

**DOI: 10.5748/20CONTECSI/PSE/ESD/7308**

**eLocator: e207308**

**QUEBRACABEÇA: UM JOGO ADAPTÁVEL PARA FORTALECER AS HABILIDADES  
COGNITIVAS E MOTORAS DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA**

**Von Harrison Cardoso Tadaiesky** – <https://orcid.org/0009-0000-8071-2179>  
Universidade Federal Do Pará

**Luciano Arruda Teran** – <https://orcid.org/0000-0002-0023-4179>  
Universidade Federal Do Pará

**Marcelle Pereira Mota** – <https://orcid.org/0000-0001-9226-9020>  
Universidade Federal Do Pará

## PUZZLE: AN ADAPTIVE GAME TO STRENGTHEN THE COGNITIVE AND MOTOR SKILLS OF PEOPLE WITH DISABILITIES

**ABSTRACT:** *Serious games are widely applied in various traditional sectors, standing out in educational and healthcare environments. However, the lack of adaptable serious games leads to digital exclusion for individuals with intellectual disabilities, posing challenges for healthcare and education professionals. This study proposes the development of an adaptable serious game designed for individuals with intellectual disabilities, aiming to facilitate their integration with digital technologies and assist in their treatments. By understanding the specific needs of this audience, the "Puzzle game" was conceived in collaboration with health experts. The tool's evaluation, following universal usability heuristics, involved Human-Computer Interaction researchers, with the purpose of overcoming interaction barriers and promoting digital inclusion in the healthcare field for individuals with disabilities.*

**Keywords:** Accessibility Assistive Technology Adaptive Games Serious Games Health Games

## QUEBRA-CABEÇA: UM JOGO ADAPTÁVEL PARA FORTALECER AS HABILIDADES COGNITIVAS E MOTORAS DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

**RESUMO:** Jogos sérios são amplamente aplicados em diversos setores tradicionais, destacando-se em ambientes escolares e hospitalares. Contudo, a falta de jogos sérios adaptáveis gera exclusão digital para pessoas com deficiência intelectual, apresentando desafios para profissionais de saúde e educação. Este estudo propõe o desenvolvimento de um jogo sérios e adaptáveis destinado a pessoas com deficiência intelectual, visando facilitar sua integração com as tecnologias digitais e auxiliar em seus tratamentos. Ao compreender as necessidades específicas desse público-alvo, o jogo "Quebra-cabeça" foi concebido em colaboração com especialistas em saúde. A avaliação da ferramenta, seguindo heurística universais de usabilidade, envolveu pesquisadores em Interação Humano-Computador, com o propósito de superar barreiras de interação e promover a inclusão digital na área da saúde para pessoas com deficiência.

**Palavras-Chave:** Acessibilidade Tecnologia Assistiva Jogos Adaptáveis Jogos Sérios Jogos para a Saúde

## **1. Introdução**

A indústria dos jogos digitais vem apresentando novas tecnologias de entretenimento que, a cada dia, tornam-se mais atrativa às pessoas de diferentes faixas etárias. Nesse contexto, as tecnologias digitais têm remodelado as formas de interações sociais entre jovens e crianças. (Raessens, 2006). Um novo conceito surgiu com a evolução dos jogos digitais, chamado de “jogos sérios”, que transcende o entretenimento e traz benefícios significativos na educação e saúde (Nery et al, 2019). Os jogos sérios se popularizaram em ambientes escolares e hospitalares, somando-se ao acompanhamento médico ou pedagógico de um determinado profissional.

As Tecnologias Assistivas (TAs) tem um papel fundamental no processo de interação das crianças com deficiência no mundo dos jogos digitais, haja vista, que são ferramentas que potencializam o acesso autônomo das pessoas aos sistemas computacionais (Zuliani, 2015). Nessa perspectiva, os jogos categorizados como TAs podem oferecer recursos adaptáveis que atendam as características de interação para diversos jogadores, incluindo as pessoas com deficiências. Dentre os recursos adaptáveis, comumente utilizado em jogos digitais, pode-se citar: assistente de navegação, dicas de áudio, tamanho do texto, tamanho do ícone, legendas e vibração.

Devido à escassez de jogos sérios flexíveis disponíveis no mercado, profissionais da saúde encontram obstáculos ao incorporar jogos em seus tratamentos. Isso acarreta na exclusão de indivíduos com deficiências no contexto de jogos digitais. Assim, o objetivo desta pesquisa consistiu em desenvolver um jogo sério, destinado a servir como ferramenta de apoio aos profissionais da saúde, buscando a inclusão de pessoas com deficiência no cenário digital.

Para atender o objetivo desta pesquisa, foi desenvolvido o jogo digital adaptável chamado de “Quebra-Cabeça” com a colaboração de especialistas da área da saúde. Por meio de entrevistas, esses especialistas destacaram seus métodos de trabalho e as barreiras enfrentadas pelas crianças durante o atendimento.

Na fase de avaliação da ferramenta, cinco pesquisadores em Interação Humano-Computador (IHC) se voluntariaram para realizar a inspeção individual do Quebra-Cabeça. A inspeção foi realizada seguindo as 10 heurísticas universais de usabilidade de (Nielsen, 1994).

O quebra-cabeça desempenha um papel significativo na aplicação de TAs para desenvolver um jogo destinado a crianças com deficiência, fornecendo uma ferramenta inovadora para os profissionais da saúde utilizarem no tratamento de seus pacientes. Além disso, a pesquisa contribui para a igualdade de acesso as tecnologias digitais.

Por fim, esse artigo apresenta a seguinte estrutura: na seção 2 é apresentado o referencial teórico. Na seção 3 e apresentado os trabalhos relacionados. Na seção 4 apresenta-se a metodologia de pesquisa que explica como foi feito a escolha do jogo a ser desenvolvido. Na seção 5 destaca o Jogo “Quebra-cabeça”, bem com as suas principais funcionalidades. Na seção 6 é apresentado os resultados e discussões. E, por fim, na seção 7, encontra-se as considerações finais do trabalho.

## **2. Referencial Teórico**

As subseções a seguir apresentam os conceitos que fortalecem a base teórica dessa pesquisa, dentre eles: tecnologia assistiva, jogos sérios, jogabilidade, usabilidade e acessibilidade. Portanto, cada conceito destaca sua importância para o desenvolvimento de pesquisas na área de IHC.

