

## **RITMO MANIA: AN AUDITORY AND VISUAL MEMORY GAME FOR CHILDREN WITH DISABILITIES**

Marcus Victor dos Reis Kenjiro - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - Orcid:  
<https://orcid.org/0009-0009-8337-4545>

Thainá Eliza Flexa Souza - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - Orcid:  
<https://orcid.org/0009-0000-0915-4864>

Marcelle Pereira Mota - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - Orcid:  
<https://orcid.org/0000-0001-9226-9020>

Assistive technologies are conceptualized as services or tools that assist individuals with disabilities or limitations, whether temporary or permanent. In this sense, children are the relevant audience for the use of assistive technologies, as it is during childhood that cognitive and motor skills are most explored. It is important to associate these technologies with playful and interactive strategies, such as games and recreational activities. In the realm of inclusive education, these aspects must also be addressed, as it creates an environment for cognitive, motor, and social development, allowing children with disabilities to explore and learn not only in an educational manner but also in a enjoyable and personalized way. In light of this, this work presents a playful alternative aimed at children with disabilities, describing the organization, development, and heuristic evaluation of an auditory and visual memory game named "Ritmo Mania," which explores skills such as attention and memory stimulation, as well as pattern recognition.

Keywords: Assistive Technologies, children, disabilities, playful strategies, adaptable games

## **RITMO MANIA: UM JOGO DE MEMÓRIA AUDITIVA E VISUAL PARA CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA**

As tecnologias assistivas são conceituadas como serviços ou ferramentas que auxiliam pessoas com deficiência ou limitações, sejam elas temporárias ou não. Nesse sentido, as crianças são o público relevante no uso de tecnologias assistivas, visto que é na fase da infância que as habilidades cognitivas e motoras são mais exploradas, sendo importante associá-las às estratégias lúdicas e interativas, tais como jogos e atividades recreativas. No eixo da educação inclusiva, tais aspectos também devem ser abordados, já que cria um ambiente de desenvolvimento cognitivo, motor e social, em que as crianças com deficiências podem explorar e aprender de maneira não apenas educativa, mas também prazerosa e de modo personalizado. Em vista disso, este trabalho apresenta uma alternativa lúdica voltada para crianças com deficiência, descrevendo a organização, desenvolvimento e avaliação heurística de um jogo de memória auditiva e visual nomeado Ritmo Mania, que explora habilidades como estímulo da atenção e memória, bem como reconhecimento de padrões.

Palavras-chave: Tecnologias assistivas, crianças, deficiência, estratégias lúdicas, jogos adaptáveis

## 1. Introdução

Em decorrência da globalização, a sociedade vem buscando cada vez mais tecnologias para facilitar o cotidiano, dentre essas estão as Tecnologias Assistivas (TA) que ajudam a aprimorar habilidades cognitivas e motoras de pessoas com deficiência ou alguma limitação, permitindo uma vida com maior ampliação de habilidades funcionais, além de maior independência e inclusão social (Néry et al. 2019; Bersch, 2008). O principal objetivo da TA é proporcionar uma vida com maior ampliação de habilidade funcional deficitária, proporcionando maior independência e inclusão social (Bersch, 2008).

Dentro da área da TA estão inseridos os jogos adaptáveis. Quando usados como ferramenta de ensino e aprendizagem, podem auxiliar no desenvolvimento cognitivo de reflexos, capacidade de memorização e atenção, raciocínio lógico e reconhecimento de padrões, bem como ferramenta de alfabetização (Marques, 2013). No entanto, observa-se uma carência no desenvolvimento de jogos voltados para a área de Tecnologia Assistiva, área interdisciplinar que engloba práticas que promovem a atividade e participação de pessoas com deficiência (Sartoretto & Bersch, 2017; Bersch, 2008).

No que diz respeito à estrutura do artigo, este se encontra segmentado em seis partes distintas: *Introdução*, *Trabalhos Relacionados e Fundamentação Teórica*, *Metodologia*, *Documento de Design do Jogo*, *Resultados*, *Discussão e Considerações Finais*, respectivamente. Na introdução, são apresentados os conceitos essenciais para a compreensão da pesquisa. A seção de Trabalhos Relacionados e Fundamentação Teórica aborda produções científicas similares, destacando objetivos de estudo e estabelecendo conexões relevantes, enriquecendo a compreensão do panorama acadêmico atual. Assim como estabelece conceitos teóricos básicos para a estrutura e compreensão do presente trabalho. Já a *Metodologia* demonstra como os conceitos apresentados foram aplicados na pesquisa. O Documento de Design do Jogo aborda em detalhes todas as características (mecânica de jogo, interface, características técnicas etc.) e estrutura do Ritmo Mania. A segmentação dos Resultados abrange dados da pesquisa, incorporando a representação gráfica em tabela. Com base nesses dados, na seção subsequente de Considerações Finais foram elaborados argumentos sobre a importância dos resultados e os contextos nos quais são aplicáveis. Para encerrar, a parte de Referências detalha os estudos citados e relevantes para a elaboração do artigo.

Assim, foi elaborado o Ritmo Mania, um jogo de memória auditivo, visual interativo que incentiva o desenvolvimento cognitivo com ênfase na capacidade de memória musical, reconhecimento de padrões e estímulo da atenção, sendo voltado prioritariamente a deficiências intelectuais.

