

**Ideal Score: uma aplicação móvel para cálculo automatizado
de pontuação no jogo de tabuleiro IDEAL Game**

***Ideal Score: a mobile application for automated score calculation
in the IDEAL Board Game***

Matheus Soares de LIMA¹

Ayla Débora Dantas de Souza REBOUÇAS²

Lucas Cardoso dos SANTOS³

Laure BERTI-EQUILLE⁴

Resumo

Este artigo apresenta o IDEAL Score, um aplicativo móvel desenvolvido em React Native para automatizar o cálculo de pontuação do jogo de tabuleiro IDEAL Game, cujo tema é a cobiabilidade. A aplicação utiliza a câmera do dispositivo ou imagens da galeria para capturar o estado final do tabuleiro, que é processado por um serviço de Inteligência Artificial baseado em visão computacional, responsável por identificar a disposição das peças. O sistema gera uma representação digital do tabuleiro, permitindo ao usuário validar e corrigir possíveis erros de identificação. Após a confirmação, a pontuação dos jogadores é calculada automaticamente conforme as regras, cartas de pontuação e objetivos secretos previamente configurados. A solução reduz o tempo de apuração e minimiza erros manuais, aprimorando a experiência do jogador por meio do uso de IA em aplicativos móveis.

Palavras-chave: Jogos. Cobiabilidade. Inteligência Artificial. Visão Computacional.

Abstract

This article presents IDEAL Score, a mobile application developed in React Native to automate the scoring process of the IDEAL Game board game, which focuses on cobiability. The application uses the device's camera or image gallery to capture the final state of the board, which is processed by an Artificial Intelligence service based on computer vision to identify the placement of pieces. The system generates a digital representation of the board, allowing users to validate and correct any recognition errors.

¹Graduando do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal da Paraíba. E-mail: matheus.soares@dcx.ufpb.br.

²Doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora dos cursos de Licenciatura em Ciência da Computação e Bacharelado em Sistemas de Informação do Campus IV da UFPB. E-mail: ayla@dcx.ufpb.br

³Graduado em Ciência da Computação (Licenciatura) pela Universidade Federal da Paraíba. E-mail: lucas.cardoso@dcx.ufpb.br

⁴PhD em Ciência da Computação (Informatique) pela Université de Toulon. E-mail: laure.berti@ird.fr

After confirmation, the application automatically calculates each player's score according to the game rules, scoring cards, and preconfigured secret objectives. IDEAL Score demonstrates how mobile applications can leverage AI to reduce manual scoring time and enhance the overall board game experience.

Keywords: Games. Coviability. Artificial Intelligence. Computer Vision.

Introdução

A popularidade dos jogos de tabuleiro modernos tem crescido significativamente, acompanhada por um interesse cada vez maior em suas aplicações educacionais e sociais. Para além do entretenimento, estudos mostram que tais jogos podem promover habilidades como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas, sendo ferramentas pedagógicas eficazes em diferentes níveis de ensino (Machuqueiro & Piedade, 2024).

Nos últimos anos, jogos de tabuleiro também têm sido utilizados como instrumentos de educação ambiental, capazes de sensibilizar os participantes sobre sustentabilidade, biodiversidade e conservação dos recursos naturais. Tsai et al. (2021) demonstraram que um jogo de tabuleiro desenvolvido com foco em desenvolvimento sustentável aumentou a compreensão dos estudantes do ensino médio sobre temas ambientais complexos. De modo semelhante, Arboleya-García e Miralles (2022) desenvolveram um jogo interdisciplinar sobre o ambiente marinho que contribuiu para a conscientização dos alunos a respeito dos oceanos. Outros estudos reforçam que jogos de tabuleiro podem simplificar problemas ambientais complexos, favorecendo o diálogo e a comunicação sobre sustentabilidade (Fjællingsdal & Klöckner, 2020) e que, quando integrados a tecnologias digitais, podem aumentar o engajamento e o aprendizado sobre cuidados ambientais (Octaviola, Khotimah & Untari, 2024).