## 2.1 Melhoria na Comunicação

Considera-se como deficiência aquele que tem alguma condição de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. Dessa forma, o principal objetivo das TAs é proporcionar uma vida com maior inclusão a pessoas com deficiência (Lei nº 13.146, 2015), proporcionando maior independência e inclusão social (Sartoretto and Bersch, 2017). Por este motivo, os jogos adaptáveis são considerados como TAs.

Os jogos sérios são jogos com elementos lúdicos em aplicações educativas, com a finalidade de apresentar um conteúdo específico e proporcionar maior engajamento do público a quem são destinados. Os jogos sérios possuem um papel muito importante na área da saúde, tendo o propósito de auxiliar os profissionais no atendimento dos pacientes, por exemplo a utilização dos jogos no tratamento das pessoas com deficiência cognitivas (Buchinger and da Silva Hounsell, 2013).

Sobre as TAs, no estudo de caso realizado por (Teran et al, 2019), 80% das crianças surdas indicaram a importância do intérprete virtual e balões de avisos para sua interação com um jogo de aprendizagem de programação, chamado Ensinando Logica para Inclusão de Surdos (ELIS). Nesse contexto, esse resultado demonstrou que esses recursos foram essenciais para a realização das tarefas do jogo e, conseqüentemente, o aprendizado do pensamento computacional e coleta seletiva.

Este projeto se encaixa em jogos sérios e adaptáveis, visto que os profissionais da área de saúde podem personalizar os recursos da interface para atender as demandas de seus pacientes. As tecnologias assistivas devem ser implementadas e disponibilizadas em jogos sérios para fortalecer a inclusão digital de diversas pessoas.

## 2.2 Critério de Qualidade para o Desenvolvimento de Jogos: Jogabilidade, Usabilidade e Acessibilidade.

Durante a construção de um jogo sério, os designers e desenvolvedores devem pensar em critérios de qualidades que atendam as interações de seus jogadores. Esses critérios são: jogabilidade, usabilidade e acessibilidade.

A jogabilidade é tida como um termo vago e ambíguo, por isso a partir de um estudo (Paavilainen, 2020), que buscava definir melhor esse conceito, foi proposto que o mesmo deve ser formado pela junção dos três conceitos a seguir:

- **Funcionalidade:** descreve a técnica, mecânica ou material de qualidade do jogo que está relacionada ao seu bom funcionamento;
- **Usabilidade:** em jogos digitais, cobre aspectos como disposição da interface do usuário, controles, indicadores, resposta ao usuário, terminologia, informações e ajuda. Diz respeito a informações do jogo que são apresentadas ao jogador e como o jogo é controlado;
- **Gameplay:** composto pelas regras que estabelecem a mecânica do jogo, cobrindo aspectos como objetivos, desafios, progresso e recompensas. Nesse sentido, a jogabilidade é caracterizada como um critério de qualidade em jogos. A autora (Paavilainen, 2020) também adverte que uma alta jogabilidade não é sinônimo ou o suficiente para uma boa experiência de usuário.

A usabilidade é um critério de qualidade em IHC que quando bem aplicada possibilita ao usuário a facilidade de interação e uso das interfaces disponíveis em um sistema interativo (Nielsen 2017, Barbosa and Silva, 2010). De acordo com (Barbosa and

Silva, 2010), a usabilidade é formada pela conformidade total com outros 5 conceitos, sendo estes:

- **Facilidade de Aprendizado:** se refere as quantidades de tempo e esforço investido pelo usuário até que seja capaz de usar plenamente ou suficientemente o sistema proposto;
- **Facilidade de recordação:** se trata do esforço que o usuário deve realizar para lembrar como utilizar e realizar atividades no sistema;
- **Eficiência:** A eficiência representa o quão rápido um usuário pode atingir seu objetivo. Portanto, a eficiência de um sistema influencia diretamente na produtividade de seus usuários;
- **Segurança no uso:** diz respeito a capacidade do usuário de executar e desfazer ações no sistema, no caso de ocorrerem de forma não intencional ou não resultarem conforme o esperado. Isso é crucial para evitar problemas, impedindo que o usuário tenha que repetir operações ou realizar ações adicionais que possam ser contraproducentes ou prejudiciais;
- **Satisfação do usuário:** avalia a resposta emocional do usuário ao usar o sistema, como ele se sente durante o processo de interação.

A acessibilidade é um outro critério de qualidade importante a ser considerado no desenvolvimento de jogos digitais. Portanto, o objetivo é eliminar barreiras de interação dos usuários com o sistema (Barbosa and Silva, 2010). O critério de acessibilidade fornece o design e avaliação de um conjunto diversificado de interfaces para incluir pessoas que tenham ou não alguma deficiência (Barbosa and Silva, 2010). No Brasil, a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (Lei nº 13.146, 2015) define a acessibilidade como um direito para a inclusão social de pessoas com deficiências ou mobilidade reduzida, garantindo sua segurança e possibilitando sua autonomia aos serviços de saúde, informação e comunicação, onde, nesse cenário, incluem-se os sistemas digitais e outras tecnologias.

### 2.3 Avaliação Heurística

Conforme destacado por Nilsen (1990) durante a etapa de planejamento do processo, é conduzido um levantamento de requisitos não funcionais, com especial ênfase em requisitos relacionados à usabilidade, tais como personalização e persuasão. Nessa fase, a equipe comunica sucintamente ao cliente o propósito da iniciativa, no qual informações funcionais são coletadas e detalhadas em cartões. O responsável pela usabilidade dedica-se a elaborar cartões contendo informações não funcionais, validando-os junto aos demais membros da equipe que já adotam essa abordagem como entrada para o desenvolvimento de software.

Para validar as funcionalidades desenvolvidas no jogo, foram realizadas avaliações heurísticas baseadas nas 10 heurísticas propostas por (Nielsen and Molich, 1990) por profissionais da área. Essas heurísticas são:

- **Visibilidade do Estado do Sistema:** Garantir que os usuários tenham conhecimento claro do estado atual do sistema durante as interações.
- **Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real:** Utilizar linguagem e conceitos familiares aos usuários, refletindo a realidade em que estão inseridos.
- **Controle e Liberdade do Usuário:** Proporcionar aos usuários a capacidade de controlar e modificar as ações do sistema, além de oferecer opções de saída ou desfazer.