## 2. Trabalhos Relacionados e Fundamentação Teórica

### 2.1. Jogos Sérios

Os Jogos Sérios (JS) representam uma vertente inovadora que incorpora elementos lúdicos em aplicações educativas, visando torná-las mais envolventes para o público-alvo selecionado (Ritterfeld, 2009). No contexto da saúde, os JS desempenham um papel crucial, sendo capazes de exercer função terapêutica valiosa, proporcionando suporte como, por exemplo, o processo de reabilitação de pacientes. O projeto proposto alinha-se a essa abordagem, direcionando-se também a profissionais da saúde como público-alvo

relacionado, além das crianças com deficiência. Esses profissionais terão a capacidade de personalizar o jogo de acordo com as necessidades específicas de seus pacientes, integrando-o de maneira única em suas sessões de atendimento. Essa personalização permite uma adaptação precisa e eficaz, potencializando o uso dos Jogos Sérios como uma ferramenta dinâmica e personalizada no contexto da saúde.

## 2.2. Jogos Adaptáveis

Jogos adaptáveis são aqueles que permitem ao usuário alterar as configurações para suprir suas necessidades e preferência no seu uso (Oppermann, 1994; De Souza & Barbosa, 2006). Baseado na opinião de especialistas na área de Terapia Ocupacional e na pesquisa científica de Revisão da Literatura sobre sistemas adaptáveis realizada por Carvalho et al. (2022), o jogo presente neste trabalho possui parâmetros de customização detalhados a seguir.

- a) **Áudio Personalizado (AP):** altera os sons do jogo e ou a capacidade adicionar sons personalizados;
- b) **Personalização das Cores (C):** capacidade de alterar cores dos elementos visuais do jogo, importante para usuários com daltonismo que não conseguem distinguir algumas cores, e ainda para pessoas com déficit de atenção, pois certas cores podem comprometer esta capacidade;
- c) **Temporizador (T):** tempo de exibição de elementos visuais no jogo, como o tempo em que em que luzes ficam acessas para o usuário visualizar, por exemplo;
- d) **Feedback Sonoro (FS):** indicadores sonoros que indicam os resultados de ações do usuário, sejam erros ou acertos;
- e) **Feedback Visual (FV):** indicadores visuais que indicam os resultados de ações do usuário, sejam erros ou acertos;
- f) **Elementos Textuais (ET):** são textos que podem ser personalizados pelo usuário, como legendas para elementos visuais que podem ser ativadas;
- g) **Nível de Dificuldade (ND):** consiste na intensidade do desafio cognitivo de uma partida do jogo;
- h) **Número de Peças (NP):** número de elementos configuráveis da partida, como as peças em um quebra-cabeça. Essa personalização é importante para não "sobrecarregar" alguns usuários com excessos de informação e complexidade na jogabilidade;
- i) **Modo de Jogo (MJ):** possibilidade de o jogo ser executado de diferentes formas. Corresponde aos modos de jogo *Aleatório* (cada partida com sequência aleatória) e *Musical* (sequência de acordo com música pré-definida).

## 2.3. Trabalhos Relacionados

A seção de *Trabalhos Relacionados* informa as literaturas científicas que estão concernentes ao tema proposto, bem como informa a comunidade científica a respeito do panorama de determinado assunto. Aqui em questão, referindo-se aos jogos adaptáveis ou sérios que objetivam promover ludicidade associado a benefícios cognitivos e motores.

Nesse sentido, a criação do jogo sério "I Blue It", proposto por Dos Santos et al. (2018) é voltado ao suporte de profissionais de saúde quanto a questões clínicas, como a reabilitação respiratória. Assim como na pesquisa citada, o público-alvo e a contextualização são concernentes ao público infantil e questões terapêuticas. Todavia,

observa-se que o "I Blue It" não detalha a realização de testes, tampouco oferece opções de personalização. Fatores esses que estão indicados e descritos no presente artigo.

Como também apresentado por Fernandes et al. (2018), que elaboraram um jogo de quebra-cabeça com opções personalizadas de acordo com o nível de dificuldade do jogo (*iniciante, intermediário* ou *avançado*) voltado para crianças com deficiência física, o jogo apresentado nesse trabalho também se assemelha às configurações definidas. Como resultado de Fernandes et al. (2018), obteve-se que os participantes conseguiram jogar de modo satisfatório e sentiram-se engajados e entusiasmados durante a realização da atividade lúdica.

Outro trabalho é a pesquisa de Carvalho et al. (2019), apresenta o “Cuca Fresca”, jogo da memória virtual adaptável com características de customização como temas personalizados, cores e outros parâmetros com o objetivo de ser utilizado por profissionais especializados no tratamento de crianças com deficiência. Os testes realizados também indicaram boa aceitação entre profissionais e crianças que o utilizaram. Este trabalho faz parte de um projeto maior com outros jogos relacionados.

Por fim, Barata & Mota (2018) com uma pesquisa associada ao projeto anterior, apresentam o jogo *AdaptaQuebra-Cabeça*, desenvolvido para apoiar o desenvolvimento de habilidades em crianças com deficiência. O jogo, adaptável e flexível, foi concebido para introduzir crianças ao uso de dispositivos móveis, estimulando habilidades como atenção, memória e coordenação motora. A seção de Testes com Especialistas destaca a análise qualitativa realizada com profissionais, revelando considerações sobre elementos configuráveis, visuais e a possível colaboração do jogo no desenvolvimento de habilidades em crianças. O estudo sugere a aceitação positiva da ferramenta no contexto real de uso, evidenciando seu potencial como recurso para profissionais que trabalham com crianças com deficiência.

