

# YGO Autoplaymat: campo de jogo automatizado com exibição holográfica para o Yu-Gi-Oh! TCG

Jean Pablo Vieira de Mello\*

Leandro Lesqueves Costalonga

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Computação e Eletrônica, Brasil

## RESUMO

O mercado de Jogos de Cartas Colecionáveis (TCG) tem tido significativo aumento ao longo dos últimos anos, com expectativa de faturamento U\$5,73 bi até o final de 2017. Por um lado, o maior faturamento ainda se encontra na modalidade de cartas físicas (impressas). Por outro, a audiência dos jogos de cartas digitais (40,6 milhões de jogadores) já supera facilmente a modalidade de cartas impressas (25,4 milhões). Dentre as vantagens da modalidade digital, encontram-se o suporte ferramental para controle do jogo e um projeto de interação mais sofisticado. Em contrapartida, muitos jogadores tendem a optar pela modalidade física pelo prazer de colecionar cartas e se socializar diretamente com outros jogadores. Muitos, ainda, procuram se enxergar no universo imaginário proposto pelo enredo do game. Nesses termos, este trabalho apresenta o YGO Autoplaymat, um campo de jogo que integra o físico e o digital, aplicado ao Yu-Gi-Oh! Trading Card Game, porém extensível a outros jogos da categoria. Propõe-se um projeto de interface de usuário tangível de realidade aumentada, que faz uso de hologramas visíveis a olho nu, visando aumentar a imersão do jogador. Tal dispositivo é capaz de reconhecer cartas e jogadas, de modo a oferecer auxílio digital aos jogadores, como, por exemplo, o controle da pontuação, contagem de turnos, e sugestões/validação de jogadas possíveis. É apresentada a arquitetura do sistema, incluindo o dispositivo de exibição holográfica, bem como o projeto de interação. Finaliza-se com os resultados esperados e trabalhos futuros.

**Palavras-chave:** jogos de cartas colecionáveis, TCG, holograma, realidade aumentada, interface de usuário tangível, jogos pervasivos.

## 1 INTRODUÇÃO

Por muitos anos, as cartas colecionáveis têm garantido o entretenimento de públicos adultos e infantis. Os primeiros exemplares surgiram com intuito puramente colecionável, apresentando imagens impressas de personagens conhecidos ou figuras do esporte. Posteriormente, as cartas adquiriram caráter também competitivo [1]. O ano de 1993 deu origem aos Jogos de Cartas Colecionáveis (TCG: *Trading Card Games* ou CCG: *Collectible Card Games*) [2]. Lançado como pioneiro na categoria, o jogo *Magic: The Gathering* introduz cartas com criaturas e magias que, mais do que simples impressos, possuem habilidades de batalha e/ou efeitos especiais sobre outras cartas, instigando o jogador a combiná-las formando baralhos estratégicos [3][4]. A partir de então, jogos similares foram ganhando o mercado, como o Yu-Gi-Oh! TCG e o Pokémon TCG [5].

Décadas após sua ascensão, as cartas impressas mantêm a sua expressividade no mercado dos jogos. No entanto, outra modalidade tem superado a audiência do carteadado físico: os jogos de cartas digitais. Representada principalmente pelo game *Hearthstone: Heroes*

*of Warcraft*, a modalidade digital já compreende 40,6 milhões de jogadores contra 25,4 milhões na modalidade física [6].

No entanto, muitos jogadores tendem a se manter fiéis ao jogo físico, por diversos motivos: a possibilidade de se colecionar cartas impressas e de se socializar com outros jogadores através da troca de cartas e das partidas presenciais colocam as cartas impressas como fonte de mais de 75% do faturamento previsto para o fim de 2017 no mercado TCG, de U\$5,73 bi. TCG's como *Magic: The Gathering* e *Yu-Gi-Oh!* já foram inseridos no mundo digital, porém seu sucesso ainda se concentra no jogo com artefatos tangíveis [6][7][8].

Introduzir elementos da tecnologia digital no mundo dos jogos de mesa e, mais especificamente, de cartas vem a combinar os atrativos das duas modalidades. O suporte oferecido pelos recursos digitais possibilita que o jogo real seja conduzido de forma mais fluida, uma vez gerenciado por um sistema que processe os complexos cálculos e regras de modo que o usuário possa jogar com maior concentração e menor confusão. Além disso, pode-se incorporar elementos visuais digitais ao ambiente de forma a imergir o jogador no enredo proposto pelo game, que geralmente envolve diferentes criaturas e magias, tornando a experiência mais atrativa [9][10].