- **Consistência e Padrões:** Manter uniformidade nas interfaces e interações, seguindo padrões estabelecidos na área de design de jogos.
- **Prevenção de Erros:** Implementar medidas que evitem a ocorrência de erros e forneçam feedback adequado em casos de falhas.
- **Reconhecimento em Vez de Memorização:** Minimizar a carga cognitiva dos usuários, favorecendo o reconhecimento de elementos em vez da necessidade de memorização.
- **Flexibilidade e Eficiência de Uso:** Adaptar o jogo para atender às diferentes necessidades e níveis de habilidade dos usuários, promovendo eficiência em sua utilização.
- **Design Estético e Minimalista:** Buscar uma estética visual agradável e simplificada, promovendo uma experiência de usuário mais intuitiva.
- **Ajuda aos Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar Erros:** Fornecer suporte claro para que os usuários identifiquem e corrijam eventuais erros durante a interação.
- **Ajuda e Documentação:** Disponibilizar recursos de ajuda e documentação que auxiliem os usuários na compreensão e utilização do jogo.

Essas heurísticas fornecem um conjunto abrangente de critérios para avaliar a usabilidade e a experiência do usuário no jogo, contribuindo para uma validação robusta das funcionalidades desenvolvidas, viabilizando que o jogo esteja acessível a todos os seus potenciais usuários. Nesse contexto, o jogo passou pela sua primeira fase de testes, no qual, os profissionais identificaram ajustes que precisavam ser implementados para aprimorar a experiência do usuário.

## 2.4 Jogos Adaptáveis e propriedades Configuráveis

Também chamados de customizáveis ou extensíveis, os jogos adaptáveis permitem que os jogadores ajustem suas funcionalidades, ao fornecer meios para que eles possam configurar, adaptar ou estender suas interações (Barbosa and Silva, 2010).

Os jogos foram desenvolvidos buscando implementar as propriedades configuráveis elencadas na Tabela 1. As características foram selecionadas com base em (Carvalho et al, 2018).

Tabela 1: Propriedades Adaptáveis do Quebra-Cabeça

Quebra-Cabeça Propriedades	Disponibilidade
Áudio Personalizado	
Cores Personalizada	
Temporizador	
Tema Personalizado	X
Feedback Sonoro	X
Feedback Visual	X
Elementos Textuais	
Modo de Jogo	X
Dificuldades	X

As práticas escolhidas foram: utilização de protótipos alinhados aos requisitos de usabilidade, guias de estilo e padrões gráficos; inspeção da usabilidade; e avaliação da

usabilidade. Foi realizado três técnicas: Prototipação Executável, Inspeção de Usabilidade e Testes de Usabilidade.

### **3. Trabalhos Relacionados**

O desenvolvimento de jogos tem sido estimulado pela produção de novas tecnologias computacionais, como smartphones e videogames. No entanto, a maioria dos jogos desenvolvidos não incorporam TAs na inclusão efetiva de pessoas com deficiências em seu público-alvo. Assim, apresentaremos diversos trabalhos desenvolvidos com o propósito de facilitar a inclusão de indivíduos com diferentes condições de interação.

A ferramenta ELIS estimula o processo de ensino e aprendizagem de alunos que estão no percurso educacional (Teran et al, 2019). Os autores desenvolveram uma ferramenta computacional que busca ensinar lógica básica de programação para pessoas com deficiência auditiva, usando o pensamento computacional para resolução de problemas. Assim, a ELIS potencializa a aprendizagem por meio de estímulos tecnológicos.

Caio Carvalho realizou um estudo que aborda sobre a aplicação de um conjunto de características de personalização em jogos digitais, com o objetivo principal de investigar a interação em jogos, possibilitando que um profissional especializado possa adequar o jogo para um paciente específico em suas sessões de atendimento (Carvalho et al, 2018). Dessa forma, servindo como guia para os desenvolvedores de jogos digitais interessados em adicionarem recursos adaptáveis em seus jogos.

O estudo do jogo educativo para auxiliar crianças com deficiência intelectual no aprendizado do alfabeto numerais e emoções (ANE) propõe a facilitação da alfabetização, reconhecimento numérico e compreensão das emoções humanas em crianças com Deficiência Intelectual por meio de um aplicativo de jogos lúdicos adaptados às necessidades e desafios desse público específico (Bentes et al, 2020).

Embora os trabalhos apresentem tecnologias assistivas, é importante observar que a personalização voltada para usuários com deficiência ainda não atinge um nível tão abrangente quanto a proporcionada pelo Quebra-cabeça adaptável. Embora as tecnológicas assistivas ofereçam suporte valioso, a característica distintiva do Quebra-cabeça reside na sua capacidade de se adaptar de forma singular e abrangente de acordo com as necessidades individuais dos usuários, como a utilização de imagens personalizadas.

Os softwares mencionados incorporam elementos assistivos para melhorar a acessibilidade, mas muitas vezes a personalização dessas ferramentas ainda pode ser limitada em termos de ajustes precisos conforme as necessidades específicas de cada usuário com deficiência. Em contraste, o Quebra-cabeça adaptável se destaca ao oferecer não apenas assistência, mas também a capacidade de se moldar de maneira mais holística, considerando a diversidade de habilidades e preferências de cada usuário.

No âmbito da inclusão, a personalização é fundamental para proporcionar uma experiência educacional verdadeiramente adaptada e envolvente. O Quebra-Cabeça adaptável, ao permitir uma configuração mais fina e específica, demonstra ser uma ferramenta que vai além das tecnologias assistivas convencionais, promovendo uma inclusão mais completa e efetiva para usuários com deficiência.

