

Flowtris: Design de Um Jogo de Quebra-Cabeça de Ação para Indução Multidimensional do Fluxo

Flowtris: Design of a Falling Block Type Puzzle Game for Multidimensional Flow Induction

Fábio Phillip Rocha Marques, Leonardo Cunha de Miranda

Departamento de Informática e Matemática Aplicada
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
59078-900 – Natal, RN – Brasil

fabiophillip@hotmail.com, leonardo@dimap.ufrn.br

Abstract. Introduction: Flow state is a widely recognized construct for game experience design. Understanding how game elements influence this state is crucial for developing engaging ludic systems. **Objective:** This work presents Flowtris, an open-source game designed for the multidimensional study of optimal experience, transcending conventional speed adjustments. **Methodology:** The development is grounded in Flow Theory, integrating mechanics, as well as visual and audio elements, to modulate the player experience between different psychological states. Validation on the game design involved an experiment with 90 players. **Results:** A significant main effect was observed, demonstrating that the Flow Mode induced significantly higher intensities of optimal experience than the Anxiety Mode, with a large effect size. The results suggest Flowtris as a robust platform for experimental flow control, also offering design guidelines for optimizing engagement in digital games.

Keywords: Flow Experience, Flow State, Flow Game Design.

Resumo. Introdução: O estado de fluxo é um construto amplamente reconhecido para o design da experiência de jogo. Compreender como os elementos de jogo influenciam esse estado é fundamental para a criação de sistemas lúdicos mais engajadores. **Objetivo:** Este trabalho apresenta o Flowtris, um jogo de código aberto, projetado para o estudo da experiência ótima de forma multidimensional, transcendendo o ajuste convencional da velocidade. **Metodologia:** O desenvolvimento fundamenta-se na Teoria do Fluxo, integrando mecânicas, elementos visuais e sonoros para modular a experiência do jogador entre diferentes estados psicológicos. A validação do design do jogo envolveu um experimento com 90 jogadores. **Resultados:** Foi observado um efeito principal significativo, demonstrando que o Modo Fluxo induziu intensidades de experiência ótima maiores que o Modo Ansiedade, com grande tamanho de efeito. Os resultados sugerem o Flowtris como uma plataforma robusta para controle experimental do fluxo, e ainda oferecendo diretrizes de design para otimizar o engajamento em jogos digitais.

Palavras-chave: Experiência de Fluxo, Estado de Fluxo, Game Design de Fluxo.

1. Introdução

Manter o engajamento e a retenção do jogador é um dos maiores desafios do design de jogos [Adams e Dormans 2012]. Nesse contexto, destaca-se a Teoria do Fluxo [Csikszentmihalyi 1990], caracterizada como um estado de experiência ótima onde o indivíduo atinge um nível de concentração profunda e satisfação intrínseca. Para o design de jogos, o fluxo representa o equilíbrio entre o desafio de jogo e as habilidades do jogador, resultando em uma imersão máxima [Cowley et al. 2008].

Estudos recentes (p. ex., [Silva e Farbiarz 2025, Oliveira e Hamari 2025]) destacam que a aplicação estratégica de componentes e mecânicas lúdicas para promover o fluxo é uma via eficaz para revitalizar o engajamento e a motivação intrínseca, permitindo que jogadores alcancem níveis superiores de satisfação, concentração e bem-estar. Embora jogos digitais de quebra-cabeça de ação sejam recorrentes na indução desse fenômeno, abordagens atuais restringem-se ao equilíbrio de desafio e habilidade. Contudo, o fluxo consiste em nove dimensões interdependentes [Csikszentmihalyi 2009], cuja combinação é essencial à experiência ótima.

Neste contexto, este trabalho apresenta o Flowtris, um jogo de código aberto baseado em quebra-cabeças de ação, projetado para indução multidimensional do fluxo. O jogo incorpora elementos de design que contemplam múltiplas dimensões do fluxo, transcendendo a abordagem tradicional de emprego do ajuste dinâmico de dificuldade (DDA, do inglês, Dynamic Difficulty Adjustment). O design da solução oferece, entre outros recursos e elementos, mecânicas de assistência (p. ex., reserva de peças), progressão de jogo (p. ex., missões secundárias) e estímulos audiovisuais a fim de consolidar um ambiente lúdico de pesquisa modular.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 descreve a fundamentação teórica do trabalho; a Seção 3 apresenta os trabalhos relacionados; a Seção 4 descreve o design do jogo; a Seção 5 apresenta o resultado da validação; a Seção 6 discute os resultados e sinaliza as limitações do trabalho; e, por fim, a Seção 7 conclui o artigo.