Um exemplo de jogo de tabuleiro com esse propósito é o IDEAL Game (IDEAL, 2025). Conforme indicado no site oficial do jogo, este permite uma experiência lúdica em que os participantes buscam conquistar territórios tendo como objetivo comum a coviabilidade, entendida como coexistência sustentável e harmoniosa entre seres humanos e a natureza. Cada jogador, além de objetivos coletivos, possui uma meta individual secreta, que só pode ser alcançada após a conquista do equilíbrio sustentável entre humanos, plantas e animais na floresta.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar o IDEAL Score, uma aplicação móvel voltada à automatização do cálculo de pontuação do jogo IDEAL Game. A metodologia adotada envolve uma abordagem de prototipagem interativa, incluindo o desenvolvimento do aplicativo em React Native, a integração com um serviço de Inteligência Artificial para reconhecimento do tabuleiro e a realização de uma avaliação heurística de usabilidade.

O Jogo IDEAL Game e o conceito de “coviabilidade”

O IDEAL Game é um jogo de tabuleiro desenvolvido para promover a reflexão sobre sustentabilidade e o uso consciente dos recursos naturais. Ele atua como um recurso lúdico que simula a interação e a interdependência de sistemas, contribuindo para a educação ambiental e a sensibilização em relação ao manejo equilibrado dos recursos naturais (Berti-Equille et al., 2025).

O conceito central que fundamenta o design do jogo é a coviabilidade, que estabelece o objetivo maior da jogabilidade. Conforme definido pelo próprio site do projeto, o IDEAL Game é um jogo de tabuleiro em que seus jogadores devem conquistar um território com o objetivo comum de manter a coviabilidade, ou seja, a coexistência sustentável e harmônica entre os seres humanos e a natureza.

A coviabilidade é entendida, neste contexto, como a coexistência equilibrada entre seres humanos, fauna e flora, onde todas as partes podem prosperar no mesmo ambiente sem que a integridade umas das outras seja comprometida. Barrière et al. (2019) destaca que a coviabilidade transcende a mera viabilidade conjunta dos sistemas ecológicos e sociais. O princípio reside na interdependência intrínseca: nenhum sistema é totalmente autônomo, e a sobrevivência de cada um depende, fundamentalmente, de suas relações e interações com os sistemas circundantes.

O IDEAL Game é destinado a um público de 2 a 6 jogadores e utiliza um conjunto de regras e componentes para simular a gestão de interesses em um território compartilhado, traduzindo o dilema da coviabilidade em ações lúdicas. O jogo propõe a construção de um território equilibrado, no qual peças que representam práticas sustentáveis (peças de bordas verdes) devem coexistir com aquelas que simbolizam usos humanos intensivos (peças de bordas vermelhas), como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Ilustração de uma sessão do jogo de tabuleiro IDEAL.



Fonte: Autoria própria.

A mecânica do jogo introduz o conflito central por meio da carta de ator, sorteada por cada participante no início da sessão, que estabelece seu papel e sua orientação estratégica:

- **Tendência Natureza:** Atores identificados por bordas verdes, cujo foco de pontuação está alinhado com ações sustentáveis.
- **Tendência Lucro:** Atores identificados por bordas vermelhas, cujo foco é o resultado financeiro e a exploração de recursos.

Figura 2 - Cartas de atores do IDEAL Game



Fonte: Berti-Equille et al. (2025).

Cada carta detalha, ainda, os valores das peças (variando entre +3 e +1 ponto) que o jogador deve acumular e posicionar para alcançar seu objetivo individual de pontuação.

Além do objetivo principal, a distribuição de uma carta de objetivo secreto adiciona uma dimensão estratégica ao jogo. Essa carta pode conceder até 3 pontos extras

para peças posicionadas próximas a uma peça de água, incentivando os jogadores a considerarem aspectos específicos do ecossistema. Dessa forma, além do objetivo coletivo de promover a convivência sustentável, o objetivo secreto individual introduz um elemento competitivo dentro da experiência cooperativa.