### **4. Método da Pesquisa**

A pesquisa teve uma abordagem quanti-qualitativa com foco em compreender as necessidades do público-alvo no contexto em que as atividades são realizadas, para desenvolver um jogo que ajude nas atividades e no tratamento de cada paciente. A partir da experiência dos profissionais que atuam no atendimento de pacientes com deficiência cognitiva, foi possível elencar jogos convencionais que poderiam receber as características

adaptáveis previstas no trabalho (Carvalho et al, 2018), sendo o quebra-cabeça selecionado para desenvolvimento

Para definir quais elementos eram necessários para desenvolver o jogo, foi preciso levantar requisitos junto aos profissionais de terapia ocupacional, confirmando as características adaptáveis que precisavam ser implementadas no jogo e qual a necessidade de elas estarem disponíveis aos seus pacientes. Dessa forma, foi definido os aspectos que cada ação no jogo retornaria um estímulo ao usuário sendo reforços negativos ou positivos, além da intensidade que esses estímulos estariam sendo absorvidos pelos jogadores.

O desenvolvimento foi realizado com base nos princípios da metodologia ágil. Além disso, combinou várias metodologias que são utilizadas no processo de desenvolvimento software, tais como: Kanban, Scrum, Pair Programming e priorização das implementações de funcionalidades que agregariam mais valor para os pacientes.

#### **4.1 Dispositivos e Restrições**

Atendendo às solicitações dos profissionais de saúde, o jogo foi projetado para ser empregado em dispositivos com o sistema operacional Android, como tablets e smartphones. Isso foi possível devido o fácil acesso desses dispositivos tanto para os profissionais da área de saúde quanto para os pacientes. Assim, o desenvolvimento do jogo foi direcionado especificamente para plataformas com sistema operacional Android.

Os profissionais de saúde destacaram algumas restrições para a construção das interfaces do Quebra-cabeça. Essas restrições são apresentadas a seguir:

- O jogo deve evitar estímulos negativos ao paciente. Por exemplo, evitar que tenha uma resposta negativa como som ou vibração ao errar a posição da peça.
- As interfaces devem exibir um número limitado de elementos visuais e evitar distrações para o jogador durante o jogo.
- O relatório de desempenho não deve ser apresentado aos pacientes.

#### **4.2 Controles**

Utilizou-se o Unity no desenvolvimento do jogo. Essa plataforma é amplamente empregada na criação de jogos compatíveis com uma variedade de dispositivos e abrange sistemas operacionais, tais como IOS, Android e Windows, e, além disso, diversos consoles como Xbox e Playstation.

O Unity foi escolhido devido sua característica de criar, editar e organizar recursos como cenas, animações, efeitos visuais e áudios de forma fácil, o que tornou a prática de desenvolvimento do jogo mais ágil. Nesse sentido, a Unity disponibiliza uma arquitetura fundamentada em componentes, possibilitando a criação dos elementos do jogo de maneira que possam ser reutilizados ao longo de seu desenvolvimento.

Para desenvolver o modo do Quebra-Cabeça personalizado foi utilizado uma biblioteca externa para acessar fotos que estivessem armazenadas de forma local no dispositivo móvel. Desse modo, optou-se por utilizar a biblioteca Unity Native Gallery que permite acessar a mídia nativa de dispositivos, facilitando o processo de seleção de vídeos, imagens, gifs e entre outros arquivos visuais. Além disso, o Unity Native Gallery também possibilita a ferramenta de recorte e redimensionamento de imagem.

### 4.3 Ferramentas Utilizadas

Os controles do jogo foram otimizados para dispositivos moveis, proporcionando uma experiência intuitiva e interativa. Abaixo estão alguns elementos-chave do sistema de controles:

- **Toque e Arraste:** A interação principal ocorre por meio de toques na tela. O jogador pode tocar e arrastar as peças do quebra-cabeça para movê-las para a posição desejada. Esse método simplificado de toque facilita a jogabilidade em dispositivos moveis;
- **Menu de Opções Intuitivo:** Um menu de opções acessível com um simples toque permite ao jogador escolher entre diferentes níveis de dificuldade, personalizar imagens. Isso simplifica a navegação e configuração do jogo;
- **Feedback Tátil e Sonoro:** O jogo utiliza feedback tátil e sonoro para aprimorar a experiência. Toques, arrastes e a conclusão bem-sucedida de um quebra-cabeça podem ser acompanhados por feedbacks táteis e sonoros, aumentando a imersão;

### 4.4 Câmera e Design

A câmera do jogo é projetada para oferecer uma visualização clara e envolvente do Quebra-Cabeças, garantindo uma experiência agradável para o jogador. Dessa forma, a câmera adota uma perspectiva top-down que fornece uma visão abrangente do Quebra-Cabeça. Essa perspectiva ajustável permite que o jogador veja todo o cenário, facilitando a compreensão do layout e das interações.

O design foi meticulosamente elaborado para garantir que os jogadores se sintam confortáveis durante as partidas, levando em consideração as restrições estabelecidas no tópico 4.1:

- **Estilo Visual:** O jogo adota uma estética de Gráficos 2D, caracterizada por elementos limpos e cores suaves. Os visuais são cuidadosamente elaborados para criar uma experiência visual agradável e acessível. A simplicidade do design facilita a compreensão dos quebra-cabeças e visa criar uma atmosfera amigável.
- **Ilustrações Cativantes:** Cada imagem e ilustração escolhida para o jogo é selecionada com sensibilidade para garantir a fácil identificação, beneficiando a experiência de aprendizado. A clareza visual é elementos visuais facilitem, não dificultem.
- **Trilha Sonora Ausente:** Optou-se por não incluir trilha sonora para evitar distrações, especialmente considerando o público-alvo composto por crianças com deficiências. Essa decisão proporciona uma experiência de jogo focada e tranquila.
- **Sons Ambientais Moderados:** Para manter uma atmosfera agradável, podem ser incorporados sons ambientais moderados, como efeitos sonoros suaves ao mover as peças do quebra-cabeça. Esses sons são projetados para serem sutis, contribuindo positivamente para a imersão sem sobrecarregar os jogadores.

## 5. O Quebra-Cabeça

O Jogo tem o objetivo de ajudar no aprimoramento da capacidade cognitiva e motora de pacientes com deficiências, no qual, explora a capacidade cognitiva de cada paciente por meios de reconhecimento de objetos do cotidiano, pessoas e animais diversos.

