Trends in Computational and Applied Mathematics, **27** (2026), e01874
Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional
Online version ISSN 2676-0029 www.scielo.br/tcam
ARTIGO ORIGINAL
doi: 10.5540/tcam.2026.027.e01874

Distribuição Hipergeométrica Aplicada ao Planejamento de um Baralho do Jogo de Cartas *Yu-Gi-Oh! TCG*

S. C. T. NASCIMENTO[1*] e A. D. B. ABREU[2]

Recebido em 18 de junho de 2025 / Aceito em 14 de setembro de 2026

RESUMO. Este estudo estuda a aplicação da distribuição hipergeométrica no contexto do Jogo de Cartas Colecionáveis Yu-Gi-Oh! (TCG), sob uma perspectiva competitiva e probabilística. A construção de um deck principal sempre foi um fator crítico para garantir vitórias consistentes em Yu-Gi-Oh!, e muitos jogadores empregam estratégias que se baseiam implicitamente em uma compreensão empírica da distribuição hipergeométrica inerente à composição de seus decks. Essa percepção probabilística é usada para maximizar a probabilidade de se obter uma mão inicial favorável. O objetivo deste artigo é demonstrar como jogadores competitivos de Yu-Gi-Oh! TCG, particularmente aqueles que participam de torneios de grande escala, como a Yu-Gi-Oh! Championship Series (YCS), utilizam a distribuição hipergeométrica para otimizar o desempenho de seus decks. Foi proposto um conjunto de 6 combinações possíveis de 5 cartas, que resultam em uma mão inicial favorável, com uma classificação específica de cartas. Na perspectiva do cenário de Yu-Gi-Oh! TCG competitivo, este trabalho contribui para ajudar jogadores iniciantes a montar seu baralho e para jogadores experientes a confirmar as proporções ideais para adquirir as diferentes combinações favoráveis de cartas de seu baralho, além de oferecer um conjunto de informações que pode ser útil para os jogadores, organizado em tabelas.

Palavras-chave: distribuição hipergeométrica, distribuições discretas, planejamento de baralho, Yu-Gi-Oh! TCG.

1 INTRODUÇÃO

Baralhos de cartas estão intimamente ligados com a noção de probabilidade e oferecem variadas aplicações no campo da matemática, assim como problemas diversos sobre qual é a probabilidade da próxima carta a ser colocada sobre a mesa ser a carta desejada por um jogador. Em jogos de cartas como Poker, Paciência e, inclusive, no jogo Yu-Gi-Oh! TCG (ou somente "Yu-Gi-Oh") é importante saber a probabilidade de se obter cartas específicas na próxima vez de retirar uma carta.

*Autor correspondente: Samir Cauã Tabosa do Nascimento – E-mail: samirtabosa@alu.ufc.br
[1]Universidade Federal do Ceará, Departamento de Física, UFC, Campus do Pici - UFC, Bloco 922, Fortaleza, CE, 60440-900, Pici, Fortaleza, CE, Brasil – E-mail: samirtabosa@alu.ufc.br https://orcid.org/0000-0002-6563-8238
[2]Universidade Federal do Ceará, Departamento de Física, UFC, Campus do Pici - UFC, Bloco 922, Fortaleza - Ceará, 60440-900, Pici, Fortaleza, CE, Brasil – E-mail: davidabreu@fisica.ufc.br https://orcid.org/0009-0002-6200-3314

A princípio, um baralho de cartas pode conter cartas distinguíveis ou indistinguíveis, no caso de um baralho de quatro naipes comum, há 52 cartas diferentes entre si. Assim, a probabilidade de se obter qualquer carta em uma única retirada é a mesma. Dessa maneira, é percebida uma distribuição uniforme a partir da probabilidade de se obter cada carta. Entretanto, essa distribuição não é válida caso o objetivo seja obter uma ou mais cartas específicas do baralho. Essas cartas específicas podem ser, por exemplo, as cartas de simbologia "Ás". Em um baralho convencional, há 4 cartas Ás, com 4 naipes distintos. Em jogos como Poker, com cartas distinguíveis, é possível calcular a probabilidade de se obter cada carta e também de reconhecer quando o seu conjunto inicial de cartas não é favorável e, então, lidar com essa dificuldade.

Há estudos que utilizam modelagem matemática como principal abordagem de estudar a dinâmica de jogos de cartas [2, 13, 15]. Além disso, a abordagem da ludicidade em Yu-Gi-Oh! TCG também já foi feita em diferentes estudos atrelados ao ensino [1, 5, 16]. Entretanto, o entendimento aprofundado a respeito das probabilidades de se obter determinadas cartas no Yu-Gi-Oh em alto nível competitivo foi ainda pouco explorada, enquanto que o estudo do Poker aliado aos conceitos matemáticos já foi amplamente estudado [12, 17]. Apesar do caráter aleatório que jogos de baralhos tenham, também é possível estudar e entender a matemática probabilística que os envolve para beneficiar os jogadores.

No universo de Yu-Gi-Oh! TCG e outros jogos de cartas semelhantes, há três conceitos importantes a respeito das propriedades de um baralho em nível competitivo. O primeiro conceito é a versatilidade, o qual mede o grau de interações diferentes que o baralho é capaz de produzir, isto é, um baralho mais versátil é um baralho com mais ferramentas disponíveis. Essas ferramentas são cartas que geram condições de vitória e de formas variadas ou até mesmo que possuem diversos efeitos que ajudam a lidar com as interações do oponente. O segundo conceito é a resiliência, o qual mede a vulnerabilidade das jogadas do baralho, em que um baralho que é menos resiliente é mais suscetível a interrupções provenientes do adversário. O terceiro e mais importante em torneios com uma quantidade elevada de partidas é a consistência, o qual indica a capacidade do baralho de reproduzir uma mão favorável para o jogador, ou seja, trata-se da probabilidade do baralho alcançar um conjunto de cartas favoráveis.

Uma mão inicial dita como "favorável", no Poker, é aquela que possibilita o maior número de combinações favoráveis com as cartas sobre a mesa e capazes de vencer o jogo de seus adversários. Esse conceito conhecido como "mão inicial favorável" é familiar aos jogadores de Poker e aos jogadores de Yu-Gi-Oh!, visto que há probabilidade das cartas iniciais obtidas por acaso não serem adequadas para jogar, pois têm uma probabilidade alta de não vencerem o jogo. Para reduzir essa probabilidade desfavorável aos jogadores de Yu-Gi-Oh!, eles recorrem à matemática e ao planejamento de seus próprios baralhos, sendo uma de suas principais ferramentas disponíveis o uso da distribuição hipergeométrica.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O começo de todo jogo de Yu-Gi-Oh! ocorre quando cada jogador obtém 5 cartas em suas respectivas mãos iniciais e esse é muitas vezes o momento mais definitivo do jogo, pois tem impacto nas próximas decisões dos jogadores. Em razão disso, é importante solucionar o problema de maximizar a probabilidade de obter uma mão inicial favorável no primeiro turno do jogo.

2.1 Diferenças entre os tipos de cartas no Yu-Gi-Oh! TCG

Este trabalho não visa discorrer sobre estratégias específicas a respeito do jogo Yu-Gi-Oh!, o problema a ser estudado trata-se de como aplicar o uso da distribuição hipergeométrica para elaborar um baralho com a quantidade de cartas ideal de cada tipo de carta para favorecer a obtenção de uma mão inicial favorável. Desse modo, o estudo se concentra no aspecto de consistência dos baralhos e na probabilidade de se obter uma mão inicial favorável.