A jogabilidade do IDEAL Game ocorre em turnos de ação, nos quais o lançamento de um dado determina quantas peças serão retiradas de uma sacola. As peças, que podem ter bordas verdes (indicando ações sustentáveis) ou vermelhas (indicando ações voltadas ao lucro), são então posicionadas no tabuleiro de maneira estratégica. O jogo é organizado em duas fases: Conquista, focada na ocupação do território, e Missão, voltada à correção de desequilíbrios ambientais.

O posicionamento das peças representa, de forma simplificada, decisões tomadas em situações do mundo real. Ao escolher entre ações voltadas ao lucro ou à preservação ambiental, os jogadores experimentam os desafios de equilibrar desenvolvimento humano e sustentabilidade, promovendo de forma interativa a compreensão do princípio da cobiabilidade.

Trabalhos relacionados

Alguns trabalhos recentes têm explorado a aplicação de técnicas de visão computacional para o reconhecimento do estado de jogos de tabuleiro. Embora a maioria dessas pesquisas concentre-se na reconstrução da posição das peças ou pedras, sem abordar diretamente a apuração de pontuações, elas oferecem bases técnicas fundamentais que podem ser estendidas para esse propósito.

Wölflein e Arandjelović (2021) apresentam um sistema “end-to-end” para o xadrez, capaz de identificar automaticamente o estado de uma partida a partir de uma única fotografia. O método combina a detecção do tabuleiro, segmentação das casas e classificação das peças por meio de modelos de aprendizado de máquina. Apesar de não contemplar o cálculo de pontuação, constitui uma base sólida, visto que o conhecimento preciso do estado do jogo é requisito para qualquer forma de análise posterior.

No caso de Go, Zhuo et al. (2021) propõem o sistema *Reliable Go Game Images Recognition Under Strong Light Attack*, cujo foco está na robustez do reconhecimento visual em condições adversas, como iluminação intensa, reflexos e ângulos de captura não ideais. O *pipeline* inclui a detecção do tabuleiro, correção de perspectiva e

identificação de pedras em intersecções utilizando redes neurais convolucionais (CNNs). Com acurácia próxima de 100%, o trabalho demonstra que, uma vez que o estado do tabuleiro é corretamente identificado, o cálculo da pontuação se torna uma consequência natural, dada a relação direta entre posição das pedras e contagem de territórios no Go.

De forma semelhante, Mehta (2020) desenvolveu o ARChessAnalyzer, voltado para o xadrez físico. O sistema integra segmentação de tabuleiro, reconhecimento de peças via CNN e sobreposição em realidade aumentada (AR), alcançando desempenho de mais de 93% de acurácia no reconhecimento de posições, com tempo de resposta de alguns segundos. Embora o foco principal seja a análise em tempo real e a visualização aumentada, e não a apuração de resultados, trata-se de um exemplo de aplicação móvel que conecta reconhecimento visual a funcionalidades de suporte estratégico no jogo.

Esses trabalhos sugerem que a comunidade científica vem fazendo progressos na digitalização e análise automática do estado de jogos físicos, mas ainda não há uma ênfase clara na automação do cálculo de pontuação. Diferentemente de trabalhos anteriores, o IDEAL Score se destaca ao unir reconhecimento visual à aplicação direta das regras de pontuação, permitindo automatizar integralmente a apuração dos resultados e reduzir a dependência de cálculos manuais.