Assim, foi criado “Game Design Document” (GDD) para detalhar o processo de desenvolvimento do jogo, abordando minuciosamente os pontos de funcionamento da

jogabilidade. O documento explora como ocorre a interação do jogador com o jogo, além de contemplar outros processos essenciais para o desenvolvimento de jogos.

Dessa forma, o jogo explora os aspectos cognitivos, tais como memória, concentração e atenção, adaptando-se às necessidades de cada paciente. O jogo possui um modo personalizável que permite o especialista de saúde criar um quebra-cabeça com diversas imagens, o que proporciona uma abordagem emocional personalizada para cada paciente. Este modo, fortalece a inclusão de imagens que estimulam as memórias afetivas como a utilização de fotos familiares, personagens em quadrinhos, animais de estimação ou objetos.

### 5.1. Funcionamento do Jogo

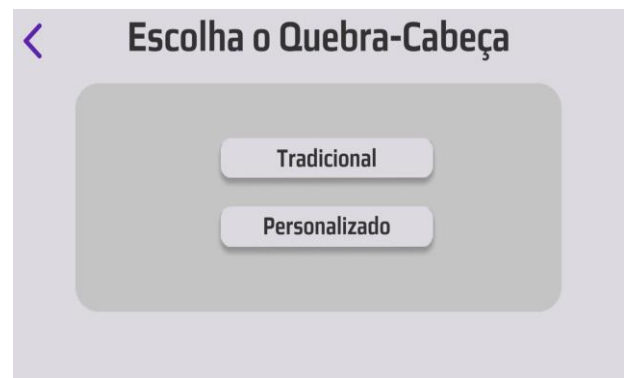
O jogo possui um diferencial para auxiliar os profissionais da saúde no tratamento de cada paciente de acordo com suas necessidades, as configurações possuem funcionalidades que permitem o jogo adaptar-se a quantidade de peças por partida, mudar o modo de jogo entre personalizada e tradicional, customizar imagem que farão parte do Quebra-Cabeça evitando criar estímulos negativos ao errar a montagem das peças.

Dessa forma, os especialistas conseguem criar um ambiente confortável dentro do jogo, a partir da customização de um determinado Quebra-Cabeça, é possível compreender as singularidades de cada paciente. Outro ponto de relevância é a preocupação com a temática das telas, que foi pensado para minimizar possíveis distrações de um jogador, devido os usuários finais serem pessoas com deficiências cognitivas ou motoras.

Figura 1: Tela inicial do jogo



Figura 2: Tela de modo de jogo



A Figura 1 apresenta a primeira tela do jogo Quebra-Cabeça. Nessa tela possui o botão “Iniciar” que, ao apertar, o usuário será direcionado para tela de configuração do modo de jogo. Em seguida o jogador é direcionado para o menu de seleção de modo de jogo (Figura 2). Com isso, o jogador possui duas opções de escolha, sendo elas o modo tradicional e modo personalizado, no qual, o modo tradicional fornece o formato quadrado das peças e o modo personalizado fornece o formato de peças com diferentes formatos.

**5.1.1. Modelo de Jogo Tradicional:** Ao optar pelo modo de jogo Tradicional, o jogador será redirecionado para uma nova tela que oferecera a opção de configurar o número de peças do quebra-cabeça. O modo tradicional apresenta configurações de quantidade de peças que variam de 2 por 2 até 5 por 5, com a quantidade total variando entre 4 a 25 peças por imagem. A Figura 3 ilustra essas opções. Ao escolher a quantidade de peças, o jogador é encaminhado para uma nova tela que permite a seleção entre nove imagens pré-definidas para montar o quebra-cabeça. A Figura 4 apresenta todas as opções disponíveis no jogo.

Figura 3: Tela de configuração de peças

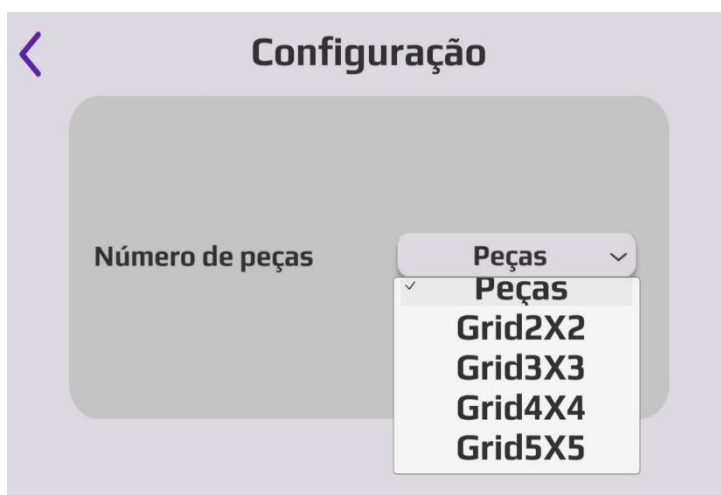
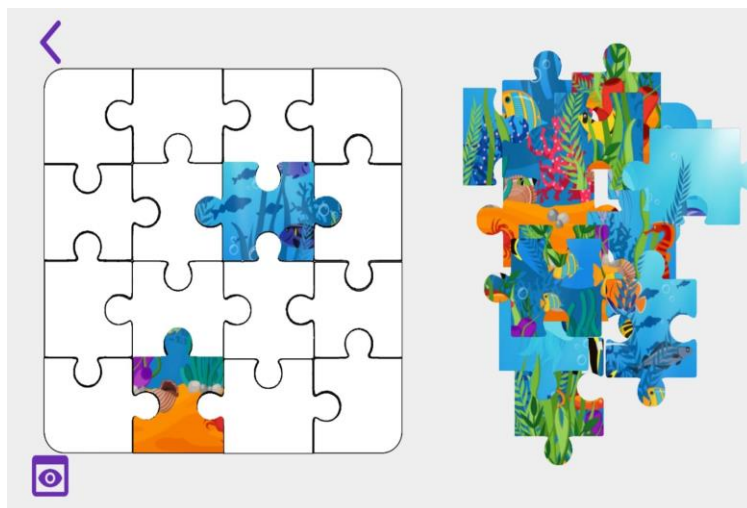


Figura 4: Tela de imagens pré-definidas



A partir da escolha da imagem o usuário será direcionado a tela de jogo representada na Figura 5, no qual, terá que montar o Quebra-cabeça com as configurações e imagens escolhida nas telas anteriores.