2. A Teoria do Fluxo

Esta seção apresenta a Teoria do Fluxo e suas dimensões. O fluxo é fundamental para a satisfação em jogos digitais, sendo frequentemente avaliado por meio de escalas psicométricas de autoavaliação, tais como, EGameFlow [Fu et al. 2009] e Flow Scale for Games [Kiili 2006]. Segundo Csikszentmihalyi (2009), este estado compreende nove *dimensões* interdependentes que se manifestam em jogos:

- ***Equilíbrio de desafio e habilidade:*** O pilar central do fluxo exige que as demandas do jogo sejam compatíveis com a capacidade técnica do jogador;
- ***Junção de ação e percepção:*** A interação com o jogo torna-se espontânea e quase automática, resultando em uma concentração fluida e sem esforço;
- ***Objetivos claros:*** As metas do sistema devem ser bem definidas e logo no início, permitindo que o jogador saiba exatamente o que fazer para progredir;
- ***Feedback não-ambíguo:*** O jogo deve fornecer respostas rápidas e informativas sobre o desempenho e progresso, permitindo ajustes táticos em tempo real;
- ***Concentração na tarefa em mãos:*** Envolve foco pleno e ininterrupto, onde a atenção é capturada por estímulos relevantes que mantêm o interesse do jogador;

- **Sensação de controle:** O jogador deve sentir que possui domínio sobre suas ações e estratégias, percebendo que o sucesso no ambiente virtual depende de suas decisões deliberadas;
- **Perda de autoconsciência:** Durante a imersão profunda, o jogador desconsidera preocupações externas e o julgamento alheio, focando-se integralmente na experiência de jogo;
- **Transformação temporal:** Ocorre uma alteração na percepção da passagem do tempo, onde o jogador sente que as horas passaram como se fossem minutos; e
- **Experiência autotélica:** A realização da atividade torna-se intrinsecamente recompensadora, onde a satisfação deriva da própria vivência do jogo.

Associado ao estado de fluxo, o fluxo disposicional descreve a tendência intrínseca em vivenciar e sustentar a experiência de fluxo. Estudos demonstram que essa predisposição tem forte influência na entrada e permanência no estado de fluxo [Asakawa et al. 2004]. Consequentemente, em estudos empíricos, a mensuração dessa tendência como variável de controle é essencial para garantir que as variações observadas derivem estritamente da manipulação experimental.

3. Trabalhos Relacionados

Dada a simplicidade mecânica e ampla aceitação de quebra-cabeças de ação, diversos pesquisadores os utilizam para estudar a experiência ótima. A literatura revela um foco predominante na manipulação da velocidade de queda das peças para induzir estados psicológicos distintos. Trabalhos como os de Harmat et al. (2015), Patsis et al. (2013) e Yoshida et al. (2013) utilizam níveis fixos de velocidade (i.e., lento, equilibrado e rápido) para induzir diferentes intensidades de demanda. No entanto, essas abordagens focam quase que exclusivamente na dimensão de *equilíbrio de desafio e habilidade*. Adicionalmente, em Yoshida et al. (2013), os níveis equilibrado e rápido permitiam ao jogador acelerar a descida das peças, recurso ausente no nível lento.

Outra linha de investigação é o DDA. Nesse sentido, Lora-Ariza et al. (2022) analisam a complexidade da grade de jogo (i.e., os buracos e a altura) para selecionar peças e velocidades, enquanto Keller e Bless (2008) ajustam a cadência de peças em ciclos de 30 blocos com base no desempenho. Ang e Mitchell (2017) compararam um ajuste automático de velocidade, que aumentava a cada dez linhas completadas; com o controle manual pelo jogador, que permitia alterar a aceleração dos blocos a qualquer instante. Já a dimensão de *feedback não-ambíguo* foi analisada por Zhang et al. (2023), que introduziram tabelas de classificação manipulada para estudar competitividade: o ranking era atualizado após cada rodada, com o grupo de “vitória” sempre subindo de posição, e o grupo de “derrota” caindo. A Tabela 1 sintetiza as abordagens descritas.

Tabela 1. Manipulações em jogos de quebra-cabeças de ação visando fluxo.

Trabalho	Manipulações experimentais de jogo	Dimensões do fluxo abordadas (nº/dimensões)
Harmat et al. (2015)	Velocidade de queda fixa vs. variável por desempenho.	<i>Equilíbrio de desafio e habilidade</i> (1)
Patsis et al. (2013)	25 níveis de velocidade definidos por pré-teste.	<i>Equilíbrio de desafio e habilidade</i> (1)
Yoshida et al. (2013)	Velocidade, largura de grade (12 vs. 14 células), e permissão de aceleração.	<i>Equilíbrio de desafio e habilidade & Sensação de controle</i> (2)
Lora-Ariza et al. (2022)	Seleção inteligente de peças e velocidade baseada na complexidade.	<i>Equilíbrio de desafio e habilidade</i> (1)

