestre em Matemática e Computação Científica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), doutor em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), docente da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), *Campus* Blumenau. **Contato:** eleomar.junior@ufsc.br.



Data de submissão: 13 de fevereiro de 2023.

Data de aprovação: 31 de março de 2023.

1. Introdução

Eventos esportivos, no geral, dão margem aos mais variados estudos probabilísticos. Sempre que faltam algumas rodadas para encerrar o Campeonato Brasileiro de futebol, por exemplo, telejornais ou programas esportivos apresentam estudos sobre a probabilidade de um time ser campeão, vice ou ser rebaixado para uma divisão de acesso.

O hábito de adivinhar os resultados de partidas de uma modalidade esportiva ou a posição de um clube ao término de um campeonato de voleibol em uma tabela de classificação, além de fazer parte do ritual de alguns torcedores, é algo que dá margem à exploração financeira. Apostas em sites ou casas para essa finalidade constituem um hábito cada vez mais popular no Brasil¹. Previsões e probabilidades em esportes podem, portanto, ser utilizadas para que pessoas evitem apostas “equivocadas” que resultem em prejuízos incontornáveis.

A academia, de certo modo, está atenta a discussão que envolve a previsão em ligas esportivas. Em Lima *et al.* (2012) são exibidos dois modelos, de simples construção, que estruturam o estudo de probabilidades em campeonatos de futebol e de fórmula 1. Corrêa (2019), por sua vez, disserta sobre a construção de um modelo de previsão para resultados de jogos de um campeonato de futebol e propõe aplicações no contexto de sala de aula. Em Ramos, Lemos e Batista (2021) é discutida uma metodologia alternativa visando a previsão de resultados de jogos de futebol.

O presente artigo se propõe a apresentar um estudo probabilístico construído com base em um campeonato de tênis verídico (o Aberto de Tênis da Austrália, ocorrido no mês de Janeiro de 2023). De início, é elaborado um problema que envolve a previsão de posicionamento de tenistas em um ranking e considera uma relação de partidas eliminatórias a acontecer. O tratamento do problema é abordado em situações com eventos equiprováveis (quando em uma partida, por exemplo, ambas as competidoras têm sempre a mesma chance de vitória) ou não equiprováveis (no caso em que a probabilidade de vitória de uma tenista sobre outra leva em consideração o retrospecto de ambas na temporada anterior de 2022). Feitos os estudos de previsão, após a realização das partidas, rodada a rodada, são explorados os resultados obtidos e ajustes nas probabilidades calculadas são registrados, de forma a evidenciar que quanto mais próximo da finalização do torneio, mais fidedignas se tornam as previsões efetuadas.

O tratamento do problema requer o domínio de conceitos elementares de contagem e probabilidade que são, inclusive, objetos de estudo previstos no Ensino Médio brasileiro, conforme

¹ Disponível em: <https://brasil.elpais.com/esportes/2021-09-25/casas-de-aposta-esportiva-tomam-o-brasil-mas-movimentam-seus-bilhoes-de-reais-fora-do-pais.html>. Acesso em: 9 fev. 2023.



detalhamento na *Seção 5.2.1 – Matemática e suas tecnologias no ensino médio: competências e habilidades específicas* da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018, p. 524).

2. Contextualização e Elaboração do Problema

O Aberto de Tênis da Austrália (Australian Open) é um dos quatro mais importantes torneios da modalidade que ocorre anualmente, geralmente no mês de janeiro, na cidade australiana de Melbourne. O torneio feminino, em sua chave principal, conta com a participação de 128 tenistas que são chaveadas e se enfrentam, duas a duas, em partidas eliminatórias. Quem vence permanece no torneio e a derrotada, inevitavelmente, volta para casa. O torneio é constituído, portanto, de 7 rodadas e 127 partidas ao todo. Na primeira rodada (R1) há 128 competidoras; na segunda rodada (R2) há 32 partidas e 64 tenistas. Na terceira rodada (R3) são 32 as tenistas. Na quarta rodada, também conhecida como etapa de oitavas de finais (OF), são 16 as tenistas permanentes. Na quinta rodada, a etapa de quartas de finais (QF), permanecem 8 competidoras. As vencedoras da etapa de quartas de finais, em número de 4, se enfrentam na sexta rodada, ou seja, na etapa de semifinais (SF). Finalmente, na etapa final (F) se enfrentam as 2 jogadoras que se mantêm invictas ao longo da competição. A vencedora (W) e as demais competidoras são contempladas com uma grande premiação em dinheiro e quanto maior for a permanência no torneio, maior a remuneração a ser conquistada pela jogadora. Para se ter noção da dimensão desse torneio, à tenista campeã da edição de 2023 do Aberto de Tênis da Austrália é oferecida uma premiação superior a 2 milhões de dólares americanos².

Além da premiação em dinheiro, as participantes do Aberto de Tênis da Austrália recebem uma pontuação a depender do seu desempenho no torneio. Esta pontuação, que fica disponível por exatamente um ano, é utilizada pela Women's Tennis Association (WTA) em um ranking. Em geral, as jogadoras de melhor ranking têm o privilégio de jogar os torneios mais importantes do circuito da WTA e têm a possibilidade de sempre enfrentar jogadoras de pior rendimento nas primeiras rodadas desses torneios – que seguem o padrão de partidas eliminatórias. A Tabela 1 apresenta a pontuação atribuída a cada uma das competidoras no Aberto de Tênis da Austrália a depender de seu desempenho no torneio.

Tabela 1 – Pontuação atribuída às tenistas participantes do Aberto de Tênis da Austrália de 2023

Fase	R1	R2	R3	OF	QF	SF	F	W
Pontuação	10	70	130	240	430	780	1.300	2.000

Fonte: Disponível em: <https://www.wtatennis.com/rankings/singles>. Acesso em: 7 fev. 2023.

O torneio feminino do Aberto de Tênis da Austrália é programado para ocorrer ao longo de duas semanas. Durante a primeira semana ocorrem as partidas das três primeiras rodadas. Na segunda semana ocorrem os jogos das etapas OF, QF, SF e F. Terminada a primeira semana, a

² Disponível em: <https://ausopen.com/articles/news/australian-open-prize-money-hits-record-high>. Acesso em: 6 fev. 2023.



Tabela 2 apresenta a configuração do ranking provisório da WTA considerando as 15 tenistas com melhor posicionamento e o registro dos resultados de todas as partidas até a finalização da rodada R3 do Australian Open 2023. Para efeito de informação, as tenistas que têm seu nome registrado em **negrito** permanecem na competição e têm a possibilidade de receber uma pontuação maior (a depender de seu desempenho à posteriori) e angariar, portanto, posições mais altas nessa lista. Sem a pontuação do Australian Open 2023, por exemplo, a tenista norte americana Pegula (terceira no ranking provisório) teria 4.570 pontos. Ao vencer sua partida na R3, ela garante vaga na etapa de oitavas de finais e soma 240 pontos, chegando aos 4.810 pontos registrados. Se vencer mais partidas, Pegula receberá mais pontos e poderá assumir a segunda posição no ranking com a finalização do torneio. Registra-se que há nove tenistas que permanecem no torneio e que não estão listadas entre as quinze de melhor ranking.