Figura 5: Tela da partida do modo tradicional



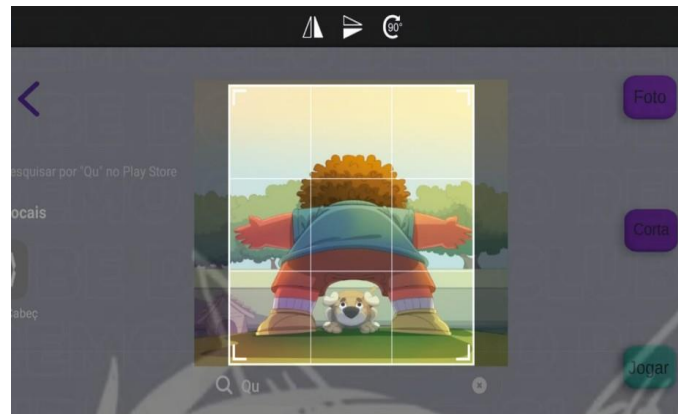
**5.1.2. Modelo de Jogo Personalizado:** O modo de jogos personalizado é selecionado no menu de configurações, conforme representado na Figura 2, o usuário será direcionado para a tela de configuração do número de peças a ser montada no Quebra-Cabeça representado na Figura 3.

Dessa forma, a diferença do modo personalizado é que o jogador após escolher a quantidade de peças, vai ser direcionado para tela de configuração da imagem, que possui três funções, a primeira é escolher qualquer foto que esteja armazenado dentro do smartphone como mostra a Figura 6, a segunda é personalizar a foto do jeito que o usuário deseja que apareça dentro do jogo de acordo com a Figura 7 e pôr fim o botão para entrar na tela de jogo.

Figura 6: Tela para selecionar foto

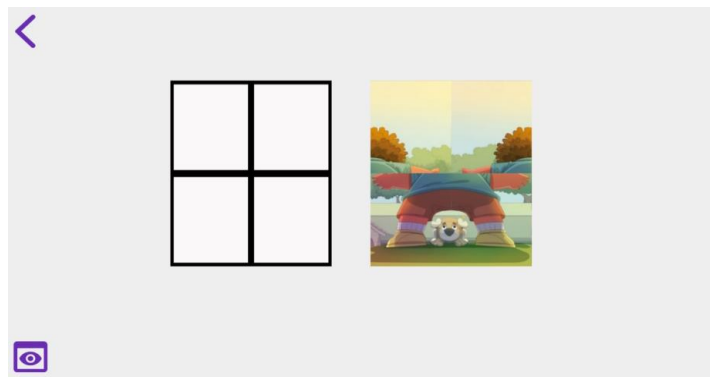


Figura 7: Tela de foto selecionada



Os botões seguem sempre a mesma sequência. O primeiro botão contém a ação para escolher a foto armazenada no dispositivo móvel, em seguida, o segundo botão fornece a operação para formatar a foto conforme desejado. Por fim, o terceiro botão dispõe da funcionalidade de direcionar o usuário para a tela de partida Figura 9.

Figura 8: Tela de jogo do modo personalizado



Com isso, o jogo fornece as características de adaptabilidade por meio de funções que permitem alternar entre:

- **Quantidade de peças:** Que possibilita modificar a quantidade de peças, variando de 2 por 2 até 5 por 5. Essas configurações impactam no nível de dificuldade do jogo. Desse modo, quanto maior a quantidade das peças mais elevada é a complexidade da partida.
- **Fotos personalizadas:** A foto personalizada possibilita o profissional da saúde usar qualquer imagem disponível em seu dispositivo móvel, proporcionando a liberdade para escolher a imagem a ser montada no Quebra-Cabeça. Dessa forma, há um impacto positivo na satisfação do jogador que pode montar imagens que mais lhe agradam, como foto de personagens de anime<sup>2</sup>, foto de familiares, animais, entre outros.

## 6. Resultados e Discussões

A inspeção foi realizada por meio das 10 heurísticas de (Nielsen and Molich, 1990) que são: 1 - visibilidade de estado do sistema, 2 - correspondência entre o sistema e o mundo real, 3 - liberdade de controle fácil para o usuário, 4 - consistência e padrões, 5 - prevenções de erros, 6 - reconhecimento em vez de memorização, 7 - flexibilidade e eficiência de uso, 8 - estética e design minimalista, 9 - ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros e 10 - ajuda e documentação. Assim, para cada problema, coletou-se os locais e gravidade, além de sugerir possíveis soluções. A seguir são apresentados os resultados obtidos pela avaliação dos pesquisadores em IHC, agrupados pelas gravidades definidas por (Nielsen and Molich, 1990) cosméticas, pequenas, grandes e catastróficas.

A gravidade cosmética representa baixo nível de defeito para o jogo. Em geral, os problemas são consertados caso haja tempo no cronograma do projeto. Para a gravidade pequena, o conserto deste nível pode receber baixa prioridade para manutenção. A gravidade grande possui alto nível de defeito e possui um impacto direto em sua jogabilidade, por isso, os problemas devem ser consertados antes de serem testados novamente. A gravidade catastrófica possui o maior nível de defeito dentre às quatro, o erro catastrófico precisa ser imediatamente ajustado pela equipe de desenvolvimento devido prejudicar diretamente o andamento e a jogabilidade do jogo.

A Tabela 2 apresenta o quantitativo de violações heurísticas encontradas pelos pesquisadores, por outro lado, as subseções 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 e 6.1.4 apresentam os resultados qualitativos obtidos pela inspeção do Quebra-Cabeça realizados pelos pesquisadores em IHC.