Keller e Bless (2008)	Ajuste de velocidade por desempenho (etapas ajustadas a cada 30 blocos).	<i>Equilíbrio de desafio e habilidade (1)</i>
Ang e Mitchell (2017)	Ajuste de velocidade automático vs. controlado pelo jogador.	<i>Sensação de controle (1)</i>
Zhang et al. (2023)	Ranking online para feedback e ajuste de velocidade por desempenho.	<i>Feedback não-ambíguo & Equilíbrio de desafio e habilidade (2)</i>

A literatura revisada indica que a manipulação da velocidade da queda das peças e o uso de sistemas de DDA são as estratégias mais comuns para induzir condições psicológicas distintas. Entretanto, os trabalhos não consideram as nove dimensões do fluxo em sua totalidade, restringindo-se a apenas uma ou, no máximo, duas dimensões, como apontado na Tabela 1. O Flowtris diferencia-se ao unir mecânicas de assistência (p. ex., reserva de peças), metas intermediárias (p. ex., missões), e áudio adaptativo, além de outros recursos de elementos de interação detalhados na seção seguinte, viabilizando uma investigação abrangente do fenômeno.

4. O Flowtris

Esta seção apresenta o jogo Flowtris, projetado para a indução do fluxo, descrevendo aspectos de concepção, modos de jogo e elementos de jogo.

4.1. Metodologia e Processo de Desenvolvimento

O projeto seguiu ciclos iterativos de fundamentação e concepção-realização. A etapa inicial envolveu o aprofundamento na Teoria do Fluxo e uma análise de instrumentos experimentais, embasando-se em trabalhos teóricos prévios envolvendo a avaliação da experiência ótima em sistemas lúdicos [Marques e Miranda 2022a, 2022b, 2023]. Optou-se pela concepção de um quebra-cabeça de ação, pela sua simplicidade, flexibilidade e histórico de uso em investigações de fluxo.

O desenvolvimento ocorreu em ciclos de ideação, concepção, prototipagem, testes, e ajustes. Inicialmente, consolidaram-se as mecânicas centrais (i.e., movimentação, *quick/hard drop*, e alternância das peças) e a estética abstrata, com trilha sonora clássica isenta de direitos autorais para favorecer a concentração. O Modo Fluxo foi o primeiro a ser concebido, focando na modulação adaptativa da cadência das peças, alinhada à estratégias de IA para a adaptação e sustentação do fluxo [Marques et al. 2026b], e no *feedback* audiovisual sincronizado. Posteriormente, adicionaram-se camadas de estratégia (i.e., reserva de peças e missões) e elementos de engajamento social (i.e., *leaderboard*). Encerrando a concepção, criaram-se os modos contrastantes: o Modo Tédio, com passividade forçada e exibição constante do tempo para dificultar a distorção temporal; e o Modo Ansiedade, com alta pressão temporal e inserção de “linhas lixo”. Adicionalmente, um Modo Treino foi implementado para mitigar a frustração técnica antes do desafio elevado da ansiedade.

4.2. Design

O jogo fundamenta-se na mecânica de rotação e encaixe de peças em uma grade 10x20 para limpeza de linhas. O ambiente opera sob três condições experimentais projetadas para induzir tédio, fluxo e ansiedade, mas que são referenciadas na interface do jogo apenas por um número identificador, visando mitigar o efeito de expectativa nos jogadores. As interfaces representativas do jogo são demonstradas na Figura 2, com as estratégias de design que as embasaram detalhadas a seguir.



Figura 2. Interfaces do jogo: (a) Modo Fluxo; (b) Progressão das missões; (c) Modo Tédio; e (d) Modo Ansiedade.

4.2.1. Recursos e Elementos de Jogo

A existência de diversos **recursos e elementos de jogo** é fruto da sua relação direta com as *dimensões do fluxo*, conforme descritos e justificados a seguir. A **fila de peças** assegura a distribuição equilibrada das peças, mitigando a aleatoriedade extrema e sustentando a *sensação de controle* ao permitir ao jogador o planejamento estratégico. A **estética abstrata** é caracterizada por uma interface de tons neutros (fundo e menus) em contraste com a coloração saturada das peças. Essa decisão de design visa reduzir o ruído visual para favorecer a *concentração na tarefa em mãos* e garantir a identificação instantânea dos elementos de jogo, facilitando a *junção de ação e percepção*.