Tabela 2 – Lista das 15 tenistas com melhor ranking provisório na WTA (computados os resultados de todas as partidas até a finalização da rodada R3 do Australian Open 2023)

Posição	Tenista	País	Pontuação
1 ^a	I. Swiatek	Polônia	10.485
2 ^a	O. Jabeur	Tunísia	5.210
3 ^a	J. Pegula	EUA	4.810
4 ^a	C. Garcia	França	4.645
5 ^a	A. Sabalenka	Belarus	4.340
6 ^a	C. Gauff	EUA	3.992
7 ^a	M. Sakkari	Grécia	3.811
8 ^a	D. Kasatkina	Rússia	3.380
9 ^a	B. Bencic	Suíça	2.905
10 ^a	V. Kudermetova	Rússia	2.740
11 ^a	P. Kvitova	Rep. Tcheca	2.281
12 ^a	B. Haddad Maia	Brasil	2.195
13 ^a	J. Ostapenko	Letônia	2.150
14 ^a	S. Halep	Romênia	2.141
15 ^a	E. Alexandrova	Rússia	2.030

Fonte: Disponível em: <https://live-tennis.eu/en/wta-live-ranking>. Acesso em: 21 jan. 2023.

Na Tabela 2, percebe-se que a tenista brasileira Haddad Maia, eliminada na rodada R1 do Australian Open 2023, ocupa a 12^a posição ao término da primeira semana do torneio. Como está eliminada, Haddad Maia não melhorará sua posição no ranking e poderá ser ultrapassada por tenistas que venham a ter bons desempenhos em Melbourne. Uma questão que surge é: qual a provável posição da tenista Haddad Maia no referido ranking ao término de cada rodada vindoura do Australian Open 2023?

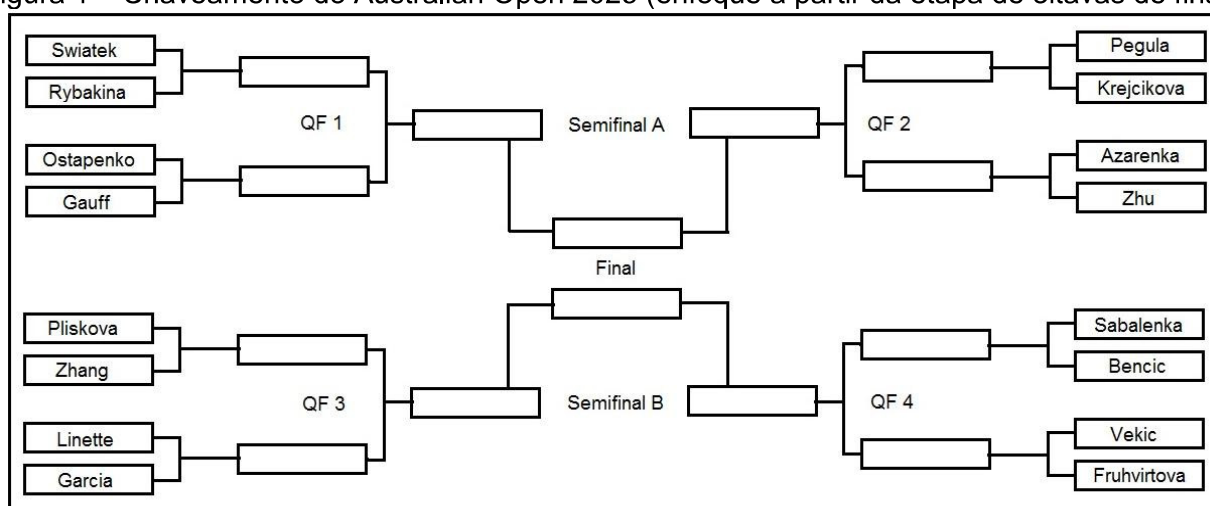
Rodada a rodada, esse artigo se propõe a fazer um estudo probabilístico das posições mais prováveis a serem ocupadas pela tenista brasileira com melhor colocação no ranking da WTA.



3. Levantamento de Dados

Em um primeiro momento, precisa-se identificar quais as tenistas que permanecem na competição e que podem, por consequência, ganhar pontos e melhorar seu posicionamento no ranking da WTA. Com essa finalidade, a Figura 1 apresenta o chaveamento da etapa de oitavas de finais do Aberto de Tênis da Austrália do ano de 2023. Seis tenistas estão à frente de Haddad Maia (são elas: Swiatek, Pegula, Garcia, Sabalenka, Gauff e Bencic) e, independentemente de seus desempenhos, não ameaçam a posição ocupada pela competidora brasileira. As demais dez competidoras podem ultrapassar Haddad Maia desde que cheguem às quartas de finais, às semifinais, à final ou sejam a campeã do torneio (essa ultrapassagem depende da pontuação conquistada na referida competição contribuir para que o acumulado da tenista supere a barreira dos 2.195 pontos).

Figura 1 – Chaveamento do Australian Open 2023 (ênfase a partir da etapa de oitavas de finais)



Fonte: Disponível em: <https://www.wtatennis.com/tournament/901/australian-open/2023/draws>. Acesso em: 21 jan. 2023.

Na Tabela 3, estão os nomes das 16 tenistas que jogam a etapa de oitavas de finais do Australian Open 2023 e as pontuações que elas podem atingir a depender de seus desempenhos na segunda semana do torneio. Está registrada em célula azul a pontuação que é inferior a 2.195 pontos; as pontuações que superam a marca de 2.195 pontos estão registradas em células amarelas. Percebe-se, por exemplo, que a tenista tcheca Krejckikova ultrapassará a marca de Haddad Maia se chegar à decisão do torneio. Se for eliminada na fase de semifinais, Krejckikova não conseguirá ultrapassar a posição da tenista brasileira no ranking. Por sua vez, Fruhvirtova, outra tenista tcheca, somente superará a pontuação de Haddad Maia se for a campeã do torneio.



Tabela 3 – Pontuações que podem ser alcançadas pelas 16 competidoras permanentes

Ident.	Tenista	Sigla	País	OF	QF	SF	F	W
T 01	I. Swiatek	Sw	Polônia	10.485	10.675	11.025	11.545	12.245
T 02	E. Rybakina	Ry	Cazaquistão	1.755	1.945	2.295	2.815	3.515
T 03	J. Ostapenko	Os	Letônia	2.150	2.340	2.690	3.210	3.910
T 04	C. Gauff	Gf	EUA	3.992	4.182	4.532	5.052	5.752
T 05	J. Pegula	Pe	EUA	4.810	5.000	5.350	5.870	6.570
T 06	B. Krejcikova	Kr	Rep. Tcheca	1.410	1.600	1.950	2.470	3.170
T 07	V. Azarenka	Az	Belarus	1.598	1.788	2.138	2.658	3.358
T 08	L. Zhu	Zu	China	955	1.145	1.495	2.015	2.715
T 09	K. Pliskova	Pl	Rep. Tcheca	1.665	1.855	2.205	2.725	3.425
T 10	S. Zhang	Zg	China	1.710	1.900	2.250	2.770	3.470
T 11	M. Linette	Li	Polônia	1.230	1.420	1.770	2.290	2.990
T 12	C. Garcia	Gc	França	4.645	4.835	5.185	5.705	6.405
T 13	A. Sabalenka	Sa	Belarus	4.340	4.530	4.880	5.400	6.100
T 14	B. Bencic	Be	Suíça	2.905	3.095	3.445	3.965	4.665
T 15	D. Vekic	Ve	Croácia	1.136	1.326	1.676	2.196	2.896
T 16	L. Fruhvirtova	Fr	Rep. Tcheca	978	1.168	1.518	2.038	2.738

Fonte: Disponível em: <https://live-tennis.eu/en/wta-live-ranking>. Acesso em: 21 jan. 2023.

