



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA

OndaBeat: Um jogo de ritmo para aprendizado rítmico.

PAULO GABRIEL ALVES FONTANA

Orientador
TADEU MOREIRA DE CLASSE

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
JULHO DE 2023

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

F679 Fontana, Paulo Gabriel Alves
Ondabeat: Um jogo de ritmo para aprendizado
rítmico. / Paulo Gabriel Alves Fontana. -- Rio de
Janeiro, 2023.
98f

Orientador: Tadeu Moreira de Classe.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,
Graduação em Sistemas de Informação, 2023.

1. Jogos sérios. 2. Ritmo. 3. Educação musical.
4. Jogos de ritmo. 5. Desenvolvimento de jogos. I.
Classe, Tadeu Moreira de, orient. II. Título.

ONDABEAT: UM JOGO DE RITMO PARA APRENDIZADO RÍTMICO

PAULO GABRIEL ALVES FONTANA

Projeto de Graduação apresentado à Escola de
Informática Aplicada da Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) para obtenção do
título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado por:



TADEU MOREIRA DE CLASSE (UNIRIO)

Geiza Maria Hamazaki da Silva

GEIZA MARIA HAMAZAKI DA SILVA (UNIRIO)



JOBSON LUIZ MASSOLLAR DA SILVA (UNIRIO)

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL.

JULHO DE 2023



Agradecimentos

À minha mãe, Paula Alves Santana, que lutou muito na vida para me criar de forma que eu pudesse ser livre para ser quem eu sou e fazer as coisas do meu jeito. Obrigado por sempre confiar em mim e na minha capacidade. Agradeço muito por você estar comigo em todos os momentos difíceis e dos altos e baixos que foram esses longos anos de faculdade.

Ao meu pai Rodrigo Fontana de Oliveira que me manteve por perto e querido, me dando a liberdade e o apoio para encontrar uma forma de trabalhar com o que amo.

Ao meu segundo pai João Batista de Souza, que me ajudou a ser mais independente e que me viu entrar para a faculdade por mérito próprio mas não está mais presente em vida para me ver terminando.

Aos meus avós Marlene Fontana de Oliveira, Alfeu Bispo de Oliveira e à minha irmã Maria Luiza Morand Fontana, por me darem o amor e o apoio incondicional que eu nunca saberei retribuir.

Ao resto de minha família que ao longo dos anos me ajudaram a perceber que sempre devemos manter uma criança interna e buscar se alegrar e se divertir a todo momento.

Aos meus melhores amigos Angellus Paixão e Hugo Bocayuva, que apesar de terem deixado esta faculdade, eu não teria ido tão longe sem a amizade e conexão que formei com eles neste curso que espero levar para a vida.

À Mila Soares por me ajudar a ter confiança para seguir as minhas ideias e me fazer perceber que há espaço para me expressar.

À professora Geiza Hamazaki por ter sido não apenas uma educadora, mas uma guia na minha vida acadêmica, uma verdadeira mestra em todos os sentidos da palavra.

Ao professor Tadeu Moreira de Classe, meu orientador, que não só me trouxe de volta o meu sonho de trabalhar com jogos novamente, como teve o azar de ter que lidar comigo durante muitos semestres para fazer esse trabalho possível. Agradeço muito por todas as vezes que eu estava ansioso sem saber o que fazer e ainda assim me recebia com orientações para finalizar este projeto.

Ao professor Jean-Pierre Briot, por me fazer perceber o quão multidisciplinar a área da informática pode ser e me inspirar a colocar as minhas paixões no meu trabalho e por fim à todos os docentes que fizeram da minha primeira experiência acadêmica, algo memorável.

RESUMO

Jogos digitais assumem um papel importante na sociedade atual, tanto social quanto economicamente. Jogos sérios, por sua vez, apresentam uma forma para essa mídia ser usada para algo além do entretenimento, buscando a aprendizagem como fator principal. Este estudo tem como objetivo desenvolver um jogo sério para a educação musical, mais especificamente para o ensino de conceitos de ritmo em notações musicais. O jogo proposto busca proporcionar uma experiência imersiva e interativa, permitindo que o jogador identifique e interprete símbolos rítmicos comuns em partituras. Para atingir esse objetivo, são definidos componentes básicos do jogo, como tecnologia, mecânica, narrativa e estética, seguindo a téttrade elementar de Schell. O jogo consiste em uma série de fases na temática de surf e praia, onde o jogador precisa interpretar notações musicais e acompanhar a música de acordo para vencer no jogo, o seu progresso é representado por um surfista acompanhando seu ensaio de bateria para uma apresentação na praia. Espera-se que o jogo desenvolvido seja uma ferramenta eficaz de aprendizado, sem a necessidade de um educador presente ou estudo literário extensivo sobre o assunto.

Palavras-chave: Jogos Sérios, Ritmo, Educação Musical, Jogos de Ritmo, Desenvolvimento de Jogos.

ABSTRACT

Digital games play an important role in today's society, both socially and economically. Serious games, in turn, provide a way for this media to be used for more than just entertainment, aiming for learning as the main factor. This study aims to develop a serious game for music education, specifically for teaching rhythm concepts in musical notations. The proposed game seeks to provide an immersive and interactive experience, allowing the player to identify and interpret common rhythmic symbols in sheet music. To achieve this goal, basic components of the game are defined, such as technology, mechanics, narrative, and aesthetics, following Schell's elemental tetrad. The game consists of a series of stages with a surfing and beach theme, where the player needs to interpret musical notations and follow the music accordingly to succeed in the game. Their progress is represented by a surfer practicing their drumming for a beach performance. It is expected that the developed game will be an effective learning tool, without the need for a present educator or extensive literary study on the subject.

Keywords: Serious Games, Rhythm, Musical Education, Rhythm Games, Game Development.

ÍNDICE

1 Introdução.....	11
1.1. Motivação.....	12
1.2. Problema.....	13
1.3. Justificativa.....	14
1.4. Objetivos.....	14
1.5. Estrutura de Desenvolvimento.....	14
1.6. Organização do Texto.....	16
2 Conceitos Fundamentais.....	17
2.1. Ritmo.....	17
2.1.1 Notação Musical e Partitura.....	18
2.2. Áudio Digital.....	20
2.3. Conceitos de Jogos Digitais.....	22
2.3.1 Conceitos de Jogos Sérios.....	23
2.3.2 Conceitos de Jogos de Ritmo.....	25
3 Trabalhos Relacionados.....	29
3.1. PaRappa The Rapper.....	29
3.2. Rock Band.....	30
3.3. Dance Dance Revolution.....	32
3.4. Rhythm Heaven Fever.....	33
3.5. Discussão.....	34
4 Desenvolvimento do Jogo.....	35
4.1. Design.....	35
4.1.1 Tecnologia.....	35
4.1.2 Mecânica.....	36
4.1.3 Narrativa.....	38
4.1.4 Estética.....	39
4.2. Implementação.....	40
4.2.1 Métodos.....	40
4.2.2 Principais Telas do Jogo.....	48
5 Avaliação e Análise dos Resultados.....	53
5.1. Experiência do Jogador.....	54
5.1.1 Usabilidade.....	55
5.1.2 Confiança.....	56
5.1.3 Desafio.....	56
5.1.4 Satisfação.....	57
5.1.5 Diversão.....	57
5.1.6 Atenção Focada.....	58

5.1.7 Relevância.....	58
5.2. Aprendizado Musical.....	59
5.2.1 Percepção de Aprendizagem.....	59
5.2.2 Verificação sobre Aprendizado Musical.....	59
6 Conclusão.....	61
6.1. Considerações Finais.....	61
6.2. Contribuições.....	62
6.3. Trabalhos Futuros.....	62
Referências Bibliográficas.....	63
Apêndice A - Formulário da Avaliação de Experiência e Aprendizado.....	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Forma de avaliação do jogo Osu! para o modo Osu!mania (Autorial).....	28
Tabela 2: Questões sobre Usabilidade. (Autorial).....	56
Tabela 3: Questões sobre Confiança. (Autorial).....	57
Tabela 4: Questões sobre Desafio. (Autorial).....	58
Tabela 5: Questões sobre Satisfação. (Autorial).....	58
Tabela 6: Questões sobre Diversão. (Autorial).....	59
Tabela 7: Questões sobre Atenção Focada. (Autorial).....	59
Tabela 8: Questões sobre Relevância. (Autorial).....	60
Tabela 9: Questões sobre Eficiência de Aprendizagem. (Autorial).....	61
Tabela 10: Questões sobre Aprendizagem Observável. (Autorial).....	61
Tabela 11: Prova para verificação sobre Aprendizado Musical. (Autorial).....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tétrade Elementar por (SCHELL, 2008).....	16
Figura 2: Conceito de ritmo como uma classe genérica de fatores estruturais. (BERRY, 1976). 18	
Figura 3: Figuras musicais representativas das durações temporais relativas. (DANTAS; CRUZ, 2019).....	20
Figura 4: Representação gráfica de um compasso 4/4. (Musicnotes, 2019).....	21
Figura 5: Representação da amostragem do sinal. O sinal contínuo $S(t)$ é representado por uma linha verde, enquanto as amostras discretas são indicadas pelas linhas verticais azuis. (Wikipedia, 2021).....	22
Figura 6: Um sinal analógico (em vermelho) codificado em amostras digitais PCM de 4 bits (em azul); a profundidade de bits é quatro, de modo que a amplitude de cada amostra é um dos 16 valores possíveis.. (Wikipedia, 2013).....	23
Figura 7: Diferença entre jogos de entretenimento e jogos sérios. (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015).....	25
Figura 8: Diferenças entre jogos de entretenimento, transmissores de mensagens e jogos sérios. (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015).....	26
Figura 9: Tela de pontuação e resultados de Osu!mania.....	27
Figura 10: PaRappa The Rapper, 1996.....	31
Figura 11: Tela do jogo Rock Band 4, o jogo mais recente da franquia.....	32
Figura 12: Máquina de Dance Dance Revolution A (Konami).....	33
Figura 13: Exemplo de fase de Rhythm Heaven Fever (Nintendo).....	34
Figura 14: Ambiente de Desenvolvimento Unity.....	37
Figura 15: O “Karaokê” de partituras do jogo OndaBeat. (Autorial).....	38
Figura 16: Surfista na onda em OndaBeat. (Autorial).....	39
Figura 17: Cenário de fundo do menu principal. (Autorial).....	40
Figura 18: Tela do protótipo do jogo OndaBeat. (Autorial).....	41
Figura 19: Concepção do metrônomo em jogo.....	42
Figura 20: Métodos para iniciar e parar o metrônomo do jogo. (Autorial).....	43
Figura 21: Script que é invocado para controlar o metrônomo. (Autorial).....	44
Figura 22: Tarefas Start () e Update() do karaokê de notas. (Autorial).....	45
Figura 23: Métodos responsáveis pelo movimento do karaokê. (Autorial).....	46
Figura 24: Exemplo de armazenamento de notas para a Fase 7. (Autorial).....	47
Figura 25: Método responsável pelo cálculo de acerto ao pressionar o botão. (Autorial).....	48
Figura 26: Método para cálculo de média de atraso e de diferença entre o tempo que o botão foi apertado em relação a nota (Autorial).....	49
Figura 27: Tela inicial do jogo OndaBeat. (Autorial).....	49
Figura 28: Menu de fases do jogo OndaBeat. (Autorial).....	50
Figura 29: Fases de tutoriais do jogo OndaBeat (Autorial).....	51
Figura 30: Fases musicais de OndaBeat. (Autorial).....	51

Figura 31: Tela de Resultados do jogo OndaBeat (Autorial).....	52
Figura 32: Tela de Encerramento do jogo OndaBeat. (Autorial).....	53
Figura 33: Tela de Calibração do jogo OndaBeat (Autorial).....	53
Figura 34: Faixa etária dos participantes. (Autorial).....	54
Figura 35: Grau de formação dos participantes. (Autorial).....	54
Figura 36: Gênero dos participantes. (Autorial).....	55
Figura 37: Hábito de jogos digitais dos participantes. (Autorial).....	55
Figura 38: Conhecimento prévio de teoria musical dos participantes. (Autorial).....	55
Figura 39: Distribuição do total de pontos da avaliação. (Autorial).....	63

1 Introdução

Os jogos digitais assumiram papel importante na sociedade atual, tanto no aspecto social quanto no econômico. Desde a década de 1980, a crescente adesão ao seu uso nas mais diversas faixas etárias vem influenciando o comportamento e a cultura popular (FORTIM, 2022). Essa presença é notada quando personagens que conhecemos em jogos como Super Mario Bros, Sonic e Pokémon agora possuem filmes baseados em suas franquias e entram em cartaz nos cinemas.

Desde o surgimento dos primeiros jogos eletrônicos, a indústria dos jogos tem sido uma fonte inesgotável de entretenimento e diversão para pessoas de todas as idades, uma indústria que só demonstra aumentar de acordo com relatório feito pela ABRAGAMES¹ (2022) sobre a indústria brasileira de jogos que estima que entre 2014 e 2018, o número de empresas desenvolvedoras de jogos tenha crescido cerca de 167%, e entre 2018 e 2022, estima-se que o crescimento tenha sido de 152%. E durante todos esses anos de crescimento da indústria como um todo, desde a segunda metade da década de 90, um gênero específico cresceu em conjunto a ponto de ter seu próprio destaque: os jogos digitais musicais.

Os jogos digitais musicais são um gênero de jogos onde a jogabilidade é totalmente orientada para a interação das ações do jogador em sincronia com a música que é tocada. Normalmente, essas ações ocorrem no ritmo da música (REBELO, 2016). Esses jogos combinam elementos musicais e interativos, proporcionando uma experiência imersiva e envolvente aos jogadores. Muitos jogos foram feitos dentro desse gênero começando com PaRappa The Rapper, desenvolvido para Playstation em 1996, com conceitos que até hoje são usados na maioria dos jogos de ritmo, com incentivos visuais que representam o quão bom foi a precisão do jogador ao apertar os botões e rankings que representam a sua precisão total com a opção de tentar a fase novamente para buscar um nível mais alto.

No começo dos anos 2000, com o intuito de combinar o aprendizado à imersão única que os jogos podem nos entregar, temos também a área de desenvolvimentos de jogos sérios,

¹ Disponível em: <https://www.abragames.org/>. Acesso em: 29 jun.. 2023.

com definições iniciadas desde 2002 por Sawyer em seu artigo “*Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation.*” onde já obtemos a definição de jogos sérios como jogos que possuem como objetivo algo além do entretenimento e diversão, dando origem a vários gêneros que utilizam a plataforma dos jogos para outros fins, seja para conscientização, com o aprendizado ocorrendo através da vivência da experiência, visando também a educação ou treinamento dentro de cenários e narrativas criados dentro de jogos.

1.1. **Motivação**

Mesmo fora do âmbito musical, aprender ritmo através do próprio corpo permite ao ser humano ter melhor controle sobre sua coordenação motora e movimentação, aplicado em atividades físicas como dança, luta e atletismo ou em tarefas do dia a dia que exigem uma certa repetição e desempenho constante, podemos perceber que é inato a capacidade rítmica do corpo humano.

Enquanto isso, no ramo dos jogos, em específico aos jogos eletrônicos, temos um avanço de uma indústria que através do entretenimento e interatividade ao utilizar os jogos como meio, foi permitido a criação de jogos que exercitam e desafiam suas capacidades motoras. Em meio a todos os gêneros dentro do mundo dos jogos, temos a temática de jogos de ritmo.

Os benefícios das atividades rítmicas e sua correlação aos jogos de ritmo já foi notado em artigos como dos desenvolvedores de Rhythm Workers (BÉGEL; SEILLES; DALLA BELLA, 2018), um jogo criado para ajudar no tratamento de recuperação motora de pessoas neurologicamente debilitadas e o MusicGlove (FRIEDMAN et al., 2011) que consiste em uma luva que permite jogar um jogo digital musical para terapia muscular da mão de uma forma mais eficiente.

Nessa união do treinamento e dos videogames, podemos também incluir os jogos sérios. “Os jogos sérios têm mais do que apenas história, arte e software, no entanto. [...] eles envolvem pedagogia: atividades que educam ou instruem, transmitindo, assim, conhecimento ou habilidade.” (ZYDA, 2005). Jogos desse tipo oferecem uma nova área de pesquisa e utilidade para jogos no mercado, como ferramentas de educação e avaliação que permitem ao jogador que ele “aprenda enquanto faz” num ambiente controlado, divertido e que respeita o tempo que o usuário precisa para aprender.