O jogo possui uma divisão objetiva de três tipos de cartas: Monstros, Magias e Armadilhas. Entretanto, essa divisão não será tratada neste trabalho; a divisão utilizada refere-se ao papel empregado pela carta, conforme visto na Tabela 1, inspirada na abordagem do modelo de classificação de cartas aplicado por Patrick Hoban [6]. Para introduzir a função de cada carta no jogo de maneira idealizada, é preciso estabelecer quatro tipos de cartas de maneira mais simplificada e adaptada para este estudo: Iniciadoras, Extensoras, Defesas e Finalizadoras. Para delimitar o nível de interação entre os jogadores e simplificar o problema proposto, foi suposto que apenas as cartas Defesa podem ser usadas durante qualquer turno, ou seja, as cartas Iniciadora, Extensora e Finalizadoras só podem ser utilizadas durante o turno do próprio jogador.

Tabela 1: Classificação adaptada de cada um dos tipos de carta no Yu-Gi-Oh! TCG.

Tipo de carta	Função no jogo	Utilidade na mão inicial
Iniciadora (I)	Inicia uma jogada para o jogador.	Realiza o ponto de partida para uma ação de jogo.
Extensora (E)	Faz a jogada do usuário progredir, mas não é capaz de iniciar uma jogada de modo individual, exceto sob condições específicas do jogo.	Realiza o complemento de uma jogada, normalmente como componente para cumprir custos de ativação de outras cartas.
Defesa (D)	Atrapalha uma ação do oponente ou resiste a uma ação do oponente.	Estabelece proteção para se defender de cartas do oponente.
Finalizadora (F)	Objetivo final do baralho.	Nenhuma utilidade.

2.2 Dinâmica do jogo Yu-Gi-Oh! TCG em nível competitivo

2.2.1 Regras relevantes de Yu-Gi-Oh! TCG

O jogo é dividido em turnos, sendo possível que o jogador seja o do primeiro turno do jogo (turno ímpar) ou o jogador do segundo turno do jogo (turno par). É relevante mencionar essa diferença pois, segundo Konami (2022), o jogador do segundo turno inicia seu próprio turno com uma carta a mais que seu oponente. Para este estudo, considera-se sempre o cenário no qual o jogador escolheu ser o jogador do primeiro turno, com 5 cartas na mão inicial.

Em Yu-Gi-Oh! TCG, é possível haver cartas iguais dentro do mesmo baralho principal (ou apenas "baralho"), sendo permitido no máximo até 3 cópias de uma mesma carta e a quantidade de cartas em um baralho deve estar entre 40 e 60 cartas. Além disso, há um baralho separado chamado de "baralho adicional", que obedece regras específicas do jogo e que não será abordado neste trabalho. No contexto do jogo, o baralho adicional é um baralho que tem até no máximo 15 cartas e que, normalmente, serve como um conjunto de cartas que compõe o objetivo final do jogador.

Uma partida (ou duelo) de Yu-Gi-Oh! TCG se encerra normalmente quando os Pontos de Vida de um dos jogadores se torna 0 ou quando um dos jogadores se rende. A segunda opção ocorre principalmente quando um jogador consegue atingir o objetivo final do seu baralho mais eficientemente e mais rapidamente do que o seu oponente, gerando uma vantagem tão considerável que o jogo se torna praticamente impossível de ser vencido pelo adversário. Esse objetivo final está comumente atrelado às cartas finalizadoras e à vantagem numérica de cartas em relação ao oponente.

O esquema apresentado na Figura 1 mostra como é o processo do turno de um jogador. De modo idealizado e simplificado, o jogador obtém suas cartas a partir do baralho principal, em seguida realiza ações que possuem mecânicas particulares dentro da dinâmica do jogo e, por fim, o turno é encerrado com cartas Finalizadora e Defesa. Isso mostra como o resultado final do começo do turno, em que a escassez de cartas Iniciadoras ou Extensoras na mão inicial, gera uma menor vantagem para o jogador.

É também importante mencionar que, normalmente, o jogador que decide se vai começar o seu turno ou não é necessariamente aquele que vence uma disputa de cara ou coroa. Desse modo, cabe ao jogador montar uma estratégia que consiga lidar com sua própria escolha, caso vença a disputa de cara ou coroa, e uma estratégia para lidar com a possível escolha adversa do oponente.

Esse objetivo final do baralho normalmente envolve colocar determinadas cartas do seu respectivo baralho sobre a mesa, também chamado de "campo do jogador", usando diferentes tipos de cartas. Assim, o papel desempenhado pela carta para o desenvolvimento da jogada do usuário é mais relevante do que o seu tipo de carta. Nota-se que é necessário uma distribuição adequada de cartas entre Iniciadoras, Extensoras, Defesas e Finalizadoras para que o funcionamento do baralho seja consistente e proporcione maior taxa de vitória.

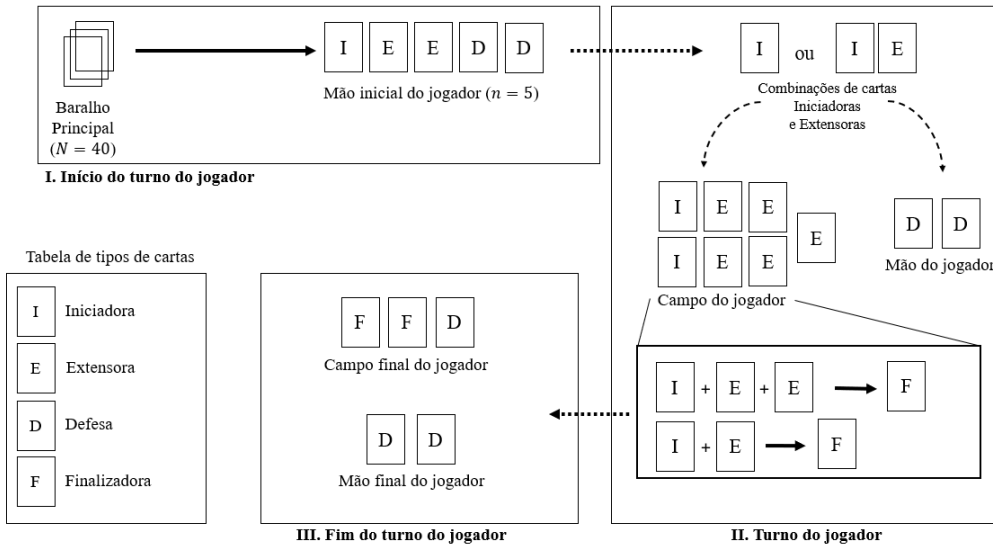


Figura 1: Esquematização simplificada do turno de um jogador no Yu-Gi-Oh!. O início do turno ocorre quando o jogador obtém suas cartas iniciais, provenientes de seu baralho principal. O meio do turno é caracterizado por ações e jogadas de ambos os jogadores. Por fim, o final do turno normalmente possui cartas finalizadoras e defesas.

2.2.2 Mecânicas básicas de Yu-Gi-Oh! TCG e condições de vitória

As cartas Monstros (ou "Monstros") são Invocadas (colocadas sobre a mesa do jogador) de distintos modos a depender do tipo de baralho utilizado e seus efeitos especiais. A princípio, cada jogador só pode invocar um monstro por turno por meio de sua Invocação-Normal, que consiste em colocar a carta no campo. Por outro lado, a Invocação-Especial não tem limite de número, pois dependem de efeitos especiais provenientes das cartas. As cartas Monstros são usadas principalmente para batalharem entre si, pois possuem pontos de ataque e defesa, cujas diferenças entre eles são infligidos nos pontos de vida do jogador que tiver um monstro mais fraco em relação a outro, e quando esses pontos de vida zeram, tal jogador perde, e também outras especificações como atributo, nível, tipo e efeitos que ajudam facilitando a vitória via batalha interagindo com o oponente e o campo dele de diferentes formas.

Outrossim, as cartas de Magia (ou "Magias") são cartas sem limite de uso por turno, desde que atendam suas condições de ativação, mas são diferentes de cartas Monstros. Comumente, cartas desse tipo não permanecem no campo principal após a resolução de seus efeitos. Normalmente, são cartas que contribuem para o jogador colocando novas condições de jogo, atribuem aos Monstros novos efeitos especiais e interagem com o oponente a fim de facilitar a vitória. As cartas de Armadilha (ou "Armadilhas") são muito similares às Magias possuindo apenas efeitos de suporte, a diferença é que o jogador do turno deve colocá-las sobre a mesa com a face para

baixo, sem ativá-las imediatamente, e aguardar o próximo turno desde então para virá-la com a face para cima para então usufruir de seus efeitos.