Metodologia

O desenvolvimento do aplicativo seguiu uma abordagem de prototipagem interativa, focada na rápida implementação das funcionalidades centrais para validação. O processo foi dividido nas seguintes etapas:

1. **Levantamento de Requisitos:** A principal necessidade identificada foi a automação do cálculo de pontuação do IDEAL Game, um processo manual demorado e suscetível a erros. O requisito funcional primário foi, portanto, criar um sistema que pudesse digitalizar o tabuleiro e aplicar as regras de pontuação automaticamente, com base em configurações sobre a partida fornecidas ao aplicativo.
2. **Projeto da Arquitetura:** Definiu-se uma arquitetura cliente-servidor (detalhada a seguir). O cliente (aplicativo móvel) seria responsável pela interface do usuário, configuração da partida, captura da imagem e, crucialmente, pela etapa de validação manual. O servidor (*backend*) conteria a lógica de negócio mais

complexa, incluindo o modelo de Inteligência Artificial para reconhecimento de imagem e o cálculo final da pontuação.

3. **Seleção de Tecnologias:** Para o cliente, optou-se pelo React Native com Expo, visando o desenvolvimento multiplataforma (iOS e Android) a partir de um único código-base, otimizando o tempo de prototipagem. As tecnologias de apoio, como *Native Wind* e *react-native-vision-camera*, foram escolhidas por sua eficiência no desenvolvimento da interface e controle do hardware, respectivamente.
4. **Implementação do Protótipo:** O desenvolvimento foi focado na implementação do fluxo de usuário principal: configuração, captura, processamento (IA), validação interativa e exibição de resultados. A etapa de validação interativa foi considerada um requisito de design essencial para mitigar as falhas pontuais do modelo de IA e garantir 100% de acurácia no cálculo final, transferindo a correção final para o usuário.

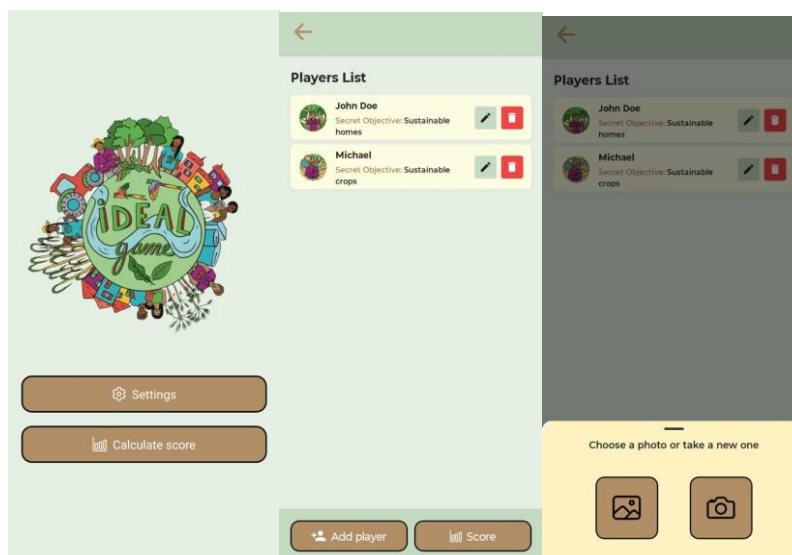
O aplicativo IDEAL Score

O IDEAL Score é um aplicativo móvel desenvolvido com o objetivo de automatizar e otimizar o processo de pontuação do jogo de tabuleiro IDEAL Game. A aplicação permite aos jogadores selecionar seus personagens e objetivos secretos, capturar uma imagem do tabuleiro final e gerar automaticamente uma representação virtual, identificando o número e o tipo de peças posicionadas. Com base nessas informações, o sistema calcula as pontuações individuais de acordo com as regras do jogo. Algumas telas do aplicativo estão ilustradas nas Figuras 3 e 4.

O aplicativo visa minimizar erros de contagem, agilizar o processo de finalização das partidas e ampliar a acessibilidade e aplicabilidade do jogo em contextos educacionais.