Com base nisso, propõe-se o projeto YGO Autoplaymat, um campo de jogo automatizado para o Yu-Gi-Oh! TCG. A proposta visa aumentar a imersão do jogador integrando a modalidade de cartas físicas, por meio de uma interface de usuário tangível, com a modalidade digital, utilizando-se de realidade aumentada e um sistema de controle de jogo. Câmeras reconhecem a imagem, posição e orientação de cartas colocadas em campo. Um monitor de TV exibe projeções de figuras tridimensionais relativas às cartas reconhecidas, as quais são refletidas em uma pirâmide transparente, gerando hologramas visíveis a olho nu. O próprio sistema pode fazer o controle da pontuação de cada jogador, a contagem de turnos, e a notificação e validação de possíveis jogadas. Comandos como declarar um ataque ou encerrar o turno são realizados através do reconhecimento de cartas especiais, voltadas especificamente para este fim. Todos estes elementos e ações são também exibidos de forma holográfica.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Pode-se citar alguns trabalhos que procuram integrar elementos virtuais ao mundo dos games tangíveis: adaptação em realidade aumentada do jogo de tiro *Quake*, o *ARQuake* confere ao jogador visualização em primeira pessoa e interação com monstros virtuais incorporados ao mundo real, por meio de um dispositivo *wearable HMD (head-mounted device)* [11]. Já o *IncreTable* desafia o jogador a resolver quebra-cabeças envolvendo artefatos físicos e não-físicos, como, por exemplo, unir peças reais de modo a criar um percurso o qual um veículo virtual, projetado sobre a mesa, deve percorrer [12].

No que diz respeito aos jogos de mesa, nos quais os TCG's estão inclusos, o *TARBoard* propõe uma mesa de jogo transparente que se utiliza de duas câmeras: uma, situada na parte inferior da mesa, localiza artefatos do game por meio de marcadores, enquanto outra identifica os objetos e exibe modelos tridimensionais correspon-

\*e-mail: jeanpvmello@gmail.com

dentos por meio de transmissão de vídeo [13]. O ART, por sua vez, se volta diretamente aos TCG's, aplicando como campo de jogo um monitor horizontal, o qual reproduz cenas com base no cenário capturado por uma câmera e analisado conforme as regras do jogo [9].

O *Yu-Gi-Oh!* TCG, por si só, inspirou projeto específico: o site oficial da *Major League Hacking* (MLH) divulgou, ao final de 2015, uma matéria a respeito do projeto *ShadowRealmVR*, realizado durante um evento organizado pela liga, integrando chips NFC às cartas de modo a identificá-las unicamente por meio de um leitor e exibir um ambiente em realidade virtual com modelos 3D visíveis através de um HMD [14].

Dentre os projetos mencionados, todos os aplicáveis ao TCG empregam algum dispositivo de visualização dos objetos aumentados ou do ambiente virtual. Além disso, alguns ainda propõem modificações nos artefatos físicos com a incorporação de marcadores ou chips NFC. O *YGO Autoplaymat* dispensa todos esses elementos, permitindo que o jogador utilize seu baralho em sua forma original e visualize os modelos tridimensionais a olho nu.

### 3 YU-GI-OH! TCG: GAMEPLAY

Para que se entenda o funcionamento do *YGO Autoplaymat*, é necessário que se compreenda os elementos mais básicos do *gameplay* do jogo, os quais podem ser conferidos no Livro Oficial de Regras do game [15]. A Figura 1 mostra o ambiente de jogo do *Yu-Gi-Oh!* TCG.



Figura 1: Ambiente de jogo do *Yu-Gi-Oh!* TCG.

Dois jogadores adversários contam inicialmente com 8000 Pontos de Vida. O objetivo do jogador é reduzir os Pontos de Vida do adversário a 0, deixá-lo impossibilitado de sacar uma nova carta de seu baralho ou ativar um efeito de carta que conceda a vitória.

Os jogadores atuam em turnos intercalados. Os turnos, por sua vez, são divididos em fases, as quais determinam os tipos de jogadas que podem ser performadas. O controle de turnos é importante para jogadas de longa duração.