Em termos práticos, o jogo consiste em Invocar Monstros, em que os primeiros normalmente são fracos em pontos de ataque e defesa, mas com efeitos que facilitam a Invocação de Monstros mais fortes. A partir do desenvolvimento do turno, há batalhas entre os Montros em conjunto com efeitos variados de Magias e Armadilhas.

2.2.3 O número ideal de cartas em um baralho

Este estudo objetiva encontrar a quantidade ideal de cartas a usar no baralho, pois os Monstros mais fortes (chamados de "cartas Finalizadoras") são acessados depois de resolverem com sucesso os efeitos das cartas Iniciadoras que normalmente são Monstros mais fracos ou magias que o acessam. Assim, é possível aumentar a probabilidade de obter-se cartas específicas na mão inicial, pois a maioria dos baralhos, devido à natureza de Yu-Gi-Oh!, desenvolvem suas jogadas a partir dessa estrutura.

A quantidade ideal de cartas no baralho é importante para as combinações sequenciais de cartas serem executadas da maneira correta, elaborando um campo de jogo favorável para a vitória do jogador, pois o uso de um número baixo de Iniciadoras fará o jogador ter cartas com condições de ativação desfavoráveis ao desenvolvimento inicial de seu turno e um número alto de Iniciadoras o fará ter dificuldades de desenvolver um campo mais forte ainda, com a ajuda de cartas Extensoras.

2.3 Conceitos preliminares

A abordagem proposta requer conhecimentos elementares de probabilidade e contagem. É importante definir a distribuição hipergeométrica, que é uma das mais importantes distribuições associadas a variáveis discretas e adequada para situações envolvendo amostragem sem reposição de uma população finita, na qual a ordem das amostras não importa. O uso dessa distribuição ocorre a partir de uma população de N elementos, dos quais K são classificados como sucesso e $(N-K)$ são classificados como fracassos e, a partir dessa população, é extraída, sem reposição, uma amostra de tamanho n e define-se a variável aleatória X como o número de sucessos presentes na amostra. No livro [3], é definida uma variável aleatória discreta X, a qual é aplicada na expressão que descreve a distribuição hipergeométrica denotada por $P(X=k)=h(k;n,K,N)$, em que k, n, K e N são parâmetros da distribuição hipergeométrica e k representa o número de sucessos obtidos na amostra de tamanho n.

Nesse contexto, k representa um número inteiro de cartas que se deseja obter na mão inicial, neste estudo, esse número só pode assumir valores de 0 até 5, visto que o caso de haver 6 cartas na mão inicial não foi abordado. A quantidade de cartas na mão inicial do jogador ao iniciar seu respectivo turno é representada por n, em que será sempre $n=5$ para os fins deste trabalho. Além disso, N representa a quantidade total de cartas do baralho principal antes da retirada de qualquer

carta, o qual varia de 40 a 60, e K representa a quantidade total de cartas favoráveis para se obter na mão inicial que estão presentes no baralho antes da retirada de qualquer carta.

Diante disso, o número N é o tamanho da população, X é a variável discreta aleatória associada à distribuição, K é o número de sucessos e n é o número de retiradas com reposição. Outrossim, $P(X = k)$ é a notação associada à probabilidade uma variável aleatória X assumir k. A função de probabilidades que descreve a distribuição hipergeométrica, com a notação de binômios, é definida como:

$$P(X = k) = \frac{\binom{K}{k}\binom{N-K}{n-k}}{\binom{N}{n}} \tag{2.1}$$

Na Equação (2.1), há a representação da probabilidade de se obter exatamente k sucessos em uma amostra de tamanho n retirada sem reposição de uma população de N elementos, em que K refere-se ao número de sucessos na população. O código-fonte foi gerado com auxílio de inteligência artificial, o qual realiza a aplicação da fórmula da distribuição hipergeométrica (Eq. 2.1) em Python 3, utilizado para realizar os cálculos e ilustrar os gráficos deste trabalho. As bibliotecas utilizadas foram: Scipy (aplicação da distribuição hipergeométrica), Numpy (manipulação de matrizes) e Matplotlib (geração de gráficos).

3 DISCUSSÃO E RESOLUÇÃO DO PROBLEMA PROPOSTO

3.1 Cartas Iniciadoras: tipos e exemplos

3.1.1 Cartas Iniciadoras tipo 1

Há um conjunto de cartas no Yu-Gi-Oh! que são responsáveis por facilitar o caminho até as cartas do baralho inicial, com objetivo de aumentar a probabilidade de se obtê-las na mão inicial. Essas cartas normalmente podem buscar cartas Iniciadoras ou Extensoras, sendo então cartas que podem cumprir duas funções a depender da escolha do jogador. Para a aplicação da distribuição hipergeométrica proposta, esse tipo de carta é tratada como carta Iniciadora e que, eventualmente, cumpre o papel de carta Extensora na maior parte das situações. Essas cartas são chamadas de cartas Iniciadoras do tipo 1.

Cartas Iniciadoras do tipo 1 (cartas I_1) são consideradas imprescindíveis dentro do contexto do jogo, visto que pode se tornar uma outra carta Iniciadora ou Extensora e, eventualmente, até uma carta Finalizadora ou Defesa. Logo, elas frequentemente podem ser usadas mais de uma vez por turno. Desse modo, é observado que, na prática, as cartas podem cumprir mais de uma função dentro do jogo e isso é analisado pelos jogadores no cenário competitivo de Yu-Gi-Oh! TCG.

3.1.2 Cartas Iniciadoras tipo 2

Cartas Iniciadoras do tipo 2 (cartas I_2) são pouco versáteis e só podem ser usadas uma vez por turno por um jogador. Esse tipo de carta tem ações comumente mais diretas, restritas e vulneráveis às cartas Defesa. Duas cartas I_2, mesmo se elas têm nomes diferentes ou idênticos, não

podem ser usadas pelo jogador durante o mesmo turno. Entretanto, duas cartas I_1 com nomes diferentes normalmente podem ser usadas no mesmo turno pelo jogador.

Em Yu-Gi-Oh! TCG, as cartas I_2 são aquelas que têm a mecânica chamada de "Invocação-Normal". Após serem definidos os dois tipos de cartas iniciadoras (I_1 e I_2), considera-se I como a soma das quantidades de cartas I_1 e I_2

3.1.3 Exemplos de cartas Iniciadoras tipo 1 e tipo 2



Figura 2: Esquematização simplificada de dois exemplos de possibilidades de cartas iniciadoras. As cartas iniciadoras tipo 1 podem ser usadas para adicionar cartas iniciadoras tipo 1 ou tipo 2, extensoras ou defesas para a mão ou campo do jogador.

Na Figura 2, cada carta pode ser particularmente visualizada no site [4], observa-se que no lado esquerdo há a carta "*Reinforcement of the Army*". Essa carta pode ser usada para adicionar as cartas "*The Phantom Knights of Torn Scales*" ou "*The Phantom Knights of Silent Boots*" dentro do baralho principal, adicionando-as para a mão do jogador durante o seu turno. No lado direito da Figura 1, a carta "*Spright Starter*" é capaz de colocar sobre a mesa do jogador as cartas "*Spright Blue*" ou "*Spright Red*". Esses são dois exemplos de como uma carta I_1 se comporta no jogo e os seus diferentes caminhos.

Dessa maneira, muitos jogadores optam por usar múltiplas cartas I_1 do que múltiplas cartas I_2 ou Extensoras. Todavia, as cartas I_1 não podem ser usadas em um número muito maior do que são utilizadas devido às mecânicas específicas do jogo, tais como restrições do número de cópias e consequências durante o turno do próprio jogador.