Antes de iniciar as partidas, um **treino livre** com velocidade constante permite a familiarização com controles e mecânicas. Esta etapa atua para prevenir a ansiedade por falta de domínio técnico, assegurando o *equilíbrio de desafio e habilidade*. Internalizar os comandos reforça a *sensação de controle* e direciona o foco integralmente às estratégias de jogo, o que estabelece a base para a *perda de autoconsciência* e para a *experiência autotélica*, onde o prazer de jogar advém da própria maestria sobre as mecânicas. A Tabela 2 sintetiza os recursos implementados, listados conforme a ordem de apresentação nesta seção, detalhando as intencionalidades de design, as condições de aplicação, e as dimensões do fluxo teoricamente mapeadas para cada elemento.

Tabela 2. Recursos e elementos de jogo por modo.

Recurso/elemento de jogo	Função no design e intencionalidade	Aplicação por condição	Dimensões do fluxo associadas (nº/dimensões)
Fila de peças	Garante alternância entre os sete tipos de peças.	Todas as condições	<i>Sensação de controle</i> (1)
Estética abstrata	Reduz ruído visual e facilita a identificação de elementos.	Todas as condições	<i>Concentração na tarefa em mãos & Junção de ação e percepção</i> (2)

Treino livre	Garante domínio técnico antes do desafio elevado.	Todas as condições	<i>Equilíbrio de desafio e habilidade, Sensação de controle, Junção de ação e percepção, & Experiência autotética (4)</i>
Ajuste automático de velocidade	Calibra o desafio em tempo real com base na performance.	Apenas Fluxo	<i>Equilíbrio de desafio e habilidade & Sensação de controle (2)</i>
Missões	Oferece metas intermediárias claras.	Apenas Fluxo	<i>Objetivos claros, Feedback não-ambíguo, & Concentração na tarefa em mãos (3)</i>
Ranking online			
Reserva de peças	Permite estocar um bloco para uso estratégico posterior.	Apenas Fluxo	<i>Feedback não-ambíguo & Sensação de controle (2)</i>
Sombra da peça	Fornece feedback visual para planejamento e posicionamento.	Tédio e Fluxo (omitido Ansiedade)	
Próxima peça		Apenas Fluxo	
Controles de queda	Permite que o jogador dite o ritmo da descida das peças.	Fluxo e Ansiedade (omitido Tédio)	<i>Sensação de controle (1)</i>
Trilha sonora adaptativa	Ajusta o ritmo conforme a situação da partida.	Fluxo e Ansiedade (lenta Tédio)	<i>Concentração na tarefa em mãos & Junção de ação e percepção (2)</i>
Indicadores de tempo	Mantém o foco no tempo real para evitar distorção.	Apenas Tédio	<i>(ruptura da) Transformação temporal (1)</i>
Linhas lixo	Impõe urgência e reatividade imediata.	Apenas Ansiedade	<i>Objetivos claros & (ruptura da) Sensação de controle (2)</i>
Barra de velocidade	Sinaliza visualmente a progressão do desafio.	Todas as condições	<i>Feedback não-ambíguo & Sensação de controle (2)</i>

4.2.2. Modo Fluxo

O Modo Fluxo (Figura 2a) foca no equilíbrio dinâmico e na agência do jogador. É o único a integrar a **reserva de peças**, permitindo estocar um bloco para uso estratégico, e mantendo a *sensação de controle* sobre as peças. Um sistema de **ajuste automático de velocidade** calibra o desafio com base na performance, em um ciclo de feedback de 20 peças. O modo inicia com uma cadência de queda padrão e aplica três lógicas de progressão: (i) aceleração incremental, disparada pela limpeza de linhas; (ii) salto de dificuldade, ativado por altas performances consecutivas; e (iii) micro-ajustes de latência próximos ao limite técnico. Inversamente, para prevenir a ansiedade, o sistema ativa uma desaceleração acionada por quedas bruscas de performance ou acúmulo crítico de peças. Essas transições visam manter o *equilíbrio de desafio e habilidade*, preservando a *sensação de controle* mesmo em níveis elevados de complexidade.

A calibração da velocidade fundamentou-se nos parâmetros revisados (cf. [Harmat et al. 2015, Keller e Bless 2008, Zhang et al., 2023]) e em refinamentos sucessivos. Enquanto os limiares de aceleração e de desaceleração derivam desses estudos, o limite da ocupação da grade foi estabelecido como uma proporção do espaço total de jogo para sinalizar o risco iminente. Tais parâmetros mostraram-se eficazes nos testes realizados para modular o desafio sem romper a imersão, favorecendo o *equilíbrio de desafio e habilidade* e a *sensação de controle*.

Um sistema de **missões secundárias** estabelece *objetivos claros* e intermediários para manter o fluxo (Figura 2b). Uma barra de progresso indica o avanço na missão. Se o jogador demorar a aceitar uma missão, o texto da missão oscila e um alerta sonoro é acionado. Esses efeitos criam um senso de urgência, proporcionando um *feedback claro* que mantém o jogador *concentrado* no jogo. O Modo Fluxo também integra um sistema de **ranking online** (*leaderboard*), promovendo competitividade opcional. A dinâmica

competitiva auxilia na captura da atenção e favorece sentimentos de competência e imersão. Aliado às missões secundárias, o *leaderboard* estabelece *objetivos claros* e intermediários ao motivar o jogador a superar recordes globais.