Três tipos básicos de cartas (dos quais derivam variantes) constroem o cenário: as Cartas de Monstro possuem pontuação de ataque e defesa que, em um combate, devem superar a pontuação de ataque/defesa do adversário. As Cartas Mágicas, semelhantemente a algumas Cartas de Monstro, possuem efeitos especiais que auxiliam a condução da jogada. Já as Cartas Armadilhas se valem de efeitos voltados a frustrar a jogada do adversário.

Alguns efeitos de cartas são ativados unicamente quando a carta entra em campo, outros se repetem periodicamente e outros, ainda, se mantêm ativos enquanto a carta perdura em campo. Nem todos os efeitos são de ativação obrigatória: alguns podem ser ativados em um momento que jogador julgue mais oportuno.

A disposição das cartas é importante: monstros posicionados na vertical são considerados em posição de ataque, enquanto na ho-

rizontal se colocam em posição de defesa. Cartas também podem ser posicionadas com a face voltada para baixo, ocultando-as do adversário.

Pontos de Vida são afetados por ações como: batalha entre dois monstros em posição de ataque (ou entre monstro e jogador, quando este não controla monstros) ou ativação de efeitos que afetem diretamente a pontuação ou que exijam que se pague um preço de ativação.

A quantidade de cartas de cada tipo em jogo é limitada pelo layout do campo. De acordo com o site oficial do game [16], em 21 de julho de 2017 foi introduzido no ocidente uma nova mecânica de jogo que inclui um campo reformulado, apresentado no novo Manual do Iniciante [17]. O projeto aqui descrito baseia-se neste campo, o qual é esboçado na Figura 2.

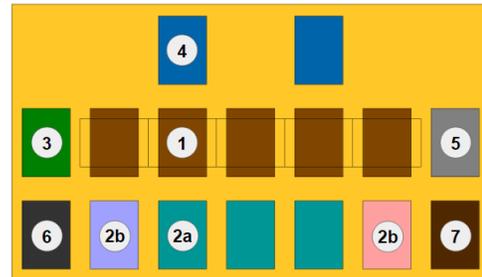


Figura 2: Campo de jogo introduzido no ocidente em 2017: 1. Zonas de Cartas de Monstro; 2. Zonas de Cartas Mágicas e Armadilhas (a) simples; (b) e Zona Pêndulo; 3. Zona de Carta de Campo; 4. Zonas Extras de Cartas de Monstro; 5. Cemitério; 6. Zona de Baralho Extra; 7. Zona de Baralho Principal.

### 4 ARQUITETURA E METODOLOGIA

O *YGO Autoplaymat* trabalha apenas sobre algumas das zonas de cartas da Figura 2: as Zonas Principais de Cartas de Monstro (1), as Zonas de Cartas Mágicas e Armadilhas (2), a Zona de Carta de Campo (3) e as Zonas Extras de Cartas de Monstro (4).

O sistema executa, basicamente, três processos: reconhecimento de cartas e fichas de comando, exibição holográfica e controle de jogo. Todos são gerenciados via *Processing*, linguagem e ambiente de programação voltado a aplicações visuais [18]. A Figura 3 esquematiza o funcionamento do sistema.

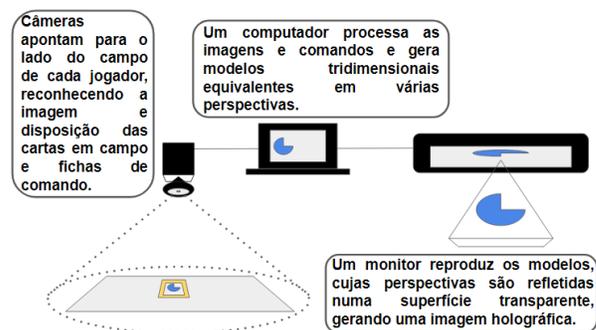


Figura 3: Funcionamento do *YGO Autoplaymat*.

#### 4.1 Reconhecimento de cartas e fichas de comando

Cada lado do campo conta com uma câmera que monitora continuamente seu estado. O software compara a imagem registrada de cada zona com modelos de cartas preestabelecidos, a fim de confirmar a

presença de uma carta e, em caso positivo, identificá-la. O reconhecimento se dá através da comparação de histogramas. Todos os conceitos e equações matemáticas apresentados nesta subseção são baseados no material fornecido pelo site oficial da Biblioteca *Open Source* de Computação Visual (*OpenCV*) [19].