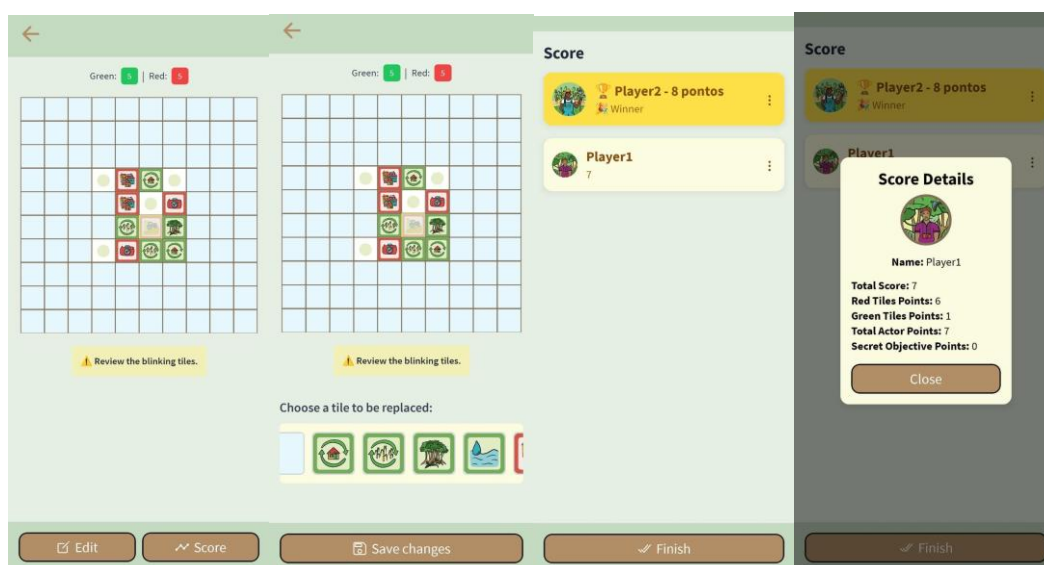
A seguir, é detalhado o processo de cálculo de pontuação implementado no aplicativo, destacando suas principais etapas e a integração entre o cliente móvel e o serviço de Inteligência Artificial no *backend*.

Figura 3 - Telas do aplicativo IDEAL Score (Parte 1): a) Tela inicial; b) Tela de cadastro de jogador / listagem de jogadores; c) Tela de selecionar imagem ou tirar foto.



Fonte: Autoria própria

Figura 4 - Telas do aplicativo IDEAL Score (Parte 2): a) Tela de visualização do tabuleiro; b) Tela de visualização do tabuleiro com edição de peças; c) Tela de pontuação; c) Tela de pontuação detalhada de jogador.



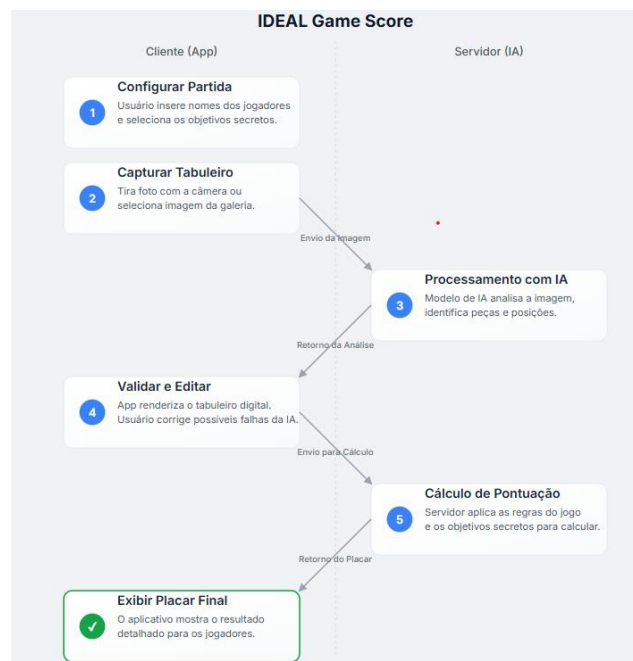
Fonte: Autoria própria

O desenvolvimento do IDEAL Score foi centrado na experiência do usuário e na integração transparente entre o *frontend* móvel e um serviço de IA no *backend*. A arquitetura da solução é dividida em dois componentes principais: o aplicativo cliente, desenvolvido em React Native, e o serviço de processamento de imagem, que opera remotamente.