Fazendo simulações, com base na Figura 1 e nos dados levantados na Tabela 3, percebe-se que ao término do torneio Haddad Maia pode se estabelecer com uma posição entre a 12ª e a 17ª no ranking da WTA. Como efeito ilustrativo, numa simulação em que Gauff e Pegula façam a Semifinal A e que Garcia e Sabalenka façam a Semifinal B, nenhuma das jogadoras abaixo de Haddad Maia obtém pontos suficientes para ultrapassá-la. Por outro lado, numa situação possível em que Ostapenko faz QF, Rybakina SF (A), Azarenka F, Pliskova SF (B) e Vekic campeã, Haddad Maia é ultrapassada no ranking pelas cinco tenistas listadas e cai para a 17ª posição no levantamento.

4. Conceitos Preliminares

A abordagem proposta requer conhecimentos elementares de contagem e probabilidade. Uma referência importante para consulta é Morgado *et al.* (2020). Em relação à contagem, é preciso o domínio dos princípios aditivo e multiplicativo. Em várias situações, é requerido o Princípio Fundamental da Contagem. Quanto à probabilidade, o artigo se debruça sobre espaços amostrais discretos e é preciso a clara distinção entre espaços amostrais equiprováveis e não equiprováveis e as técnicas de cálculo de probabilidades vinculadas. Dentre as regras mais utilizadas, destaca-se a situação que garante que se *A* e *B* forem eventos independentes, então, $P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$, em que $P(A)$ caracteriza a probabilidade de ocorrência de *A*.



5. Discussão e Resolução do Problema Proposto

Cada partida traz somente duas opções: ou ganha uma tenista ou ganha a outra. A partir da etapa de oitavas de finais, até a conclusão do torneio, são 15 as partidas a ocorrer no Aberto de Tênis da Austrália. Pelo Princípio Fundamental da Contagem, há $2^{15} = 32.768$ maneiras distintas de estruturar a configuração com a campeã, vice, duas semifinalistas e as quatro competidoras que param na etapa de quartas de finais. Supondo que cada tenista tenha a mesma chance de ganhar ou perder seus jogos, bastaria analisar cada uma dessas 32.768 configurações e identificar como ficaria o posicionamento de Haddad Maia após a finalização do evento. A situação mais recorrente seria o caso mais provável dentre os possíveis. Porém, pode ocorrer a situação de que tenistas com melhor retrospecto na temporada anterior tenham uma maior chance de vitória e isso pode impactar nos números a serem encontrados. Na sequência, são consideradas duas situações (uma que envolve eventos equiprováveis e outra que trata de eventos não equiprováveis).

5.1. Caso em que ambas as tenistas têm a mesma chance de vencer uma partida

Independentemente das jogadoras e de suas posições no ranking da WTA, assume-se que em qualquer partida do Australian Open 2023, numa disputa entre a tenista X e a tenista Y , ambas tenham a mesma chance de vitória: isto é, a probabilidade de vitória de X é 0,5; a probabilidade de vitória de Y é 0,5. Estudaremos a probabilidade de posicionamento da tenista Haddad Maia, caso a caso, passando inicialmente pela rodada de oitavas de finais, depois pelas rodadas de quartas de finais e semifinais e, finalmente, ao término do evento esportivo.

5.1.1. Posicionamento após etapa de Oitavas de Finais

Dentre as oito partidas, apenas uma impacta no posicionamento da tenista Haddad Maia no ranking da WTA: a disputa entre as tenistas Ostapenko e Gauff. Se Gauff vencer, Haddad Maia permanecerá na 12ª posição; se Ostapenko vencer – atingirá 2.340 pontos – e ultrapassará a tenista brasileira. Após a etapa OF, Haddad Maia tem 50% de chance de ocupar a 12ª posição e 50% de chance de ocupar a 13ª posição.

5.1.2. Posicionamento após etapa de Quartas de Finais

A configuração de vitoriosa e vice de cada QF, pelo Princípio Fundamental da Contagem, ocorre de $2^3 = 8$ modos distintos. É preciso, em cada QF, analisar as 8 configurações e identificar a forma como elas impactam no posicionamento a ser ocupado pela tenista brasileira. Dentre as possíveis vitoriosas na etapa de quartas de finais, entretanto, apenas as vencedoras de QF 1 e de QF 3 (ver Figura 1 e Tabela 3) podem impactar na alteração de ranking de Haddad Maia.



A Tabela 4 apresenta o impacto no posicionamento de Haddad Maia a depender dos resultados obtidos em QF 1 e QF 3. Se, por exemplo, Rybakina vencer Ostapenko em QF 1, Haddad Maia perderá duas posições no ranking (Rybakina terá atingido 2.295 pontos e Ostapenko, por vencer a etapa OF, terá 2.340 pontos). Se Linette vencer Zhang em QF 3, por sua vez, a posição de Haddad Maia não sofrerá impacto, pois, nenhuma das atletas que poderiam ultrapassá-la – dentre as elegíveis via QF 3 – terá logrado êxito.

Tabela 4 – Impacto na perda de posições de Haddad Maia a depender da Vencedora (Venc.) e da Derrotada (Derr.) da etapa de Quartas de Finais em QF 1 e QF 3

Venc. QF 1	Derr. QF 1	Impacto	Venc. QF 3	Derr. QF 3	Impacto
Sw	Os	1	Pl	Li	1
Sw	Gf	0	Pl	Gc	1
Ry	Os	2	Zg	Li	1
Ry	Gf	1	Zg	Gc	1
Os	Sw	1	Li	Pl	0
Gf	Sw	0	Gc	Pl	0
Os	Ry	1	Li	Zg	0
Gf	Ry	0	Gc	Zg	0

Fonte: Elaboração do autor.

Conforme a Tabela 4, a depender da QF 1, Haddad Maia tem 37,5% de chance de não perder posição no ranking, tem 50% de chance de perder uma única posição e 12,5% de chance de perder duas posições. Por sua vez, a depender da QF 3, a tenista tem 50% de chance de não perder posição no ranking e 50% de chance de ser lesada em uma posição. Como QF 1 e QF 3 são constituídas de forma independente, ao término da etapa de quartas de finais, a jogadora brasileira pode perder de 0 a 3 posições no ranking da WTA. Com base nos dados detalhados, estabelece-se que:

- Probabilidade de 12ª posição é 18,75%, pois, $0,375 \cdot 0,5 = 0,1875$.
- Probabilidade de 13ª posição é 43,75%, pois, $0,375 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 0,5 = 0,4375$.
- Probabilidade de 14ª posição é 31,25%, pois, $0,5 \cdot 0,5 + 0,125 \cdot 0,5 = 0,3125$.
- Probabilidade de 15ª posição é 6,25%, pois, $0,125 \cdot 0,5 = 0,0625$.

Há, portanto, uma chance de 93,75% de que a tenista brasileira esteja posicionada entre a 12ª e a 14ª posição ao término da etapa QF.

5.1.3. Posicionamento após etapa de Semifinais

A configuração de vitoriosa e derrotada na etapa SF mais duas competidoras que param nas quartas de finais associadas, pelo Princípio Fundamental da Contagem, ocorre de $2^7 = 128$ modos distintos na estrutura de cada uma das semifinais. Estuda-se separadamente as peculiaridades das Semifinais A e B (ver Figura 1 para conjecturar os possíveis embates).



Levando em consideração a SF A, em 64 situações possivelmente construídas a vencedora seria proveniente da QF 1; nas demais 64 situações, a vencedora seria proveniente da QF 2.

Se a vencedora de SF A for uma tenista que passa pela QF 1, os resultados dos confrontos da QF 2 não impactarão no posicionamento de Haddad Maia (uma vez que Pegula já está à frente de Haddad Maia na OF e Krejčíková, Azarenka e Zhu não ultrapassarão a brasileira se derrotadas até a fase de semifinais). O estudo obtido para os casos de impacto nessa SF aproveita as quantidades identificadas para QF 1 na Subseção 5.1.2, multiplicando-as por 8 (isto é, 24 situações de impacto 0, 32 situações de impacto 1 e 8 com impacto de 2 colocações).