Temos então um interesse pelo uso de um jogo para ensinar atividades que não necessariamente dependem do jogo, e juntamos ao ritmo, um conceito tão natural e importante para qualquer indivíduo. O ensino deste conceito de forma lúdica deve se mostrar eficaz e benéfico para o jogador junto com uma experiência divertida e desafiadora.

1.2. Problema

Os jogos de ritmo em sua maioria são como Rock Band² e Dance Dance Revolution³, onde o objetivo é testar seu ritmo e reação em relação a símbolos que aparecem na tela e sua capacidade de fazer uma ação ao mesmo tempo que este símbolo sobrepõe uma área demarcada, assim pontuando e garantindo sua vitória ao ser capaz de executar as ações de uma música completa dentro de uma margem de aceitação para erros. Em Rock Band o jogador utiliza um controle em formato de guitarra onde você precisa pressionar o botão ao mesmo tempo que dedilha uma barra para simular o dedilhar de cordas, enquanto em Dance Dance Revolution o pressionar dos botões vem do movimento de seus pés ao pisar em painéis numa plataforma, isso faz o jogador mover todo seu corpo para pisar no ritmo, de certa forma o fazendo dançar.

Paralelamente, existem programas interativos com objetivos educacionais. Um exemplo notável é o Rocksmith, cuja principal proposta consiste em ensinar o jogador, em vez de apenas entretê-lo, a tocar guitarra, violão ou baixo. Para isso, é possível conectar um instrumento real ao console de videogame ou computador. O jogo oferece lições de técnicas específicas para cada instrumento, pequenos desafios gamificados e a oportunidade de tocar músicas famosas como uma performance ao vivo. Com o tempo e a prática, o jogador se torna capaz de tocar o instrumento sem a necessidade do simulador.

Ainda assim, jogos de ritmo normalmente dependem mais de um tempo de resposta e reação dos jogadores do que apenas ritmo, onde o conhecimento de ritmo fica limitado à inteligência musical do jogador, os aspectos visuais e mecânicas do jogo. A questão é que há espaço neste gênero, que já é pré-estabelecido na indústria, para ensinar ao jogador conceitos

² Disponível em: <<https://www.rockband4.com/>> Acesso em: 29 jun.. 2023.

³ Disponível em: <https://www.konami.com/amusement/asia/products/am_ddr/howto.html> Acesso em: 29 jun.. 2023.

rítmicos para além do jogo, de forma que se possa aplicar esse conhecimento real em qualquer instrumento ou atividade musical.

1.3. Justificativa

A presente pesquisa busca através do desenvolvimento de um jogo sério, apresentar possíveis resultados para a educação musical rítmica com o ensino das notações musicais, que são símbolos utilizados em partitura no estudo da música. Como finalidade, ao terminar de executar todos os desafios no jogo, que é dividido em etapas progressivamente mais complexas, pretende-se que o jogador seja capaz de identificar e interpretar símbolos rítmicos comuns em partituras. O objetivo deste projeto é definir a tecnologia, mecânicas, narrativa e estética que, em conjunto, compõem o jogo que busca atingir essa finalidade.

1.4. Objetivos

O propósito geral deste trabalho é desenvolver um jogo sério que tenha potencial para ensinar conceitos de ritmo em notação musical para o jogador de forma imersiva e interativa, sem a necessidade de um educador presente ou de estudo literário extensivo sobre o assunto.

Os objetivos específicos deste projeto são:

- Definir os componentes básicos do jogo, sendo estes: tecnologia, mecânica, narrativa e estética.
- Desenvolver uma versão executável do jogo passível de testes com jogadores.
- Coletar dados dos jogadores para avaliar sua experiência de aprendizagem com o jogo.
- Coletar dados dos jogadores para avaliar sua diversão e imersão com os elementos do jogo.

1.5. Estrutura de Desenvolvimento

Neste trabalho, o design do jogo é baseado na Tétrade Elementar de Schell (SCHELL, 2008), como pode-se ver na Figura 1, onde há quatro elementos base que dividem um jogo eletrônico para ajudar na sua concepção e no seu desenvolvimento, eles são:

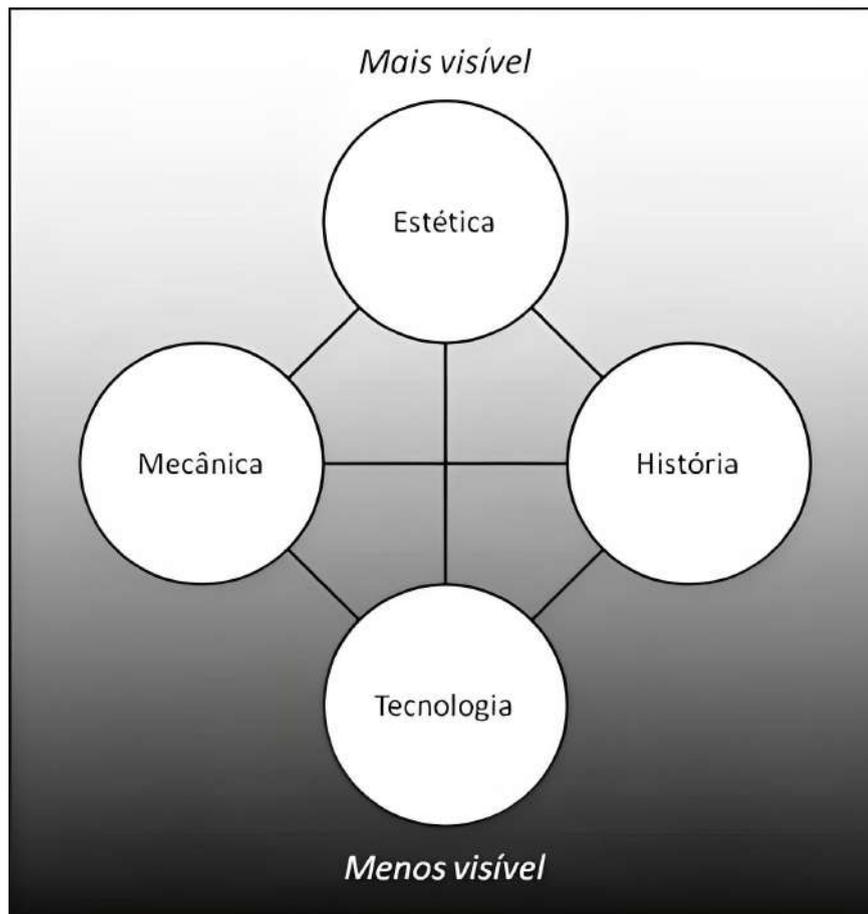


Figura 1: Tétrade Elementar por (SCHELL, 2008)

- **Mecânica** - Conjunto de regras e procedimentos existentes no jogo.
- **Narrativa** - Sequência de eventos que se desdobram no jogo.
- **Estética** - Aspectos audiovisuais do jogo que definem sua aparência
- **Tecnologia** - O meio onde o jogador interage com o jogo.

Esses elementos se relacionam mutuamente para haver uma coesão no jogo. Os elementos devem estar em concordância para que o jogo esteja bem estruturado. Cada um dos elementos é abordado durante o desenvolvimento do trabalho, sendo eles importantes em sua estrutura, e também necessário para defini-lo como um jogo sério ao invés de um jogo educacional.

1.6. Organização do Texto

O presente documento possui seis capítulos, onde este trecho faz parte do primeiro, e será dividido da seguinte forma:

- Capítulo II: Conceitos Fundamentais – Introdução de conceitos teóricos musicais e elementos que compõem jogos digitais, jogos sérios e jogos de ritmo.
- Capítulo III: Trabalhos Relacionados – Exemplos de Jogos de Ritmo, seus prós e contras em relação ao jogo proposto neste trabalho.
- Capítulo IV: Modelagem do Sistema – Exposição do projeto desenvolvido com seus principais elementos e métodos utilizados.
- Capítulo V: Resultados – Testes Beta do jogo com voluntários, e resultados da avaliação feita.
- Capítulo VI: Considerações Finais – Reunião dos resultados obtidos, conclusões que podem ser inferidas, melhorias possíveis e aprofundamento do projeto para trabalhos futuros.

2 Conceitos Fundamentais

Neste capítulo serão descritos conceitos importantes para o entendimento das decisões tomadas no desenvolvimento desde funções e métodos necessários para um jogo musical de ritmo, quanto ao conteúdo que este jogo pretende ensinar o tornando um jogo de ritmo sério.

2.1. Ritmo

“Estudar o ritmo é estudar toda a música. O ritmo organiza e é organizado por todos os elementos que criam e moldam os processos musicais” (COOPER; MEYER, 1960). O ritmo envolve toda a estrutura que entendemos como música e nele podemos quantificar alguns valores mesmo não sendo necessário seguir tais métricas para a existência de ritmo.

Segundo Berry (1976), o ritmo, para conceitos musicais, pode ser esquematizado como na Figura 2, e ser definido como a união de conceitos subdivididos, sendo eles:

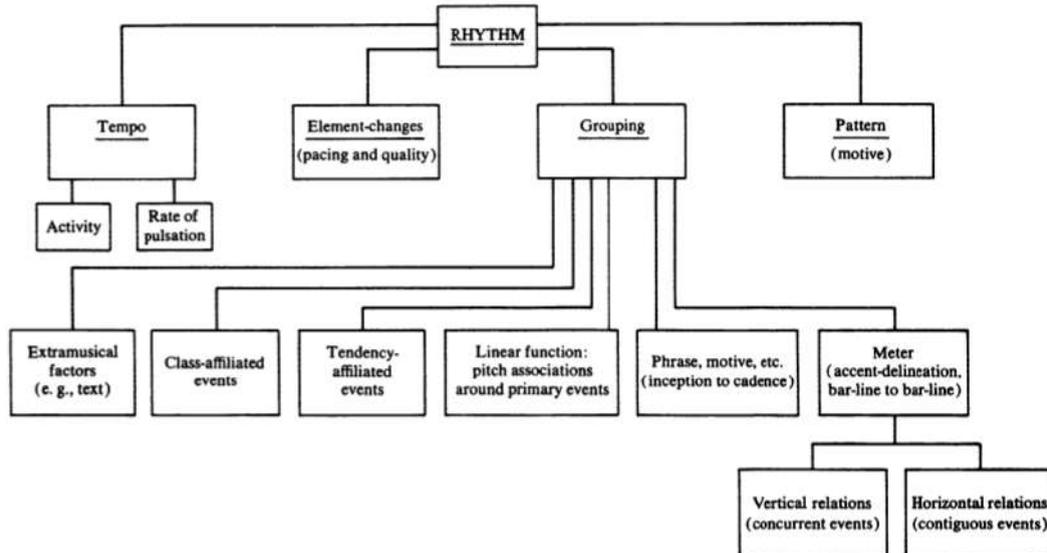


Figura 2: Conceito de ritmo como uma classe genérica de fatores estruturais. (BERRY, 1976)

- Tempo (*Tempo*): refere-se à agitação da música e à frequência das pulsações em um determinado nível. Existem dois aspectos: atividade-tempo (grau de agitação) e pulso-tempo (taxa de sucessão do pulso).
- Padrão ou motivo (*Pattern*): expresso em combinações de durações do som ou outras combinações forte-fracas, que têm significância de motivo em algum nível ou características de padrão para identificar um estilo, gênero ou trabalho musical.
- Perfis expressos em mudanças de elemento (*Element-changes*): envolve mudanças nos padrões, taxas e graus de mudança nos elementos musicais, como mudanças de tom em uma linha melódica, ritmo harmônico e ritmo textural.
- Agrupamento ou particionamento (*Grouping*): refere-se à divisão do período de tempo da música por associação percebida entre eventos pontuados ou articulados. A métrica é um modo de agrupamento e um dos aspectos mais notáveis do ritmo.

Berry aprofunda em seu livro sobre características mais específicas desses quatro conceitos do ritmo, mas caberá para este projeto entender apenas a sua existência, e compreender as formas de representá-las e identificá-las dentro do ambiente musical. O tempo é representado na medida de batidas por minuto ou BPM. Batidas são os pulsos, unidade recorrente sentida no ritmo geralmente apresentada como base para contagem antes e durante uma performance.

Padrões rítmicos são representados por símbolos de som e pausa alternados que se repetem a cada métrica, dando um senso de estabilidade e identidade à parte musical, pequenas variações podem ocorrer, mas o padrão permite que o contexto musical não seja perdido, na percussão consideramos como Groove da bateria.

As variações que citei entram no conteúdo de mudanças de elemento, elas envolvem a individualidade de cada peça musical, nas mudanças feitas sobre o padrão, alterações feitas conforme a música progride de forma ainda estruturada.

Essa estrutura chega na forma do agrupamento, que no contexto rítmico temos como principal característica: a métrica. A métrica geralmente define a duração relativa dentro do tempo onde padrões musicais estão contidos.

2.1.1 Notação Musical e Partitura

A música nada mais é do que a combinação de pulsos e pausas de diferentes durações, frequências e intensidades, mas dentro de um padrão ou sentimento, assim existe a necessidade de representar tais durações para registrar e transmitir composições musicais. Na partitura temos uma coleção de símbolos para representar esses valores, sendo o mais relevante para este trabalho os símbolos que denominam as durações de sons e pausas, como ilustrados na Figura 3.

Nome	Som	Silêncio	Duração
Semibreve			1
Mínima			1 / 2
Semínima			1 / 4
Colcheia			1 / 8

Figura 3: Figuras musicais representativas das durações temporais relativas. (DANTAS; CRUZ, 2019)

Para a construção de uma música, é conveniente dividi-la em pequenos segmentos, onde cada segmento contém suas próprias notas musicais — essas divisões são chamadas de compassos. O compasso é um segmento de uma peça que contém notas musicais dentro do seu intervalo definido.

A assinatura de tempo dentro da métrica indica quantas notas de um certo tipo cabem em um compasso. A numeração base para referência no compasso é a base fracionária (Fig 3) do símbolo sendo 1 para Semibreve, 2 para Mínima, 4 para Semínima e assim por diante. Isso está ilustrado na Figura 4. Um compasso na assinatura de tempo 4/4, por exemplo, quer dizer que o tipo de nota escolhido como representante de uma batida no compasso é a semínima ($\frac{1}{4}$ de uma semibreve), e que, nele, a soma da duração de todas as notas equivalem a 4 destas batidas; por exemplo, dentro de um compasso 4/4, é possível ter 4 semínimas, ou mesmo 8

mínimas. A duração da semínima em segundos depende do número de batidas por minuto; porém, seu valor é sempre o dobro de uma colcheia e metade de uma mínima, como explicado anteriormente.

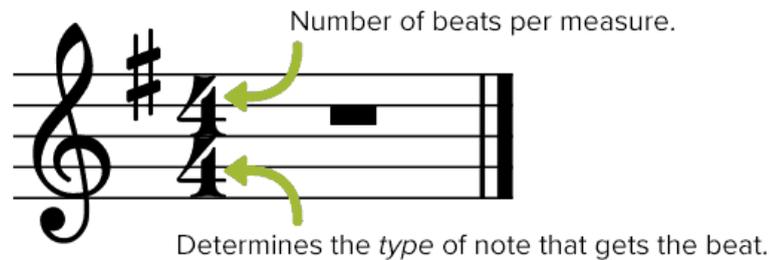


Figura 4: Representação gráfica de um compasso 4/4. (Musicnotes⁴, 2019)

Assim, com essa representação temos ideia de qual figura musical representa a batida dentro da medida de BPM no tempo e quantas delas estão dentro de um compasso, logo uma assinatura de tempo mais complexa como 6/8 em uma música que tem como tempo 160 BPM, podemos compreender que esta música tem como base colcheias, essas colcheias possuem certa duração que a permitiria ser tocada 160 vezes em um minuto, e na duração de 6 colcheias encontraremos frases melódicas e padrões rítmicos característicos desta música.

2.2. **Áudio Digital**

Nos jogos digitais as músicas são armazenadas em arquivos sonoros, geralmente comprimidos para diminuir o tamanho do arquivo do jogo. Arquivos sonoros convertem ondas sonoras para uma representação digital, que mais tarde pode ser reproduzida através dos valores armazenados.