3.2 Combinações de cinco cartas na mão inicial

Considera-se, para este estudo, o caso preferencial do primeiro jogador do turno, pois geralmente é a opção de muitos jogadores no contexto do jogo Yu-Gi-Oh! TCG. Sabendo que o número n será fixado, é preciso variar a quantidade de cartas dentre os quatro tipos de cartas apresentados em forma de combinações.

Foi preciso verificar quais combinações de 5 cartas possuíam no máximo uma carta I_2 e, no mínimo, uma carta Extensora e uma carta Defesa. Cartas Iniciadoras são extremamente desejáveis na mão inicial, mas múltiplas dessas cartas podem gerar conflito entre si, visto que só podem ser usadas uma vez por turno e somente no turno do jogador. Portanto, uma carta Iniciadora é o suficiente para uma mão inicial considerada favorável.

Por outro lado, cartas Finalizadoras não são desejáveis na mão inicial, mas normalmente precisam estar dentro do baralho principal ou adicional para que a jogada tenha um objetivo final. Cartas Extensoras são desejáveis na mão inicial pois desempenham um papel de suporte às cartas Iniciadoras e, eventualmente, substituem as cartas Iniciadoras sob determinadas condições dentro do jogo. Ao examinar as principais combinações favoráveis, foram percebidas 6 combinações, as quais são as mais favoráveis e mostradas na Tabela 2:

Tabela 2: Tabela de combinações mais favoráveis para mão inicial com 5 cartas.

Comb. 1	**Comb. 2**	**Comb. 3**	**Comb. 4**	**Comb. 5**	**Comb. 6**
I_1 ou I_2	I_1 ou I_2	I_1 ou I_2	I_1	I_1	I_1
Extensora	Extensora	Extensora	I_1 ou I_2	I_1 ou I_2	I_1
Extensora	Extensora	Defesa	Extensora	Extensora	I_1 ou I_2
Defesa	Extensora	Defesa	Extensora	Defesa	Extensora
Defesa	Defesa	Defesa	Defesa	Defesa	Defesa

Assim, inicialmente será avaliado o número de cartas iniciadoras (I) dentro de um baralho de 40 cartas, visto que é o tipo de carta mais importante para iniciar jogadas. No segundo momento, será analisada a possibilidade de usar mais do que 40 cartas. Além disso, o número de cartas no baralho será inicialmente fixado em $N = 40$ (mínimo possível), para maximizar a probabilidade de se obter as cartas Iniciadoras.

3.3 Distribuição hipergeométrica para distintos valores de K

3.3.1 Caso de maximização aproximada de $P(X = 1)$

Define-se X como a variável aleatória associada à distribuição, a qual representa uma função que associa o número de cartas de sucesso obtido em uma amostra de tamanho $n = 5$; K como sendo o número de cartas Iniciadoras e N como o número de cartas do baralho. Em seguida, observa-se que é importante analisar quando o valor de K torna a probabilidade de $x = 0$ ser a menor possível, $x = 1$ ser a maior possível e $x = 2$ se tornar a menor possível simultaneamente. Essa escolha

simultânea é relevante pois as cartas I_2 não são desejáveis em quantidades maiores do que 1 em qualquer mão inicial favorável neste estudo. Nesse sentido, caso somente a probabilidade $P(X = 1)$ máxima fosse considerada, os valores de probabilidade suficientemente próximas do valor máximo seriam equivocadamente desconsiderados. Logo, usando a Equação (2.1), é possível aplicá-la com os parâmetros de $K = 4$, $n = 5$, $N = 40$ com k sendo 0, 1 e 2. Analogamente, é possível fazer o mesmo procedimento para todos os outros valores de K.

Foi possível perceber que quanto maior o número de cartas Iniciadoras dentro de um baralho, ou seja, quanto maior o valor de K, maior também a probabilidade de se obter uma ou mais cartas de sucesso na mão. Além disso, foi perceptível que a probabilidade de se obter nenhuma carta de sucesso reduz consideravelmente conforme o número de K aumenta.

Tabela 3: Probabilidades de se obter 0, 1 ou 2 cartas favoráveis na mão inicial para diferentes valores de K, considerando $N = 40$ e $n = 5$.

K	$P(X = 0)$	$P(X = 1)$	$P(X = 2)$
4	0,5729	0,3581	0,0651
5	0,4934	0,3979	0,0995
6	0,4229	0,4229	0,1364
7	0,3607	0,4353	0,1741
8	0,3060	0,4372	0,2111
9	0,2582	0,4304	0,2459
10	0,2166	0,4165	0,2776

Os resultados da Tabela 3 indicam que $P(X = 1)$ possui seus maiores valores quando K está entre 6 e 9. No intervalo entre $K = 6$ e $K = 9$, há uma redução no valor de $P(X = 0)$, o qual varia de $42,29\%$ até $25,82\%$ e há um aumento no valor de $P(X = 2)$, o qual varia de $13,64\%$ até $24,59\%$. A partir da visualização gráfica mostrada na Figura 3, nota-se que a probabilidade de que a mão inicial tenha 2 cartas é menor para o caso de $K = 7$ do que no caso de $K = 8$, sendo que é necessário reduzir a probabilidade de $P(X = 2)$ o quanto for possível. A maior probabilidade possível de se obter somente uma carta iniciadora é dada pela junção dos parâmetros de $n = 5$, $K = 7$ e $N = 40$. Desse modo, o caso de maximização aproximada de $P(X = 1)$ submetido a uma minimização de $P(X = 0)$ e $P(X = 2)$ é aquele em que $K = 7$.

Esses resultados apoiam a hipótese de que usar 7 cartas de sucesso é mais vantajoso do que usar 8 quando se deseja obter exatamente uma carta específica na mão inicial. Nesse sentido, ao utilizar 7 cartas de sucesso no baralho, a probabilidade de obter exatamente uma carta sucesso é aproximadamente maximizada, enquanto o risco de obter 2 ou mais cartas de sucesso é minimizado dentro da limitação imposta anteriormente. Essa análise é posteriormente útil para as cartas I_2.

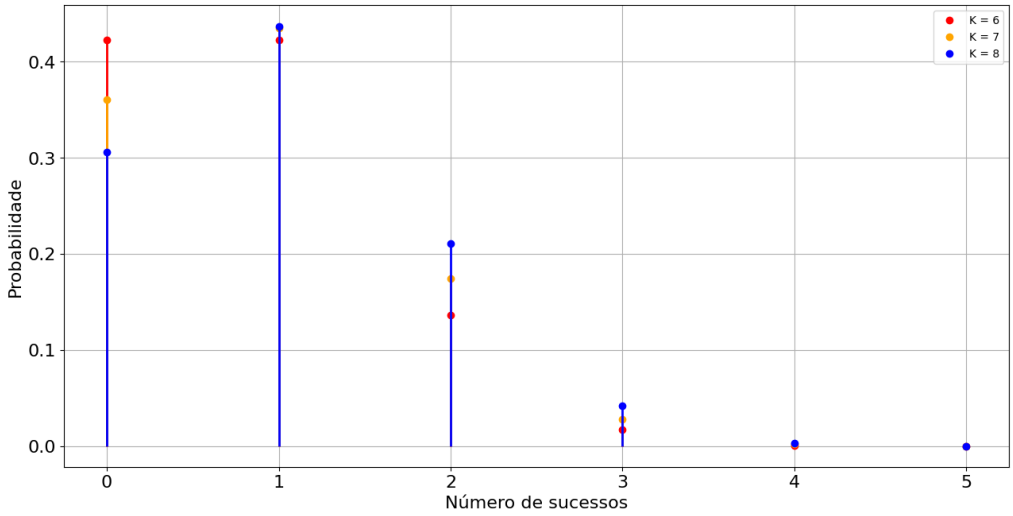


Figura 3: Gráfico de distribuição hipergeométrica para valores diferentes de K. Os parâmetros adotados foram $N = 40$, $n = 5$, com K variando de 6 até 8.