Se a vencedora de SF A for uma jogadora proveniente da QF 2, a posição de Haddad Maia será impactada especificamente nos casos em que Krejčíková ou Azarenka atingem a final. Dessa forma, metade das configurações listadas via QF 1 não sofrerá impacto; a outra metade sofrerá impacto em mais uma posição perdida. A Tabela 5 simplifica de forma concisa a situação relatada.

Tabela 5 – Impacto na perda de posições de Haddad Maia no contexto da SF A

Impacto	SF A vencida por campeã de QF 1	SF A vencida por campeã de QF 2		Casos
		Finalista Pe ou Zu	Finalista Az ou Kr	
0	24	12		36
1	32	16	12	60
2	8	4	16	28
3			4	4

Fonte: Elaboração do autor.

Conforme a Tabela 5, identifica-se que, na constituição da SF A, há 28,125% de chance do posicionamento de Haddad Maia não ser impactado; 46,875% de chance de ela perder exatamente 1 posição; 21,875% de chance de ela perder exatamente 2 posições e 3,125% de chance da tenista perder 3 posições no ranking da WTA.

Uma análise similar é feita para o caso relativo à SF B. Com relação ao posicionamento, Haddad Maia será lesada se Zhang ou Pliskova forem semifinalistas, se Linette for finalista ou se Vekic for finalista. Ressalta-se que, via QF 3, Haddad Maia será impactada em, no máximo, uma posição perdida: Zhang e Pliskova se enfrentam na OF e se Linette for finalista, Zhang e Pliskova não terão alcançado a fase semifinal. Por sua vez, via QF 4, o impacto também será de, no máximo, uma posição perdida. A Tabela 6 resume a situação associada à Semifinal B, em que o ranking de Haddad Maia poderá ser impactado com 0, 1 ou 2 posições perdidas.

Conforme a Tabela 6, tem-se que, na constituição da SF B, há 31,25% de chance do posicionamento de Haddad Maia não ser impactado; 62,5% de chance de ela perder exatamente 1 posição e 6,25% de chance da tenista perder 2 posições no ranking da WTA.



Tabela 6 – Impacto na perda de posições de Haddad Maia no contexto da SF B

Impacto	SF B vencida por campeã de QF 3	SF B vencida por campeã de QF 4		Casos
		Finalista Sa, Be ou Fr	Finalista Ve	
0	16	24		40
1	48	24	8	80
2			8	8

Fonte: Elaboração do autor.

Como SF A e SF B ocorrem de forma independente, ao término da etapa de semifinais, a tenista Haddad Maia pode perder de 0 a 5 posições no ranking da WTA. A chance da tenista não perder posições é de 8,789%, pois, resulta de $0,28125 \cdot 0,3125 = 0,087890625$. A chance de ela perder exatamente uma posição e de ficar na 13ª colocação é de 32,227%, pois, deve-se considerar os casos em que ela perde 1 posição via SF A e 0 via SF B, além da configuração independente em que ela perde 1 posição via SF B e 0 por SF A.

As demais probabilidades seguem o raciocínio detalhado e são listadas abaixo:

1. Probabilidade de 14ª posição é 37,891%.
2. Probabilidade de 15ª posição é 17,578%.
3. Probabilidade de 16ª posição é 3,32%.
4. Probabilidade de 17ª posição é 0,195%.

Há, portanto, uma chance de 87,696% de que a tenista brasileira esteja posicionada entre a 13ª e a 15ª colocação ao término da etapa de semifinais.

5.1.4. Posicionamento após encerramento do torneio

O apanhado deve levar em consideração as $32.768 = 2 \cdot 128 \cdot 128$ maneiras distintas de estruturar a configuração com a campeã, vice, duas semifinalistas e as quatro competidoras que são eliminadas na etapa de quartas de finais. Os dados listados nas Tabelas 5 e 6 são utilizados como auxílio nos cálculos e é imprescindível ressaltar que os casos referentes aos eventuais campeonatos de Zhu ou Fruhvirtova trazem impactos no posicionamento de Haddad Maia que não são previstos até a fase de semifinais.

Utilizando princípios aditivos e multiplicativos de contagem, podemos construir a Tabela 7 que prevê o impacto da perda de posições de Haddad Maia após a finalização do torneio.

Tabela 7 – Impacto na perda de posições de Haddad Maia após a finalização do Australian Open

Impacto	0	1	2	3	4	5
Campeã é a vencedora da SF A	1.200	4.720	6.240	3.424	752	48
Campeã é a vencedora da SF B	1.152	4.800	6.272	3.328	768	64
Total de casos	2.352	9.520	12.512	6.752	1.520	112

Fonte: Elaboração do autor.

É relativamente trabalhosa a descrição completa da construção da Tabela 7. Por isso, explica-se aqui apenas uma situação (impacto 1 se campeã for proveniente da SF A). Se a



campeã do torneio for a vencedora da SF A, a configuração trazida pela semifinal em questão tem 30 casos de impacto 0, 58 casos de impacto 1, 34 casos de impacto 2 e 6 casos de impacto 3. Os números aqui listados são diferentes da coluna “Casos” da Tabela 5, pois, o eventual campeonato de Zhu traz situações de impacto que são inexistentes até o etapa semifinal. Daí, o caso desejado de impacto 1 se obtém quando 0 é o impacto da SF A e 1 é o impacto da SF B. Ou, quando 1 é o impacto da SF A e 0 é o impacto da estrutura da SF B. De tal sorte, o número que busca-se é $4720 = 30 \cdot 80 + 58 \cdot 40$.

Ressalta-se que a chance de Haddad Maia ser impactada em 6 posições inexistente, pois, no caso de Zhu ou Fruhvirtova campeãs, devido ao chaveamento, o impacto até a fase de semifinais seria inferior ou igual a 4 posições (e o torneio admite uma única campeã).

Ao término do torneio, portanto, com base nos números descritos na Tabela 7, são identificadas as seguintes probabilidades:

- Probabilidade de 12ª posição é 7,178%.
- Probabilidade de 13ª posição é 29,053%.
- Probabilidade de 14ª posição é 38,183%.
- Probabilidade de 15ª posição é 20,605%.
- Probabilidade de 16ª posição é 4,639%.
- Probabilidade de 17ª posição é 0,342%.

Pode-se, portanto, afirmar que a chance da tenista brasileira ficar de fora do Top 15 é inferior a 5%. São consideráveis as chances de ela terminar o evento entre a 13ª e a 15ª colocação.

5.2. Caso em que o retrospecto da tenista influencia nas chances de vencer ou perder uma partida

É razoável cogitar que uma tenista que venha de um ano de sucesso, com um bom aproveitamento em termos de vitórias, tenha maior chance de vencer uma partida quando o confronto ocorre contra uma tenista que vive resultados ruins ou medianos. Estrutura-se um modelo alternativo para identificar as probabilidades de vitória de uma tenista X contra uma tenista Y , considerando apenas o retrospecto de ambas no ano de 2022. Assume-se que J_X seja o número de partidas disputadas pela tenista X em 2022 e que V_X seja o número de vitórias logradas por X no referido ano. Analogamente, usando 2022 como ano de referência, assume-se que J_Y seja o número de partidas disputadas pela tenista Y e que V_Y caracterize o número de vitórias conquistadas por Y . Trabalha-se com a situação em que a probabilidade de vitória de X sobre Y seja determinada pela fórmula:



$$P(X) = \frac{\frac{V_X}{J_X}}{\frac{V_X}{J_X} + \frac{V_Y}{J_Y}} \tag{1}$$

Obviamente, a probabilidade de vitória de Y sobre X é obtida pela regra $P(Y) = 1 - P(X)$. A regra proposta em (1) considera claramente que, numa partida entre duas jogadoras, aquela que teve uma maior proporção de vitórias em jogos disputados na temporada anterior é a favorita a vencer o confronto. Uma tenista que venceu com regularidade seus jogos em 2022 terá uma grande chance de êxito, portanto, contra uma adversária que somou mais derrotas do que vitórias.