O Modo Fluxo prioriza a agência do jogador por meio de mecânicas que fortalecem a *sensação de controle* e o *feedback não-ambíguo*. A reserva de peças permite estocar blocos para uso estratégico, enquanto os **controles de queda** (i.e., *quick/hard drop*) e a **sombra da peça**, que projeta o local exato de aterrissagem, garantem o domínio sobre o ritmo e posicionamento exato. Além do indicador de **próxima peça**, este modo permite o ajuste de assistências visuais, sendo possível habilitar ou desabilitar a sombra. É essa orquestração sinérgica que minimiza a fricção cognitiva, permitindo que o jogador atinja a *junção de ação e percepção*. Ao eliminar obstáculos entre a intenção e a execução, o sistema viabiliza a *perda de autoconsciência* e a *distorção temporal*, convergindo para a *experiência autotélica*.

A **trilha sonora adaptativa** aprofunda a imersão, promovendo a *junção de ação e percepção*. O jogo alterna as composições conforme o estado da partida, isto é, o ritmo calmo da Moonlight Sonata (Beethoven) em estados estáveis, e o ritmo acelerado de Les Toreadors (Bizet) quando o fim do jogo é iminente. Essa variação rítmica visa influenciar o comportamento do jogador e facilitar a permanência no estado de fluxo.

4.2.3. Modo Tédio

O Modo Tédio (Figura 2c) foi projetado para ser desestimulante ao submeter o jogador a uma passividade forçada. A velocidade é lenta e fixa (atraso de 1500 ms) e os comandos de aceleração (i.e., *quick* e *hard drop*) são desativados, impedindo que o jogador dite o ritmo da partida. Não há um sistema de missões ou reserva de peças. O indicador de próxima peça também foi desativado neste modo, dado que permite a elaboração de estratégias, que faz parte da diversão. Já as **sombras de peças** são sempre apresentadas, dado que facilitam o jogo.

A interface ainda exhibe **indicadores de tempo** ao apresentar, simultaneamente, um cronômetro de sessão, posicionado na lateral esquerda (abaixo do rótulo “tempo”), e um relógio de tempo real, no canto superior direito. Ambos reforçam a percepção da passagem cronológica e dificultam a *transformação temporal* do fluxo. Uma trilha sonora lenta e melancólica, ainda, reforça a monotonia, dificultando a imersão profunda.

4.2.4. Modo Ansiedade

O Modo Ansiedade (Figura 2d) prioriza a sobrecarga cognitiva e urgência. A cadência de queda escala aceleradamente de 300ms até 10ms. Esses valores são baseados em parâmetros da literatura (p. ex., [Yoshida et al. 2013]) com seus intervalos operando de forma decrescente calibrados pelos autores do presente trabalho através de testes-piloto. A inclusão de várias **linhas lixo** (i.e., linhas incompletas) exige reações imediatas para evitar o fim prematuro da partida. Todos os auxílios estratégicos (i.e., reserva, sombra da peça, e indicador de próxima peça) são desativados, forçando uma jogabilidade puramente reativa. Tais funcionalidades rompem deliberadamente o *equilíbrio de desafio e habilidade* e a *sensação de controle* para induzir tensão e estresse.

É importante ressaltar que cada modo de jogo apresenta diferentes velocidades e manipulações dessas velocidades. Uma **barra de velocidade** localizada no topo da tela de jogo, e a direita do rótulo “rapidez”, sinaliza a aceleração através de transições

cromáticas, isto é, do verde (menos rápido) ao vermelho (mais rápido). Este efeito claro (*feedback não-ambíguo*) permite que o jogador acompanhe em tempo real a progressão do jogo, aumentando a imersão e a *sensação de controle*. No Modo Ansiedade, esta barra induz tensão e urgência conforme o desafio escala rapidamente.

4.3. Implementação

O jogo¹ foi implementado em Unity utilizando a linguagem de programação C#. O código-fonte é mantido como um projeto de código aberto, visando permitir que pesquisadores repliquem o ambiente experimental ou expandam a adaptação dinâmica. A arquitetura do sistema segue princípios de modularidade para facilitar a manipulação independente dos elementos lúdicos.