Um histograma é uma representação da distribuição de intensidade em uma imagem. Os níveis de intensidade são quantizados dentro de um intervalo discreto tal que o histograma possa registrar quantos pixels da imagem apresentam cada um desses níveis.

Um modelo de carta possui três histogramas, cada um relativo à intensidade de uma das cores primárias: vermelho, verde e azul. A Figura 4 apresenta um exemplo de modelo junto a seus respectivos histogramas.

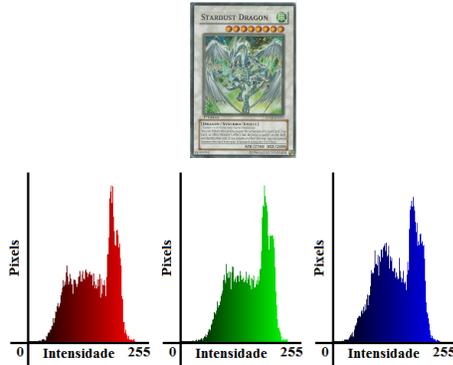


Figura 4: Exemplo de histogramas de um modelo de carta.

Cada histograma é registrado como um conjunto de 256 elementos  $H = \{h_0, h_1, h_2, \dots, h_{255}\}$ , tal que cada  $h_i$  contém a informação de quantos pixels da imagem possuem intensidade  $i$ . A cada quadro capturado pelas câmeras, são levantados os histogramas relativos às zonas de cartas. Então, eles são comparados aos histogramas equivalentes dos modelos segundo quatro métodos matemáticos: a correlação, o chi-quadrado, a interseção e a distância de Bhattacharyya, apresentados pelas equações (1) a (4), respectivamente, em que  $\bar{H}$  representa a média aritmética do conjunto  $H$ .

$$\text{Correlação} = \frac{\sum_{i=0}^{255} (h_{1i} - \bar{H}_1)(h_{2i} - \bar{H}_2)}{\sqrt{\sum_{i=0}^{255} (h_{1i} - \bar{H}_1)^2 \sum_{i=0}^{255} (h_{2i} - \bar{H}_2)^2}} \quad (1)$$

$$\text{Chi-quadrado} = \sum_{i=0}^{255} \frac{(h_{1i} - h_{2i})^2}{h_{1i}} \quad (2)$$

$$\text{Interseção} = \sum_{i=0}^{255} \min(h_{1i}, h_{2i}) \quad (3)$$

$$\text{Distância de Bhattacharyya} = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=0}^{255} \sqrt{h_{1i} h_{2i}}}{256 \sqrt{\bar{H}_1 \bar{H}_2}}} \quad (4)$$

A comparação modelo-zona através de três histogramas e quatro métodos gera um total de 12 métricas. Quanto mais próximos são dois histogramas, maior é a correlação e interseção e menor a relação chi-quadrado e distância de Bhattacharyya entre eles. O programa determina qual modelo atende a essas condições para a maior quantidade de métricas. Se esta é superior a um valor mínimo, considera-se que a carta correspondente ao modelo está presente na zona analisada.

Modelos de cartas viradas para baixo e de zonas vazias também são considerados. No caso das zonas de cartas de monstro, a análise

deve ser feita tanto na vertical quanto na horizontal, devido à dual possibilidade de posicionamento desse tipo de carta.

Além de cartas, o sistema também pode identificar fichas designadas a comandos os quais um jogador pode realizar, conforme detalha a subseção 4.3.

## 4.2 Exibição holográfica

Uma vez identificada uma carta válida em campo, um modelo tridimensional equivalente é exibido na tela do computador em quatro perspectivas e posições distintas, conforme exemplifica a Figura 5.

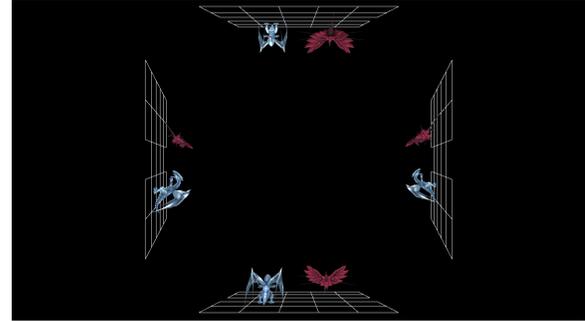


Figura 5: Exemplo de perspectivas 3D geradas.