3.3.2 Casos de maximização aproximada de $P(X = 2)$ e $P(X = 3)$

Há cartas no baralho que o jogador pode desejar obter em maior número. Nesse aspecto, é válido observar o comportamento da distribuição hipergeométrica para valores mais altos, mantendo $N = 40$ e $n = 5$. Ao observar para quais valores $P(X = 2)$ e $P(X = 3)$ são maximizados, notou-se que o primeiro atinge o valor próximo do máximo no intervalo entre 15 e 17, enquanto que o segundo atinge esse patamar quando está entre 23 e 25. Esses valores foram organizados na Tabela 4.

Tabela 4: Probabilidades de se obter entre 1 e 4 cartas favoráveis na mão inicial para diferentes valores de K, considerando $N = 40$ e $n = 5$ para valores de K iguais a 15, 16, 17, 23, 24 e 25.

K	$P(X = 1)$	$P(X = 2)$	$P(X = 3)$	$P(X = 4)$
15	0,2884	0,3670	0,2074	0,0519
16	0,2584	0,3691	0,2349	0,0664
17	0,2288	0,3660	0,2615	0,0832
23	0,0832	0,2615	0,3660	0,2288
24	0,0664	0,2349	0,3691	0,2584
25	0,0519	0,2074	0,3670	0,2884

3.4 Casos particulares

3.4.1 Caso de 1, 2 ou 3 cartas iguais no baralho

Em Yu-Gi-Oh!, como é permitido usar até 3 cópias de determinadas cartas no baralho principal, é conveniente analisar como ter 1, 2 ou 3 cartas em um baralho afeta a probabilidade de se obter essa carta na mão inicial. Nesse caso, basta utilizar K entre 1 e 3, mantendo $N = 40$ e $n = 5$, conforme mostrado na Tabela 5. Nota-se que aumentar o número de cópias, nesse contexto,

Tabela 5: Probabilidades de se obter entre 1 e 4 cartas favoráveis na mão inicial para diferentes valores de K, considerando $N = 40$ e $n = 5$ para valores de K iguais a 1, 2 e 3.

K	$P(X = 0)$	$P(X = 1)$	$P(X = 2)$	$P(X = 3)$
1	0,8750	0,1250	0,0	0,0
2	0,7628	0,2244	0,0128	0,0
3	0,6624	0,3011	0,0354	0,0010

aumenta a probabilidade de se obter uma carta na mão inicial. A variação de $P(X = 1)$ até $P(X = 3)$ apresentou um aumento percentual de 12,5% até 30,11% de obter a carta desejada na mão inicial. Por outro lado, também há um pequeno aumento na possibilidade de obter duas cartas de sucesso na mão inicial, que seria de 0% até 3,54%. Essa análise é útil para avaliar quantas cópias se utilizar de cada carta em um baralho principal.

3.4.2 Caso de um baralho com mais de 40 cartas

Em um baralho entre 41 e 60 cartas, é preciso fazer um ajuste para K que seja proporcional ao aumento no número de cartas no baralho. Nesse sentido, foi preciso calcular as probabilidades para diferentes valores de N e K, de modo proporcional e que analisasse qual o valor máximo de $P(X = 1)$ sob os seus respectivos parâmetros. Os dados obtidos foram organizados na Tabela 6:

A partir dos dados da Tabela 6, preservando o valor de $P(X = 1)$ entre 42,8% e 43,7%, foi possível perceber que é possível aumentar o valor de N e manter a mesma proporção estabelecida quando $N = 40$, ajustando adequadamente o valor de K. Ademais, nota-se que quanto maior o valor de N mais difícil de aumentar especificamente o valor de $P(X = 1)$, pois a probabilidade de se obter 2 ou mais cartas de sucesso aumenta conforme o valor de K também aumenta. Essa percepção é também usada no contexto do Yu-Gi-Oh!, quando é do desejo do jogador aumentar o número de cartas do seu baralho principal e, então, é preciso realizar um reajuste dentro de suas cartas consideradas de sucesso.

3.4.3 Baralho com cartas que adicionam outra carta de forma aleatória

Há cartas que simplesmente adicionam uma carta do baralho principal para a mão do jogador de forma aleatória pois em princípio o deck está embaralhado e fazem adicionar cartas do topo.

Tabela 6: Probabilidades de se obter 0, 1 ou 2 cartas favoráveis na mão inicial para diferentes valores de K, considerando N variando de 41 até 60 e $n = 5$.

K	N	$P(X = 0)$	$P(X = 1)$	$P(X = 2)$
8	41-42	31,7%–32,7%	43,7%–43,6%	20,4%–19,6%
8	43-44	33,7%–34,7%	43,5%–43,4%	19,0%–18,4%
9	45-46	30,9%–31,8%	43,4%–43,4%	21,0%–17,2%
9	47-48	32,7%–33,6%	43,3%–43,2%	19,8%–19,2%
9	49-50	34,5%–35,4%	43,1%–43,0%	18,7%–18,1%
10	51-52	31,9%–32,7%	43,1%–43,0%	20,4%–19,9%
10	53-54	33,5%–34,3%	43,0%–42,9%	19,4%–18,8%
11	55-56	31,2%–31,9%	42,9%–42,9%	20,9%–20,4%
11	57-58	32,7%–33,5%	42,9%–42,8%	19,9%–19,5%
12	59-60	30,6%–31,4%	42,8%–42,8%	21,4%–20,9%

Essas cartas normalmente são inseridas em um baralho principal quando se deseja obter cartas específicas do baralho e poucas cartas cumprem os pré-requisitos para o objetivo final do jogador. Essas cartas são simples e seu texto comumente contém a seguinte ação: "Puxe uma carta do seu baralho principal". Alguns exemplos desse tipo de carta dentro jogo são as cartas: "*Pot of Duality*", "*Pot of Extravagance*", "*Upstart Goblin*" e "*Pot of Prosperity*".

Nesse sentido, cartas que adicionam outras cartas de forma aleatória são consideradas cartas virtuais, ou seja, cartas que servem apenas para substituir outras cartas e que efetivamente não se enquadram como cartas iniciadoras, extensoras, defesas ou finalizadoras. Normalmente a presença dessa carta faz o número efetivo de cartas no baralho ser reduzido. No caso, em um baralho com um número N de cartas, N_{Ef} seria o número efetivo de cartas no baralho principal que realmente tem influência no jogo.

Ao manter a quantidade de cartas de sucesso como $K = 7$ e ajustando o tamanho da população N_{Ef}, em que $N = 40$, observa-se um comportamento esperado na Tabela 7, em que a probabilidade de se obter exatamente uma carta de sucesso aumenta conforme o número de cartas N_{Ef} diminui. Esse aumento é substancialmente pequeno, visto que o módulo da diferença entre o caso de $P(X = 1)$ de $N_{Ef} = 34$ e $N_{Ef} = 40$ é de aproximadamente 0,007 (ou $0,70\%$), ou seja, essa diferença é baixa e praticamente insignificante.

Todavia, quando se observa o módulo da diferença usando como referência $P(X = 0)$, nota-se um acréscimo de $0,0710$ (ou $7,10\%$), garantindo que o jogador tenha maior probabilidade de obter pelo menos uma carta iniciadora. Quando analisa-se o caso de $P(X = 2)$, nota-se que há um aumento em módulo de $0,0470$ (ou $4,70\%$). Essa análise mostra que, na maioria dos casos, é válido usar esse tipo de carta para reduzir a probabilidade de ter nenhuma carta iniciadora na mão inicial.

Tabela 7: Probabilidades de se obter 0, 1 ou 2 cartas iniciadoras na mão inicial para diferentes valores de N_{Ef}, considerando $N = 40$, $n = 5$ e $K = 7$.