Para auxiliar na avaliação empírica, o sistema conta, ainda, com um módulo de telemetria que gera registros automatizados (*logs*) ao final de cada partida, que incluem um identificador único e anônimo, o histórico de sessões e a duração da partida. O módulo registra métricas de desempenho (p. ex., linhas completadas e missões concluídas) e eventos de controle de dificuldade (p. ex., frequência de aceleração e desaceleração das peças). Além disso, o registro rotula a condição experimental ativa (i.e., tédio, fluxo ou ansiedade) e monitora a taxa de retenção por meio de um indicador de abandono de partida. Esses registros garantem a rastreabilidade para correlacionar as decisões de design aos estados psicológicos dos participantes.

5. Validação

A fim de validar a influência do design dos recursos e dos elementos na experiência do jogador nos diferentes modos de jogo, foi conduzido um experimento controlado² que contou com a participação de 90 pessoas com perfil de jogador (idade $M = 24,12$; $DP = 6,22$) e todos familiarizados com mecânicas de puzzle. O experimento ocorreu ao longo de quase três meses em um laboratório fechado e climatizado, e todas as sessões foram registradas em áudio/vídeo através de um sistema de gravação multi-perspectiva [Bento et al. 2022, Vasiljevic et al. 2023].

Adotou-se um delineamento entre sujeitos com alocação aleatória, resultando em 30 participantes por condição (i.e., tédio, fluxo e ansiedade). Foram definidas como variáveis independentes o modo de jogo e a versão das escalas de autoavaliação (i.e., FSS-2 e SHORT FSS-2 [Jackson et al. 2008]), que foram escolhidas pelas suas amplas e robustas validações em estudos científicos. Já o score de autoavaliação de fluxo foi definido como a variável dependente. Cabe ressaltar que, visando mitigar a influência da predisposição ao fluxo individual, o score das escalas de fluxo disposicional (i.e., DFS-2 e SHORT DFS-2) foram incorporadas como covariáveis à análise.

Após a coleta de dados do perfil dos participantes, realizado por meio de formulário demográfico e escalas de fluxo disposicional, os jogadores iniciaram um momento de familiarização com o jogo. Em seguida, os participantes jogavam uma partida da condição experimental alocada, e, ao final, preencheram escalas de estado de fluxo e participavam de uma entrevista semiestruturada. As sessões foram posteriormente

¹ Software disponível no Repositório de Código-fonte do PAIRG/UFRN: github.com/pairg-ufrn/flowtris.

² A atividade experimental foi aprovada pelo Comitê de Ética da instituição de origem, conforme consta no CAAE nº 83315824.8.0000.5537.

revisadas pelas gravações para identificar padrões expressivos (p. ex., sinais de impaciência e desengajamento) correlacionados aos estados de fluxo, tédio e ansiedade.

As premissas de independência, homogeneidade ($F(5, 84) = 0.45, p = 0.81$) e normalidade foram atendidas, garantindo a robustez da ANCOVA. A ANCOVA revelou um efeito principal significativo para os modos de jogo ($F(2, 83) = 5.05, p = 0.008, \eta_p^2 = 0.11$), confirmando que as variações de design induziram diferentes intensidades de fluxo. O gráfico de distribuição individual (Figura 3a) evidencia a densidade dos dados em cada condição, enquanto o registro experimental (Figura 3b) detalha a configuração do laboratório.

O teste *post-hoc* de Tukey indicou que o modo Fluxo ($M = 0.35, SE = 0.167$) gerou scores de fluxo significativamente maiores que o modo Ansiedade ($M = -0.37, SE = 0.17, p = 0.009, d = 0.78$). O Modo Tédio apresentou uma média intermediária ($M = 0.03, SE = 0.17$), não atingindo significância estatística em relação ao Fluxo ($p = 0.37, d = 0.35$), embora as médias descritivas tenham seguido a direção prevista da literatura.

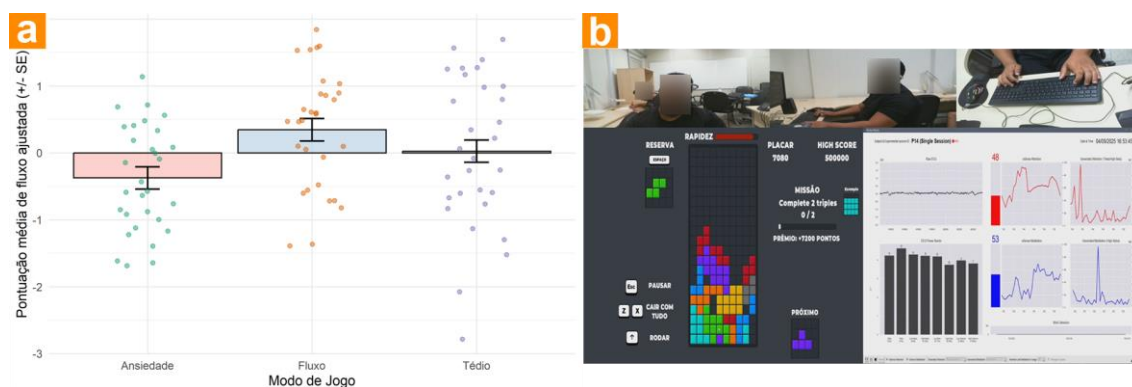


Figura 3. Resultados do experimento: (a) scores de fluxo ajustados e distribuição individual (N = 90); e (b) exemplo do registro de uma sessão.