O fluxo de utilização do aplicativo foi desenhado para ser intuitivo, seguindo os passos a seguir, ilustrados pela Figura 5:

1. **Configuração da Partida:** O usuário inicia o aplicativo e configura os jogadores, inserindo seus nomes e selecionando suas respectivas cartas de objetivo secreto, que são cruciais para a pontuação final.
2. **Captura do Tabuleiro:** Depois de configurar os jogadores, o usuário é instruído a capturar uma imagem do tabuleiro IDEAL. O aplicativo oferece duas opções para isso: tirar uma foto em tempo real utilizando a câmera do dispositivo ou selecionar uma imagem existente da galeria.
3. **Processamento com IA:** A imagem capturada é enviada para um serviço (*backend*), chamado *IDEAL View Service*. O *backend* utiliza um modelo de Inteligência Artificial treinado para reconhecer e classificar os diferentes tipos de peças (*tiles*) e suas posições no tabuleiro. O serviço retorna ao aplicativo uma lista com os códigos das peças identificadas, representada internamente como um array de objetos estruturados (e.g., JSON), que permite identificar quais peças foram colocadas no jogo e quais as suas posições.
4. **Validação e Edição Interativa:** Ao receber os dados do *backend*, o aplicativo renderiza uma representação gráfica e interativa do tabuleiro. Esta etapa é crucial, pois reconhece as possíveis falhas do modelo de IA. O usuário pode visualizar o tabuleiro digitalizado e, caso note alguma peça identificada incorretamente, pode tocar sobre ela para corrigir (alterar o tipo) ou remover, garantindo que o estado do tabuleiro digital seja 100% fiel ao tabuleiro físico.
5. **Cálculo e Exibição da Pontuação:** Após a confirmação, por parte do usuário, de que a representação digital do estado final do tabuleiro está correta, uma requisição é enviada ao *backend*. O servidor então processa os dados recebidos, considerando as regras do jogo IDEAL e os objetivos secretos atribuídos a cada jogador. Em seguida, o sistema calcula a pontuação final de forma automatizada e retorna os resultados para o *frontend*, que os exibe em uma interface de placar clara, estruturada e de fácil interpretação.

Figura 5 - Fluxograma do processo de pontuação do IDEAL Game Score. Fluxograma do processo: Cliente (App) vs Servidor (IA).



Fonte: Autoria própria

Avaliação de usabilidade do IDEAL Score

A avaliação de usabilidade do IDEAL Score teve como objetivo garantir que o aplicativo oferecesse uma experiência eficiente, intuitiva e coerente com o fluxo natural de uso esperado pelos jogadores. Desde as primeiras versões do protótipo, as heurísticas de usabilidade de Nielsen (1994) foram utilizadas como referência para orientar decisões de design e antecipar potenciais problemas de interação. Dessa forma, cada nova funcionalidade era analisada com base nesses princípios, permitindo identificar violações e implementar melhorias contínuas ainda nas fases iniciais do desenvolvimento.

Para conduzir essa avaliação, optou-se pelo método de **Avaliação Heurística**, uma técnica de inspeção na qual um conjunto de avaliadores examina a interface segundo princípios consolidados de usabilidade. Conforme descreve Nielsen (1994), esse método permite identificar problemas de forma rápida e econômica ao avaliar a interface com base em critérios amplamente aceitos, reduzindo o risco de que dificuldades de interação sejam percebidas apenas nas fases finais do projeto.

Devido ao caráter iterativo da prototipagem adotada no desenvolvimento do IDEAL Score, a avaliação foi realizada internamente pela própria equipe, que assumiu o

papel de avaliadores especializados. Em reuniões do grupo do projeto, se utilizava o aplicativo seguindo o fluxo principal — Configuração da Partida, Captura da Imagem, Processamento com IA, Validação Interativa e Exibição da Pontuação — e se verificava em grupo a aderência da interface às heurísticas de Nielsen. Quando se identificava uma violação, era iniciado o processo de ajustes da interface ou do fluxo, o que possibilitou uma evolução incremental do aplicativo com diferentes *feedbacks*.