N_{Ef}	$P(X = 0)$	$P(X = 1)$	$P(X = 2)$
34	0,290	0,442	0,221
35	0,303	0,442	0,212
36	0,315	0,441	0,204
37	0,327	0,440	0,196
38	0,339	0,439	0,188
39	0,345	0,437	0,181
40	0,361	0,435	0,174

Há cartas no jogo que necessitam de uma condição específica para serem usadas e, então, adicionar cartas aleatoriamente do baralho principal para a mão do jogador. Alguns exemplos são as cartas "*Destiny Draw*" e "*Allure of Darkness*". Normalmente, essas cartas podem exercer a função de carta Iniciadora, Extensora ou Defesa em suas condições, porém, não são frequentemente usadas para essa finalidade. Cartas que adicionam até 2 cartas do baralho para mão inicial consistentemente contribuem de forma duplicada para reduzir o N_{Ef}, como a carta "*Pot of Extravagance*". Além disso, cartas que adicionam somente cartas de um determinado tipo são também consideradas daquele tipo: se uma carta adiciona somente cartas Extensoras ela é, portanto, Extensora.

3.5 Aplicação dos resultados da distribuição hipergeométrica para cada tipo de carta

A variável aleatória discreta X, associada à distribuição hipergeométrica, também pode ser considerada para cartas que não sejam Iniciadoras. Assim, para cartas Iniciadoras utiliza-se a notação $P(I = k)$, $P(I_1 = k)$, $P(I_2 = k)$; para cartas Extensoras, a notação $P(E = k)$; para cartas Defesa $P(D = k)$; e para cartas Finalizadoras, a notação $P(F = k)$. Apesar da mudança de notação, os parâmetros permanecem como $n = 5$ e $N = 40$. Essa diferenciação é relevante para a caracterização da variável aleatória considerada e, assim, para a especificação do evento utilizado no cálculo de probabilidade.

As cartas Iniciadoras que possuem maior restrição são I_2, então, é preciso analisar as três primeiras combinações da Tabela 2, que só possuem uma carta iniciadora em seu conjunto. Em um baralho de 40 cartas, em que 7 cartas são Iniciadoras e 33 cartas podem ser Extensora ou Defesa. Na Tabela 2, a primeira combinação consiste em uma mão inicial com uma carta Iniciadora, 2 cartas Extensoras e 2 cartas Defesa. Desse modo, basta dividir o número de cartas Extensoras (E) e Defesas (D), sendo 16 ou 17 cartas E e 16 ou 17 cartas D.

Uma parcela consideravelmente grande dos baralhos de Yu-Gi-Oh! TCG usados em torneios oficiais entre 2022 e 2025 utilizam cartas Finalizadoras somente no baralho adicional, visto que ele não influencia diretamente no baralho principal e proporciona maior probabilidade de não

obter uma carta indesejável na mão inicial. Todavia, no problema proposto neste estudo, usou-se como referência a obrigatoriedade de haver pelo menos uma carta do tipo Finalizadora no baralho principal ou adicional. Nesse aspecto, para analisar o caso da Combinação 1 (Tabela 2), basta analisar como distribuir 7 cartas Iniciadoras tipo 2 (I_2), 16 cartas Extensoras, 16 cartas Defesa e apenas uma carta Finalizadora. Para calcular o caso de uma carta Finalizadora, basta aplicar a Equação (2.1) para o cálculo da probabilidade do evento $[F = 0]$, que corresponde se obter 0 cartas Finalizadoras na mão inicial. Após aplicar a fórmula usando $n = 5$, $N = 40$ e somente uma carta Finalizadora no baralho principal, obteve-se que a probabilidade de se obter nenhuma carta finalizadora foi igual a $87,50\%$, pois $P(F = 0) = 0,875$ e $P(F = 1) = 0,125$ sob as condições aplicadas. Esse caso em que uma ou mais cartas finalizadoras estão presentes no baralho principal é um caso particular e que nas análises subsequentes serão considerados baralhos que não possuem cartas finalizadoras presentes no baralho principal.

Tabela 8: Tabela com as combinações da Tabela 2 e seus respectivos intervalos de valores de cartas I_1 e I_2, com $N = 40$.

#	Combinação	I_1	I_2	I	E	D
1	I-E-E-D-D	-	-	7 ± 1	16 ± 1	16 ± 1
2	I-E-E-E-D	-	-	7 ± 1	24 ± 1	9 ± 1
3	I-E-D-D-D	-	-	7 ± 1	9 ± 1	24 ± 1
4	I_1-I-E-E-D	11 ± 1	7 ± 1	18 ± 2	15 ± 1	7 ± 1
5	I_1-I-E-D-D	11 ± 1	7 ± 1	18 ± 2	7 ± 1	15 ± 1
6	I_1-I_1-I-E-D	17 ± 1	7 ± 1	24 ± 2	7 ± 1	7 ± 1

Para as Combinações 2 e 3 presentes na Tabela 2, também é possível fazer uma análise similar envolvendo a distribuição hipergeométrica. Para o caso da Combinação 2, basta verificar para quais valores de E os valores de $P(E = 3)$ se tornam máximos sob as condições estabelecidas. Conforme a Tabela 4, os valores adequados para E são 24 ou 25. Dessa maneira, é observado que se $I = 7$, $E = 24$ ou 25 e $F = 1$, então, para que se totalize um número $N = 40$, bastaria ter $D = 7$ ou 8, que é análogo ao caso mostrado para o caso das cartas Iniciadoras. Para a análise da Combinação 3 basta realizar o mesmo procedimento feito para a Combinação 2, substituindo os valores de E para D obtendo a mesma faixa de probabilidades.

A princípio, obter mais do que uma carta Iniciadora na mão inicial não condiz com a mão favorável proposta na Tabela 2 para as três primeiras combinações, mas contribui para as três últimas combinações apresentadas. Assim, é comum que se use entre 12 e 15 cartas Iniciadoras, variando entre I_1 e I_2, em um baralho principal de $N = 40$, sendo que as cartas I_2 são colocadas em valores entre 6 e 8.

Na Tabela 8, foi possível organizar a faixa de cartas I, E e D que mais contribuem para determinado tipo de combinação desejada. A primeira coluna corresponde ao número da combinação expressa na Tabela 2, enquanto que a segunda coluna mostra o tipo de combinação. No caso das combinações 1, 2 e 3, é notório que basta realizar operações de modo que a soma entre I_1 e I_2 se

Tabela 9: Tabela com os respectivos intervalos de valores de cartas I_1 e I_2, com $N = 40$ com representação percentual.

#	I_1	I_2	I	E	D
1	–	–	42,28% **43,53%** 43,72%	36,70% **36,91%** 36,60%	36,70% **36,91%** 36,60%
2	–	–	42,28% **43,53%** 43,72%	36,60% **36,91%** 36,70%	43,71% **43,04%** 41,65%
3	–	–	42,28% **43,53%** 43,72%	43,71% **43,04%** 41,65%	36,60% **36,91%** 36,70%
4	36,91% **36,60%** 35,81%	42,28% **43,53%** 43,72%	36,60% **35,80%** 34,56%	36,70% **36,91%** 36,60%	42,28% **43,53%** 43,72%
5	36,91% **36,60%** 35,81%	42,28% **43,53%** 43,72%	36,91% **35,80%** 32,92%	42,28% **43,53%** 43,72%	36,70% **36,91%** 36,60%
6	35,80% **36,91%** 35,96%	42,28% **43,53%** 43,72%	35,80% **36,91%** 35,96%	42,28% **43,53%** 43,72%	42,28% **43,53%** 43,72%

torne igual a I. Outrossim, é válido representar a Tabela 8 como porcentagens, mostrando quantos pontos percentuais são modificados ao mudar a quantidade de cada tipo de carta. A Tabela 9 mostra de maneira percentual os dados da Tabela 5, fazendo as devidas correspondências para cada caso de $P(X = k)$.