### 3. Metodologia

O Jogo Ritmo Mania não visa atender apenas um único tipo de deficiência específica, mas abranger usuários de diferentes deficiências por meios das características adaptáveis e recomendações de *design* voltado à acessibilidade em jogos (Batista et al. 2019) como: limitação de informação por tela; adequação de tempo necessário para o jogo; valorização de erros e acertos, para motivação e *feedback* ao usuário sobre seu desempenho.

Para o levantamento de requisitos, foram realizadas entrevistas com terapeutas ocupacionais cujo a proposta de jogo de memória auditiva e visual foi apresentada como protótipo. Salienta-se que as entrevistas foram realizadas de forma semiestruturada. Após essa etapa, com base nas respostas da entrevista e execução do protótipo, os principais requisitos definidos a seguir.

- a) Deve possuir uma variedade de músicas reais para serem selecionadas no modo musical e usadas como sequência;
- b) Deve ter um modo de jogo que reproduz e forme as sequências a partir da reprodução de notas aleatórias;
- c) Deve haver a possibilidade de seleção da dificuldade do jogo com base na velocidade e duração das sequências na partida;
- d) Deve ser personalizável o número de botões e se eles apresentam rótulos com os nomes das notas musicais;
- e) Deve emitir sons de reforço positivo durante a partida;
- f) Deve estar disponível em qualquer dispositivo Android;

- g) Deve armazenar dados da partida, primeiramente como tempo de jogo e número de acertos.

Os parâmetros e requisitos de customização sugeridos por Carvalho et al. (2022) ajudaram a definir as principais opções de customização presentes no jogo. Tais características foram aplicadas na presente pesquisa detalhado a seguir.

- a) **Áudio Personalizado:** altera os sons do jogo. Estão disponíveis 3 tipos de sons - digital, piano e flauta;
- b) **Personalização das Cores:** o elemento visual disponível para alteração é a cor de fundo da tela de jogo;
- c) **Temporizador:** tempo de exibição de elementos visuais no jogo, como o tempo em que as luzes ficam acesas para o usuário visualizar. Essa opção impacta na velocidade de execução do jogo durante a partida;
- d) **Feedback Sonoro:** indicadores sonoros que apontam erros ou acertos do usuário;
- e) **Feedback Visual:** indicadores visuais que apontam erros ou acertos do usuário;
- f) **Elementos Textuais:** estão presentes na forma de legendas para elementos visuais que podem ser ativadas;
- g) **Nível de Dificuldade:** a dificuldade do ritmo mania se dá pela combinação de vários elementos de configuração, como velocidade e tamanho da sequência;
- h) **Número de Peças:** o número de elementos configuráveis da partida, os botões sonoros no jogo de ritmo;
- i) **Modo de Jogo:** são os modos *Aleatório* (sequência aleatória) e *Musical* (sequência pré-definida).

#### **4. Documento de Design do Jogo**

Segundo Pedersen (2003), o Documento de Design do Jogo (no inglês - *Game Design Document - GDD*) é o documento que descreve todas as características de um determinado jogo (história, personagens, sons, etc.). Desta forma, este documento direciona tanto o usuário como os desenvolvedores a respeito da organização do jogo.

##### **4.1. Visão Geral**

Este tópico aborda uma visão geral do Ritmo Mania, suas características básicas, inspiração, público-alvo e diferencial.

###### *4.1.1. Resumo*

O Ritmo Mania é um jogo de memória auditiva e visual em que o jogador deve reproduzir sequências sonoras e de cores. Desenvolvido para dispositivos mobile portadores do sistema operacional Android e computadores com sistema operacional Windows, foi criado com intuito de ajudar no desenvolvimento cognitivo de crianças, especificamente na capacidade de memória, reconhecimento de padrões e estímulo da atenção. O jogo apresenta características de adaptabilidade. Deste modo essas funcionalidades têm o intuito de abranger uma gama de crianças com deficiências, sejam elas cognitivas ou físicas. Essas características são: cores, velocidade, *feedback* sonoro, *feedback* visual, nível de dificuldade, elementos textuais, número de peças personalizável e dois modos de jogo: *Musical* ou *Aleatório*.

###### *4.1.2. Gameplay*

No Ritmo Mania, o jogador deve reproduzir as sequências sonoras e de cores geradas pela lógica da partida, a partir de botões com cores distintas e que correspondem a 7 (sete) notas musicais.

#### 4.1.3. *Gênero*

O Ritmo Mania é um jogo *puzzle* (quebra-cabeça) de memorização e de ritmo, inspirado no brinquedo eletrônico *Gênus* distribuído pela empresa Estrela desde a década de 1980.

#### 4.1.4. *Público-Alvo*

O público-alvo compreende as crianças deficientes e profissionais especializados no tratamento de crianças com deficiência (em destaque, terapeutas ocupacionais) também incluindo profissionais de áreas correlatas que possam utilizar esse jogo em seus atendimentos.

#### 4.1.5. *Diferencial e atrativos*

O jogo apresenta características adaptáveis que modificam fatores como o aspecto visual e mudanças na jogabilidade. Deste modo, essas funcionalidades têm o intuito de abranger crianças com diferentes deficiências, sejam elas cognitivas ou físicas.

## 4.2. **Interface**

Nesse tópico estão descritos quais serão os dispositivos de entrada (receptores de ações do usuário) e saída (exibem dados e informações do sistema ao usuário) do jogo.