Vamos usar o formato WAV como exemplo, um arquivo WAV terá informações como Profundidade de Bits e Taxa de Amostras, esses termos vêm do processo de amostragem das ondas sonoras que consiste em dividi-las em pequenos intervalos sonoros com valores de frequência sonora, a união de vários desses intervalos juntos recupera a representação da onda gravada como ilustrado na Figura 5.

⁴ "A Complete Guide to Time Signatures in Music - Musicnotes.com." 12 mar.. 2019, <https://www.musicnotes.com/blog/a-complete-guide-to-time-signatures-in-music/>. Acesso em: 29 jun.. 2023.

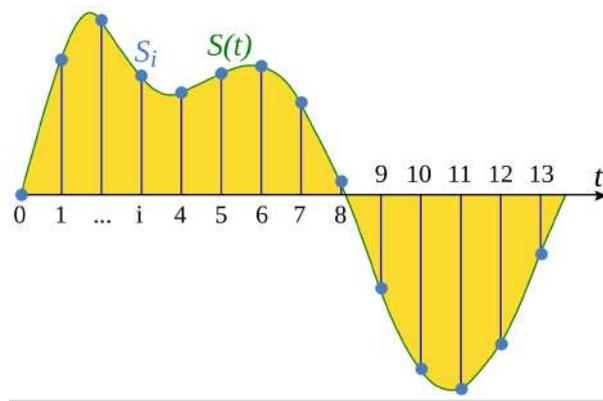


Figura 5: Representação da amostragem do sinal⁵. O sinal contínuo $S(t)$ é representado por uma linha verde, enquanto as amostras discretas são indicadas pelas linhas verticais azuis.

(Wikipedia, 2021)

A taxa de amostragem é feita na unidade de Hertz (Hz), demonstrando quantas amostragens são separadas por segundo de áudio. Os formatos mais comuns hoje em dia são de áudios com taxa de amostragem de 44.1KHz e 48KHz, nesse caso 44 mil e 100 amostras por segundo e 48 mil amostras por segundo respectivamente. Enquanto a profundidade de bits, exemplificada na Figura 6, representa o quão detalhado será o comprimento das amostragens com o número de bits que cada amostra tem acesso para armazenar a informação.

⁵ "Sampling (signal processing) - Wikipedia." [https://en.wikipedia.org/wiki/Sampling_\(signal_processing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sampling_(signal_processing)). Acessado em 29 jun.. 2023.

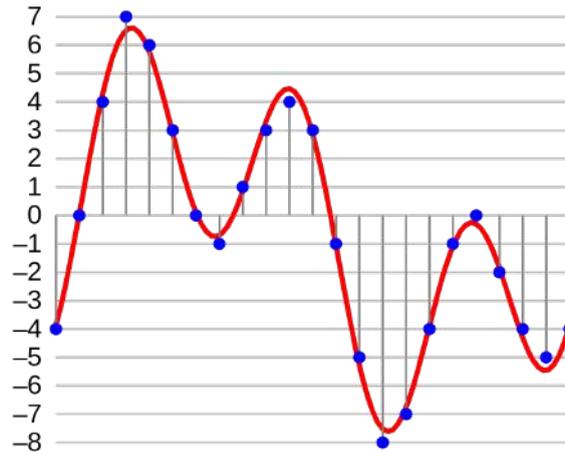


Figura 6: Um sinal analógico (em vermelho) codificado em amostras digitais PCM de 4 bits (em azul); a profundidade de bits⁶ é quatro, de modo que a amplitude de cada amostra é um dos 16 valores possíveis.. (Wikipedia, 2013)

Essas características permitem que um áudio analógico, possa ser armazenado e reproduzido digitalmente, o reprodutor de áudio lê o arquivo como a coleção de amostras de ondas e reproduz as frequências armazenadas ao longo do tempo e assim podemos gravar músicas em nossos computadores e ter áudio em jogos.

2.3. Conceitos de Jogos Digitais

Quando falamos de jogos digitais é possível imaginar o que é ou não um jogo, mas definir se torna outra conversa, com novos gêneros de jogos surgindo ao longo dos anos e novos nichos dentro desta mídia sendo criados, como pode ser definido o que é um jogo? Podemos começar definindo as qualidades que um jogo necessita ter para ser considerado parte do formato de mídia.

Além da Tétrade Elementar, Schell (2008) também lista as qualidades chave que são importantes para jogos como um todo:

- Q1. Os jogos têm participação voluntária.
- Q2. Os jogos têm objetivos.
- Q3. Os jogos têm conflito.
- Q4. Os jogos têm regras.

⁶ "Audio bit depth - Wikipedia." https://en.wikipedia.org/wiki/Audio_bit_depth. Acessado em 29 jun.. 2023.

Q5. Os jogos podem ser ganhos e perdidos.

Q6. Os jogos são interativos.

Q7. Os jogos apresentam desafios.

Q8. Os jogos podem criar seu próprio valor interno.

Q9. Os jogos envolvem os jogadores.

Q10. Os jogos são sistemas fechados e formais.

Essas qualidades nos ajudam a definir o que jogos digitais precisam ser, como qualquer atividade lúdica que podemos identificar como jogo. Por exemplo, vamos avaliar se a dança das cadeiras, um jogo bem comum nas festas de meio de ano é realmente um jogo; Nesta brincadeira, brinca quem quiser brincar (Q1), seu objetivo é continuar no jogo e não sobrar sem um lugar para sentar ao final de cada rodada (Q2) mas há um problema, durante a dança não há cadeiras o suficiente para todos os participantes do jogo, então alguém vai ter que ficar de fora no fim de cada rodada (Q3). As regras da dança das cadeiras são as seguintes: os participantes rodam em volta das cadeiras enquanto a música toca, assim que ela acabar todos devem sentar em uma das cadeiras disponíveis, não vale sentar em cadeiras ocupadas. (Q4) Para ganhar você precisa ser o último a sobrar no jogo, mas você também pode perder quando a música parar e não tiver cadeiras para sentar (Q5).

Até aqui já podemos ver que até uma tradição antiga como um jogo de festa pode encaixar nessas qualidades, e podemos continuar definindo as outras qualidades através da experiência que a dança das cadeiras geralmente oferece, por necessitar que você ativamente e fisicamente participe interagindo com as cadeiras (Q6). Você precisa ter velocidade para não só reagir na hora certa que a música termina, mas também para pegar uma das cadeiras (Q7), então seu pensamento foca em prestar atenção sobre qual cadeira está mais perto de você enquanto se move, notando ser o caminho mais rápido para ganhar, e de repente você está criando estratégias que só são importantes por você estar jogando o jogo (Q8). Por outros jogadores estarem tentando ganhar, todos agora estão envolvidos na competição para ser o ganhador (Q9) e uma vez que alguém ganha, o jogo termina. Você pode começar um novo, mas aquele que você jogou chegou ao fim, a experiência e os resultados não serão os mesmos em um novo jogo. (Q10)

Então sim, o exemplo da dança das cadeiras é um jogo e atende todas as qualidades de um jogo que conseguem tornar a experiência imersiva e divertida. Através dessas qualidades podemos diferenciar um jogo sério, de atividades educacionais ou simuladores. Um jogo

sério deve atender esses requisitos para ser considerado um jogo mesmo se o seu intuito não seja apenas o entretenimento, essas qualidades oferecem características de jogos que não envolvem seu intuito.

2.3.1 Conceitos de Jogos Sérios

Ao usar o termo jogos sérios, nos deparamos com palavras que parecem contraditórias, jogos por si só não devem ser levados a sério pois seriedade implica algo contraditório a diversão e é nessa contradição que encontramos a ideia de tornar algo sério mais divertido. Em seu livro, Clark Abt (1970) descreve uma definição clara sobre jogos sérios:

Os jogos podem ser jogados de forma séria ou casual. Estamos interessados em jogos sérios no sentido de que esses jogos têm um propósito educacional explícito e cuidadosamente planejado, e não são destinados a serem jogados principalmente para entretenimento. Isso não significa que os jogos sérios não sejam, ou não devam ser, divertidos. (ABT, 1970)

Dentro dos jogos sérios podemos fazer duas divisões, jogos que buscam melhorar ou treinar uma habilidade, e jogos transmissores de mensagem e o que diferencia um do outro é a existência de um componente de avaliação, como apresentado na Figura 7, presente no artigo *Serious Games Analytics: Theoretical Framework* (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015) com a ajuda de uma pesquisa de mercado feita por Alvarez (DJAOUTI et al., 2011):

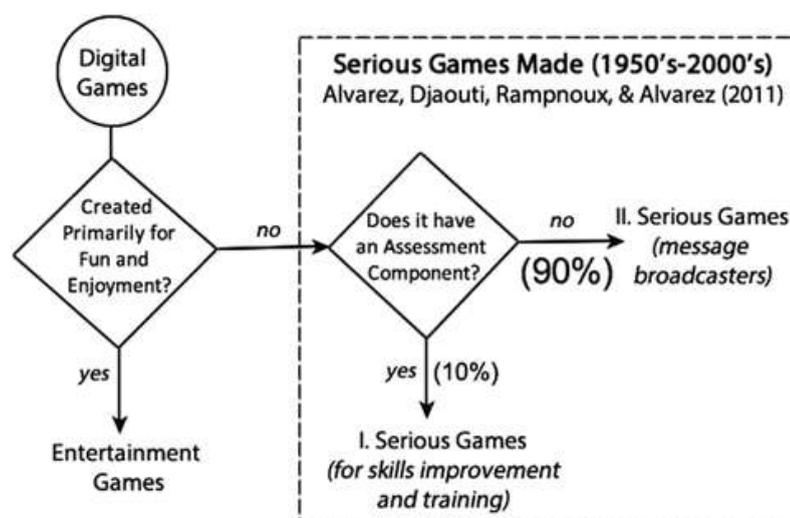


Figura 7: Diferença entre jogos de entretenimento e jogos sérios. (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015)

No mesmo artigo é feita uma distinção considerando que um componente de avaliação na visão dos autores deveria ser considerado como uma característica dos jogos sérios uma vez que transmissores de mensagem oferecem uma comunicação unilateral no que envolve seu intuito e a interação do jogador não envolve a aplicação do conhecimento, assim o entendimento da mensagem é inferido ao passar pelo jogo ao invés de avaliado na duração do jogo.

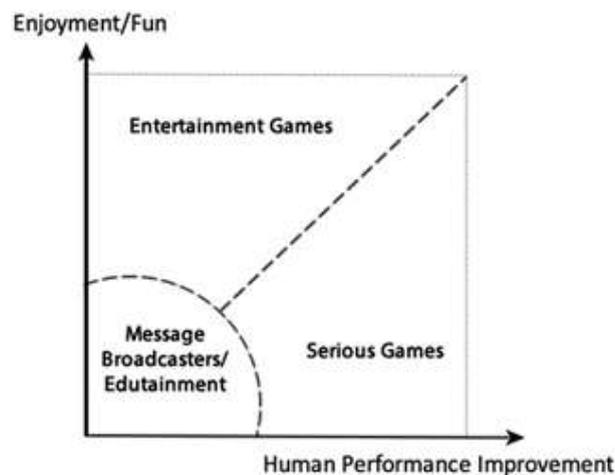


Figura 8: Diferenças entre jogos de entretenimento, transmissores de mensagens e jogos sérios. (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015)

Na Figura 8 temos um plano cartesiano onde os eixos representam os intuítos do jogo, um eixo sendo o intuito de divertir e desfrutar, e outro caracterizado pelo intuito de melhorar a performance humana. Transmissores de mensagens ficam no meio termo, por haver um intuito sim de aprendizado e de diversão, mas falta implementação de métodos que quantificam esse aprendizado, permitindo que o jogador possa perceber o estado atual de suas habilidades enquanto joga.

2.3.2 Conceitos de Jogos de Ritmo

Podemos considerar jogos musicais qualquer jogo que sua jogabilidade envolve ações em conjunto com alguma peça musical, mas existe uma distinção para jogos de ritmo que podemos propor que os distanciam de jogos musicais, o julgamento do seu ritmo. Como parte inerente de jogos de ritmo existe uma avaliação do quão preciso foi seu ritmo, ou pelo menos a precisão de ritmo é esperada por design, enquanto jogos musicais vão apenas definir se você acertou ou errou a ação exigida no tempo da música.

Vemos como outra característica ao jogo de ritmo que ele “é projetado para desafiar o senso de ritmo do jogador e geralmente requer que os jogadores pressionem botões em uma sequência ditada na tela, com foco na dança ou na simulação da performance de instrumentos musicais.” (SONG; KIM; LEE, 2019). Como exemplo iremos usar a tela de resultados no final do jogo de ritmo Osu!⁷ no modo Osu!mania⁸ apresentada na Figura 9 para definir informações que são comuns em jogos de ritmo, mesmo se omitidas do jogador:

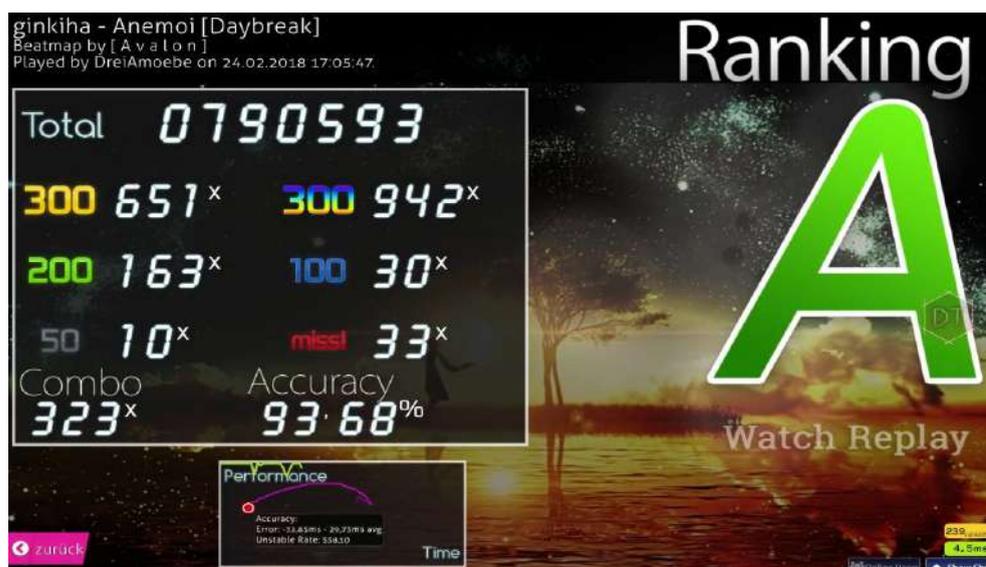


Figura 9: Tela de pontuação e resultados de Osu!mania

Como total temos a pontuação total do jogador na música, no caso de Osu! seu resultado é comparado a outros jogadores online para entrar numa tabela de melhores pontuações. Depois temos uma divisão baseada na precisão de cada ação, ao lado de cada valor, a quantidade de acertos separados por nível de precisão que no jogo são divididos em: uma precisão perfeita com o “300” na coloração de arco-íris; precisão alta com o valor “300”; precisão suficiente com “200”, precisão mediana com “100”, precisão baixa com “50”, e os erros com valor de “miss!”. Temos nessa tela também informações como, o Combo que seria a sequência de acertos sem cometer um erro, precisão que é a porcentagem de acertos comparado ao total de notas no jogo, um gráfico de performance em relação a duração da música mostrando momentos onde erros foram cometidos, e por fim um Ranking onde no Osu!mania essa classificação é utilizada para ilustrar uma nota para o desempenho dos jogadores nos jogos de ritmo, levando em consideração a precisão com a qual eles acertam as

⁷ "welcome | osu!." <https://osu.ppy.sh/>. Acessado em 29 jun.. 2023.

⁸ "Game mode / osu!mania · wiki - ppy." https://osu.ppy.sh/wiki/en/Game_mode/osu%21mania. Acessado em 29 jun.. 2023.

notas musicais durante a jogabilidade e essas notas são entregues em diferentes níveis condições são atendidas. Na modalidade Osu!mania as condições são definidas conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Forma de avaliação do jogo Osu! para o modo Osu!mania (Autorial)

Grade (Nota)	Condição
SS	100% de precisão (apenas MAX e/ou 300).
S	Mais de 95% de precisão
A	Mais de 90% de precisão.
B	Mais de 80% de precisão.
C	Mais de 70% de precisão.
D	Qualquer outra situação.