A inspeção destacou especialmente a importância da etapa de **Validação e Edição Interativa**, que funciona como um mecanismo de confirmação para corrigir eventuais falhas do modelo de IA antes do cálculo final da pontuação. Esse recurso foi mantido como um requisito essencial do design, justamente por reduzir erros e garantir precisão total no estado digital do tabuleiro.

O Quadro 1 apresenta as principais violações de usabilidade identificadas e as ações corretivas implementadas pela equipe:

Quadro 1 - Violações de usabilidade identificadas considerando avaliação com base nas Heurísticas de Nielsen e ações corretivas implementadas no IDEAL Score App.

Heurística Violada	Problema Identificado	Ação Corretiva Implementada
Visibilidade do Status do Sistema	Falta de <i>feedback</i> claro durante o Processamento com IA (Etapa 3) após a captura da imagem.	Implementação de uma tela de carregamento animada (<i>loading state</i>) que informa explicitamente ao usuário que a imagem está sendo processada pelo serviço de IA no <i>backend</i> .
Reconhecimento em Vez de Recordação	Na Configuração da Partida (Etapa 1), a seleção das Cartas de Objetivo Secreto dependia da	O aplicativo foi aprimorado para exibir miniaturas visuais das cartas de objetivo secreto, facilitando a seleção e o reconhecimento (em vez de forçar a recordação).

	memorização de cada objetivo.	
Controle e Liberdade do Usuário	A interface de Captura do Tabuleiro (Etapa 2) não oferecia uma maneira fácil e imediata de descartar uma foto mal tirada.	Adição de uma opção de "Refazer Foto" após a captura, dando ao usuário controle imediato para repetir a ação e garantir a qualidade da imagem para o processamento.

Fonte: Autoria própria.

Após a aplicação das correções, observou-se maior clareza no *feedback* exibido ao usuário durante o processamento da imagem (Visibilidade do Status do Sistema), bem como melhor alinhamento entre a interface e a memória do usuário (Reconhecimento em Vez de Recordação) e maior controle sobre o fluxo de interação (Controle e Liberdade do Usuário). Essas melhorias contribuíram significativamente para a fluidez do uso e reduziram ambiguidades ao longo do processo de digitalização e pontuação.

Embora ainda precise de refinamentos e de avaliações mais aprofundadas com usuários finais, acredita-se que a versão atual do IDEAL Score apresenta um nível sólido de usabilidade. O aplicativo mostra-se funcional, estável e capaz de apoiar o cálculo da pontuação do IDEAL Game de maneira ágil, precisa e acessível, reduzindo erros comuns no processo manual e reforçando o potencial da ferramenta como apoio pedagógico e operacional em diferentes contextos educativos.

Considerações finais

Este artigo apresentou o IDEAL Score, uma aplicação móvel voltada à automatização do cálculo de pontuação do jogo IDEAL Game. Utilizando uma interface orientada à usabilidade e integrando um modelo de visão computacional, o aplicativo

busca reduzir o tempo necessário para o processo de contagem de pontos do jogo e minimizar erros comuns na apuração manual. Avaliações iniciais dão indícios da viabilidade da proposta de um aplicativo para apoiar o cálculo de pontuação explorando visão computacional e reforçam o potencial do uso combinado de tecnologias móveis e inteligência artificial na modernização de atividades recreativas analógicas.

Como continuidade deste trabalho, várias melhorias podem ser desenvolvidas para tornar o IDEAL Score ainda mais preciso e útil. Uma possibilidade importante é melhorar o modelo de visão computacional responsável por reconhecer as peças no tabuleiro. Isso pode ser feito criando um banco de imagens maior, usando novas técnicas de tratamento das fotos ou aplicando modelos mais eficientes, capazes de lidar melhor com situações como pouca luz, reflexos ou posições incomuns da câmera.