#### 4.2.1. *Controles*

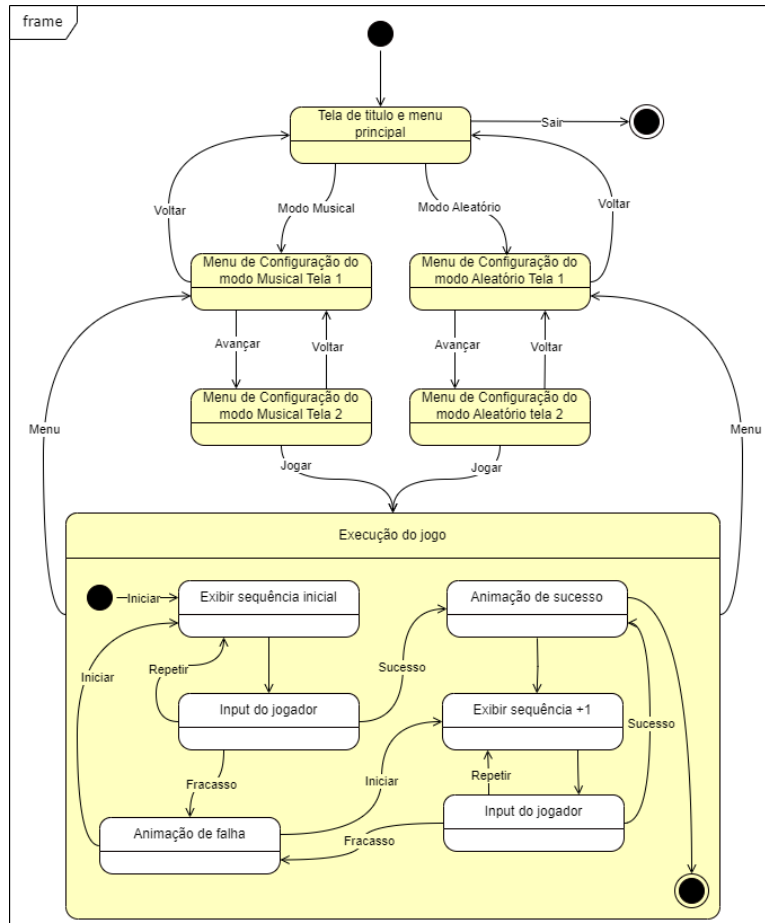
Os controles são ações executadas pelos usuários mediante toques na tela em dispositivos móveis ou telas sensíveis ao toque. Para outros dispositivos, o controle também pode ser feito pelo clique do *mouse*.

#### 4.2.2. *Telas*

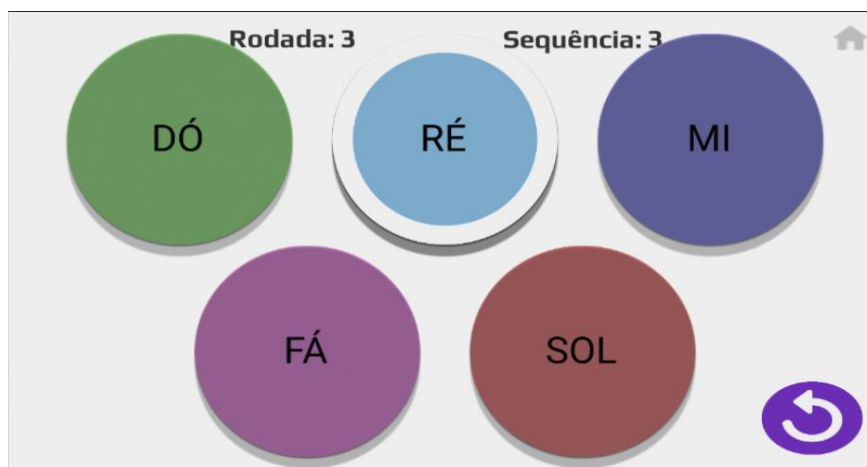
As telas são apresentadas no diagrama de estados (Figura 1), em que cada estado representa uma tela que deve ser exibida ao jogador. Os eventos que indicam a transição entre as telas são representados pelas arestas do diagrama.

Na Figura 2 é visualizada a tela de jogo. A aparência pode ser alterada nas opções de configuração. Tal tela apresenta indicadores com informações de progresso, como número da rodada naquele momento e tamanho da sequência atual, assim como um botão de repetição, permitindo ao usuário rever a sequência caso tenha dificuldades na memorização. Após a conclusão bem-sucedida de uma sequência, o jogo apresenta *feedback* positivo representado com som de aplausos e efeitos de comemoração. Isso incentiva o usuário a continuar para a próxima fase.

**Figura 1 - Diagrama de estados UML.**



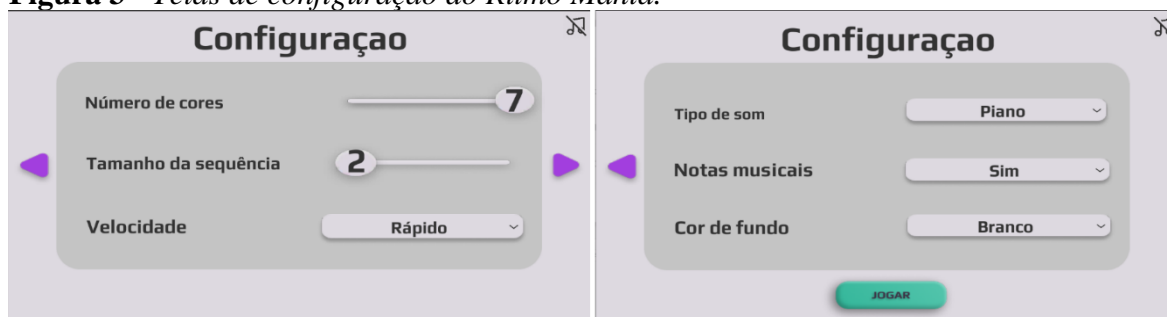
**Figura 2 - Tela de partida do Ritmo Mania.**