Jogos de ritmo variam em como apresentam esses resultados, e que importância dão à certas informações como combo ou taxa de acerto, mesmo todos os jogos de ritmo são capazes de julgar o quão preciso foi seu ritmo para dizer se pelo menos acertou ou errou no momento de apertar o botão em relação ao ritmo da música tocada.

Outra importante função para jogos de ritmo é a calibração. Existe um problema que sempre será existente no uso de periféricos, tempo de resposta. Quando um botão é apertado, um impulso elétrico com o input desejado será enviado para o processamento da máquina e logo depois a ação é apresentada no monitor, e todo esse processo gera um atraso entre sua ação e o audiovisual ao qual você está reagindo. Em muitos jogos em que os aparelhos não são padronizados como consoles portáteis e máquinas de arcade, é necessário ajustar e compensar o atraso de vídeo e áudio que os aparelhos podem oferecer. A calibração pode ser manual ou através do jogador tentar acompanhar um ritmo visual numa tela de calibração que o jogo usa de referência o ritmo do input com a demora que teve para ser processado.

Chegamos então à conclusão que jogos de ritmo na sua própria formação já possuem um aspecto de avaliação que julga sua habilidade rítmica, incentivando o jogador a ser cada vez mais preciso e competente naquela tarefa. Mas por sua criação vir da diversão, jogos de ritmo não possuem um intuito de te ensinar como ter ritmo, mas sim usar a habilidade rítmica

como plataforma para o desafio. Podemos então conceber que um jogo de ritmo sério, já teria em função de seu design um componente de avaliação que nos permite julgar nossa habilidade atual para haver melhora e progresso. Esse componente pode ser identificado e geralmente é único em como o jogo o apresenta, assim podemos adquirir ideias de como aplicar esse componente dentro dos elementos que compõem um jogo a partir de outros jogos do mesmo gênero no mercado.

3 Trabalhos Relacionados

No presente capítulo serão explorados diversos jogos de ritmo existentes no mercado, com o objetivo de identificar elementos e características que podem ser úteis para o desenvolvimento do jogo tema deste trabalho. Serão apresentados e analisados exemplos notáveis, tais como "PaRappa The Rapper", "Rock Band", "Dance Dance Revolution" e "Rhythm Heaven Fever".

Essa análise aprofundada dos jogos de ritmo selecionados permitirá a identificação de pontos positivos e aspectos relevantes de cada um deles, fornecendo insights importantes para o desenvolvimento do jogo tema deste trabalho. Será possível selecionar e adaptar elementos de jogabilidade, julgamento de precisão rítmica, aspectos audiovisuais, que se mostraram eficazes em proporcionar uma experiência envolvente e estimulante para os jogadores. Nosso foco envolve entender os aspectos mecânicos desses jogos que pertencem ao gênero de ritmo.

3.1. PaRappa The Rapper

PaRappa The Rapper⁹ é um jogo de ritmo lançado em 1996 para o console PlayStation, desenvolvido pela NanaOn-Sha e produzido por Masaya Matsuura. Neste jogo, os jogadores assumem o papel de PaRappa, um rapper iniciante que busca conquistar o coração de sua amada, Sunny Funny.

A cada estágio o jogador é desafiado a conseguir replicar padrões rítmicos apertando os botões de seu controle na ordem apresentada e no tempo certo. Com a temática de rap, onde as batalhas de versos são algo comum com direito de fala e resposta, o jogo cria essa conversa de apresentação de padrão e réplica do jogador que tenta repetir o mesmo padrão de volta.

⁹ "PaRappa The Rapper™ Remastered - PlayStation." <https://www.playstation.com/pt-br/games/parappa-the-rapper-remastered/>. Acesso em: 29 jun.. 2023.



Figura 10: PaRappa The Rapper, 1996.

Como ilustrado na Figura 10, o jogo apresenta uma cena animada com os personagens cantando rap em conjunto com a música, na parte de baixo temos a letra do rap cantado junto da pontuação e nota do seu desempenho, enquanto acima temos um indicador que demonstra quais botões devem ser apertados junto de um ícone do PaRappa como referência visual de quando o pressionar de botões devem ocorrer no momento em que o ícone de PaRappa sobrepor o símbolo do botão.

Dependendo de sua precisão, durante a música você pode ver como está o seu progresso com a pontuação de “U rappin’ _____ !” No espaço no meio você é apresentado com as notas que avaliam sua performance como um todo que são “Cool”, “Good”, “Bad”, “Awful” que estão em ordem de melhor para pior.

Podemos considerar como um dos primeiros jogos de ritmo levando em consideração a definição do capítulo 2, por exigir que seu ritmo seja preciso e consistente, mas também vemos que os elementos que compõem esse jogo se comunicam bem, a mecânica condiz com a narrativa e a estética do jogo, e o jogo tenta aproveitar da plataforma que lhe foi oferecida aumentando a dificuldade com número de opções disponíveis no controle do PlayStation.

3.2. Rock Band

Rock Band é uma série de jogos de música lançada pela Harmonix Music Systems em parceria com a MTV Games. O jogo foi desenvolvido para permitir que os jogadores experimentem a sensação de tocar em uma banda de rock, permitindo que cada jogador assuma o papel de um instrumentista diferente, como guitarra, baixo, bateria e vocais.

O jogo inclui um controlador de instrumento específico para cada função, como uma guitarra com botões, uma bateria eletrônica com pads sensíveis ao toque e pratos, além de um microfone para cantar. Os jogadores devem seguir as notas e letras aparecem na tela, como visto na Figura 11, ao tocar as notas corretas no ritmo da música o jogador obtém pontuações mais altas.



Figura 11: Tela do jogo Rock Band 4, o jogo mais recente da franquia.

Os acertos de notas nos instrumentos são considerados quando a nota da respectiva cor ou da combinação de cores estão pressionadas e no momento em que o símbolo correspondente chega na barra o jogador movimenta a alavanca para dedilhar, os símbolos podem indicar que se precisa manter o botão pressionado mesmo após toque inicial.

Na esquerda temos a barra de “vida” apresentando como a performance está indo no momento, diferentemente de pontuações finais ou notas de desempenho, essa barra está ligada a condição de derrota, se muitos erros forem cometidos durante a música e você for incapaz de se recuperar, essa barra irá descer até chegar ao final e interromper o jogo fazendo você perder.

Rock Band traz uma característica importante para jogos de ritmo, que é a escolha entre 4 níveis de dificuldade definidos como Easy, Medium, Hard, and Expert. Easy começa com o jogador usando apenas 3 botões, no Medium o jogador precisa usar 4 botões do seu

controle, no Hard começa a ser introduzido os 5 botões, e no Expert é a dificuldade real da música com todos os recursos oferecidos pelo jogo. Isso permite que o jogador possa progredir sem precisar seguir uma ordem exata de músicas e seja capaz de tocar até as músicas mais complexas que o interessam.

3.3. Dance Dance Revolution

Dance Dance Revolution (DDR) é uma série de jogos de ritmo e dança desenvolvida pela Konami. O jogo foi lançado pela primeira vez no Japão em 1998 e ganhou popularidade em todo o mundo devido à sua jogabilidade única e envolvente.

Em Dance Dance Revolution, os jogadores ficam em uma plataforma equipada com setas direcionais em máquinas de arcade como a da Figura 12, eles devem seguir os passos e movimentos exibidos na tela. As setas são sincronizadas com a música, e os jogadores devem pisar nas setas corretas no momento certo para obter pontos. O jogo apresenta uma ampla variedade de músicas de diferentes gêneros, como pop, eletrônica, rock e hip-hop, permitindo que os jogadores escolham suas preferências musicais.



Figura 12: Máquina de Dance Dance Revolution A (Konami)

Por design, DDR exige que o jogador se mexa de forma ritmada, de certa forma o fazendo dançar, e apresenta também as mesmas características que jogos como Rock Band e PaRappa, por medir a precisão do jogador, pontuá-lo de acordo com essa mesma precisão, tem uma barra de “vida” que pode resultar na derrota do jogador e níveis de dificuldade para cada música.

Mas um fator interessante para as versões mais recentes desse jogo é o uso de modificadores customizáveis conhecidos como Mods, com os quais você pode alterar como o

jogo funciona colocando desafios extras além da dificuldade, tornando o jogo desafiador até para os mais habilidosos jogadores.

3.4. Rhythm Heaven Fever

Rhythm Heaven Fever, também conhecido como Rhythm Paradise Fever em algumas regiões, é um jogo de ritmo desenvolvido pela Nintendo SPD e lançado para o console Wii. O jogo faz parte da série Rhythm Heaven, que é conhecida por sua jogabilidade única e cativante.

Em Rhythm Heaven Fever, os jogadores são desafiados a seguir o ritmo de uma variedade de minijogos musicais, onde precisam pressionar apenas dois botões no momento certo que é definido pelo que o minijogo apresenta como mecânica.



Figura 13: Exemplo de fase de Rhythm Heaven Fever (Nintendo)

Cada mini jogo apresenta um desafio diferente e possui fases que buscam apresentar a mecânica específica e depois desafia o jogador com uma música criada para essa fase, ao invés de usar avisos em tela para falhas e falta de precisão, o jogo conta com a própria animação do desafio falhando ou às vezes a insatisfação dos personagens na cena do mini jogo.

Na Figura 13, temos a fase do golf em que você deve acertar a bola arremessada por um dos macacos em tela no ritmo, cada macaco faz um som diferente e avisa qual vai ser o tipo de bola que você irá receber e quando você deve apertar o botão para a tacada, a animação também apresenta sinais que ajudam a indicar quando vai ser o momento certo.

Ao fim de uma fase você recebe nota para sua performance e um texto que descreve o que você precisa melhorar ou te elogia caso consiga resultado suficiente. As notas são “Try Again”, “OK”, “Superb” e “Perfect”. A única que é considerada uma falha é o resultado de “Try Again” e o resultado “Perfect” só pode ser obtido após derrotar a fase pelo menos uma vez.

A cada certa quantidade de fases, o jogo te desafia com um Remix. As fases Remix unem todos os minijogos jogados até o momento e o desafia a tocar uma música que altera entre essas pequenas atividades e altera levemente como elas são apresentadas, como uma prova final antes de te permitir continuar no jogo. Isso faz com que o jogo explore brincadeiras e distrações visuais, tentando aumentar o desafio buscando quebrar o ritmo do jogador.

3.5. Discussão

Existem muito mais exemplos de jogos de ritmo no mercado atualmente, portanto os jogos apresentados neste capítulo foram analisados por serem mais significativos para atribuímos mecânicas interessantes e analisar de que outras formas podemos explorar esse gênero de jogos digitais.

Alguns trazem periféricos para ajudar na imersão e interação, como controles em forma de instrumentos musicais ou plataformas para ficar de pé em cima e mover seu corpo de acordo. Jogos assim exigem mais investimento e trabalho de engenharia, enquanto outros jogos mais simples podem optar por atingir o mesmo nível de imersão na estética com artes interessantes e animações cativantes.

Para aplicarmos o conceito de educação musical, podemos aproveitar dos métodos de avaliação apresentados e usá-los como guias sobre o que é esperado em um jogo de ritmo, usando guias sonoros como PaRappa e Rhythm Heaven conseguem usar. Também podemos usar a forma como Rhythm Heaven tenta apresentar o seu resultado através de representações visuais do cenário, fazendo o jogador prestar atenção na cena e narrativa que está acontecendo em cada mini jogo.

4 Desenvolvimento do Jogo

Iniciaremos este capítulo com uma visão geral do desenvolvimento do jogo, discutindo os principais elementos que compõem o jogo proposto neste trabalho e os desafios enfrentados durante todo o processo de criação e implementação do projeto. A meta de desenvolvimento era ter um protótipo jogável, que fosse capaz de apresentar os elementos básicos do design de um jogo e que tivesse como principal objetivo o ensino e a prática do conceito de ritmo musical.

4.1. Design

O nome OndaBeat vem de um jogo de palavras, com a palavra Onda do português que em termos de sonoridade se assemelha ao termo inglês “On the” que sozinho tem como significado “Por cima de”, “Em alguma coisa ou lugar” , e Beat em inglês significa batida mas tem um som semelhante e perto da palavra Beach que significa “praia”, o jogo por fim acabava tendo no seu título o sentido de estar na praia, do inglês “on the beach” mas também de estar na batida certa do ritmo com o termo “on the beat”.

Com essas similaridades, podemos chegar a ideia de que a estética do jogo deveria ter coisas relacionadas a música e o mar. Músicas que remetesse ir a praia, curtir o mar e desse um ar tropical seriam ideais, e a narrativa precisaria ter haver com esse tema, também o cenário e os elementos do jogo.

Nós voltamos, então, para a Tétrade Elementar (SCHELL, 2008) e durante a concepção foram decididos quais seriam as tecnologias, as mecânicas, narrativa e estética para o jogo ter um caminho para implementação.

4.1.1 Tecnologia

Por familiaridade, a plataforma de escolha foi o PC por ser fácil de testar os jogos desenvolvidos, uma vez que o próprio computador no qual o sistema é implementado pode fazer testes recorrentes sem necessidade de mudança de plataforma. Como próxima etapa na definição de tecnologia do jogo se tem a escolha de Game Engine, que são softwares usados

para o desenvolvimento de jogos digitais e neles você é capaz de trabalhar com arquivos multimídia e programação de objetos do jogo.

A engine escolhida foi o Unity¹⁰ devido a sua extensa documentação, a existência de uma comunidade grande para procurar dúvidas e soluções para problemas encontrados durante o desenvolvimento, e pela disponibilidade para desenvolvimento pessoal grátis.

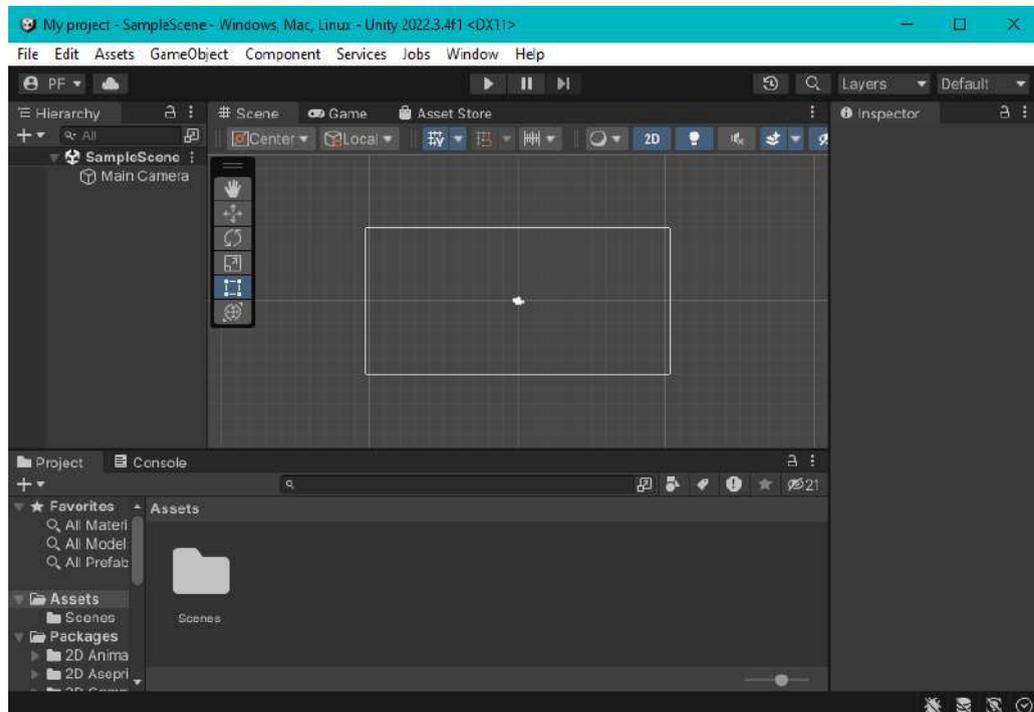


Figura 14: Ambiente de Desenvolvimento Unity

O Unity nos permite utilizar uma biblioteca de métodos próprios de sua documentação, a linguagem de programação C# foi usada na criação dos scripts do jogo e a estrutura da programação é orientada a objetos, objetos esses pré definidos na documentação, lhe permitindo interagir com várias funções do software diretamente pela programação, mas também havendo opções para desenvolvimento pela interface gráfica da engine, como apresentado na Figura 14.