A fim de prosseguir o tratamento, é preciso entender como foi o desempenho das 16 tenistas que prosseguem no Australian Open 2023 no decorrer da temporada anterior. A Tabela 8 apresenta as tenistas e o número de partidas disputadas por elas, bem como o número de vitórias conquistadas durante o ano de 2022. Observando os dados tabelados, por exemplo, identifica-se que $\frac{3}{5}$ é a proporção entre o número de vitórias e a quantidade de partidas disputadas por Sabalenka durante a temporada de 2022. Analogamente, $\frac{7}{10}$ é a proporção entre o número de vitórias e o número de partidas disputadas por Bencic no referido ano. Seguindo a proposta descrita por (1), Sabalenka teria 46,15% de chance de vencer Bencic; por sua vez, 53,85% seria a probabilidade de Bencic vencer Sabalenka.

Tabela 8 – Tenistas, número de partidas disputadas e quantidade de vitórias ao longo de 2022

Tenista	Partidas	Vitórias	Tenista	Partidas	Vitórias
Swiatek (Sw)	76	67	Zhang (Zg)	70	39
Pegula (Pe)	63	42	Pliskova (Pl)	42	21
Garcia (Gc)	66	46	Azarenka (Az)	37	24
Sabalenka (Sa)	55	33	Krejcikova (Kr)	40	25
Gauff (Gf)	61	38	Linette (Li)	69	40
Bencic (Be)	60	42	Vekic (Ve)	48	28
Ostapenko (Os)	52	33	Fruhvirtova (Fr)	47	29
Rybakina (Ry)	61	40	Zhu (Zu)	67	41

Fonte: Disponível em: <https://www.flashscore.com/tennis/rankings/wta/>. Acesso em: 16 jan. 2023.

Na sequência, estuda-se o impacto do tratamento de partidas em que as atletas têm chances distintas de vitória nos resultados obtidos ao longo da Subseção 5.5.1.

5.2.1. Posicionamento após etapa de Oitavas de Finais

Apenas a partida entre Gauff e Ostapenko impacta no posicionamento da tenista brasileira. Usando os dados listados na Tabela 8 e aplicando a fórmula destacada como (1), obtém-se que 49,54% é a chance de vitória de Gauff e 50,46% é a chance de vitória de Ostapenko. Portanto, a probabilidade da tenista brasileira perder uma posição no ranking é levemente maior do que a de permanecer como 12ª colocada.



5.2.2. Posicionamento após etapa de Quartas de Finais

Como explorado na Subseção 5.1.2, basta se atentar às quartas de finais QF 1 e QF 3. A estrutura de impactos apresentada na Tabela 4 é relevante nessa análise. É preciso considerar que as chances de vitória nas partidas não são iguais e isso deve refletir no cálculo das probabilidades.

Olhando a QF 1, por exemplo, a chance de ter como desfecho uma vitória de Swiatek sobre Ostapenko, com base nessa análise de eventos não equiprováveis, é maior do que um oitavo. Com efeito, Swiatek tem probabilidade de 57,35% de vencer Rybakina; Ostapenko tem 50,46% de chance de vencer Gauff; no confronto direito, 58,14% é a probabilidade de Swiatek vencer Ostapenko. Usando esses registros, deduz-se que a probabilidade do desfecho da QF 1 com a vitória de Swiatek sobre Ostapenko é dada por $0,573453 \cdot 0,504638 \cdot 0,581442$, isto é, de 16,83%.

A Tabela 9 apresenta o impacto no posicionamento de Haddad Maia a depender dos resultados obtidos em QF 1 e QF 3 e o estudo da probabilidade associada a cada uma das possíveis estruturas de partidas que fecham essas quartas de finais.

Tabela 9 – Impacto na perda de posições de Haddad Maia a depender da Vencedora (Venc.) e da Derrotada (Derr.) da etapa de Quartas de Finais QF 1 e QF 3 e probabilidade associada

Venc. QF 1	Derr. QF 1	Impacto	Prob.	Venc. QF 3	Derr. QF 3	Impacto	Prob.
Sw	Os	1	0,1683	PI	Li	1	0,0995
Sw	Gf	0	0,1664	PI	Gc	1	0,1079
Ry	Os	2	0,1094	Zg	Li	1	0,1173
Ry	Gf	1	0,1084	Zg	Gc	1	0,1278
Os	Sw	1	0,1211	Li	PI	0	0,1153
Gf	Sw	0	0,1176	Gc	PI	0	0,1503
Os	Ry	1	0,1059	Li	Zg	0	0,1220
Gf	Ry	0	0,1029	Gc	Zg	0	0,1599

Fonte: Elaboração do autor.

Conforme a Tabela 9, a depender da QF 1, Haddad Maia tem 38,7% de chance de não perder posição no ranking, tem 50,36% de chance de perder uma única posição e 10,94% de chance de perder duas posições. Por sua vez, a depender da QF 3, a tenista tem 54,76% de chance de não perder posição no ranking e 45,24% de chance de ser lesada em uma posição. Uma vez que QF 1 e QF 3 são independentes, ao término da etapa de quartas de finais, a referida tenista pode perder de 0 a 3 posições no ranking da WTA. Estabelece-se que:

- Probabilidade de 12ª posição é 21,19%.
- Probabilidade de 13ª posição é 45,09%.
- Probabilidade de 14ª posição é 28,77%.
- Probabilidade de 15ª posição é 4,95%.



Há, portanto, uma chance superior a 95% de que a tenista brasileira esteja posicionada entre a 12ª e a 14ª colocação ao término da etapa QF. Essa previsão é levemente mais favorável à brasileira que aquela estabelecida na Subseção 5.1.2.

5.2.3. Posicionamento após etapa de Semifinais

Nesta conjuntura, é preciso fazer separadamente as análises das semifinais A e B. Registra-se que a estrutura integradora com a finalista A, derrotada na semifinal A e duas competidoras que param na etapa associada de quartas de finais pode ocorrer de 128 modos distintos. É preciso analisar essas 128 situações separadamente e atribuir a probabilidade de cada uma delas ocorrer. Por exemplo, há o caso possível (para a semifinal A) em que Krejckova se consagra finalista vencendo Rybakina na semifinal. A probabilidade da situação que considera ainda que Krejckova elimina Azarenka em QF 2 e que Rybakina elimina Ostapenko em QF 1 é de 0,6522%. Sete fatores são considerados para a obtenção da referida probabilidade, pois, há também as partidas Krejckova-Pegula, Rybakina-Swiatek, Azarenka-Zhu e Ostapenko-Gauff que são indispensáveis no cômputo. Importante registrar que essa situação particularizada traz impacto em 3 posições perdidas no ranking pela competidora brasileira (pois, Krejckova, Rybakina e Ostapenko ultrapassam a barreira dos 2.195 pontos).

A Tabela 10 apresenta as 128 situações possíveis para configuração de vitoriosa e derrotadas no processo de semifinal A (incluindo semifinalistas e as tenistas que chegam à etapa QF). Entende-se que **V** é a competidora que se torna finalista, **v** é a jogadora derrotada na semifinal, **D** é a tenista que perde para **V** em uma das quartas de finais e **d** é a jogadora derrotada para **v** na outra das quartas de finais. Ademais, **I** é o impacto dessa configuração no posicionamento de Haddad Maia e **Prob** é a probabilidade de que tal configuração ocorra no âmbito da Semifinal A.