Outra linha de avanço é realizar testes de usabilidade com jogadores e educadores que utilizam o IDEAL Game, de modo a observar na prática como o aplicativo é usado, quais dificuldades surgem e quais ajustes podem melhorar a experiência. Comparações entre o cálculo manual e o cálculo automático também podem ajudar a mostrar com mais clareza o impacto do aplicativo na redução de erros e no tempo total das partidas.

O IDEAL Score também pode ser expandido com novas funcionalidades, como salvar o histórico de partidas. Outra possibilidade é adaptar o sistema para outros jogos de tabuleiro que possuam regras claras de pontuação, avaliando se a tecnologia pode funcionar para mais de um tipo de jogo.

Por fim, uma melhoria futura interessante seria permitir que o modelo de IA funcionasse totalmente offline, direto no celular do usuário, sem demandar a utilização de um serviço, o que reduziria a necessidade de internet e tornaria o aplicativo mais acessível em escolas, comunidades ou ambientes com pouca conectividade.

Referências

ARBOLEYA-GARCÍA, A.; MIRALLES, I. The Game of the Sea: An Interdisciplinary Educational Board Game on the Marine Environment and Ocean Awareness. **Education Sciences**, Basel, v. 12, n. 1, p. 57, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/1/57>. Acesso em: 19 jan. 2026.

BARRIÈRE, O. et al. **Coviability of social and ecological systems: reconnecting mankind to the biosphere in an era of global change**. v. 1. Cham: Springer International Publishing, 2019.

BERTI-EQUILLE, L.; SILVA, M. D. da; ROCHA, R. V. **IDEAL game**: manual de regras. [S.l.]: IDEAL Joint Lab, 2025. Disponível em: <https://ideal.ufpb.br/ideal-game/>. Acesso em: 1 dez. 2025.

FJÆLLINGS DAL, K. S.; KLÖCKNER, C. A. Green Across the Board: Board Games as Tools for Dialogue and Simplified Environmental Communication. **Simulation & Gaming**, Thousand Oaks, v. 51, n. 5, p. 632-652, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1046878120925133>. Acesso em: 1 dez. 2025.

MACHUQUEIRO, F.; PIEDADE, J. Game On: A Journey into Computational Thinking with Modern Board Games in Portuguese Primary Education. **Education Sciences**, Basel, v. 14, n. 11, p. 1182, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/11/1182>. Acesso em: 1 dez. 2025.

MEHTA, A. **ARChessAnalyzer**: In-Device Inference of Physical Chess Game Positions through Board Segmentation and Piece Recognition using CNN. 2020. 10 p. *Preprint* (arXiv:2009.01649). Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2009.01649>. Acesso em: 1 dez. 2025.

NIELSEN, J. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**. Nielsen Norman Group, 1995.

OCTAVIOLA, D.; KHOTIMAH, N.; UNTARI, R. Development of Educational Board Games to Increase Knowledge of Environmental Care Integrated with QR Codes and Applications. **Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan**, Malang, v. 9, n. 2, p. 253-264, 2024. Disponível em: <https://journal2.um.ac.id/index.php/edcomtech/article/view/54734>. Acesso em: 1 dez. 2025.

TSAI, J.-C. et al. Using a Board Game to Teach about Sustainable Development. **Sustainability**, Basel, v. 13, n. 9, p. 4942, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/4942>. Acesso em: 1 dez. 2025.

WÖLFLEIN, G.; ARANDJELOVIĆ, O. Determining Chess Game State From an Image. **Journal of Imaging**, Basel, v. 7, n. 6, p. 94, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2313-433X/7/6/94>. Acesso em: 1 dez. 2025.

ZHUO, Y. et al. Reliable Go Game Images Recognition Under Strong Light Attack. **IEEE Access**, New York, v. 9, p. 160064–160071, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3130594>. Acesso em: 1 dez. 2025.