4.1.2 Mecânica

Além das regras e mecânicas inerentes de jogos de ritmo, para se criar um jogo novo é importante pensar numa mecânica única, nova e interessante que justifique o desenvolvimento e a proposta.

¹⁰ "Plataforma de desenvolvimento em tempo real do Unity | Engine" <https://unity.com/pt>. Acessado em 30 jun.. 2023.

Para a mecânica nova e principal do jogo a inspiração foram os músicos de orquestra. Numa apresentação, músicos de orquestra, mesmo com ensaio, não são capazes de decorar todas as músicas de uma apresentação, e é na partitura que eles encontram um guia para a música que vai ser executada. Músicos de orquestra têm no maestro um guia geral, mas não existem avisos visuais para que toque uma corda em específico na hora que duas imagens se encontram, como vemos em jogos de ritmo.

A partitura, por si só, tem informações sobre quando notas devem ser tocadas, quais notas essas seriam e a duração delas, então o jogo não precisaria apresentar quando o jogador deve pressionar. Ao ler a partitura o jogador deve ter consciência de quando fazer sua ação, com a ajuda de um metrônomo e escutando a própria música. Mas para não entrarmos em assuntos mais complexos como notas musicais e tonalidade, o jogo vai apresentar apenas símbolos que indicam pulsos e pausas em uma linha só de percussão que no caso do jogo será a caixa da bateria. Devido ao escopo do projeto, também foi optado ensinar e avaliar os símbolos de semínima até a duração mínima de uma colcheia, pois qualquer valor menor de tempo iria exigir muito dos jogadores para testes iniciais.

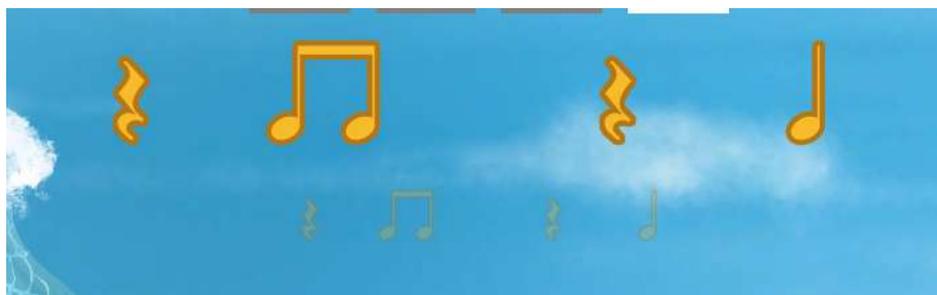


Figura 15: O “Karaoke” de partituras do jogo OndaBeat. (Autoral)

Como num karaokê, onde o texto que vai ser cantado passa na tela para você ler e saber o que cantar, o jogador deve olhar para compassos de partitura com apenas os símbolos de notação musical como ilustrados na Figura 15, e através do conhecimento adquirido sobre eles, ser capaz de reagir no ritmo da música com precisão. Assim, definimos que o jogador, precisa demonstrar conhecimento sobre o conteúdo para que possa ganhar e passar para a próxima fase dentro do jogo.

4.1.3 Narrativa

Em questão de narrativa, o jogo apresenta um cenário no qual você está sentado atrás de uma bateria ensaiando para um show que você fará mais tarde nesse mesmo palco na praia de frente pro mar. Ao longe, você avista um surfista que está curtindo o som que você faz e o desempenho dele parece ser melhor quando você performa bem. A partir daí toda fase é uma nova onda que o surfista está pegando e te acompanhando, até o final em que ele ganha uma competição e seu show é um sucesso por você estar com o ritmo em dia.



Figura 16: Surfista na onda em OndaBeat. (Autoral)

A história nos permite usar certos artifícios como integrações diretas com mecânicas de jogos de ritmo, como ilustrado na Figura 16, o surfista do jogo ser indicativo de sucesso durante o jogo, com ele estando na “crista da onda” para representar que seu resultado está indo bem, e ele descendo pela onda até afundar no mar como representação de quando você perde. A onda que está levando o surfista da esquerda para a direita também indica a duração da música e o quanto está faltando para a música acabar.

Assim temos uma narrativa que contribui e comunica com os outros elementos do jogo, e que podemos assim dar um sentido para o jogo sério com a moral da história ser que o esforço será recompensado mais tarde e o surfista será premiado pelo esforço dele.

4.1.4 Estética

Para a estética entramos no conceito de praia, o uso de cores azul e amarelo são predominantes e remetem ao mar e à areia, pranchas de surf estão presentes nos botões do jogo e na representação da métrica das músicas.

Mas a estética também implica nas nossas escolhas musicais. Para a trilha sonora a inspiração foram músicas que pudessem remeter o sentimento de praia e do surf, tema extra que a narrativa nos trouxe. E existe um gênero musical que tem o esporte do surf como nome e o estilo é focado na praia, esse gênero é o Surf Rock da década de 50, em que os solos de bateria eram comuns e a bateria era destaque junto da guitarra.



Figura 17: Cenário de fundo do menu principal. (Autoral)

A música do jogo nas fases musicais avançadas e nos desafios, são composições completas e curtas de Surf Rock que foram gravadas para o jogo, como uso de guitarras, bateria e baixo. Cada música, por obrigação da estrutura do jogo ser progressivamente mais difícil, possui grooves de bateria próprios, mas ainda tentando se manter no gênero musical proposto.

Com esses elementos, mais a ideia de que ir a praia é normalmente para prazer e relaxamento, temos então um cenário no qual o jogador pode se imergir e acompanhar o sentimento passado pelo local e narrativa que vai estar integrada à jogabilidade e suas mecânicas.

4.2. Implementação

A partir desse conceito foi elaborado um primeiro protótipo, ilustrado na Figura 18. Nele temos uma forma de comprovar que a ideia poderia ser reproduzida antes de implementar as características mais estéticas do jogo, uma tela simples com uma batida que acompanhava o BPM da música, mas que fazia o que seria necessário para o jogo funcionar.

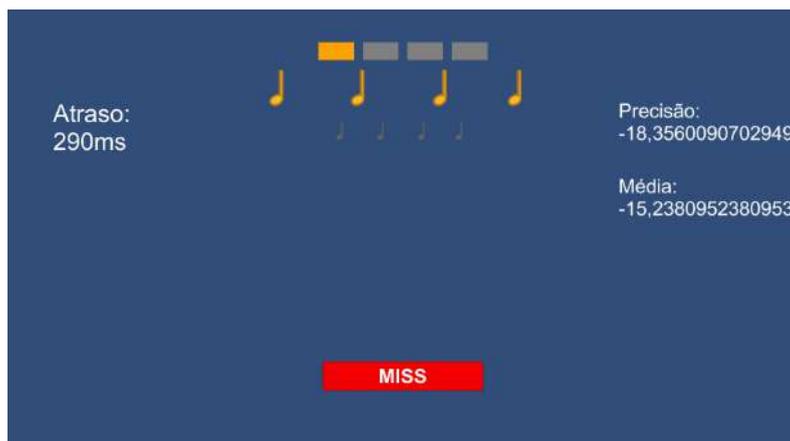


Figura 18: Tela do protótipo do jogo OndaBeat. (Autoral)

Para o jogo ser considerado possível seria necessário implementar: uma cena na qual pudesse tocar um áudio gravado; um marcador de metrônomo que marcasse as batidas dentro do compasso; um karaokê com as notas musicais que trocasse as notas que estão em destaque e deixasse o próximo compasso levemente visível para referência; uma forma de marcar quando as notas deveriam ser tocadas na música; saber o quão preciso foi a batida tocada e julgar a precisão com um valor qualitativo.

Configurando o atraso para que quando uma tecla for apertada, o sistema ter noção de forma aproximada quando realmente ela foi apertada e os cálculos ocorrerem com mais precisão. O julgamento ainda é manual através de uma apresentação da sua média de atraso e o jogador decide se é necessário alterar o valor do atraso.

4.2.1 Métodos

O primeiro método desenvolvido foi o do metrônomo, que começou com um programa que tocava um som toda vez que passasse o tempo determinado pelo tempo da música, o BPM é definido e batidas ocorrem na velocidade que após um minuto de duração, se tocava o

total de vezes apresentado no BPM. Por exemplo, a 60 BPM temos uma batida a cada segundo, a 120 temos uma batida a cada metade de um segundo, e para valores menos exatos fazemos a conversão de pegar o número de batidas e dividir pelo tempo de um minuto para saber a duração de cada pulso, para cálculos mais precisos, minutos e segundos foram convertidos para milissegundos.

Inicialmente o desafio parecia bem maior por uma questão de que jogos são programados para buscar informações a cada frame do jogo pelo método Update (), o que queria dizer que o jogo não iria fazer uma busca em um tempo preciso se o check fosse a cada frame em taxa de atualização de 60 frames por segundo, um BPM com valores maiores que 60 não seriam precisos e o metrônomo seria impreciso como forma de referência. A solução foi criar métodos que são invocados uma vez e ficam ativos enquanto a música estiver tocando e só param de contar assim que a música terminar.



Figura 19: Concepção do metrônomo em jogo.

Como vemos na Figura 19, eventualmente o metrônomo se tornou um conjunto de retângulos que iriam acender a cada batida do tempo, a primeira sendo laranja para indicar o começo de um compasso e as outras sendo brancas, como apresentado pelas linhas de código nas Figuras 20 e 21 a seguir:

```
63     private void startMetronome() {
64         timeElapsed += Time.deltaTime;
65         if ((timeElapsed*1000) >= 60000/bpm) {
66             timeElapsed = 0.0f;
67
68             beat++;
69
70             if (beat == metric) {
71                 beat = 0;
72             }
73         }
74     }
75
76     private void stopMetronome() {
77         timeElapsed = 0.0f;
78     }
```

Figura 20: Métodos para iniciar e parar o metrônomo do jogo. (Autoral)

```

Metronome.cs
12 public class Metronome : MonoBehaviour
13 {
14     public int bpm = 160;
15     public int metric = 4;
16     public int beat = 0;
17     private float timeElapsed = 0.0f;
18
19     AudioSource audioSource;
20     public Image beat1, beat2, beat3, beat4;
21     // Start is called before the first frame update
22     void Start()
23     {
24         audioSource = GameObject.Find("Music").GetComponent<AudioSource>();
25     }
26
27     // Update is called once per frame
28     void Update()
29     {
30         if(audioSource.isPlaying){
31             startMetronome();
32
33             switch (beat)
34             {
35                 case 0:
36                     beat4.color = Color.gray;
37                     beat1.color = new Color(1.0f, 0.64f, 0.0f);
38                     break;
39                 case 1:
40                     beat1.color = Color.gray;
41                     beat2.color = Color.white;
42                     break;
43                 case 2:
44                     beat2.color = Color.gray;
45                     beat3.color = Color.white;
46                     break;
47                 case 3:
48                     beat3.color = Color.gray;
49                     beat4.color = Color.white;
50                     break;
51                 default:
52                     beat1.color = Color.gray;
53                     beat2.color = Color.gray;
54                     beat3.color = Color.gray;
55                     beat4.color = Color.gray;
56                     break;
57             }
58
59             Invoke("stopMetronome", audioSource.clip.length);
60         }
61     }

```

Figura 21: Script que é invocado para controlar o metrônomo. (Autoral)

Foi visto a necessidade de contar e armazenar as batidas baseados no total de batidas dentro do compasso, que por limitações de tempo e escopo todas as músicas seguem a assinatura de tempo 4/4 (quatro por quatro) por ser a mais usada na música popular e a que o jogador provavelmente teve contato mesmo sem ter conhecimento sobre o assunto.

O próximo método importante a ser implementado foi o “karaokê” dos símbolos de notação musical dividido em compassos. O objetivo era que fosse possível ver com antecedência quais seriam as próximas notas, para não pegar o jogador desprevenido, e que somente seu conhecimento musical fosse testado e não sua reação a uma informação nova aparecendo rapidamente em sua tela. O compasso atual fica presente do começo ao fim de suas 4 batidas, quando o próximo compasso começa, a imagem atual na frente some, e a que estava levemente visível cresce tomando o lugar da antiga imagem, enquanto uma nova entrada aparece em seu lugar numa espécie de carrossel.

```
9 public class KaraokeMovement : MonoBehaviour {
10     public bool frontSlider;
11     public CanvasGroup karaokeRoll;
12     private bool karaokeFlip = false;
13     Sprite notasFrente, notasAtras, spriteCheck;
14     Image image;
15     Scene scene;
16
17     void Start(){
18         image = GetComponent<Image>();
19         scene = SceneManager.GetActiveScene();
20
21         notasFrente = Resources.Load<Sprite>("Sprites/OndaBeat/"+ scene.name + "/Notas_0");
22         notasAtras = Resources.Load<Sprite>("Sprites/OndaBeat/"+ scene.name + "/Notas_1");
23
24         if(frontSlider){
25             image.sprite = notasFrente;
26         }else{
27             image.sprite = notasAtras;
28         }
29     }
30
31     void Update(){
32         Metronome metronome = GameObject.Find("Metronome").GetComponent<Metronome>();
33
34         if(metronome.beat == metronome.metric-1){
35             if(!karaokeFlip){
36                 KaraokeSlide();
37                 karaokeFlip = true;
38             }
39         } else {
40             karaokeFlip = false;
41         }
42     }
43 }
```

Figura 22: Tarefas Start () e Update() do karaokê de notas. (Autoral)

```

44 public void KaraokeSlide(){
45
46     if(frontSlider){
47         transform.position = new Vector2(450, 100);
48         karaokeRoll.alpha = 0;
49         spriteCheck = nextSprite();
50
51         if(spriteCheck != null){
52             image.sprite = spriteCheck;
53         }else{
54             image.sprite = Resources.Load<Sprite>("Sprites/Empty");
55         }
56
57         //Ease in expo
58         transform.LeanMoveLocal(new Vector2(0, 225), 0.1f);
59         transform.LeanScale(new Vector2(0.5f, 0.5f), 0.1f);
60         karaokeRoll.LeanAlpha(0.25f, 0.1f).setEaseInExpo();
61         frontSlider = false;
62         return;
63     }
64
65     //Ease out cubic
66     transform.LeanMoveLocal(new Vector2(0, 338), 0.1f);
67     transform.LeanScale(Vector2.one, 0.1f);
68     karaokeRoll.LeanAlpha(1, 0.1f);
69     frontSlider = true;
70     return;
71 }
72
73 public Sprite nextSprite(){
74     string noteSprite = image.sprite.name;
75
76     if(noteSprite.Equals("Empty")){
77         return Resources.Load<Sprite>("Sprites/Empty");
78     }
79     int order = Int.Parse(noteSprite.Substring(6));
80     int nextOrder = order + 2;
81
82     return Resources.Load<Sprite>("Sprites/UndaBeat/"+ scene.name + "/Notas_" + nextOrder);
83 }
84 }

```

Figura 23: Métodos responsáveis pelo movimento do karaokê. (Autoral)

Como vemos nas Figuras 22 e 23, os objetos em jogo que apresentam as imagens com as notações musicais buscam as imagens em pastas com o mesmo nome da cena que pertencem, as imagens dentro de cada pasta têm uma nomenclatura específica de “Notas_0”, “Notas_1”, “Notas_2” e assim continuam, até cumprir o total de compassos da composição. Se chegar o momento em que não se tem mais notas, o karaokê vai apresentar apenas a imagem que representa uma pausa que dura o compasso inteiro até o fim do arquivo de áudio e conseqüentemente da fase.