Tabela 10 – Impacto na perda de posições de Haddad Maia a depender das configurações associadas à formação da SF A e probabilidade associada

V	D	v	d	I	Prob	V	D	v	d	I	Prob	V	D	v	d	I	Prob	V	D	v	d	I	Prob
Sw	Os	Pe	Az	1	0,0129	Os	Sw	Pe	Az	1	0,008	Pe	Az	Sw	Os	1	0,0098	Pe	Az	Os	Sw	1	0,0084
Sw	Os	Pe	Zu	1	0,0125	Os	Sw	Pe	Zu	1	0,0077	Pe	Zu	Sw	Os	1	0,0095	Pe	Zu	Os	Sw	1	0,0081
Sw	Os	Kr	Az	1	0,012	Os	Sw	Kr	Az	1	0,0075	Kr	Az	Sw	Os	2	0,0085	Kr	Az	Os	Sw	2	0,0073
Sw	Os	Kr	Zu	1	0,0117	Os	Sw	Kr	Zu	1	0,0072	Kr	Zu	Sw	Os	2	0,0083	Kr	Zu	Os	Sw	2	0,0071
Sw	Os	Az	Pe	1	0,0127	Os	Sw	Az	Pe	1	0,0078	Az	Pe	Sw	Os	2	0,0093	Az	Pe	Os	Sw	2	0,008
Sw	Os	Zu	Pe	1	0,0119	Os	Sw	Zu	Pe	1	0,0074	Zu	Pe	Sw	Os	1	0,0083	Zu	Pe	Os	Sw	1	0,0071
Sw	Os	Az	Kr	1	0,0123	Os	Sw	Az	Kr	1	0,0076	Az	Kr	Sw	Os	2	0,009	Az	Kr	Os	Sw	2	0,0078
Sw	Os	Zu	Kr	1	0,0115	Os	Sw	Zu	Kr	1	0,0072	Zu	Kr	Sw	Os	1	0,008	Zu	Kr	Os	Sw	1	0,0069
Sw	Gf	Pe	Az	0	0,0128	Gf	Sw	Pe	Az	0	0,0076	Pe	Az	Sw	Gf	0	0,0096	Pe	Az	Gf	Sw	0	0,0082
Sw	Gf	Pe	Zu	0	0,0124	Gf	Sw	Pe	Zu	0	0,0074	Pe	Zu	Sw	Gf	0	0,0094	Pe	Zu	Gf	Sw	0	0,0079
Sw	Gf	Kr	Az	0	0,0119	Gf	Sw	Kr	Az	0	0,0072	Kr	Az	Sw	Gf	1	0,0084	Kr	Az	Gf	Sw	1	0,0072
Sw	Gf	Kr	Zu	0	0,0116	Gf	Sw	Kr	Zu	0	0,007	Kr	Zu	Sw	Gf	1	0,0082	Kr	Zu	Gf	Sw	1	0,007
Sw	Gf	Az	Pe	0	0,0126	Gf	Sw	Az	Pe	0	0,0075	Az	Pe	Sw	Gf	1	0,0092	Az	Pe	Gf	Sw	1	0,0079
Sw	Gf	Zu	Pe	0	0,0118	Gf	Sw	Zu	Pe	0	0,0071	Zu	Pe	Sw	Gf	0	0,0082	Zu	Pe	Gf	Sw	0	0,007
Sw	Gf	Az	Kr	0	0,0122	Gf	Sw	Az	Kr	0	0,0073	Az	Kr	Sw	Gf	1	0,0089	Az	Kr	Gf	Sw	1	0,0076



Sw	Gf	Zu	Kr	0	0,0114	Gf	Sw	Zu	Kr	0	0,0069	Zu	Kr	Sw	Gf	0	0,0079	Zu	Kr	Gf	Sw	0	0,0068
Ry	Os	Pe	Az	2	0,0073	Os	Ry	Pe	Az	1	0,0069	Pe	Az	Ry	Os	2	0,0074	Pe	Az	Os	Ry	1	0,0073
Ry	Os	Pe	Zu	2	0,0071	Os	Ry	Pe	Zu	1	0,0067	Pe	Zu	Ry	Os	2	0,0072	Pe	Zu	Os	Ry	1	0,0071
Ry	Os	Kr	Az	2	0,0068	Os	Ry	Kr	Az	1	0,0065	Kr	Az	Ry	Os	3	0,0065	Kr	Az	Os	Ry	2	0,0064
Ry	Os	Kr	Zu	2	0,0066	Os	Ry	Kr	Zu	1	0,0063	Kr	Zu	Ry	Os	3	0,0063	Kr	Zu	Os	Ry	2	0,0062
Ry	Os	Az	Pe	2	0,0072	Os	Ry	Az	Pe	1	0,0069	Az	Pe	Ry	Os	3	0,0071	Az	Pe	Os	Ry	2	0,007
Ry	Os	Zu	Pe	2	0,0068	Os	Ry	Zu	Pe	1	0,0065	Zu	Pe	Ry	Os	2	0,0063	Zu	Pe	Os	Ry	1	0,0062
Ry	Os	Az	Kr	2	0,007	Os	Ry	Az	Kr	1	0,0066	Az	Kr	Ry	Os	3	0,0069	Az	Kr	Os	Ry	2	0,0068
Ry	Os	Zu	Kr	2	0,0066	Os	Ry	Zu	Kr	1	0,0063	Zu	Kr	Ry	Os	2	0,0061	Zu	Kr	Os	Ry	1	0,006
Ry	Gf	Pe	Az	1	0,0072	Gf	Ry	Pe	Az	0	0,0067	Pe	Az	Ry	Gf	1	0,0074	Pe	Az	Gf	Ry	0	0,0072
Ry	Gf	Pe	Zu	1	0,007	Gf	Ry	Pe	Zu	0	0,0065	Pe	Zu	Ry	Gf	1	0,0071	Pe	Zu	Gf	Ry	0	0,007
Ry	Gf	Kr	Az	1	0,0068	Gf	Ry	Kr	Az	0	0,0063	Kr	Az	Ry	Gf	2	0,0065	Kr	Az	Gf	Ry	1	0,0063
Ry	Gf	Kr	Zu	1	0,0066	Gf	Ry	Kr	Zu	0	0,0061	Kr	Zu	Ry	Gf	2	0,0063	Kr	Zu	Gf	Ry	1	0,0061
Ry	Gf	Az	Pe	1	0,0071	Gf	Ry	Az	Pe	0	0,0066	Az	Pe	Ry	Gf	2	0,0071	Az	Pe	Gf	Ry	1	0,0069
Ry	Gf	Zu	Pe	1	0,0067	Gf	Ry	Zu	Pe	0	0,0062	Zu	Pe	Ry	Gf	1	0,0063	Zu	Pe	Gf	Ry	0	0,0061
Ry	Gf	Az	Kr	1	0,0069	Gf	Ry	Az	Kr	0	0,0064	Az	Kr	Ry	Gf	2	0,0068	Az	Kr	Gf	Ry	1	0,0067
Ry	Gf	Zu	Kr	1	0,0065	Gf	Ry	Zu	Kr	0	0,006	Zu	Kr	Ry	Gf	1	0,0061	Zu	Kr	Gf	Ry	0	0,0059

Fonte: Elaboração do autor.