O monitor reproduz a exibição em maior escala. Cada uma das faces de uma pirâmide de acrílico transparente de base quadrada, centralizada sob o monitor, reflete uma das perspectivas. A pirâmide mantém uma relação de 1/2 entre sua altura e o lado da base, de modo que suas faces sejam inclinadas a 45° em relação à superfície e a projeção seja refletida a 90° (Figura 6). O *background* negro foi escolhido com o intuito de não emitir luz RGB e, portanto, não sofrer reflexão. Dessa forma, apenas a perspectiva refletida é vista pelo observador, causando a impressão de que ela se projeta no ar, originando a exibição holográfica. Cada observador tem uma visão diferente (Figura 7).

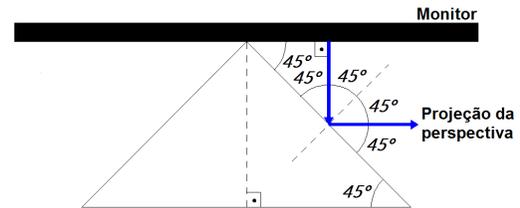


Figura 6: Geração da visualização holográfica.

## 4.3 Controle de jogo

O *YGO Autoplaymat* controla elementos do *gameplay* como validação de jogadas, pontuação, contagem de turnos e transição entre fases de um turno. Cada um dos tópicos básicos do *gameplay* apresentados na seção 3 pode ser controlado pelo sistema:

- Efeitos de cartas: serão executados automaticamente quando mandatórios, e sob comando/confirmação do jogador quando opcionais;
- Ações: o sistema reconhece fichas de comando para realizar ações que precisam ser declaradas pelo jogador. Essas ações incluem declarar um ataque indicando as zonas em que se encontram os monstros atacante e atacado (caso haja), passar para a próxima fase de um turno e confirmar uma ação, como pagar Pontos de Vida para a ativação de um efeito opcional;

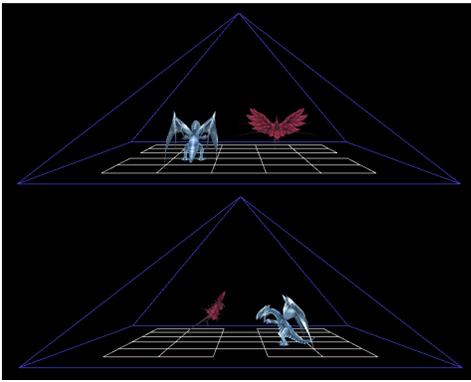


Figura 7: Visualizações dos hologramas segundo um jogador (em cima) e um observador lateral (em baixo).

- Pontos de Vida: a exibição holográfica mostra a pontuação de cada jogador. Pontos de Vida afetados por ataques, efeitos ou preços de ativação são atualizados automaticamente;
- Contagem de turnos: o turno corrente também pode ser conferido através da exibição holográfica;
- Validação de jogadas: jogadas inválidas são identificadas pelo sistema e acusadas por meio da exibição holográfica;
- Disposição das cartas: o modelo tridimensional de uma mesma criatura varia conforme sua posição de ataque ou defesa. A presença de cartas com a face voltada para baixo é indicada nas respectivas zonas nas quais estão colocadas. O controle da partida segundo os itens supracitados leva em conta a disposição das cartas.

## 5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Jogos de Cartas Colecionáveis conquistam públicos diversos tanto na modalidade física quanto na digital. O *YGO Autoplaymat* se apresenta como uma tecnologia de integração dessas modalidades, oferecendo a jogabilidade do carteadado físico em conjunto com o suporte digital de controle dos elementos do jogo. O feedback holográfico garante ao jogador maior imersão no universo proposto pelo game, proporcionando a sensação de se estar interagindo diretamente com criaturas e magias em um combate legítimo.

Testes preliminares de reconhecimento por histograma apresentaram 75% de acurácia num ambiente com iluminação intensa e difusa. No entanto, os resultados sofriam forte interferência de variações de iluminação. Espera-se obter maior e mais invariante taxa de acerto combinando-se a comparação de histogramas com métodos como Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR) e/ou funcionalidades de bibliotecas de Visão Computacional.

A exibição holográfica pode ser complementada com recursos sonoros, enriquecendo ainda mais a experiência do usuário.

O controle do jogo, por sua vez, deve estar submetido a constante refinamento, diante das numerosas e complexas regras. Aos poucos, elementos mais específicos do jogo podem ser incorporados ao sistema, aproximando o usuário de uma jogabilidade mais automática e menos propensa a erros.