Tabela 2. Quantitativos obtidos por meio da avaliação heurística

Heurísticas	Quebra-cabeça			
	Cosmético	Pequeno	Grande	Catastrófico
Visibilidade de estado do sistema	0	2	0	1
Correspondência do sistema e o mundo real	2	7	0	1
Liberdade de controle fácil para o usuário	0	1	2	1
Consistência e Padrões	2	4	0	1
Prevenções de erros	0	0	1	1
Reconhecimento em vez de memorização	1	0	2	1
Flexibilidade e eficiência de uso	0	2	3	2
Estética e <i>design</i> minimalista	2	1	0	0
Reconhecer, indicar e se recuperar de erros	0	0	1	0
Ajuda e documentação	0	1	0	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

### 6.1. Violações das Heurísticas de Usabilidade no Jogo

As subseções a seguir apresentam a quantidades de violações encontradas e quais foram os tipos presentes dentro do jogo. Assim, e possível sugerir melhorias de acordo com a gravidade de cada violação

**6.1.1. Cosméticos:** Foram identificadas 7 violações cosméticas no Quebra-cabeça, incluindo 2 violações relacionadas a correspondência entre o sistema e o mundo real, 2 violações de consistência e padrões, 1 de reconhecimento em vez de memorização, e 2 violações de estética e design minimalista. Essas violações estão associadas aos termos utilizados na interface do usuário, especialmente nas opções de configuração, e a

organização das telas de configurações, que aumenta a complexidade do processo para os usuários, exigindo mais passos para realizar ações. Além disso, destacam-se a falta de características de feedback nos botões do menu e na interface de navegação.

Para abordar as questões associadas às violações cosméticas nas opções de configuração, implementou-se uma reorganização do menu, simplificando-o para o usuário. Além disso, foi efetuada uma redução na quantidade de passos necessários para iniciar uma partida, tornando o processo mais conciso.

No aspecto do feedback visual, houve uma padronização de cores para facilitar a compreensão das funções de cada botão. Essas ações visam otimizar a usabilidade, tornando a interação mais simples e proporcionando uma experiência mais eficiente e compreensível para o usuário.

**6.1.2. Pequenas:** O número total de violações pequenas identificadas foi de 18, abrangendo 7 violações relacionadas à correspondência entre o sistema e o mundo real, 4 violações de consistência e padrões, 2 violações envolvendo o estado do sistema e flexibilidade, e 2 violações de eficiência de uso. Adicionalmente, outras 3 violações estão vinculadas a heurística distinta. As infrações observadas incluem terminologia na interface do usuário que não reflete adequadamente os objetivos das opções de jogo, falta de conformidade com os padrões do sistema, confusão causada por sinais visuais na mensagem de vitória, ausência de tutoriais, documentação ou ferramentas de orientação para o usuário, e dificuldade de usabilidade resultante do posicionamento inadequado do recurso de ajuda, que exibe a imagem completa do Quebra-Cabeça.

A solução para os problemas envolveu a atualização da terminologia na interface do usuário, assegurando que os usuários compreendam claramente as ações que estão realizando. Em relação aos sinais de vitória, foi desenvolvida uma tela específica. Agora, sempre que um usuário vence uma partida, essa tela é exibida, apresentando a imagem da mascote do jogo junto com uma faixa indicando que o usuário ganhou a partida. Essas melhorias visam proporcionar uma experiência mais clara, envolvente e satisfatória para os usuários durante e após as partidas.

Com a revisão das terminologias do jogo, a necessidade de documentação para o usuário torna-se dispensável, uma vez que as alterações promovidas proporcionaram clareza sobre a função de cada componente dentro do jogo.

**6.1.2. Grandes:** O Quebra-Cabeça apresentou um total de 9 violações significativas, com destaque para 3 relacionadas a flexibilidade e eficiência de uso, 2 associadas à liberdade de controle fácil para o usuário, 2 referentes ao reconhecimento em vez de memorização e 2 violações relacionadas a outras heurísticas. Estas violações abordaram desafios no uso da ferramenta de recorte de imagem, a ocorrência de travamento do jogo ao bloquear a tela do dispositivo, a ausência da opção de reiniciar a partida após a vitória, privando o usuário da oportunidade de jogar novamente sem reiniciar o aplicativo. Adicionalmente, a insistência na inserção e recorte de uma nova foto ao iniciar cada partida do Quebra-Cabeça representa uma redundância, uma vez que seria mais eficiente permitir que o usuário reaproveitasse a imagem da partida anterior. Por fim, as dimensões quadradas do jogo não se alinham às dimensões do jogo tradicional, resultando em peças relativamente menores, especialmente em Quebra-Cabeças com um número maior de peças, evidenciando uma falta de padronização nos tamanhos das peças entre diferentes modos de jogo. Essas violações foram identificadas nas telas de configuração e de partida dos modos de jogo, afetando diretamente a interação dos jogadores.

Para aprimorar a funcionalidade de recorte da imagem, foram estabelecidos limites máximo e mínimo para o recorte, assegurando que as fotos sempre possuam as dimensões necessárias para a montagem do Quebra-cabeça. Adicionalmente, foi desenvolvida uma tela

de vitória, que é exibida quando o usuário conquista uma partida. Essa tela apresenta a imagem do mascote do jogo acompanhada de uma faixa indicando a vitória. Abaixo da imagem do mascote, são oferecidas opções para jogar novamente com a mesma imagem ou escolher outra partida com uma nova imagem. Essas melhorias visam otimizar a experiência do usuário, tornando o processo de recorte mais eficiente e proporcionando uma celebração clara após a conclusão bem-sucedida de uma partida.

Anteriormente, a variação nos estilos do Quebra-cabeça foi introduzida para proporcionar múltiplas opções de estilos de peças. Contudo, a disparidade no tamanho das peças surgiu devido a complexidade associada ao modo personalizado do quebra-cabeça. Nesse modo, foi intencional desenvolver uma experiência mais desafiadora, resultando em peças de menor tamanho. Essa abordagem visa exigir maior concentração por parte do usuário ao montar o Quebra-cabeça no modo personalizado, proporcionando uma experiência mais complexa e envolvente

**6.1.2. Catastróficas:** Com um total de 8 violações catastróficas, das quais 2 estão relacionadas a flexibilidade e eficiência de uso, e pelo menos uma violação em outras 6 heurísticas, o Quebra-Cabeça apresenta falhas que impactam a tela da partida, demandando correções fundamentais antes do seu lançamento.

As violações destacam a falta de informações sobre a existência de uma partida em andamento ao sair e retornar ao jogo, assim como a ausência de uma prevenção para a ação não intencional de cancelamento da partida, carecendo de uma confirmação do usuário. Além disso, no modo de jogo personalizável, há uma restrição que impede o usuário de arrastar uma peça para áreas não designadas, interpretando erroneamente como um encaixe incorreto e afastando a peça, impactando negativamente na jogabilidade e na experiência do usuário.