Com os dados tabelados, identifica-se que, via montagem da SF A, há 29,66% de chance da posição de Haddad Maia não sofrer impacto; há 47,55% de chance de Haddad Maia perder exatamente 1 posição; 20,10% de perder exatamente 2 posições; 2,69% de chance de que ela perca 3 posições.

Uma situação similar é tratada no caso em que se destaca a SF B. Apesar da omissão do detalhamento nesse texto, identifica-se que é de 37,39% a chance da tenista brasileira não ter impacto em sua posição no ranking; 57,17% a chance de ela ser lesada em exatamente 1 posição; 5,44% a chance da tenista perder duas posições no levantamento da WTA.

Lembrando que SF A e SF B ocorrem de forma independente, estabelece-se as probabilidades de posição da tenista Haddad Maia após a etapa de semifinais do Australian Open:

- Probabilidade de 12ª posição é 11,09%.
- Probabilidade de 13ª posição é 34,73%.
- Probabilidade de 14ª posição é 36,32%.
- Probabilidade de 15ª posição é 15,09%.
- Probabilidade de 16ª posição é 2,63%.
- Probabilidade de 17ª posição é 0,15%.

Segundo a apuração, nesse contexto, passada a etapa de semifinais, a tenista Haddad Maia tem 86,14% de chance de estar entre a 13ª e a 15ª colocação no ranking da WTA. A probabilidade de sair do Top 15 é inferior a 3%. As expectativas de posicionamento são levemente mais favoráveis nesse estudo ponderado do que no caso abordado no decorrer da Subseção 5.5.1. Isso se explica, pois, geralmente as competidoras de melhor retrospecto em 2022 estão à frente no recorte do ranking. Como as tenistas de melhor retrospecto têm maior probabilidade de



vitória, o impacto na perda de posições para tenistas que estão atrás de Haddad Maia se torna menos perceptível.

As previsões acerca do posicionamento após a finalização do evento, no caso não equiprovável, não são detalhadas na íntegra nesse artigo em vista da dificuldade de considerar as mais de 32 mil configurações e o impacto de 15 probabilidades de partidas associadas a cada uma delas. Pode-se afirmar que a probabilidade da tenista brasileira terminar o evento na 17ª colocação é de 0,261% (uma previsão mais favorável a ela do que a obtida na Subseção 5.1.4). Espera-se, na verdade, com uma larga margem, que a tenista brasileira esteja posicionada no Top 15 mundial ao término do Australian Open 2023.

Ressalta-se que o modelo construído a partir da regra definida em (1) pode ser aprimorado. No circuito de tênis há, sobretudo, três tipos de piso: saibro, grama e piso duro. O Aberto de Tênis da Austrália é disputado sobre quadras de piso duro³ e o retrospecto ponderado na construção da fórmula (1) não faz a distinção entre os diferentes pisos. Eventualmente, há tenistas que se sentem mais confortáveis em pisos de saibro ou grama e isso pode impactar negativamente nas suas chances de vencer partidas em Melbourne. Ademais, o modelo despreza possíveis lesões pelas quais as tenistas passaram durante a temporada anterior e a natureza dos jogos disputados. Em torneios menos prestigiados, por exemplo, jogadoras medianas podem ter um retrospecto de vitórias mais favorável e essas conquistas podem não ser tão significativas ou impactantes para prever seu comportamento em um evento grande como é o caso do Australian Open. Uma dificuldade extra seria prever o peso que cada um dos fatores citados teria na construção de uma eventual fórmula para probabilidade que os leve em consideração.

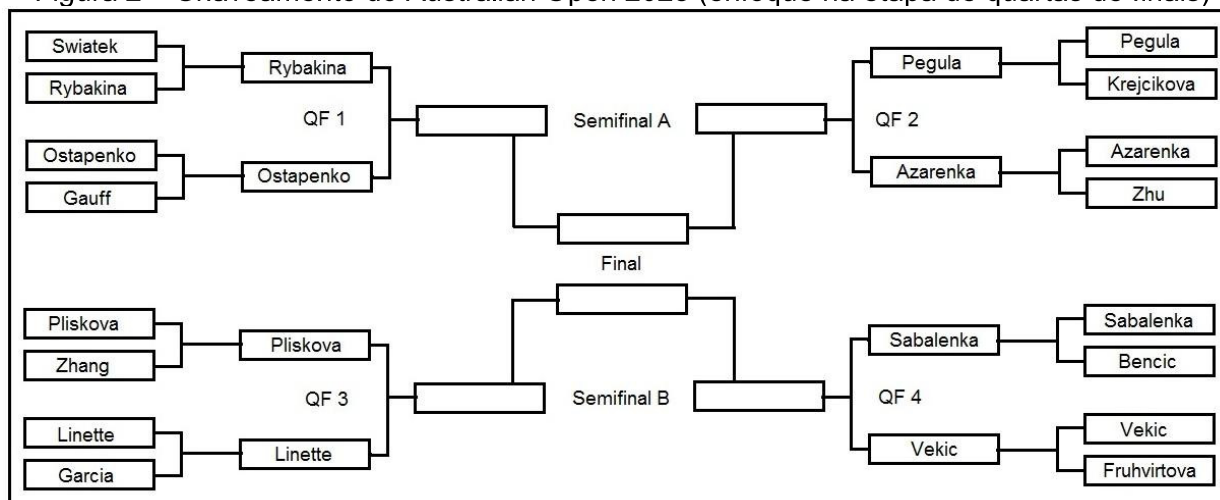
6. Expectativa X Realidade

Superada a etapa OF, a Figura 2 apresenta a configuração do torneio a partir de QF. Em vista dos resultados observados, percebe-se que Haddad Maia ocupa a 13ª posição no ranking da WTA após OF. O único caso que a lesaria, vitória de Ostapenko, foi registrado. Um estudo similar ao apresentado na Seção 5 é feito e consideram-se as expectativas de posicionamento da tenista brasileira no referido ranking após as etapas de QF, SF e F.

³ Disponível em: <https://www.esportelandia.com.br/tenis/tipos-de-quadra-de-tenis/>. Acesso em: 12 fev. 2023.



Figura 2 – Chaveamento do Australian Open 2023 (ênfase na etapa de quartas de finais)



Fonte: Disponível em: <https://www.wtatennis.com/tournament/901/australian-open/2023/draws>. Acesso em: 23 jan. 2023.

Com relação à etapa de quartas de finais, tanto a vitória de Rybakina na QF 1 quanto a vitória de Pliskova na QF 3 promovem perda de posições por parte da brasileira. Na abordagem em que num confronto ambas as competidoras sempre tenham a mesma probabilidade de êxito, estrutura-se que, após a QF, Haddad Maia tem 25% de chance de ser 13ª; 50% de chance de ser 14ª e 25% de ficar com a 15ª posição. Há, portanto, 75% de chance da tenista ficar entre a 13ª e a 14ª posição ao término da QF – o que lhe é desfavorável quando compara-se com os números detalhados na Subseção 5.1.2. Sob a perspectiva de probabilidade de vitória via regra definida em (1), para efeito de comparação, 26,41%, 50,06% e 23,53% seriam as respectivas chances de Haddad Maia acabar a etapa de QF nas 13ª, 14ª e 15ª colocações. Em vista das probabilidades via metodologias distintas não destoarem significativamente, enfoca-se aqui por diante exclusivamente na situação que prevê resultados de partidas de tênis como eventos equiprováveis.

A Tabela 11 apresenta as probabilidades de posicionamento no ranking da WTA da tenista Haddad Maia, considerando os ajustes feitos após a conclusão da rodada de OF.