**4.2.3. Menus do Sistema**

Relação das telas que contêm menus de seleção. São elas:

- a) Menu inicial: jogadores visualizam os itens a seguir.
- Modo *Aleatório*: leva o usuário às configurações para a criação de uma partida no modo aleatório.
  - Modo *Musical*: leva o usuário às configurações para a criação de uma partida no modo *Música*.
  - *Sair*: encerra o aplicativo.
- b) Menu de configuração: permite configurar as características adaptáveis do jogo (Figura 3). As funções presentes visam permitir a personalização da experiência de jogo para abranger as necessidades de cada jogador. O menu apresenta algumas opções distintas dependendo do modo de jogo escolhido:
- *Número de cores*: quantidade de notas na sequência, representando a variedade de botões com o mínimo de 2 (dois) e o máximo de 7 (sete) botões distintos na tela que correspondem a cada nota musical. Essa configuração impacta na dificuldade do jogo, tendo em vista que quanto maior o número de botões, mais difícil será de recordar a ordem para clicá-los.
  - *Tamanho da sequência*: refere-se ao tamanho da primeira sequência a ser reproduzida. As sequências seguintes são incrementadas em uma unidade. Destaca-se que o tamanho da sequência impacta diretamente o nível de dificuldade do jogo, tendo em vista que quanto maior o tamanho da sequência, mais difícil será recordá-la.
  - *Velocidade*: corresponde a velocidade da sequência, o intervalo entre notas e o tempo de duração de cada. A velocidade possui as opções *rápido*, *médio* e *lento*, que correspondem, respectivamente, a 100 (cem), 80 (oitenta) e 60 (sessenta) batidas por minuto (*bpm*).
  - *Cor de fundo*: recurso que altera a cor do plano de fundo do jogo. Permite o ajuste do contraste entre o fundo e os elementos de jogabilidade, auxiliando usuários com deficiência visual a aumentar o foco de atenção. Assim, não interfere na jogabilidade, apenas no quesito visual.
  - *Tipo de som*: altera os sons reproduzidos pelas notas musicais. As opções presentes são: piano, flauta, e digital, que é fornecido pelo sintetizador.
  - *Notas musicais*: esta adaptabilidade se refere às legendas dos botões, identificando-as como notas musicais. Além disso, as características educativas apresentam noções básicas de música e facilitam o entendimento de usuários que possuem daltonismo. (indivíduos com percepção visual que os torna incapazes de diferenciar algumas cores)
  - *Música*: opção específica do Modo *Musical* e permite ao usuário escolher uma música. Atualmente, há o total 3 (três) músicas disponíveis e todas estão adaptadas às variações de velocidade.
  - *Setas de retroceder/avançar*: avança ou retrocede as telas do menu de configurações.
  - *Botão de som*: ativa e desativa os sons do jogo.
  - *Jogar*: inicia a partida com as configurações selecionadas.

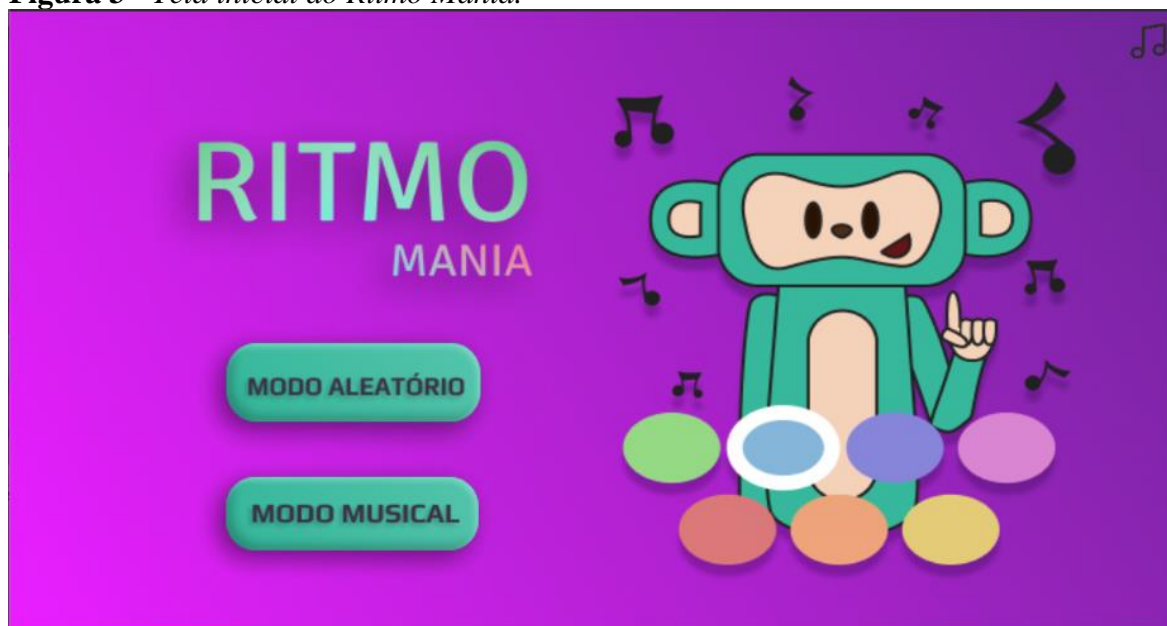
**Figura 3 - Telas de configuração do Ritmo Mania.**