## REFERÊNCIAS

- [1] K. Muroi, "Electronic game system using a trading-card-type electronic recording medium," Mar. 2 1999, uS Patent App. 09/260,441.
- [2] P. P. da Silva, "Reflexões sobre o consumo do card game: "magic: The gathering" a partir dos depoimentos dos jogadores," *a obra para piano Solo dE ClaUdio Santoro: ideologia, diversidade cultural e*, p. 59, 2017.
- [3] S. Turky, S. Adinolf, and D. Tirthali, "Collectible card games as learning tools," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 46, pp. 3701–3705, 2012.
- [4] "How to play," *Magic: The Gathering*, acesso em: 20 jul. 2017. [Online]. Available: <http://magic.wizards.com/en/new-to-magic>
- [5] K. Belson, "Rival to pokémon keeps market hot.(yu-gi-oh card game, software, cartoons, and toys more popular than pokémon)," *The New York Times*, vol. 152, October 2002.
- [6] "Digital collectible card games report," *SuperData: Games and Interactive Media Intelligence*, acesso em: 20 jul. 2017. [Online]. Available: <https://www.superdataresearch.com/market-data/digital-card-games>
- [7] "Yu-gi-oh!" *Britannica Online Academic Edition*, April 2017, acesso em: 14 jul. 2017. [Online]. Available: <http://academic.eb.com/levels/collegiate/article/443960>
- [8] W. Luton, "What magic: The gathering can teach game devs," *Game Developer*, vol. 20, no. 2, February 2013. [Online]. Available: <http://search.proquest.com/docview/1283751948/>
- [9] A. H. Lam, K. C. Chow, E. H. Yau, and M. R. Lyu, "Art: augmented reality table for interactive trading card game," in *Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications*. ACM, 2006, pp. 357–360.
- [10] J. Leitner, C. Köffel, and M. Haller, "Bridging the gap between real and virtual objects for tabletop games," *International Journal of Virtual Reality*, vol. 7, no. 3, pp. 1–5, 2009.
- [11] B. Thomas, B. Close, J. Donoghue, J. Squires, P. De Bondi, M. Morris, and W. Piekarski, "Arquake: An outdoor/indoor augmented reality first person application," in *Wearable computers, the fourth international symposium on*. IEEE, 2000, pp. 139–146.
- [12] J. Leitner, M. Haller, K. Yun, W. Woo, M. Sugimoto, and M. Inami, "Incretable, a mixed reality tabletop game experience," in *Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*. ACM, 2008, pp. 9–16.
- [13] W. Lee, W. Woo, and J. Lee, "Tarboard: Tangible augmented reality system for table-top game environment," in *2nd International Workshop on Pervasive Gaming Applications, PerGames*, vol. 5, no. 2.1, 2005.
- [14] "Digital collectible card games report," *Major League Hacking*, acesso em: 20 jul. 2017. [Online]. Available: [http://www.yugioh-card.com/en/rulebook/EN\\_SDSE.Rulebook.pdf](http://www.yugioh-card.com/en/rulebook/EN_SDSE.Rulebook.pdf)
- [15] "Yu-gi-oh! trading card game: Official rulebook," *Yu-Gi-Oh! Trading Card Game*, acesso em: 20 jul. 2017. [Online]. Available: [http://www.yugioh-card.com/en/rulebook/EN\\_SDSE.Rulebook.pdf](http://www.yugioh-card.com/en/rulebook/EN_SDSE.Rulebook.pdf)
- [16] "Gameplay: Official rulebook," *Yu-Gi-Oh! Trading Card Game*, acesso em: 21 jul. 2017. [Online]. Available: <http://www.yugioh-card.com/en/rulebook/>
- [17] "Starter deck: Link strike: Beginner's guide," *Yu-Gi-Oh! Trading Card Game*, acesso em: 20 jul. 2017. [Online]. Available: <http://www.yugioh-card.com/en/rulebook/SD.RuleBook.EN.V10.pdf>
- [18] "Processing." [Online]. Available: <http://www.processing.org/>
- [19] "Histogram equalization," *OpenCV*, acesso em: 2 jul. 2017. [Online]. Available: [http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/histograms/histogram\\_equalization/histogram\\_equalization.html](http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/histograms/histogram_equalization/histogram_equalization.html)