4 TORNEIOS DE YU-GI-OH! E A DISTRIBUIÇÃO HIPERGEOMÉTRICA

4.1 Contextualização sobre os torneios de Yu-Gi-Oh! TCG

Há quatro tipos de torneios dentro do Yu-Gi-Oh! TCG. Há torneios locais, os quais são de pequena escala e normalmente tem menos do que 30 participantes. Há os torneios regionais e nacionais, normalmente realizados em centros de eventos e podem ter entre 50 e 500 pessoas. Há os torneios considerados grandes e expressivos, que são os YCS (*Yugioh Championship Series*), WCQ (*World Championship Qualifier*) e o próprio Campeonato Mundial.

Nesse âmbito, o YCS pode reunir entre 200 e mais de 1000 pessoas, sendo realizado em mais de um dia e com sucessivas rodadas de eliminação no modelo de pontuação suíço. Nessa competição, é de extrema importância que um baralho possa obter múltiplas combinações de mãos iniciais favoráveis ao longo da competição, ou seja, que tenha uma consistência considera-

velmente elevada diante da quantidade de partidas disputadas. Nessa perspectiva, os torneios de categoria YCS foram selecionados para este estudo, devido ao vasto número de informações e ao maior número de participantes em relação aos outros torneios oficiais.

4.2 Uso da distribuição hipergeométrica em torneios YCS

4.2.1 Seleção dos torneios e classificação de cartas

Os torneios YCS escolhidos para este estudo foram elencados na Tabela 10, com seu período de realização e seu respectivo número de participantes. Os dados a respeito desse tipo de torneio são mais acessíveis e há mais jogadores inscritos. É importante ressaltar que entre março de 2020 e janeiro de 2022, devido ao agravamento do Covid-19 pelo mundo e suas consequentes medidas de isolamento social [7, 14], a quantidade de torneios foi reduzida e, além disso, houve torneios de forma remota.

Tabela 10: Torneios YCS de Yu-Gi-Oh! TCG analisados e seus detalhes.

#	Local do Torneio	Participantes	Período
1	Pasadena, Estados Unidos	1578	Novembro, 2019
2	Utrecht, Países Baixos	2227	Fevereiro, 2020
3	América do Sul (Remoto)	1179	Maio, 2021
4	Reino Unido (Remoto)	1796	Julho, 2021
5	Utrecht, Países Baixos	2100	Outubro, 2022
6	Bogotá, Colômbia	1126	Março, 2023
7	Dortmund, Alemanha	2580	Setembro, 2023
8	Richmond, Estados Unidos	1494	Novembro, 2023
9	Raleigh, Estados Unidos	1793	Abril, 2024
10	Indianapolis, Estados Unidos	1788	Maio, 2024
11	Lille, França	1897	Setembro, 2024
12	Bologna, Itália	2504	Novembro, 2024
13	Buenos Aires, Argentina	783	Março, 2025
14	Cidade do México, México	1432	Abril, 2025
15	Houston, Estados Unidos	1496	Abril, 2025
16	Providence, Estados Unidos	1522	Maio, 2025

Os torneios foram analisados a partir de informações de sites confiáveis que divulgam os dados sobre cada uma das competições [8,9,10,11,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29]. Ademais, é interessante observar os baralhos principais dos vencedores desses torneios e classificar cada tipo de carta utilizada.

Na Tabela 11, há as informações sobre os baralhos principais de cada um dos vencedores dos torneios selecionados, com as probabilidades calculadas usando como referência N_{Ef} ao invés de N. Os dados a respeito das quantidades de cada tipo de carta (I_1, I_2, I, E e D) foram exibidos

Tabela 11: Classificação de cartas dos baralhos principais dos vencedores dos torneios YCS de Yu-Gi-Oh! TCG elencados.

#	I_1	I_2	I	E	D	N	N_{Ef}	$P(I_2 = 1)$	$P(I = 1)$	$P(I = 2)$
1	6	3	9	13	11	40	33	34,64%	40,29%	30,70%
2	3	5	8	15	11	40	34	42,68%	42,98%	26,16%
3	12	3	15	17	7	40	39	30,69%	27,68%	36,91%
4	6	1	7	11	17	41	35	14,29%	44,15%	21,19%
5	3	0	3	31	6	40	40	0,00%	30,11%	3,54%
6	11	2	13	8	16	40	37	24,02%	31,69%	36,22%
7	12	6	18	16	12	46	46	40,00%	26,89%	36,57%
8	6	3	9	19	12	43	40	30,11%	43,04%	24,59%
9	10	4	14	8	19	41	41	35,25%	32,79%	35,52%
10	9	4	13	9	22	44	44	33,66%	37,67%	32,28%
11	10	6	16	11	17	44	44	40,78%	30,17%	36,20%
12	7	5	12	7	21	40	40	39,79%	37,34%	32,86%
13	7	6	13	14	15	43	42	41,55%	36,30%	33,50%
14	9	6	15	13	12	41	40	42,29%	28,84%	36,70%
15	10	4	14	15	9	40	39	36,38%	30,76%	36,35%
16	9	4	13	11	18	42	42	43,29%	36,29%	33,50%

dessa forma para mostrar a diferença entre a probabilidade de se obter exatamente uma carta I_2 ($P(I_2 = 1)$) e a probabilidade de se obter uma carta I independente do seu tipo, como são as probabilidades $P(I = 1)$ e $P(I = 2)$.

4.2.2 Análise geral sobre uso de cada tipo de carta em cada torneio

Entre 15 dos 16 torneios examinados, houve o uso maior de cartas I_1 do que de cartas I_2, o que é esperado devido às múltiplas possibilidades que as cartas I_1 proporcionam. No Torneio 5, observou-se um elevado número de cartas E e foi um caso particular, no qual o jogador precisava obter duas ou mais cartas Extensoras para atingir seu objetivo final. Nesse aspecto, ao realizar os cálculos de distribuição hipergeométrica, obteve-se que $P(E = 0) = 0,0002$ e $P(E = 1) = 0,0059$ associados aos parâmetros $n = 5$ e $N = 40$. Portanto, pela probabilidade complementar [3], concluiu-se que a probabilidade desse jogador obter 2 ou mais cartas E em sua mão inicial é de aproximadamente 99,38% e está atrelada à estratégia do jogador.

Houve torneios em que o baralho do vencedor foi semelhante ao baralho da maioria dos outros jogadores que alcançaram as posições mais elevadas do torneio. Por exemplo, no Torneio 9, 5 dos 8 jogadores que ficaram nas oito maiores posições (chamado de "Top 8") usaram o arquétipo "*Snake-Eye*" e no Torneio 10, 7 dos 8 jogadores do Top 8 usaram esse mesmo arquétipo.

Em uma perspectiva geral, cada estrutura de baralho apresentado na Tabela 11 favorece um ou mais tipos de combinação estabelecidos na Tabela 2. Os baralhos que visam ter somente uma carta *I* na mão inicial tem entre 7 e 9 cartas desse tipo, com seus respectivos ajustes segundo sua estratégia e seu número efetivo de cartas N_{Ef}. Por outro lado, os baralhos que visam ter 2 cartas *I* podem ter entre 13 e 18 cartas, como ocorre nos Torneios 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16. Notou-se que os torneios mais recentes apresentam baralhos principais que contribuem mais para obtenção das Combinações 4 e 5 (Tabela 2). A partir do Torneio 9, N_{Ef} ficou mais próximo de N. Essa mudança ocorreu devido às mecânicas de restrições associadas ao jogo.

5 CONCLUSÕES

Com o objetivo de construir um baralho com a quantidade ideal de cartas de cada tipo, foi percebido que é essencial obedecer a uma proporção ideal para maximizar a probabilidade de se obter uma dada combinação de cartas, variando conforme o número de cartas efetivas do baralho (N_{Ef}). A proporção adequada para se obter as combinações para uma mão inicial favorável foi mostrada na Tabela 2.