#### 4.3. Mecânicas do Jogo

A mecânica básica consiste no jogador reproduzir a sequência de botões e sons que são apresentados. Ao pressionar o botão de iniciar, o jogo acenderá uma sequência de botões na tela em conjunto com os sons correspondentes. Após o término da sequência, o jogador tem a possibilidade de ativar qualquer botão. Porém, para progredir no jogo, deve repetir a mesma sequência demonstrada anteriormente. Caso o jogador não recorde o padrão, existe um botão de repetição que executa a sequência novamente. Caso a sequência seja inserida corretamente, reproduzem-se sons de aplausos como *feedback* positivo e o jogador pode avançar para a próxima etapa.

A progressão do jogo é realizada a partir da sequência inicial definida nas configurações pelo jogador, sendo incrementada em uma unidade e aumentando a dificuldade cada vez que o jogador é bem-sucedido no nível e avança para o próximo.

O jogo apresenta duas variações *gameplay* que consistem nos modos de jogo *Aleatório* (gera uma sequência aleatória a cada partida) e *Musical* (fornece uma sequência que corresponde a uma das músicas pré-definidas nas configurações), mostrados na Figura 4.

**Figura 3 - Tela inicial do Ritmo Mania.**

#### 4.4. Detalhamento Técnico

Quanto ao *hardware*, desenvolveu-se para dispositivos *mobile* de sistema operacional Android (versão 6 ou superior) e computadores de sistema operacional

Windows (versão 7 ou superior). Os *softwares* e serviços utilizados durante o processo de desenvolvimento foram *Gimp Photoshop, Figma, Microsoft Paint, Visual Studio Code*, editor de áudio *Audacity* e sintetizadores online.

Além disso, foi utilizado o motor gráfico *Unity* com a linguagem de programação *C#*. Como o *Unity* é uma das principais ferramentas atuais para o desenvolvimento de jogos, as vantagens incluem a vasta disponibilidade de material e documentação oficial gerada pela comunidade, além da facilidade de porte para diferentes plataformas.

#### 4.5. Arte e sons

A escolha adequada da arte do jogo e sons emitidos são de relevância para despertar o interesse do público-alvo, bem como transmitir o propósito educativo de forma interativa e engajadora.

##### 4.5.1. Estilo

Presente nas artes conceituais observadas na Figura 4, a identidade visual do jogo é colorida no tema e na fonte dos textos, a fim de gerar motivação e interesse do público-alvo infantil. Outrossim, outros recursos também foram usados para tal propósito, como uma música de tema autoral e a criação de um mascote. É importante frisar que a interface e o *design* geral do jogo também são limpos e simples, a fim de evitar distrações e perda de interesse no foco de jogabilidade, haja vista que crianças com restrições cognitivas também são potenciais usuárias do jogo.

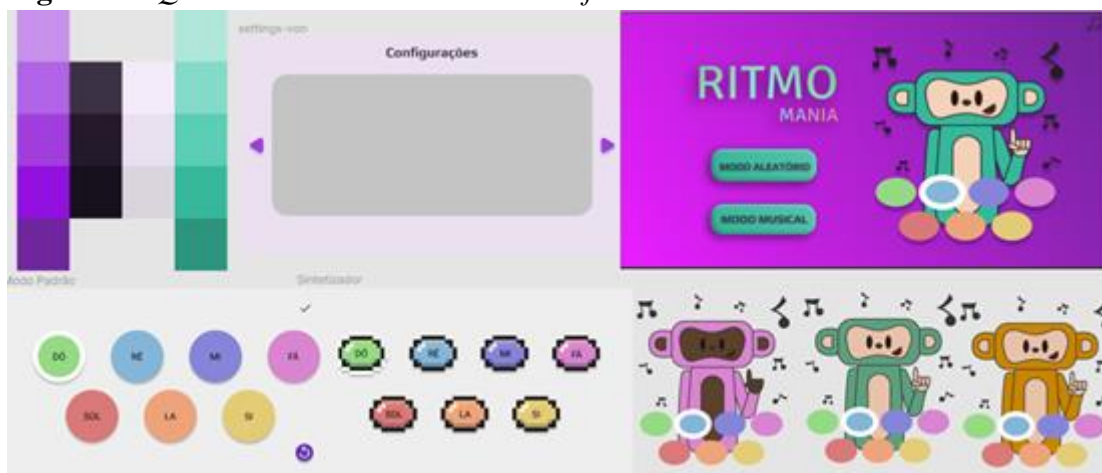
##### 4.5.2. Efeitos

Os efeitos sonoros de notas musicais foram gerados a partir de um teclado sintetizador. Os demais efeitos foram retirados de bibliotecas online de efeitos sonoros de uso livre.

##### 4.5.3. Música

As músicas presentes no modo Musical são cantigas populares de domínio público sendo elas: “*A baratinha*”, “*O sapo não lava o pé*” e “*Cai, cai balão*”. Estas músicas que foram transcritas para notas musicais e agregadas ao jogo como uma sequência numérica correspondente aos botões do jogo.