Com as notas sendo apresentadas no ritmo da música o próximo passo é sabermos quando numa música as notas devem ser tocadas, e sem o uso de sinais visuais e cálculos de colisão, nos resta usar medidas de tempo para armazenar numa lista o quanto se deve esperar até a próxima nota ser lida.

```

288     public List<int> stage7Chart(){
289         List<int> notes = new List<int>();
290         metronome.bpm = 90;
291
292         int interval = 60000 / metronome.bpm;
293         int quarter = interval / 4;
294         int half = interval / 2;
295         int beat = interval;
296         int doubleBeat = interval * 2;
297         int fullbarBeat = interval * 4;
298
299         notes.Add(0);
300         notes[notes.Count() - 1] += fullbarBeat;
301         notes.Add(doubleBeat);
302         notes.Add(doubleBeat);
303         notes.Add(doubleBeat);
304         notes.Add(doubleBeat);
305         notes[notes.Count() - 1] += doubleBeat;
306         notes.Add(doubleBeat);
307         notes[notes.Count() - 1] += doubleBeat;
308         notes.Add(doubleBeat);
309         notes.Add(doubleBeat);
310         notes.Add(doubleBeat);
311         notes[notes.Count() - 1] += doubleBeat;
312         notes.Add(doubleBeat);
313         notes.Add(doubleBeat);
314         notes.Add(doubleBeat);
315         notes.Add(doubleBeat);
316         notes.Add(doubleBeat);
317         notes[notes.Count() - 1] += doubleBeat;
318         notes.Add(doubleBeat);
319         notes.Add(doubleBeat);
320         notes.Add(doubleBeat);
321         notes.Add(doubleBeat);
322
323         return notes;
324     }

```

Figura 24: Exemplo de armazenamento de notas para a Fase 7. (Autoral)

Como exemplificado na Figura 24, atribuímos valores de intervalo de tempo em milissegundos para cada símbolo baseado no BPM da música. A primeira nota sempre irá acontecer após um compasso completo pois representa a contagem inicial, e no momento 0 da música nada é esperado em termos de entrada de dados. Toda nova nota vem após o tempo da nota anterior ter passado. Em caso de pausas, o tempo da pausa é adicionado à nota anterior para estender o tempo de espera até o momento da próxima nota que tiver. O intervalo de tempo de cada batida é calculado com as proporções de seus respectivos símbolos musicais.

Com a limitação de scripts serem checados com base na taxa de atualização de tela, e muitos dos cálculos de tempo serem feitos na unidade de segundos, é fácil notar que as game engines não foram feitas com programação avançadas de áudio em mente, por isso ter precisão na hora de julgar um erro ou acerto, foi o maior desafio deste projeto.

Por sorte, graças a essa limitação foi possível ter a ideia de aplicar usando informações presentes nos arquivos de áudio. Os arquivos feitos para o jogo possuem taxas de amostras equivalentes a 44.1 KHz, e a biblioteca do Unity consegue indicar qual a amostra atual em relação à duração da música, ou seja, qual amostra da música está passando a cada momento. Com isso podemos fazer um cálculo, sabendo que Hz representa ciclos por segundo e cada amostra representa um ciclo, o número da amostra dividido pelo valor da taxa em KHz que no caso é 44.1 nos trás em milissegundos o momento no tempo em que a nota foi acertada. Assim, podemos avaliar de forma mais precisa quando que botões são apertados, mas também apresentar julgamentos em cima da precisão do jogador e vemos esses conceitos aplicados nas Figuras 25 e 26.

```
63     public void DrumpadHit(){
64
65         double deltaHit = getDeltaHit() + inputLatency;
66         avgHit = getAvgHit(deltaHit);
67
68         hitText.text = "Precisão: " + deltaHit;
69         averageHit.text = "Média: " + avgHit;
70
71         if(Math.Abs((float)deltaHit) <= timingWindow && totalHits <= musicChart.currentNote) {
72             score.text = "PERFECT";
73             score.color = Color.white;
74             perfectHits++;
75             accPercent += musicChart.noteScore;
76             drumpad.GetComponent<Image>().color = Color.green;
77             totalHits++;
78
79             if(!string.Equals(scene.name, "CalibrationScene") ){
80                 surfer.SurferHeightScore("perfect");
81             }
82
83         } else if(Math.Abs((float)deltaHit) <= timingWindow*2 && totalHits <= musicChart.currentNote) {
84             score.text = "GREAT";
85             score.color = Color.white;
86             greatHits++;
87             accPercent += musicChart.noteScore * 0.5f;
88             drumpad.GetComponent<Image>().color = Color.yellow;
89             totalHits++;
90
91
92             if(!string.Equals(scene.name, "CalibrationScene") ){
93                 surfer.SurferHeightScore("great");
94             }
95
96         } else {
97             score.text = "MISS";
98             score.color = Color.white;
99             misses++;
100             drumpad.GetComponent<Image>().color = Color.red;
101
102             if(!string.Equals(scene.name, "CalibrationScene") ){
103                 surfer.SurferHeightScore("miss");
104             }
105         }
106     }
107 }
```

Figura 25: Método responsável pelo cálculo de acerto ao pressionar o botão. (Autoral)

```
public double getAvgHit(double deltaHit){
    latencyRef.Add(deltaHit);
    double avg = Queryable.Average(latencyRef.AsQueryable());
    return avg;
}

public double getDeltaHit(){
    return audioSource.timeSamples/44.1 - musicChart.hitTiming;
}
```

Figura 26: Método para cálculo de média de atraso e de diferença entre o tempo que o botão foi apertado em relação a nota (Autorial)

4.2.2 Principais Telas do Jogo

O jogo até a concepção deste documento possui 7 tipos de telas com funções distintas que são definidas como tela inicial, menu de fases, fase de tutorial, fases musicais, tela de resultados, tela de encerramento e tela de calibração. Cada tela apresenta as opções que estruturam o jogo e permitem que o jogador acesse suas funcionalidades, e os desafios dentro dele.

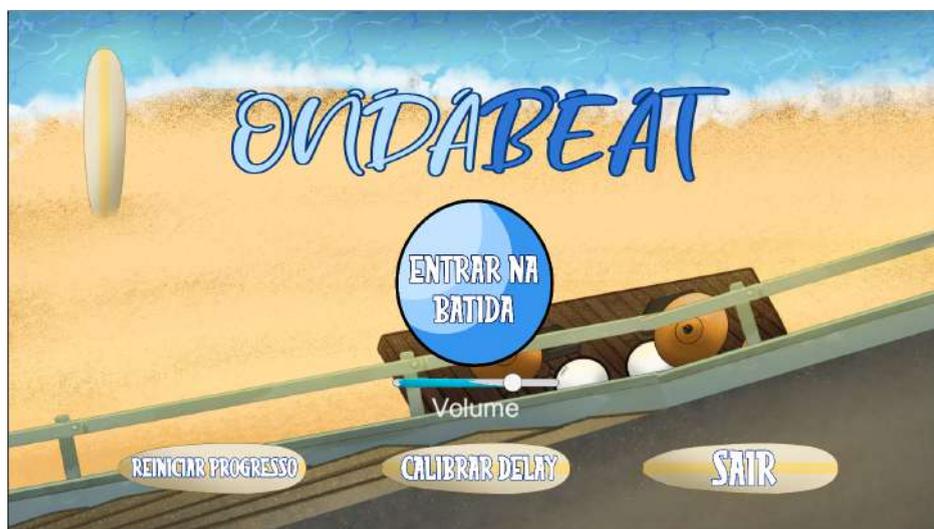


Figura 27: Tela inicial do jogo OndaBeat. (Autorial)

Na tela inicial, ilustrada na Figura 27, temos a apresentação do jogo, menu de opções principais e a logo do OndaBeat. A partir dele é possível ir para a tela de menu de fases ao clicar em “Entrar na Batida”, “Reiniciar o progresso” permite que o jogador apague os resultados armazenados para começar o jogo novamente, o botão sair “Sair” fecha o jogo,

“Calibrar Delay” permite que o jogador acesse a tela de calibração para corrigir o atraso do jogo. Os botões estão estilizados para remeter a estética de praia, com o uso de pranchas de surf e cores azuis do mar.



Figura 28: Menu de fases do jogo OndaBeat. (Autoral)

Na figura 28, vemos que o menu de fases trás opções para retornar à tela inicial ou escolher uma das fases disponíveis. As fases são divididas em colunas que apresentam diferentes tipos de desafios, na primeira coluna da esquerda para a direita são as fases de tutoriais que apresentam apenas informações sobre o símbolo que está no ícone da fase. Depois temos as fases musicais introdutórias apenas ao som do metrônomo para reforçar o momento que se devem ser tocadas as notas aprendidas no tutorial. A seguir temos as fases musicais avançadas com combinações de pausas e sons ainda focadas apenas nas notas aprendidas em seu respectivo tutorial. Por fim chegamos aos desafios, que estão representados por ícones de troféu, cada desafio incorpora elementos dos aprendizados anteriores e tenta avaliar a habilidade do jogador em uma situação musical mais complexa, lembrando que é sempre necessário completar uma fase, tirando uma nota mínima para liberar a próxima.



Figura 29: Fases de tutoriais do jogo OndaBeat (Autorial)

Fases de tutoriais são bem simples, como exemplificado na Figura 29, elas apenas trazem instruções e dicas sobre o símbolo musical dela e dá algumas dicas sobre como o jogo sinaliza essas notações. Você pode pular elas caso queira, e a qualquer momento você pode retornar para revisar o conhecimento.

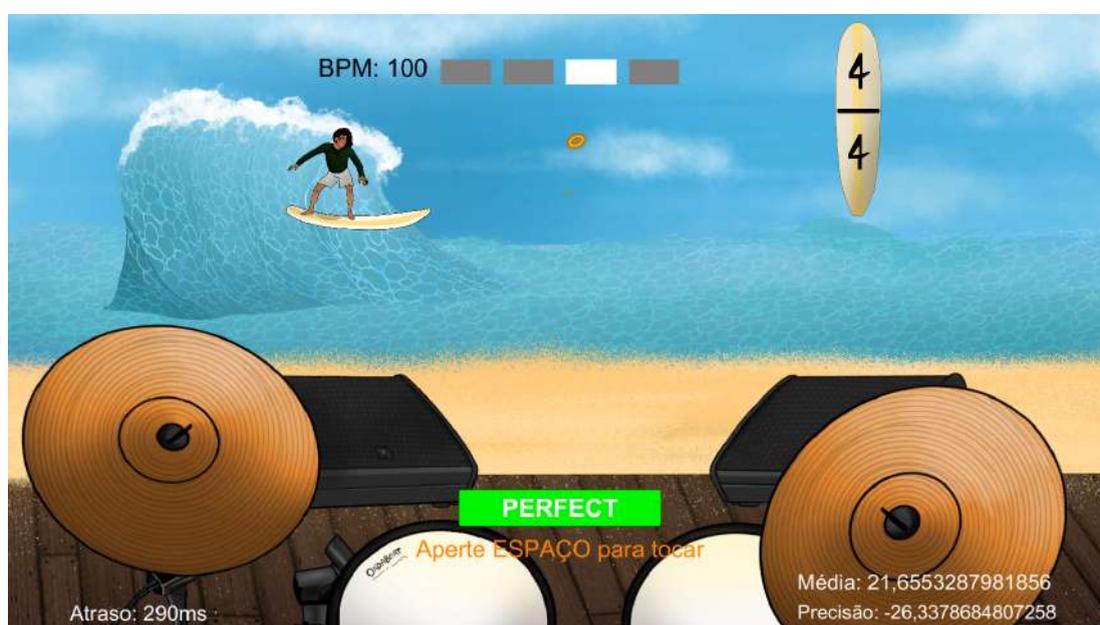


Figura 30: Fases musicais de OndaBeat. (Autorial)

As fases musicais, são as mais importantes do jogo, é onde o jogo realmente acontece e como podemos ver na Figura 30, há muitas informações necessárias para o funcionamento do jogo. Ao apertar a tecla Enter a música inicia, e o surfista começa a pegar uma onda que o leva da esquerda para a direita na tela. A velocidade da onda é em função da duração da

música, e a altura do surfista nela representa a quantidade de acertos que teve. O surfista perde 1 ponto a cada erro, com o máximo de pontos 15 possíveis de se manter a qualquer momento, acertos considerados “bons” rendem 0.5 pontos, e “perfeitos” rendem 1 ponto em retorno.

O julgamento de uma batida ser perfeita, boa ou erro são feitos levando em consideração a precisão em termos de milissegundos a frente e atrás do momento exato que batida é esperada. No momento deixamos por volta de -67 a 67 ms como a faixa para batidas perfeitas, de -134 a -67 e de 67 a 134 ms sendo a faixa de tempo para batidas boas, fora disso temos erros.

Porquê um valores como 67 ou 134? Porque voltamos ao assunto de taxa de atualização de tela ou framerate os frames por segundo em jogos normalmente são 30fps e 60fps, querendo que o jogador acerte com uma certa precisão, é necessário considerar os intervalos de frames em que ele irá apertar o botão, cada frame em 60fps tem 16.67ms de distância entre eles e em 30fps essa distância é de 33.34 ms. Logo queremos que um jogador num computador que reproduz nosso jogo a 30fps tenha 2 frames acima e abaixo do momento esperado como margem para consideração de acerto.

Com esses valores mais exatos chegamos então à tela de resultados, apresentada na Figura 31.

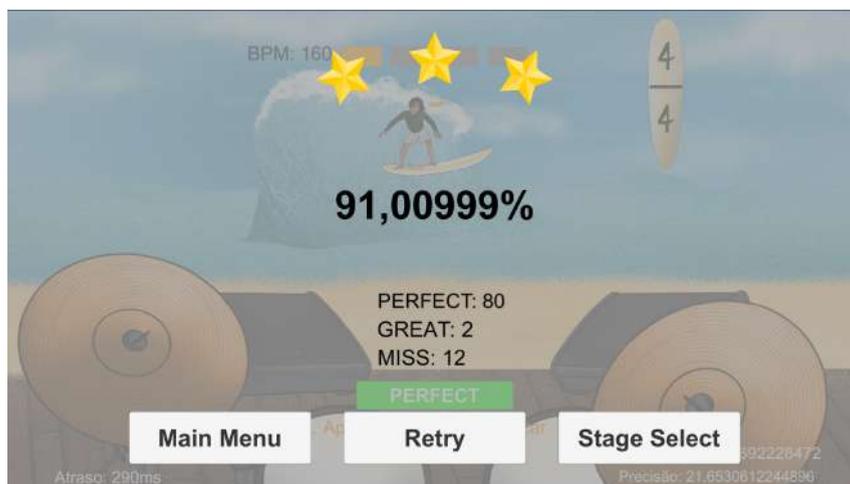


Figura 31: Tela de Resultados do jogo OndaBeat (Autoral)

A tela de resultados foi inspirada em outros jogos de ritmo com uma relação final do total de acertos de cada tipo obtidos, uma porcentagem representando a sua precisão no jogo e estrelas que indicam o quão bem foi sua performance. 50 a 69% o jogo te condecora 1 estrela, com 70 a 89% o jogo te condecora com 2 estrelas, e acima de 90% você recebe 3

estrelas. Desta tela você pode retornar para a tela inicial, reiniciar a mesma música ou ir para o menu de fases.

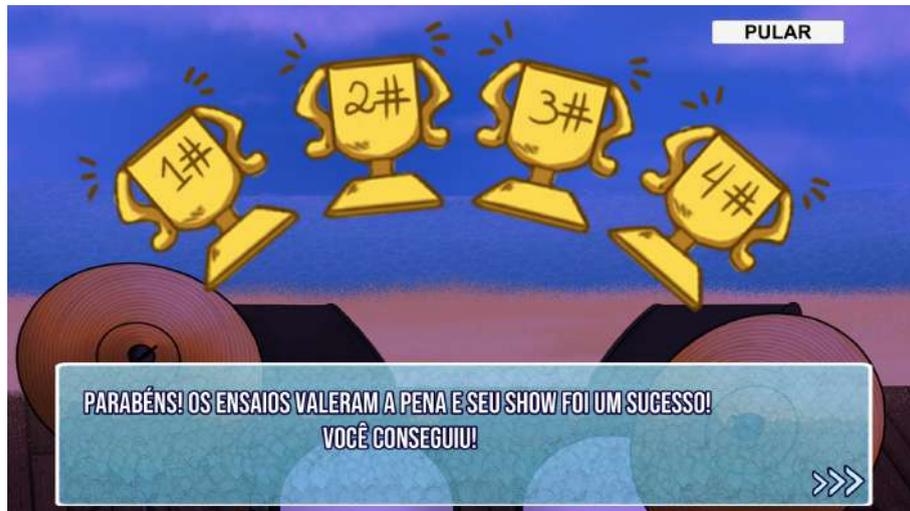


Figura 32: Tela de Encerramento do jogo OndaBeat. (Autoral)

Ao terminar o último desafio, o jogador se depara com uma tela de encerramento, ilustrada na Figura 32, com uma pequena descrição para finalizar a narração criada durante o começo do jogo, te parabenizando pelo seu sucesso no show devido ao seu ensaio, e também conta que o surfista estava numa competição que ele acabou vencendo por sua causa.