6. Discussão

Para assegurar a consistência das decisões de design e a sua robustez técnica, o jogo desenvolvido foi submetido a um experimento controlado. Os resultados confirmam que a configuração dos recursos de design foi eficaz em modular a experiência do jogador, especialmente na distinção entre os extremos de demanda. A diferença significativa e o tamanho de efeito entre os Modos Fluxo e Ansiedade validam a capacidade do ambiente experimental em induzir estados psicológicos distintos.

A ausência de diferença entre os Modos Fluxo e Tédio sugere que a baixa demanda não extinguiu o engajamento. Hipotetiza-se que a natureza repetitiva do Tédio foi ressignificada como um exercício de concentração focada ou um estado meditativo rítmico. Contudo, os registros audiovisuais do experimento revelaram uma dissociação entre dados psicométricos e comportamentais: enquanto os scores de autoavaliação se aproximaram do fluxo, as gravações revelaram sinais claros de desengajamento e impaciência na maioria dos participantes que experimentaram o Modo Tédio. Tal achado sinaliza a limitação das escalas psicométricas em distinguir o relaxamento passivo do fluxo verdadeiro. Apesar disso, a eficácia estatisticamente demonstrada na indução de fluxo e ansiedade valida as manipulações do ambiente lúdico como uma plataforma robusta para pesquisas de fluxo com jogos digitais.

Diferente de abordagens anteriores da literatura, conformem descritas na Seção 3, o design do jogo foi concebido para operacionalizar as nove dimensões do fluxo. A clareza de **metas e missões** atende aos *objetivos claros e feedback não-ambíguo*, enquanto a **modulação da cadência de queda** sustenta o *equilíbrio de desafio e habilidade*. A **estética abstrata** e a **trilha sonora adaptativa** promovem a *concentração na tarefa em mãos* e a *junção de ação e percepção*. Complementarmente, a integração dos recursos de controle, que abrange a **reserva de peças**, a **sombra da peça**, os **controles de queda**, e o indicador de **próxima peça**, atua de forma sinérgica para fortalecer a *sensação de controle*. Essa orquestração cria um ambiente propício para a *perda de autoconsciência* e a *distorção temporal*. A fluidez sistêmica é o que permite ao jogador atingir a *experiência autotélica*, onde a atividade se torna intrinsecamente recompensadora.

Como limitações, destacam-se a restrição dos achados ao gênero quebra-cabeça de ação, e o ambiente laboratorial, que pode afetar a validade ecológica. O delineamento transversal de sessão única omite a avaliação de dinâmicas temporais como o efeito de novidade ou a habituação. Achados do Modo Tédio sugerem a necessidade de refinar mecanismos para melhor distinguir relaxamento passivo e desengajamento cognitivo.

7. Conclusão

Este trabalho apresentou o design e a validação do Flowtris, um jogo de quebra-cabeça de ação que operacionaliza as múltiplas dimensões da Teoria do Fluxo em suas mecânicas centrais. Diferente de abordagens restritas apenas ao ajuste de velocidade, este jogo integra mecânicas de reserva de peças, sistemas de missões secundárias, áudio adaptativo, e assistências visuais. Portanto, a principal contribuição deste trabalho reside no design, implementação, e validação deste sistema lúdico, visto que este ecossistema de avaliação da experiência ótima preenche lacunas metodológica e ferramental essenciais na avaliação da experiência de jogador.

A validação empírica deste jogo sério com 90 participantes confirmou a eficácia do design na indução de estados psicológicos distintos, destacando-se na diferenciação entre os Modos Fluxo e Ansiedade. Para comunidades de design de jogos, o trabalho fornece diretrizes de design sobre como incorporar elementos específicos, como missões secundárias e trilha sonora adaptativa, para otimizar a concentração e satisfação plena. Trabalho futuro, decorrente do presente artigo e da pesquisa vinculada [Marques e Miranda 2026a], analisará atividades elétricas do cérebro via eletroencefalografia (EEG) para triangular dados psicométricos e observacionais, aprofundando o embasamento fisiológico da minimização da carga cognitiva e do surgimento da experiência autotélica.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo Grupo de Pesquisa em Artefatos Físicos de Interação (PAIRG) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES processo #88887.596240/2020-00). Também agradecemos pelos recursos do Laboratório de Computação Física e Fisiológica do PAIRG (PAIRG L2PC) da UFRN. Os autores declaram o uso da IA Gemini para correção ortográfica durante a revisão do presente artigo.