**Figura 4** – Quadro conceitual de arte e interface de usuário.



## 5. Avaliação Heurística

O desenvolvimento do jogo trouxe como resultados duas perspectivas principais: a Avaliação Heurística e possíveis correções e alterações, estas últimas baseadas nas conclusões obtidas da avaliação realizada.

Para a avaliação do Ritmo Mania foi realizada uma Avaliação Heurística a fim de identificar problemas de usabilidade no jogo. Esse tipo de avaliação é realizado por meio da inspeção de violações de 10 heurísticas definidas por Nielsen (1994) detalhadas.

- a) Visibilidade de estado do sistema;
- b) Correspondência entre o sistema e o mundo real;
- c) Liberdade de controle fácil para o usuário;
- d) Consistência e padrões;
- e) Prevenção de erros;
- f) Reconhecimento em vez de memorização;
- g) Flexibilidade e eficiência de uso;
- h) Estética e design minimalista;
- i) Ajudar os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros;
- j) Ajuda e documentação.

### 5.1. Classificação por gravidade de erros

Assim, foram coletados o local, a gravidade e possíveis soluções para cada problema encontrado pelos avaliadores. Os resultados obtidos por avaliadores com experiência em Interação Humano-Computador (IHC) foram agrupados pelas gravidades definidas por Nielsen (1994) como: *Cosmética*, representando baixo nível de defeito para o jogo, os problemas são consertados; *Pequena*, em que o conserto deste nível pode receber baixa prioridade para manutenção; *Grande*, possuindo alto nível de defeito e impacto direto em sua jogabilidade, por isso, os problemas devem ser consertados antes de serem testados novamente; *Catastrófica*, com o maior nível de defeito dentre as quatro, o erro catastrófico precisa ser imediatamente ajustado pela equipe de desenvolvimento devido o prejuízo direto no andamento e na jogabilidade. Na Tabela 1 são apresentados os dados quantitativos das violações encontradas. É importante também realçar que todas as violações categorizadas foram encontradas distribuídas no Menu do jogo, nas telas de configuração e nas telas de partida dos modos de jogo, causando prejuízos na usabilidade, jogabilidade e experiência do usuário.

#### 5.1.1. Cosméticas

O total de erros cosméticos encontrados foram 5 (cinco). Essas violações estão relacionadas aos problemas de menor impacto na interface, como referentes a falhas de configuração de cor da tela de fundo.

#### 5.1.2. Pequenas

O total de erros pequenos encontrados foram 13 (treze). As principais violações estão observadas no posicionamento de alguns elementos (como botões) e a falta de simbologia para tais. Por exemplo, o botão de desligar/ligar da música precisa ser pressionado mais de uma vez para poder ativar novamente o efeito sonoro. Outro erro significativo recai sobre a tela inicial do jogo, que não possui um símbolo no botão de início que indique o avanço para a próxima parte do jogo. Além disso, também não há uma documentação com informações detalhadas para instruir, orientar e propor soluções ao

usuário sobre as funcionalidades existentes e possíveis erros que podem ser encontrados durante o uso da aplicação.

### 5.1.3. *Grandes*

A presente avaliação heurística encontrou 23 (vinte e três) violações dessa categoria. As principais estão relacionadas à música ambiente que é reproduzida enquanto o usuário está navegando pelas telas do menu e configurações. Nesse caso, refere-se à falta de continuidade da reprodução ao trocar entre as telas e ao fato de que, quando desabilitada, o ícone não é correspondente ao estado de configuração do sistema, voltando a apresentar o ícone que representa o estado de reprodução de música anteriormente habilitado.

Outros problemas que envolvem os sons da aplicação foram relacionados às configurações, em que o som de flauta não corresponde ao som real. Além disso, no modo *Musical* o som reproduzido na sequência não corresponde ao som reproduzido pelo botão ao ser pressionado. Quanto ao modo *Aleatório*, pode ocorrer erro ao selecionar outro instrumento após uma partida anterior que utilizou o piano (estabelecido como padrão do jogo). Assim, na partida seguinte, o piano permanece como instrumento, ou seja, o novo não é selecionado (flauta ou digital).

Outra violação grande está relacionada à orientação do dispositivo. O jogo não deveria, por falta de responsividade, permitir que o usuário utilizasse o jogo na posição retrato, devido não existir uma outra posição correspondente à adequação dos elementos da interface. Tal violação causa distorções que impedem a clara visualização dos elementos da interface, bem como diminui a precisão de clique sobre tais.

### 5.1.4. *Catastróficas*

Obeve-se o total de 13 (treze) violações catastróficas. Elas indicam a falta de informação sobre a existência ou não de uma partida em andamento ao sair e voltar para o jogo, inexistindo um impedimento para determinada ação não intencional de cancelamento da partida, uma sugestão viável seria a criação de uma caixa de diálogo que exibe uma pergunta se o usuário deseja ou não cancelar.

**Tabela 1** – Resultados quantitativos da avaliação heurística, segundo a classificação de Nielsen, 1994.

Heurísticas	Cos.	Peq.	Gra.	Cat.
Visibilidade de estado do sistema	0	2	4	4
Correspondência entre o sistema e o mundo real	1	4	4	0
Liberdade de controle fácil para o usuário	0	1	1	0
Consistência e padrões	1	2	6	2
Prevenção de erros	0	0	0	1
Reconhecimento em vez de memorização	0	0	0	0
Flexibilidade e eficiência de uso	1	1	1	2
Estética e design minimalista	0	1	5	3
Reconhecerem, indicar e se recuperar de erros	0	0	0	1
Ajuda e documentação	2	2	2	0
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>13</b>

## 5.2. Correções e Alterações

Após a presente avaliação heurística foram realizadas alterações no código de implementação do Ritmo Mania para corrigir as violações encontradas. As correções de bugs e alterações dos esforços foram primariamente focadas nas violações de maior gravidade (grandes e catastróficas), por impactarem mais negativamente na usabilidade. Posteriormente os demais problemas foram corrigidos em ordem de prioridade.