Figura 33: Tela de Calibração do jogo OndaBeat (Autoral)

Apresentada na Figura 33, temos a tela de calibração. Nesta tela você pode adaptar o atraso com as setas do teclado, e ao apertar o botão Enter você pode tocar acompanhando um metrônomo para julgar o seu atraso e fazer alterações.

5 Avaliação e Análise dos Resultados

Para avaliação do trabalho foi feito um questionário no Google Forms¹¹, apresentado no Apêndice A, para avaliar a experiência do jogador a fins de analisar os aspectos do jogo por si só sem levar em consideração seu intuito sério, e avaliar o aprendizado do jogador para dessa forma podermos analisar aspectos relacionados ao jogo sério proposto em termos de sua funcionalidade e eficácia. Após o fechamento do período de avaliação foram obtidas 16 respostas com pessoas que jogaram e avaliaram o jogo.

As Figuras 34 a 38 apresentam o perfil dos participantes:

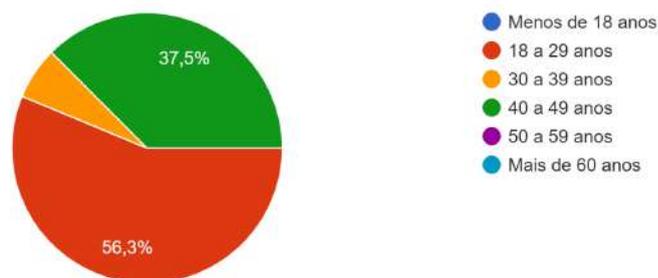


Figura 34: Faixa etária dos participantes. (Autoral)

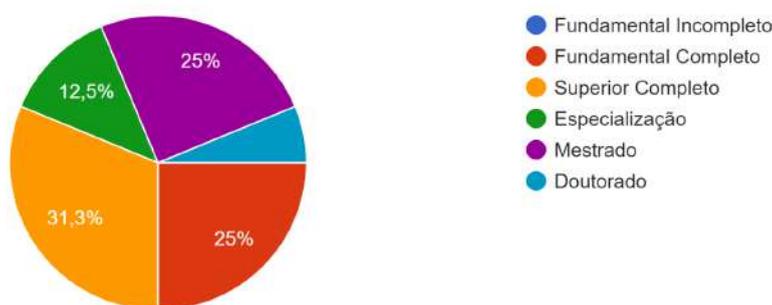


Figura 35: Grau de formação dos participantes. (Autoral)

¹¹ "criador de formulários on-line | Google Workspace." <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acessado em 30 jun.. 2023.

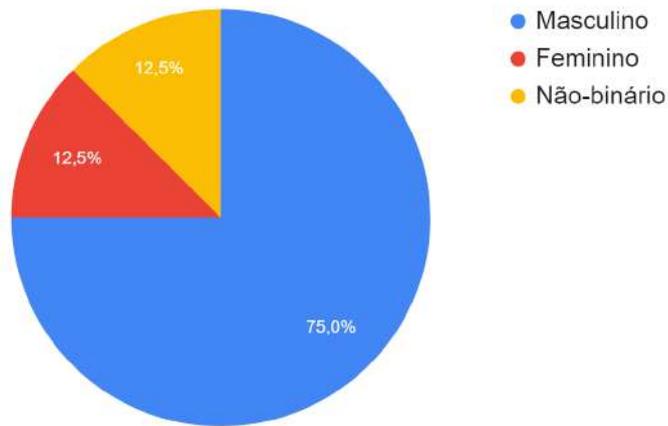


Figura 36: Gênero dos participantes. (Autorial)



Figura 37: Hábito de jogos digitais dos participantes. (Autorial)

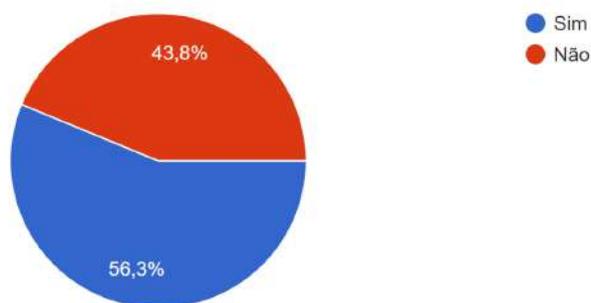


Figura 38: Conhecimento prévio de teoria musical dos participantes. (Autorial)

5.1. Experiência do Jogador

Para avaliar a experiência dos participantes como jogadores foram feitas séries de perguntas em diferentes tópicos importantes para a compreensão de sua experiência após

jogarem o jogo ao menos por trinta minutos. O objetivo é juntar informações sobre pontos fortes e fracos do jogo nesse momento inicial, para analisar possíveis caminhos para aprimoramento do jogo. Os resultados foram agrupados em tabelas com as questões do mesmo assunto, os valores para resposta seguem a escala Likert, com valores de 1 a 5, sendo 1 equivalente à total discordância com a afirmação apresentada, e 5 equivalente à total concordância com a afirmação. Para podermos avaliar a efetividade, dividimos os resultados entre positivos, valores de 3 a 5, e negativos, resultados de 1 e 2, juntamente com a mediana dos valores para compreendermos pontos em que necessitam de atenção.

5.1.1 Usabilidade

Tabela 2: Questões sobre Usabilidade. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
EST01 - O design do jogo é atraente.	4,0	62,50%	37,50%
EST02 - Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.	4,0	75,00%	25,00%
APR01 - Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo.	3,0	81,25%	18,75%
APR02 - Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim.	3,0	62,50%	37,50%
APR03 - A maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente.	2,5	50,00%	50,00%
OPE01 - Eu considero que o jogo é fácil de jogar.	3,0	56,25%	43,75%
OPE02 - As regras do jogo são claras e compreensíveis.	4,0	62,50%	37,50%
ACE01 - As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.	5,0	100,00%	0,00%
ACE02 - As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.	5,0	100,00%	0,00%
PTE01 - O jogo me protege de cometer erros.	2,0	25,00%	75,00%
PTE02 - Quando eu cometo um erro é fácil de me recuperar rapidamente.	3,5	62,50%	37,50%

Na Tabela 2 são apresentadas as questões de usabilidade. Em questões de estética EST01 e EST02, as notas são acima da média, o que mostra que há espaço para melhora neste quesito, mas que já são favoráveis. Nas questões de aprendizado sobre o jogo APRs 01 a 03 os participantes demonstraram até ter uma certa facilidade para jogar, mas o jogo peca em ser algo que a maioria das pessoas teria facilidade para aprender a usar. O jogo é difícil de jogar no momento e as regras precisam ser um pouco mais claras (OPE01, OPE02). Em termos de acessibilidade não há problemas, foram as notas mais altas no quesito de usabilidade (ACE01 e ACE02). Segundo as questões PTE01 e PTE02 jogo não parece oferecer nenhum suporte para impedir que erros sejam cometidos, e erros parecem ser levemente mais difíceis de se recuperar.

5.1.2 Confiança

Tabela 3: Questões sobre Confiança. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
CONF01 - Quando olhei pela primeira vez o jogo, eu tive a impressão de que seria fácil para mim.	4,0	87,50%	37,50%
CONF02 - A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo.	4,0	68,75%	31,25%

Nas questões de confiança vistas na Tabela 3 vemos que o jogo causa boas impressões iniciais e dessa forma não desmotiva o jogador a passar pelo processo de aprendizagem. O conteúdo poderia ter uma organização melhor, mas parece ser suficiente no momento.

5.1.3 Desafio

Tabela 4: Questões sobre Desafio. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
DES01 - Este jogo é adequadamente desafiador para mim.	4,0	87,50%	37,50%
DES02 - O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado.	4,0	68,75%	31,25%
DES03 - O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas).	3,5	81,25%	18,75%

Ao analisarmos a Tabela 4 podemos considerar que OndaBeat, como um jogo, parece ser bem desafiador, a distribuição das fases que possuem uma progressão de dificuldade que respeita o aprendizado do jogador parece estar no rumo de um bom equilíbrio entre desafio, mesmo ainda tendo exercícios para fixar um conteúdo de cada vez.

5.1.4 Satisfação

Tabela 5: Questões sobre Satisfação. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
SAT01 - Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização.	4,0	75,00%	25,00%
SAT02 - É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo.	4,0	93,75%	6,25%
SAT03 - Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo.	4,0	75,00%	25,00%
SAT04 - Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	4,0	62,50%	37,50%

De acordo com a Tabela 5, os jogadores se sentem satisfeitos com suas conquistas e aprendizados durante o jogo, e também parece que o jogo faz eles sentirem que seu esforço

peçoal é recompensado e valorizado, mas ainda assim não parece haver a mesma resposta positiva no quesito de recomendação apesar de favorável.

5.1.5 Diversão

Tabela 6: Questões sobre Diversão. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
DIV01 - Eu me diverti com o jogo.	4,0	75,00%	25,00%
DIV02 - Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez sorrir.	4,0	75,00%	25,00%

Como podemos ver na Tabela 6, o jogo atingiu um bom resultado de diversão demonstrando agradar os jogadores e cativá-los (DIV01, DIV02). Ainda é necessário criar formas mais divertidas de implementar as mecânicas desenvolvidas até o momento.

5.1.6 Atenção Focada

Tabela 7: Questões sobre Atenção Focada. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
AF01 - Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	4,0	75,00%	25,00%
AF02 - Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.	4,0	75,00%	25,00%
AF03 - Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.	3,5	81,25%	18,75%

Parece existir uma certa atenção focada e imersão no jogo, ao analisarmos a Tabela 7, podemos dizer que é esperado pelo desafio de se manter no ritmo exigir concentração, coordenação enquanto você precisa usar dois de seus sentidos (audição e visão). Para uma ideia inicial as notas são favoráveis principalmente nas primeiras impressões (AF01).

5.1.7 Relevância

Tabela 8: Questões sobre Relevância. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
REL01 - O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	4,0	81,25%	18,75%
REL02 - É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina.	5,0	81,25%	18,75%
REL03 - O jogo é um método de ensino adequado para este tema (teoria musical).	4,0	81,25%	18,75%
REL04 - Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino).	3,0	62,50%	37,50%

Visualizando os resultados da Tabela 8, OndaBeat parece ser bem relevante em geral para os participantes (REL01), apresenta uma forma adequada de ensino e demonstra claramente o seu intuito de educação musical. Não parece interessar o suficiente para substituir outras formas de ensino do ritmo, mas com as outras questões podemos ser otimistas em relação a capacidade de melhorar esse aspecto.

5.2. Aprendizado Musical

Essa parte do questionário busca responder às questões relacionadas ao caráter sério do jogo OndaBeat, divididos em questões relacionadas ao jogador perceber que está ativamente aprendendo algo e questões que envolvem verificar o conhecimento possivelmente adquirido pelos jogadores.

5.2.1 Percepção de Aprendizagem

Tabela 9: Questões sobre Eficiência de Aprendizagem. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
ACP01 - O jogo contribuiu para a minha aprendizagem sobre o tema.	3,0	87,50%	12,50%
ACP02 - O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da de aprendizado existentes.	3,0	87,50%	12,50%

Com as notas obtidas nas questões de percepção de aprendizagens da Tabela 9, os jogadores parecem não considerar tanto sua aprendizagem sobre o tema ser uma contribuição do jogo. Possivelmente por mais da metade dos jogadores ter conhecimento musical prévio. A eficiência ainda se mostra incapaz de substituir outras atividades de aprendizado ritmo sendo um padrão também recorrente nas questões de experiência, especialmente na de relevância (REL03) em que um conceito similar também é questionado e o resultado é o mesmo.

Tabela 10: Questões sobre Aprendizagem Observável. (Autoral)

Questões	Mediana	Positivo	Negativo
OBA01 - O jogo contribuiu para a minha aprendizagem sobre ritmos musicais.	4,0	81,25%	18,75%
OBA02 - Consigo explicar o que é um metrônomo.	5,0	81,25%	18,75%
OBA03 - Consigo explicar para que serve o BPM.	4,0	81,25%	18,75%
OBA04 - Consigo diferenciar símbolos de pausa e símbolos de som.	3,0	62,50%	37,50%

Ao aproximar da Tabela 10, é notável que os jogadores conseguem observar o seu próprio aprendizado e compreendê-lo (OBA01, OBA02, OBA03). É esperado que o conhecimento sobre símbolos de partitura não seja tão perceptível, mas é interessante ver que mais de 62,5% dos jogadores têm sentimentos positivos, ainda mais sabendo que por volta de

56% tem conhecimento prévio de teoria musical. Podemos concluir que os jogadores percebem algum nível de aprendizado que está sendo efetivamente ensinado.

5.2.2 Verificação sobre Aprendizado Musical

A verificação foi feita através de uma avaliação de múltipla escolha nas últimas 8 questões no Apêndice A, questionando se os jogadores reconhecem os símbolos e os conceitos descritos em OndaBeat em meio às suas fases e mecânica de jogo. As questões e taxa de acertos estão demonstradas na Tabela 11, onde cada questão respondida corretamente vale um ponto num total de 8 pontos.

Tabela 11: Prova para verificação sobre Aprendizado Musical. (Autoral)

Questões	Taxa de acertos
Para que serve o metrônomo para o ritmo?	87,5%
O que é o BPM em uma música?	100%
Para que serve um compasso?	68,8%
Qual o símbolo abaixo representa uma "semibreve", ou seja, representa 4 tempos e é tocada no início de um compasso?	75%
Dentro das figuras musicais, também há aqueles que indicam pausas. Qual símbolo abaixo representa uma pausa para semibreve?	81%
Qual dos símbolos abaixo representa uma "colcheia", ou seja, 8 tempos dentro de um compasso, sendo a metade de uma semínima.	93,8%
Qual símbolo abaixo representa uma pausa para "semínima"?	87,5%
A "semínima" representa 1 tempo dentro de um compasso. Quais dos símbolos abaixo representa uma semínima?	81,3%

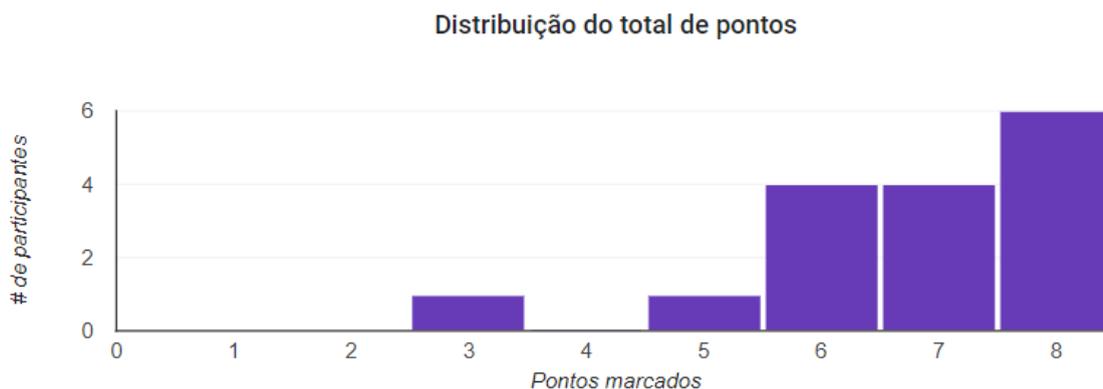


Figura 39: Distribuição do total de pontos da avaliação. (Autoral)

A avaliação demonstrou resultados promissores, com as questões tendo uma taxa alta de acerto entre os participantes, na Figura 39 vemos que a maioria acertou todas as questões e apenas dois participantes dos dezesseis tiveram resultados abaixo de 6 questões acertadas. Com esses valores é possível afirmar que existe um aprendizado ocorrido em relação ao jogo, onde participantes entre os que afirmaram não terem conhecimento sobre teoria musical foram capazes de responder certamente as questões da avaliação.