Tabela 11 – Cálculo das probabilidades de posicionamento de Haddad Maia após as etapas QF, SF e F (conhecidos os resultados da etapa OF; abordagem equiprovável)

Possível Posição de Haddad Maia	13ª	14ª	15ª	16ª	17ª
Probabilidade após etapa QF	0,25	0,5	0,25	0	0
Probabilidade após etapa SF	0,04687	0,34375	0,4375	0,15625	0,01563
Probabilidade após etapa F	0,04687	0,34375	0,4375	0,15625	0,01563

Fonte: Elaboração do autor.

Ressalta-se que após a rodada de SF, a competidora do Brasil tem 17,188% de chance de ficar fora do Top 15. Uma perspectiva também desanimadora quando comparada ao detalhamento feito na Subseção 5.1.3. Isso se deve, claramente, a alguns resultados que lhe



foram pouco favoráveis em partidas que aconteceram na etapa OF. Interessante apontar que, com as eliminações de Zhu e Fruhvirtova na etapa OF, o jogo final não interferirá no posicionamento de Haddad Maia. Os estudos e as observações de posicionamento podem ser encerrados, portanto, após a conclusão da etapa de semifinais.

Contudo, com a conclusão da etapa QF, são estabelecidas as duas semifinais: SF A entre Rybakina e Azarenka; SF B entre Linette e Sabalenka⁴. A passagem de Rybakina para SF promove mais uma perda de posição no ranking para a tenista Haddad Maia que, a esse ponto, ocupa a 14^a posição. Haddad Maia pode ser impactada em até 2 posições a depender de SF – uma posição se Azarenka atingir a final; uma posição se Linette finalista. Sem grandes dificuldades de verificação, nessa abordagem de resultados de partida como eventos equiprováveis, tem-se 25% de chance de ela ser 14^a (caso Rybakina e Sabalenka finalistas); 50% de ela ser 15^a (final Rybakina-Linette ou final Azarenka-Sabalenka); 25% de ela encerrar o torneio como 16^a (final Linette-Azarenka). Vê-se como 0 a probabilidade da 17^a posição de Haddad Maia e isso confirma o óbvio: quanto mais próxima a finalização do torneio, melhor a previsão executada.

Como informação adicional, a final do Australian Open 2023 foi entre Rybakina e Sabalenka – o que fez com que Haddad Maia finalizasse o torneio na 14^a posição (e coincide com o valor de probabilidade mais expressivo listado na Subseção 5.1.4). Apostar, de início, que Haddad Maia terminaria o torneio em 14^o lugar seria arriscado (pois, probabilidade inferior a 0,4 no caso de resultados de partidas como eventos equiprováveis), porém, a chance de acertar que ela permaneceria no Top 15 seria bastante segura já na primeira previsão.

Por fim, vale ressaltar que Meyer (1987) aborda o conceito de esperança de uma variável aleatória. Este conceito pode ser útil para previsões esportivas e fundamenta-se em elementos que foram explorados ao longo deste artigo. Considera-se que k seja o número cardinal associado a uma eventual colocação a ser ocupada e que $P(k)$ seja a probabilidade da tenista ocupar a k -ésima posição após uma determinada etapa. Por se tratar de um contexto de espaço amostral discreto, a esperança de posicionamento da tenista ao findar a referida etapa é estabelecida pelo somatório

$$\sum_{k \in \mathbb{N}} k \cdot P(k). \quad (2)$$

Levando em consideração os números detalhados na Subseção 5.1.4, via (2), deduz-se que a esperança de posicionamento de Haddad Maia após o término do torneio (esperança calculada antes do início da etapa OF e considerando o estudo em espaço amostral equiprovável) é dada por

$$12 \cdot 0,07178 + 13 \cdot 0,29053 + 14 \cdot 0,38183 + 15 \cdot 0,20605 + 16 \cdot 0,04639 + 17 \cdot 0,00342 = 13,875.$$

⁴ Disponível em: <https://www.wtatennis.com/tournament/901/australian-open/2023/draws>. Acesso em: 26 jan. 2023.



Esta estratégia alternativa também apontaria, portanto, para uma expectativa inicial de 14ª colocação de Haddad Maia após o término do Australian Open 2023.

7. Considerações Finais

O problema tratado nesse artigo pode ter relevância para tenistas e suas equipes, por exemplo, pois, o estudo projeta posicionamento em ranking que, eventualmente, auxilia no planejamento e escolha de torneios vindouros. Mais que a utilização pelas tenistas, contudo, as ideias abordadas podem ser aprimoradas e adaptadas a outras modalidades esportivas que fazem uso de sistema de ranking.

Como detalhado ao longo do texto, toda a discussão se fundamenta em definições e resultados elementares de contagem e probabilidade: assuntos que merecem destaque no ensino básico. Segundo o texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio (BRASIL, 2018), é uma das competências específicas de Matemática e Suas Tecnologias para esta etapa do ensino “utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos [...] para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente” (p. 527).

Dentre as habilidades indicadas para o desenvolvimento da competência específica supracitada, o texto da BNCC indica:

(EM13MAT310) Resolver e elaborar problemas de contagem envolvendo agrupamentos ordenáveis ou não de elementos, por meio dos princípios multiplicativo e aditivo, recorrendo a estratégias diversas, como o diagrama de árvore.

(EM13MAT311) Indicar e descrever o espaço amostral de eventos aleatórios, realizando a contagem das possibilidades, para resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo da probabilidade.

(EM13MAT312) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de probabilidade de eventos em experimentos aleatórios sucessivos. (BRASIL, 2018, p. 529).

Ademais, a BNCC descreve a relevância de tratar a habilidade

(EM13MAT511) Reconhecer a existência de diferentes tipos de espaços amostrais, discretos ou não, e de eventos, equiprováveis ou não, e investigar implicações no cálculo de probabilidades (BRASIL, 2018, p. 533).

Todas as habilidades listadas são, em certa medida, identificadas e desenvolvidas na busca pela resposta da questão destacada no desfecho do Seção 2. Registra-se a perspectiva de que uma proposta como a detalhada nesse artigo possa ser abordada no âmbito do Ensino Médio brasileiro contemplando, inclusive, preceitos de tendências de Educação Matemática relativos à Resolução de Problemas e à Modelagem Matemática (ver Dias *et al.*, 2022, e suas referências para aprofundamentos).



Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 6 fev. 2023.

CORRÊA, A. N. **Probabilidade no futebol**: um incentivo ao estudo da teoria estatística. Orientador: João Carlos Ferreira Costa. 2019. 68 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, SP, 2019.

DIAS, T. J. F.; CARNEIRO, R. dos S.; SILVA, K. F. da; CARNEIRO, R. dos S. Tendências matemáticas em educação matemática: uma revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29362>.

LIMA, B. N. B. de; COSTA, G. N.; NACIFE, R.; MARTINS, R. V.; GUIMARÃES, R. Probabilidades no Esporte. **TRIM: Tordesillas Revista de Investigación Multidisciplinar**, v. 5, p. 39-53, 2012. Disponível em: https://www5.uva.es/trim/TRIM/TRIM5_files/PROBABILIDADES.pdf. Acesso em: 6 fev. 2023.

MEYER, Paul. **Probabilidade**: aplicações à estatística. 2. ed. São Paulo: LTC, 1987.

MORGADO, A. C.; CARVALHO, J. B. P. de; CARVALHO, P. C. P.; FERNANDEZ, P. **Análise Combinatória e Probabilidade**: com as soluções dos exercícios. Coleção do Professor de Matemática. 11. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2020.

RAMOS, L. F. P.; LEMOS, H. C. F.; BATISTA, B. D. de O. Modelagem matemática para previsão de jogos de futebol. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, v. 6, n. 1, p. 46-64, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34179/revistem.v6i1.13637>.