A partir da metodologia proposta, este trabalho contribui para que jogadores de Yu-Gi-Oh! TCG com um número variado de cartas em seu baralho tenham a correta percepção matemática das probabilidades acerca do seu respectivo baralho no seu turno inicial do jogo. Para um baralho de 40 cartas, o jogador pode utilizar as Tabelas 3, 4, 5, 7, 8 e 9 como referências para montar um baralho no contexto competitivo e, caso o jogador deseje utilizar um número de cartas entre 41 e 60, a Tabela 6 demonstra como as principais probabilidades são ajustadas conforme o aumento no número de cartas. Portanto, a aplicação atingiu seu objetivo de contribuir para o planejamento de um baralho em Yu-Gi-Oh! TCG.

Além disso, reunir as informações sobre os baralhos dos principais vencedores de torneios relevantes entre 2019 e 2025 (Tabela 11), aliada à uma categorização específica de cartas, reforçou que a distribuição hipergeométrica pode ser uma ferramenta para indicar a quantidade ideal de determinadas cartas em um baralho para obter determinadas combinações de cartas, inclusive em alto nível competitivo.

O caso de baralhos com estratégias mais complexas e com suas particularidades não foi estudado, pois o escopo do trabalho foi estudar a matemática probabilística envolvida no problema de forma geral e não em discutir a respeito de jogadas específicas do jogo Yu-Gi-Oh!. Ademais, apenas foi analisado o caso do jogador que iniciou seu turno e não houve a exploração do caso em que o jogador que vai jogar no turno seguinte. Desse modo, este trabalho pode ser usado posteriormente para elaborar um estudo a respeito das probabilidades de se obter cartas específicas por causa de mecânicas particulares do jogo, como lista de cartas banidas e restritas, e, inclusive, este estudo é aplicável em outros jogos de cartas que tenham mecânicas de baralho similares.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem aos revisores pelas observações e sugestões fornecidas durante o processo de revisão.

Disponibilidade de dados

Os dados que colaboram para os resultados deste estudo estão disponíveis em `https://github.com/Samir1237/tcam-2026`.

Editor associado: Mário de Castro

ABSTRACT. This paper investigates an application of the hypergeometric distribution in the Yu-Gi-Oh! TCG context, from a competitive and probabilistic perspective. The construction of a main deck has always been a critical factor to guarantee consistent wins in Yu-Gi-Oh! TCG, and many players employ strategies that implicitly rely on an empirical insight of probability, including the hypergeometric distribution inherent in their deck. This probabilistic insight is used to maximize the probability of obtaining an advantageous opening hand. The main objective of this paper is to show how Yu-Gi-Oh! TCG players, especially in the context of large-scale tournaments, such as the Yu-Gi-Oh! Championship Series (YCS), can use the hypergeometric distribution to optimize the performance of their decks. The model proposes 6 combinations, with 5 cards each, that result in an advantageous opening hand, based on a specific categorization of cards. From the perspective of the competitive Yu-Gi-Oh! TCG scenario, this paper helps beginner players build their decks and assists experienced players in confirming the ideal proportions to achieve different advantageous card combinations on the first turn. Furthermore, it shows a set of useful information for players, organized in tables.

Keywords: hypergeometric distribution, discrete distributions, deck planning, Yu-Gi-Oh! TCG.

REFERÊNCIAS

[1] Desenvolvimento de um jogo de cartas como recurso didático na aprendizagem da biodiversidade dos animais invertebrados. *Protagonista*, **4**(1) (2024), 51–54.

[2] L.d.S. Barreto, J.C. Caldato & L.d.O. Pereira. Modelagem matemática do jogo de cartas Yu-Gi-Oh! para o ensino de inequações polinomiais do 1º grau. *STUDIES IN EDUCATION SCIENCES*, **5**(2) (2024), e4408.

[3] J.L. Devore. “Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências”. E. Pioneira Thomson Learning (2006).

[4] K.D. Entertainment. Yu-Gi-Oh! NEURON. In “Yu-Gi-Oh! Official Site” (2025).

[5] B.d.J. Fontes, R.B. Costa, I.N. Freitas, H.M. Kamida, R.G. Benevides, S.M.B. Santos & C.R.N. Amorim. Micro duelo: adaptação do jogo Yu-Gi-Oh para o ensino da Microbiologia. *REVISA*, **13**(Esp1) (2024), 274–283.

[6] P. Hoban. “Road of the King” (2016).

[7] G.M. Houvèssou, T.P.d. Souza & M.F.d. Silveira. Medidas de contenção de tipo lockdown para prevenção e controle da COVID-19: estudo ecológico descritivo, com dados da África do Sul, Alemanha, Brasil, Espanha, Estados Unidos, Itália e Nova Zelândia, fevereiro a agosto de 2020. *Epidemiologia E Serviços de Saúde*, **30**(1) (2021).

[8] Y.G.O. Meta. YCS Buenos Aires 2025. In “Yu-Gi-Oh! Meta”. Buenos Aires (2025).

[9] Y.G.O. Meta. YCS Houston 2025. In “Yu-Gi-Oh! Meta”. Houston (2025).

[10] Y.G.O. Meta. YCS Mexico City 2025. In “Yu-Gi-Oh! Meta”. Mexico City (2025).

[11] Y.G.O. Meta. YCS Providence 2025. In “Yu-Gi-Oh! Meta”. Providence (2025).

[12] J.R.A. Nascimento. “O Poker como ferramenta de ensino da matemática na educação básica”. Ph.D. thesis, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife (2014).

[13] O. Nicolosi, F. Pisciotta & L. Bresolin. Deciding winning strategies in Yu-Gi-Oh! TCG is hard (2026). URL `https://arxiv.org/abs/2603.02863`.

[14] H. Onyeaka, C.K. Anumudu, Z.T. Al-Sharify, E. Egele-Godswill & P. Mbaegbu. COVID-19 pandemic: A review of the global lockdown and its far-reaching effects. *Science Progress*, **104**(2) (2021).

[15] D.J. Silva. YU-GI-OH: jogando com a Matemática. *Revista De Educação Matemática*, **16**(22) (2019), 299–307.

[16] D.J. Silva. YU-GI-OH: jogando com a Matemática. *Revista De Educação Matemática*, **16**(22) (2019), 299–307.

[17] R.S. Silva. “Matemática e poker: uma análise em pesquisas”. Ph.D. thesis, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória (2022).

[18] YGOPRODeck. YCS Pasadena 2019. In “YGOPRODeck”. Pasadena (2019).

[19] YGOPRODeck. YCS Utrecht 2020. In “YGOPRODeck”. Utrecht (2020).

[20] YGOPRODeck. EU Remote Duel YCS 2021. In “YGOPRODeck”. EU (2021).

[21] YGOPRODeck. South America Remote Duel YCS 2021. In “YGOPRODeck”. South America (2021).

[22] YGOPRODeck. YCS Utrecht 2022. In “YGOPRODeck”. Utrecht (2022).

[23] YGOPRODeck. YCS Bogotá 2023. In “YGOPRODeck”. Bogotá (2023).

[24] YGOPRODeck. YCS Dortmund 2023. In “YGOPRODeck”. Dortmund (2023).

[25] YGOPRODeck. YCS Richmond 2023. In “YGOPRODeck”. Richmond (2023).

[26] YGOPRODeck. YCS Bologna 2024. In “YGOPRODeck”. Bologna (2024).

[27] YGOPRODeck. YCS Indianopolis 2024. In “YGOPRODeck”. Indianopolis (2024).

[28] YGOPRODeck. YCS Lille 2024. In “YGOPRODeck”. Lille (2024).

[29] YGOPRODeck. YCS Raleigh 2024. In “YGOPRODeck”. Raleigh (2024).

How to cite

S.C.T. Nascimento & A.D.B. Abreu. Distribuição hipergeométrica aplicada ao planejamento de um baralho do jogo de cartas *Yu-Gi-Oh! TCG*. *Trends in Computational and Applied Mathematics*, **27**(2026), e01874. doi: 10.5540/tcam.2026.027.e01874.

CC BY