6 Conclusão

Ao longo deste projeto, foram tomadas decisões baseadas em conceitos julgados necessários para a criação de um jogo sério que durante o desenvolvimento levantou questões sobre a área e as limitações de tecnologia, num projeto multidisciplinar com conceitos de audiovisual pertinentes e interessantes no âmbito do desenvolvimento de jogos digitais.

6.1. Considerações Finais

O projeto teve como objetivo a criação de um jogo sério de ritmo, dentro das qualidades que envolvem um jogo digital, com o intuito de educação musical e que estivesse num estado que permitisse ser analisado e avaliado.

A busca por esse objetivo progrediu através de um levantamento didático sobre técnicas de desenvolvimento e, considerando questões de design, padrões do mercado, e aplicação de estruturas de desenvolvimento, para poder definir com propriedade quais elementos seriam necessários para a criação de um jogo sério de ritmo de forma que o jogo fosse considerado tal.

Procurando inspiração em outros jogos de ritmo foram encontradas características que são padrões nos jogos de sucesso deste gênero, que agregaram à imersão e mantinham os jogadores se sentindo desafiados a superar os resultados já obtidos.

Houve passos para implementação que exigiram que certas mecânicas fossem capazes de ser reproduzidas em jogo para continuar o seu desenvolvimento, que envolveu a finalização de um jogo que seria capaz de ser usado para testes que poderiam comprovar sua capacidade de ensino.

Através de uma extensa avaliação de experiência e aprendizado juntaram-se informações importantes para notas problemas iniciais na criação de um jogo deste formato, mas também resultados promissores no âmbito da educação musical mesmo com o conteúdo explicado sendo bem limitado por questão de escopo.

6.2. Contribuições

O OndaBeat possibilita uma forma nova de olhar para o gênero musical através de uma mecânica nova e inédita ao gênero de jogo ao usar como método de avaliação do ritmo o próprio áudio ao invés de cálculos de aceleração e colisão de objetos de jogo na Game Engine.

Por usar o áudio como base para a detecção da precisão do ritmo, se possibilita que as notações musicais sejam a única forma de definir com certeza quando que o tempo das batidas vão ocorrer, incentivando o jogador a depender de associar o símbolo à um conceito de ritmo abstrato, uma correlação de linguagem escrita direto para a auditiva. Também possibilita que qualquer alteração estética não afete a forma como o jogo lida com detecção de notas e a representação delas, as mecânicas estão contidas em seus próprios módulos apesar de em questão de design estarem conectadas.

A concepção e desenvolvimento de OndaBeat também contribuíram com a produção de um artigo acadêmico intitulado “ONDABEAT: Uma Proposta De Ensino De Ritmo Através de Jogos Digitais” (FONTANA; CLASSE, 2021) publicada na **7ª edição da Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro**¹² (ERSI-RJ), que consiste em um evento realizado pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e reúne profissionais, professores, pesquisadores e alunos para discussão e aprendizagem sobre conceitos relacionados à área de Sistemas de Informação por meio de palestras, painéis, minicursos e oficinas, inclusive apresentações de artigos, atividade essa da qual o artigo citado foi apresentado no evento.

6.3. Trabalhos Futuros

O jogo OndaBeat apresenta um futuro concreto e promissor na área de jogos sérios. Com uma proposta que é creditável, e que condiciona jogadores a acreditarem na sua capacidade de superar desafios, com uma proposta de progressão justa mas nem um pouco monótona. Acredito que há espaço para muitas melhorias no quesito de estética e organização do jogo, o jogo em si está longe de estar completo num ponto de vista de design e estética, em termos de conteúdo tem possibilidade de adicionar mais mecânicas desafiadores que

¹² "ERSI-RJ 2021." <http://ersi2021.uniriotec.br/>. Acessado em 30 jun.. 2023.

alteram de forma criativa como o jogo é jogado mas que ainda assim podem agregar aos valores de aprendizado já presentes neste jogo.

Interessam também, estudos posteriores sobre seu impacto na educação musical em mais pessoas, propostas de organização e conceitos de interface usuário podem ser aplicados ao jogo, após as mecânicas terem sido definidas e implementadas. Há também a opção de ampliar o conhecimento que é ensinado em OndaBeat para apresentar mais símbolos disponíveis em notação musical que apresentam mais formas criativas para adicionar novos desafios, novas músicas e mais conhecimento a ser entregue por este jogo sério.

Referências Bibliográficas

ABT, C. C. **Serious Games**. [s.l.] Viking, 1970.

BÉGEL, V.; SEILLES, A.; DALLA BELLA, S. Rhythm Workers. **Music & Science**, v. 1, p. 205920431879436, jan. 2018.

BERRY, W. **Structural Functions in Music**. [s.l.] Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1976.

COOPER, G. W.; MEYER, L. B. **The rhythmic structure of music**. [s.l.] Chicago Univ. Of Chicago Pr [20]08, 1960.

DANTAS, J. D.; CRUZ, S. DA S. Um olhar físico sobre a teoria musical. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, 19 jul. 2018.

DJAOUTI, D. et al. Origins of Serious Games. In: **Serious Games and Edutainment Applications**. [s.l: s.n.]. p. 25–43.

FONTANA, Paulo Gabriel Alves; CLASSE, Tadeu Moreira de. ONDABEAT: Uma Proposta De Ensino De Ritmo Através de Jogos Digitais. In: ESCOLA REGIONAL DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DO RIO DE JANEIRO (ERSI-RJ), 7. , 2021, Evento Online. **ANAIS DA VII ESCOLA REGIONAL DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DO RIO DE JANEIRO**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 112-115.

FORTIM, Ivelise (Org). **Pesquisa da indústria brasileira de games 2022**. ABRAGAMES: São Paulo, 2022.

FRIEDMAN, N. et al. MusicGlove: Motivating and quantifying hand movement rehabilitation by using functional grips to play music. **2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, ago. 2011.

LOH, C. S.; SHENG, Y.; IFENTHALER, D. Serious Games Analytics: Theoretical Framework. **Serious Games Analytics**, p. 3–29, 2015.

REBELO, R. R. **Building a music rhythm video game**. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Building-a-music-rhythm-video-game-Rebelo/e072145f15d37a195dd4bbd716fc5d81ac5bf183>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

SAWYER, B. **Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation**. 2002.

SHELL, J. **The art of game design : a book of lenses**. Burlington, Mass.: Morgan Kaufmann, 2008.

SONG, D. H.; KIM, K. B.; LEE, J. H. Analysis and evaluation of mobile rhythm games : Game structure and playability. **International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)**, v. 9, n. 6, p. 5263, 1 dez. 2019.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. **Computer**, v. 38, n. 9, p. 25–32, set. 2005.

Apêndice A - Formulário da Avaliação de Experiência e Aprendizado

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Esta avaliação faz parte do trabalho de conclusão de curso (TCC) do aluno **Paulo Gabriel Alves Fontana**, aluno do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UNIRIO), orientado pelo professor **Dr. Tadeu Moreira de Classe**.

Esta avaliação tem como base a [Resolução 510/16](#) apresentando o projeto de definição e avaliação de uma proposta para a **um jogo digital para aprendizado de ritmo musical**.

O objetivo do estudo consiste em avaliar, a partir da execução de um jogo digital, se as pessoas conseguem aprender sobre a teoria musical sobre ritmos, considerando conceitos como metrônimos, tempos, batidas e símbolos de partituras e seus significados.

O estudo será composto de 2 (duas etapas):

1. Na primeira etapa o participante será convidado a executar o jogo digital "Onda Beat", construído para ensinar os conceitos musicais relacionados ao aprendizado de ritmo. **Recomenda-se que não seja ultrapassado o tempo de 30 minutos de jogo**, para que o jogador possa responder às questões de opinião sem que haja desgaste.
2. Por último, o participante será convidado a responder um questionário, contendo questões sobre sua opinião em relação ao jogo e sua percepção de aprendizado em relação aos conceitos musicais relacionados ao jogo.

O participante, a qualquer momento, tem o direito de se recusar a participar desse estudo e/ou retirar o consentimento de participação caso deseje não mais participar da pesquisa. Neste caso, o participante não sofrerá qualquer prejuízo quanto à sua relação com os pesquisadores.

A participação é facultativa, privada e sigilosa, ou seja, nenhuma informação quanto ao nome, e-mail ou qualquer informação que possa revelar a identidade do participante será coletada.

Os pesquisadores envolvidos nesse projeto são: aluno Paulo Fontana (BSI/UNIRIO) e prof. Dr. Tadeu Moreira de Classe (UNIRIO). Será possível manter contato com eles através do e-mail paulo.fontana@uniriotec.br.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

Em caso de reclamação ou qualquer tipo de dúvida sobre este estudo devo escrever para: paulo.fontana@uniriotec.br

Observação Importante: Para participar deste estudo você precisa realizar tarefas em um **computador com Windows**, fazendo download do jogo e executando em sua máquina. Infelizmente, devido à sensibilidade do metrônomo desenvolvido, há necessidade de processamento local, não sendo possível confiar no tráfego de rede para jogar este jogo.

Rio de Janeiro, 19 de dezembro de 2022

1. Declaro que li, entendi e aceito participar deste estudo *

Marcar apenas uma oval.

- Aceito
 Não aceito

Download do Jogo "Onda Beat" e Instruções para Execução

O download do jogo "Onda Beat" pode ser feito através do link: [\[BAIXAR O JOGO - ONDA BEAT\]](#)

Após o download:

1. Apenas no WINDOWS (o jogo foi compilado para rodar apenas nesse sistema operacional)
2. Descompacte a pasta no seu computador em um local de sua preferência.
3. Dentro da pasta, encontre e execute o arquivo "OndaBeat.exe".
4. Pronto! O jogo irá executar.
5. **Jogue por aproximadamente 30 minutos ou até concluir o nível 16 (mas você pode jogar mais vezes também porém, tente responder as perguntas do questionário imediatamente após jogar).**

2. Jogou o jogo pelo tempo necessário? *

É muito importante que você jogue o jogo antes de ir para a próxima parte do estudo. Do contrário, o estudo será prejudicado. Contamos com a sua colaboração para avançar ao questionário apenas após a execução do "Onda Beat".

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não *Pular para a pergunta 2*

Perfil do Participante

Nesta seção queremos saber um pouco mais sobre você. Não se preocupe, nenhuma das questões abaixo irá te identificar.

3. Idade *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 18 anos
- 18 a 29 anos
- 30 a 39 anos
- 40 a 49 anos
- 50 a 59 anos
- Mais de 60 anos

4. Grau de formação *

Marcar apenas uma oval.

- Fundamental Incompleto
- Fundamental Completo
- Superior Completo
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

5. Gênero *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
- Feminino
- Outro: _____

6. Com que frequência costuma jogar jogos digitais? *

Marcar apenas uma oval.

- Nunca: nunca jogo.
- Raramente: jogo de tempos em tempos.
- Mensalmente: jogo pelo menos uma vez por mês.
- Semanalmente: jogo pelo menos uma vez por semana.
- Diariamente: jogo todos os dias.

7. Você conhece alguma coisa sobre teoria musical, partituras, ritmo etc.? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

Experiência do Jogador

Esta seção busca entender às percepções do jogador em relação à sua experiência durante o jogo.

O questionário apresenta afirmações em relações ao aspecto do jogo e o participante deverá escolher, em cada afirmação, o seu grau de concordância.

O grau de concordância varia de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente).

Atenção: busque representar as suas percepções de forma mais honesta o possível, considerando, somente, suas percepções em relação às afirmações apresentadas abaixo.

Usabilidade

8. EST01 - O design do jogo é atraente. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

9. EST02 - Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

10. APR01 - Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

11. APR02 - Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

12. APR03 - A maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

13. OPE01 - Eu considero que o jogo é fácil de jogar. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

14. OPE02 - As regras do jogo são claras e compreensíveis. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

15. ACE01 - As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

16. ACE02 - As cores utilizadas no jogo são compreensíveis. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

17. PTE01 - O jogo me protege de cometer erros. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

18. PTE02 - Quando eu cometo um erro é fácil de me recuperar rapidamente. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Confiança

19. CONF01 - Quando olhei pela primeira vez o jogo, eu tive a impressão de que seria fácil para mim. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

20. CONF02 - A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Desafio

21. DES01 - Este jogo é adequadamente desafiador para mim. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

22. DES02 - O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

23. DES03 - O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Satisfação

24. SAT01 - Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

25. SAT02 - É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

26. SAT03 - Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

27. SAT04 - Eu recomendaria este jogo para meus colegas. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Diversão

28. DIV01 - Eu me diverti com o jogo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

29. DIV02 - Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez sorrir. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Atenção Focada

30. AF01 - Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

31. AF02 - Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

32. AF03 - Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Relevância

33. REL01 - O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

34. REL02 - É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

35. REL03 - O jogo é um método de ensino adequado para este tema (teoria musical). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

36. REL04 - Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino). *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Percepção da Aprendizagem

Esta seção busca entender às percepções do jogador em relação ao seu aprendizado em relação ao conteúdo do jogo..

Alguns dos itens do questionário são afirmações em relações ao aspecto do jogo e o participante deverá escolher, em cada afirmação, o seu grau de concordância. Outras são questões objetivos para verificar se eles reconhecem determinados conceitos apresentados no jogo.

O grau de concordância varia de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente).

Atenção: busque representar as suas percepções de forma mais honesta o possível, considerando, somente, suas percepções em relação às afirmações apresentadas abaixo.

37. ACP01 - O jogo contribuiu para a minha aprendizagem sobre o tema. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

38. ACP02 - *
O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da de aprendizado existentes.

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

39. ACP02 -

O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da de aprendizado existentes.

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

40. OBA01 - O jogo contribuiu para a minha aprendizagem sobre ritmo musicais. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

41. OBA02 - Consigo explicar o que é um metrônomo. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

42. OBA03 - Consigo explicar para que serve o BPM. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

43. OBA04 - Consigo diferenciar símbolos de pausa e símbolos de som. *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

Concordo totalmente

Verificação sobre Aprendizado Musical

Neste momento espera-se verificar o que você aprendeu com o jogo sobre os conceitos envolvidos na teoria musical e as figuras musicais (ou figuras rítmicas).

44. Para que serve o metrônomo para o ritmo? *

Marcar apenas uma oval.

- Referência para o andamento de uma música, marcando o compasso.
- É uma medida que mede o metro da música
- É a referência para que o metro da música seja compreendido pelo músico

45. O que é o BPM em uma música? *

Marcar apenas uma oval.

- É a marcação do compasso.
- Significa a quantidade de tempos que existe no metrônomo.
- É o que define a velocidade da música, representando o tempo das batidas.

46. Para que serve um compasso? *

Marcar apenas uma oval.

- Serve para medir o tempo do metrônomo.
- Dividir em grupos os sons de uma música, com base em batidas e pulsações.
- Serve para definir a velocidade da música.

47. Qual o símbolo abaixo representa uma "semibreve", ou seja, representa 4 tempos * e é tocada no início de um compasso?

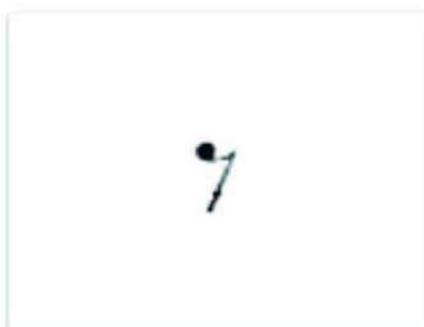
Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

48. Dentro das figuras musicais, também há aqueles que indicam pausas. Qual símbolo abaixo representa uma pausa para semibreve? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

49. Qual dos símbolos abaixo representa uma "colcheia", ou seja, 8 tempos dentro de um compasso, sendo a metade de uma semínima. *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1

Opção 2



Opção 3

50. Qual símbolo abaixo representa uma pausa para "semínima"? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1



Opção 2



Opção 3

51. A "semínima" representa 1 tempo dentro de um compasso. Quais dos símbolos abaixo representa uma semínima? *

Marcar apenas uma oval.



Opção 1

Opção 2



Opção 3

Sugestões

52. Caso deseje, descreva aqui suas críticas e sugestões sobre o "Onda Beat".
