

# Visualização do Comportamento em Narrativas Ramificadas: Um Estudo em Plataforma de Jogos Sérios

Camila O. Silva<sup>1</sup>, Karl C. Altenhofen<sup>1</sup>, Katiely F. de Lacerda<sup>1</sup>,  
Kamila R. H. Rodrigues<sup>1</sup>, Jean R. Ponciano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP)  
São Carlos – SP – Brazil

{caamilaoliv, karltenhofen, katiely.lacerda}@usp.br,  
{kamila.rios, jeanponciano}@icmc.usp.br

**Abstract.** *Serious games in Health and Education generate complex logs from branching narratives, which makes behavioral analysis difficult for professionals without a technical background in Computing. To address this challenge, this work proposes an approach for interactive visualization of digital traces in narratives. The solution combines a multi-user view based on storylines and an individual view inspired by Gantt charts. Based on the RUFUS platform, requirements were defined, and a Proof of Concept was implemented using synthetic data. The results demonstrate the technical feasibility of the approach for extracting, processing, and representing interaction logs, thereby consolidating the infrastructure for therapeutic and pedagogical analyses.*

**Resumo.** *Jogos sérios na Saúde e na Educação geram logs complexos a partir de narrativas ramificadas, o que dificulta a análise comportamental por profissionais não técnicos em Computação. Para superar essa barreira, este trabalho propõe uma abordagem de visualização interativa de traços digitais em narrativas. A solução combina uma visão multiusuário baseada em storylines e uma individual inspirada em Gantt charts. A partir da plataforma RUFUS, definiram-se requisitos e implementou-se uma Prova de Conceito com dados sintéticos. Os resultados atestam a viabilidade técnica da abordagem para extrair, processar e representar logs de interação, consolidando a infraestrutura para análises terapêuticas e pedagógicas.*

## 1. Introdução

O avanço da Internet e dos meios de comunicação viabilizou a adoção de tecnologias digitais em domínios como a Saúde e a Educação. Cada vez mais, profissionais de saúde e da educação especial utilizam mecanismos computacionais para orientar suas abordagens, permitindo um acompanhamento mais contínuo, personalizado e baseado em dados comportamentais de seus pacientes e alunos [Haleem et al. 2022].

A partir desse cenário, surgem os jogos digitais sérios, uma vertente em que a experiência lúdica é intencionalmente projetada com objetivos educacionais, terapêuticos ou formativos [Michael and Chen 2005]. Diferentemente dos jogos voltados exclusivamente ao entretenimento, nos jogos sérios a interação do usuário é estruturada para apoiar processos de aprendizagem, avaliação ou intervenção [Rodrigues et al. 2021]. Por meio de estruturas narrativas, esses jogos (ex.: [Verhalen and Rodrigues 2024, Göbel et al. 2008]) utilizam mecanismos de ramificação para registrar as decisões dos participantes. Esse processo possibilita a coleta de traços digitais de interação e a análise indireta do raciocínio e do estado cognitivo dos usuários, gerando sinais comportamentais que auxiliam os profissionais na adequação de abordagens terapêuticas [Cheung 2006].

Nesse contexto, destaca-se a plataforma RUFUS, um ambiente de autoria de jogos digitais sérios voltado a profissionais da Saúde e da Educação, que permite a criação de experiências imersivas personalizadas [Rodrigues et al. 2021]. Dentre os recursos da plataforma, destacam-se os jogos da mecânica de *Narrativa*, frequentemente utilizada por terapeutas como recurso adaptável às necessidades de seus públicos. Nessa mecânica, o profissional pode criar uma história ramificada personalizada na qual as escolhas do jogador o conduzem a diferentes cenas, atuando como verdadeiros instrumentos de coleta de comportamento. Apesar de seu valor para intervenções personalizadas, a plataforma apresenta limitações na análise pós-partida. A ausência de recursos integrados de coleta e análise de dados dificulta a interpretação dos sinais digitais gerados. Como o público-alvo da plataforma geralmente não possui formação técnica em Computação, a leitura de *logs* brutos da plataforma constitui uma barreira severa. Consequentemente, a identificação de padrões de comportamento e a análise da jornada do jogador tornam-se tarefas complexas e inviáveis de forma manual, restringindo o potencial diagnóstico da ferramenta.