Referências

- Adams, E. & Dormans, J. (2012). *Game Mechanics: Advanced Game Design*. New Riders.
- Asakawa, K. (2004). Flow experience and autotelic personality in japanese college students: How do they experience challenges in daily life?. *Journal of Happiness Studies*, 5(2): 123-154.
- Ang, D. & Mitchell, A. (2017). Comparing effects of dynamic difficulty adjustment systems on video game experience. In: *ACM SIGCHI Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY'17)*, 317-327.
- Bento, M.A., Miranda, L.C., & Vasiljevic, G.A.M. (2022). Player-game interaction recorder: Um software de gravação para apoiar a avaliação da interação de jogadores com jogos digitais. In: *XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames'22)*, 1177-1186.
- Cowley, B., Charles, D., Black, M., & Hickey, R. (2008). Toward an understanding of flow in video games. *Computers in Entertainment*, 6(2): 1-27.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow – The psychology of optimal experience*. Harper Perennial.
- Csikszentmihalyi, M. (2009). *The evolving self: A psychology for the third millennium*. Harper Collins.
- Fu, F.L., Su, R.C., & Yu, S.C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1): 101-112.
- Harmat, L., Manzano, Ö., Theorell, T., Högman, L., Fischer, H., & Ullén, F. (2015). Physiological correlates of the flow experience during computer game playing. *International Journal of Psychophysiology*, 97(1): 1-7.
- Jackson, S.A., Martin, A.J., & Eklund, R.C. (2008). Long and short measures of flow: The construct validity of the FSS-2, DFS-2, and new brief counterparts. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(5): 561-587.
- Keller, J. & Bless, H. (2008). Flow and regulatory compatibility: An experimental approach to the flow model of intrinsic motivation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34(2): 196-209.
- Kiili, K. (2006). Evaluations of an experiential gaming model. *Human Technology*, 2(2): 187-201.
- Lora-Ariza, D.S., Sánchez-Ruiz, A.A., González-Calero, P.A., & Camps-Ortueta, I. (2022). Measuring control to dynamically induce flow in Tetris. *IEEE Transactions on Games*, 14(4): 579-588.
- Marques, F.P.R. & Miranda, L.C. (2022a). Design de jogo e experiência de fluxo: Reflexão e desafios na perspectiva da teoria do fluxo. In: *XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames'22)*, 41-50.
- Marques, F.P.R. & Miranda, L.C. (2022b). Avaliação de jogos educacionais para aprendizado da língua japonesa: Uma proposta baseada em heurísticas. In: *XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames'22)*, 1009-1018.

- Marques, F.P.R. & Miranda, L.C. (2023). Heuristics to support the evaluation of optimal experience in educational games for learning japanese as a second language. *Journal on Interactive Systems*, 14(1): 494-517.
- Marques, F.P.R. & Miranda, L.C. (2026a). Avaliação da experiência ótima de jogadores via escalas de fluxo: Revisões, diretrizes psicométricas, jogo digital e instrumentos psicométricos. In: *XXV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames'26)*, 1-7.
- Marques, F.P.R., Miranda, L.C., & Miranda, E.E.C. (2026b). Aprimorando a experiência ótima em jogos da indústria via inteligência artificial: Cenários e proposições. In: *XXV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames'26)*, 1-13.
- Oliveira, W. & Hamari, J. (2025). Flow experience in gameful approaches: A systematic literature review, scientometric analysis, and research agenda. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(20): 13113-13139.
- Patsis, G., Sahli, H., Verhelst, W., & Troyer, O. (2013). Evaluation of attention levels in a tetris game using a brain computer interface. In: *International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization (UMAP'13)*, 127-138.
- Silva, V.E. & Farbiarz, A. (2025). Gamificação com flow: Resgatando o lúdico para uma aprendizagem engajadora no ensino fundamental. In: *XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames'25)*, 1923-1933.
- Vasiljevic, G.A.M., Miranda, L.C., & Bento, M.A. (2023). The PGIRec software to support the evaluation of user-system interaction with a synchronous and multi-perspective recording system. *Journal on Interactive Systems*, 14(1): 416-428.
- Yoshida, K., Asakawa, K., Yamauchi, T., Sakuraba, S., Sawamura, D., Murakami, Y., & Sakai, S. (2013). The flow state scale for occupational tasks: Development, reliability, and validity. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, 23(2):54-61.
- Zhang, Y., Liang, Q., & Wang, F. (2023). Influence of competition-outcome feedback in video games on players' flow experience. *Current Psychology*, 42(21):17583-17594.