## 6. Considerações Finais

O presente estudo descreveu o jogo adaptável Ritmo Mania, que visa apoiar o desenvolvimento de habilidades cognitivas em crianças com deficiência. Também foi apresentado um conjunto de características de customização que serviram de base para o desenvolvimento do jogo. O Ritmo Mania demonstra uma alta personalização de características, funcionalidades e mecânicas, que tem como objetivo abranger as mais diversas necessidades dos usuários. Há ainda uma preocupação em relação a interface gráfica, que busca minimizar possíveis distrações, pois o público-alvo também envolve crianças com dificuldades de concentração e foco.

Os resultados que surgiram a partir da avaliação heurística demonstram ainda vários pontos de melhora, entretanto esses dados se mostraram extremamente importantes para permitir a correção dos principais problemas do jogo. Os resultados preliminares indicam que o Ritmo Mania tem potencial como uma ferramenta lúdica que pode ser aproveitada pelos profissionais que atendem crianças com deficiência intelectual ou cognitiva, na tentativa de estimular as potencialidades e diminuir as limitações dessas crianças. Logo, tais profissionais também podem explorar a personalização de determinada partida do jogo ao configurar o número de peças, reforço positivo, áudio, níveis de dificuldade, velocidade, cores entre outros.

Cabe ressaltar que a pesquisa e desenvolvimento do jogo Ritmo Mania nesse tem como objetivo ajudar a definir diretrizes para a criação de jogos adaptáveis e customizáveis, auxiliando outros pesquisadores no desenvolvimento de jogos que compartilhem as mesmas diretrizes de *design*. Planeja-se disponibilizar o Ritmo Mania de maneira gratuita. Além disso, o jogo tem desenvolvimento aberto a novas características de personalização, além de possíveis novos modos de interação não convencionais, como suporte *Tracker* de movimento de cabeça e olhos.

## Referências Bibliográficas

- Batista, E. J., da Silva, R. G., de Almeida, R. E., & Oliveira, K. S. (2019). Recomendações de Design para Interfaces de Jogos Acessíveis para Crianças Disléxicas. In *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. 43-44. <https://doi.org/10.5753/ihc.2019.8393>
- Barata, P. E. C., & Mota, M. P. (2018). A Proposal for an Adaptive Game to Support the Skills Development in Children with Disabilities. In *Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1-5. <https://doi.org/10.1145/3274192.3274235>
- Bersch, R. (2008). *Introdução à tecnologia assistiva*. Porto Alegre: CEDI, 21.
- Carvalho, C., Teran, L., & Mota, M. (2022). A set of customizable features for adaptable games. In *Journal on Interactive Systems*, 13(1), 139-153. <https://doi.org/10.5753/jis.2022.2428>

- Carvalho, C., Escudeiro, G., Pinheiro, K., & Mota, M. (2019). Cuca Fresca: Estudo de Caso de um Jogo da Memória Sérioo Adaptável. In *Proceedings of Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGames*. <https://www.sbgames.org/sbgames2019/files/papers/ArtesDesignFull/198003.pdf>
- De Souza, C. S., & Barbosa, S. D. J. (2006). A semiotic framing for end-user development. In *End user development* (pp. 401-426). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Dos Santos, A. M., Grimes, R. H., da Silva Hounsell, M., Noveletto, F., Soares, A. V., & da Silva, H. E. (2018). I Blue It: Um Jogo Sérioo para auxiliar na Reabilitação Respiratória. In *Proceedings of XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGames*. <https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/188093.pdf>
- Fernandes, F. G., Cardoso, A., & de Aquino Lopes, R. (2017). O uso do dispositivo vestível Myo em jogos para reabilitação de crianças com deficiência física nos membros superiores. *Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde-ISSN: 2236-1103*. <https://doi.org/10.18816/r-bits.v7i4.12310>
- Marques, M. A. D. (2013). Aplicação de Jogos Adaptados para o desenvolvimento da Leitura e Escrita: alunos com deficiência física [Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário Católica Salesiano Auxilium - UNISALESIANO]. Recuperado de <https://silo.tips/download/aplicacao-de-jogos-adaptados-para-o-desenvolvimento-da-leitura-e-escrita-alunos-c>
- Néry, J. T. C., Henrique, Y. A. M., Hounsell, M., & Kemczinski, A. (2019). Jogos sérios multimodais para a saúde: Um mapeamento sistemático da literatura. In *Proceedings of XVIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGames*, 198-206. <https://www.sbgames.org/sbgames2019/files/papers/ArtesDesignFull/198363.pdf>
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Oppermann, R. (Ed.). (2017). *Adaptive user support: ergonomic design of manually and automatically adaptable software*. Routledge.
- Pedersen, R. E. (2003). *Game design foundations*. Wordware Publishing, Inc.
- Ritterfeld, U., Cody, M., & Vorderer, P. (Ed.). (2009). *Serious games: Mechanisms and effects*. Routledge.
- Sartoretto, M. L., & Bersch, R. (2017). O que é tecnologia assistiva. <https://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>