Para resolver esses problemas, foi implementado um modal de confirmação ao usuário quando ele tenta sair de uma partida. Esse modal visa evitar que o usuário saia involuntariamente de uma partida, exigindo uma confirmação explícita antes de encerrar a partida. Com a presença dessa tela de confirmação, o usuário fica ciente de que, ao confirmar a saída do jogo, ele encerrará a partida em andamento antes de sua conclusão. Essa abordagem elimina a necessidade de uma opção adicional para informar sobre a existência de uma partida em progresso, garantindo uma experiência mais controlada e evitando saídas acidentais do jogo

## **7. Considerações Finais**

Este estudo propôs uma solução direcionada a área de jogos sérios, com o objetivo de auxiliar profissionais de saúde no atendimento de crianças que possuem uma ou mais deficiências, ao mesmo tempo em que busca promover a inclusão desse público no universo dos jogos digitais.

Nesta pesquisa, realizou-se a avaliação heurística com pesquisadores de interação humano-computador para coleta de problemas e possíveis soluções de usabilidade. Atribuiu-se 5 pesquisadores para inspeção do Quebra-Cabeça e, dessa forma, foi relatado alguns problemas na interface, como o posicionamento de alguns botões e algumas configurações que ainda não estão funcionando. Para finalizar, feitos os ajustes dos problemas relatados.

As contribuições do Quebra-cabeça são significativas, incorporando crianças no mundo digital como parte integrante de seu tratamento. Este enfoque destaca de maneira impactante que pessoas com deficiências podem participar ativamente do universo tecnológico. O jogo não apenas oferece benefícios educacionais, mas também desempenha um papel crucial ao desmistificar estigmas e mostrando que a inclusão no cenário tecnológico é não apenas possível, mas também enriquecedora. Ao proporcionar uma

experiência digital adaptada às necessidades específicas das crianças com Deficiência Intelectual, o Quebra-Cabeça contribui para uma narrativa mais inclusiva e empoderadora no âmbito tecnológico.

O jogo faz parte de um projeto maior que visa desenvolver uma plataforma que reúna diversos jogos adaptáveis e possibilita o acompanhamento da evolução dos pacientes a partir da geração de relatórios de desempenho atrelados ao usuário referente às partidas em cada um dos jogos disponíveis na plataforma de forma integrada em um banco de dados. Portanto, os relatórios de desempenho do Quebra-Cabeça, e os demais jogos, devem ser considerados na implementação dessa plataforma. Além disso, deve-se manter o empenho em assegurar que os jogos sigam padrões estabelecidos e apresentem consistência nos elementos da interface e nas configurações gerais disponíveis. Isso visa estabelecer uma identidade visual reconhecível e reutilizada entre eles, evidenciando que são produtos de uma mesma iniciativa.

Com os trabalhos futuros e considerando os resultados dessa pesquisa, se faz necessária a correção das violações encontradas, prioritariamente as violações grandes e catastróficas devido seus impactos na aplicação como um todo, inclusive sua condição normal de funcionamento. Dessa forma, elaborou-se o Game Design Document (GDD) para registrar de maneira minuciosa as informações relacionadas ao jogo. Isso se torna relevante, pois o jogo integrará uma plataforma junto a outros com propósitos semelhantes. O destaque distintivo entre eles residirá no próprio jogo, nas funcionalidades e características adaptáveis oferecidas. A clareza na diferenciação desses elementos é crucial, e esses detalhes estão devidamente documentados no GDD.

Nos próximos passos, almeja-se implementar novas funcionalidades para aprimorar a personalização do jogo, facilitando o uso por profissionais da saúde no atendimento a pacientes com diversas deficiências. Essa iniciativa visa intensificar a acessibilidade do jogo. Subsequentemente, serão conduzidos dois estudos de caso, empregando testes de usabilidade com o público-alvo da pesquisa. Atendendo a solicitações dos profissionais de saúde, está previsto o desenvolvimento de uma versão para desktop, compatível com o sistema operacional Microsoft Windows.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (2015). Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Diário Oficial da União. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).
- Nielsen, Jakob, and Rolf Molich. "Heuristic evaluation of user interfaces." Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. 1990.
- Barbosa, S. and Silva, B. (2010). Interação humano-computador. Elsevier Brasil.
- Bentes, J. F., Araújo, F. P. O., and Pires, Y. P. (2020). Ane-jogos educativos para auxiliar crianças com deficiência intelectual no aprendizado do alfabeto, numerais e emoções. In Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola, pages 399–408. SBC.
- Buchinger, D. and da Silva Hounsell, M. (2013). Jogos sérios competitivo-colaborativos: um mapeamento sistemático da literatura. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), volume 24, page 275.
- Carvalho, C. P. d., Escudeiro, G. d. M., et al. (2018). "Cuca fresca: um jogo da memória adaptável para crianças com deficiência".
- Ne'ry, J. T. C., Henrique, Y. A. M., Hounsell, M., and Kemczinski, A. (2019). Jogos sérios multimodais para a saúde: Um mapeamento sistemático da literatura. Proceedings of XVIII SBGames, pages 198–206.
- Nielsen, J. (1994). Usability engineering. Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J. (2017). Usability 101: Introduction to usability. nielsen norman group (2012). Dostupne [4. 12. 2021] z: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability>.
- Paavilainen, J. (2020). Defining playability of games: functionality, usability, and gameplay. In Proceedings of the 23rd International Conference on Academic Mindtrek, pages 55–64.
- Raessens, J. (2006). Playful identities, or the ludification of culture. Games and Culture, 1(1):52–57.
- Sartoretto, M. L. and Bersch, R. (2017). O que é tecnologia assistiva. Assistiva: Tecnologia e Educação.
- Teran, L., Araújo, F., and Pires, Y. (2019). Elis: Uma ferramenta inclusiva para o ensino de lógica de programação aos surdos. In Anais do XXV Workshop de Informática na Escola, pages 1024–1033. SBC.
- Zuliani, M. L. d. S. (2015). Tecnologias assistivas na educação inclusiva.