Para superar a barreira da análise de informações complexas e democratizar o acesso a evidências baseadas em dados, surgem abordagens na área de Visualização da Informação. Essas técnicas apoiam a construção de sentido, permitindo que algoritmos e representações visuais tornem evidentes desvios, estruturas e padrões comportamentais [Ward et al. 2010]. Do ponto de vista cognitivo, essas representações favorecem não apenas a investigação da trajetória individual do jogador em um jogo sério, mas também a análise de tendências coletivas em grupos [Wallner and Kriglstein 2013, Wallner et al. 2023]. No entanto, ainda são escassas as soluções acessíveis que permitam que profissionais da Saúde e da Educação especial investiguem diretamente esses traços de interação.

Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho foi propor uma abordagem de visualização interativa de sinais comportamentais extraídos de narrativas ramificadas em jogos sérios, utilizando a plataforma RUFUS como estudo de caso. A proposta busca avaliar a viabilidade técnica de transformar logs estruturados em representações visuais, consolidando a base computacional para a extração de *insights* clínicos e pedagógicos acionáveis, tanto no acompanhamento individualizado quanto na identificação de padrões coletivos. Como contribuição, este trabalho apresenta: (i) a extração e o mapeamento de sinais digitais de interação em narrativas digitais para a análise de comportamento; e (ii) o desenvolvimento de uma Prova de Conceito (PoC) funcional, materializada em um sistema web, demonstrando a viabilidade da proposta voltada ao apoio à tomada de decisão terapêutica e/ou educacional.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve a metodologia adotada, incluindo a caracterização da plataforma, o levantamento de requisitos, a prototipação e a implementação da solução; a Seção 4 apresenta uma prova de conceito; por fim, a Seção 5 apresenta as conclusões, limitações e os trabalhos futuros.

## 2. Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

A visualização de narrativas tem sido amplamente explorada como forma de representar relações temporais e interações entre entidades, que podem corresponder a jogadores, usuários, entre outros, ao longo do tempo. Técnicas baseadas em *storylines* representam personagens como linhas contínuas que evoluem ao longo de eventos cronológicos [Munroe 2009]. Trabalhos posteriores, como o *iStoryline* [Tang et al. 2019], avançam ao propor métodos de otimização para a geração de *layouts* mais legíveis e escaláveis, ao lidar com a crescente complexidade das narrativas. No entanto, essas abordagens são predominantemente voltadas à análise multi-entidade e assumem narrativas lineares (em que há apenas um caminho possível), o que limita sua aplicação em contextos com ramificações e foco na trajetória individual.

Outras propostas exploram metáforas inspiradas em *Gantt charts* [Morris 1994], nas quais a temporalidade é representada no eixo horizontal, enquanto categorias, estados ou estruturas narrativas são organizadas no eixo vertical [Gove 2022]. Embora favoreçam a leitura da progressão temporal dos eventos, essas abordagens não capturam adequadamente decisões ramificadas nem aspectos comportamentais do usuário ao longo da interação. Há ainda trabalhos que modelam narrativas como grafos ou percursos espaço-temporais, combinando dimensões semânticas e estruturais [Wallner et al. 2023], porém com limitações no suporte à análise de trajetórias individuais e à exploração de sinais comportamentais e de esforço cognitivo.

Os jogos sérios, por sua vez, emergem como um domínio relevante, uma vez que atuam como instrumentos terapêuticos e pedagógicos capazes de simular situações inviáveis no mundo real e de apoiar o desenvolvimento cognitivo e socioemocional [Michael and Chen 2005]. Em jogos baseados em narrativas interativas, cada decisão do jogador gera registros detalhados, capturando sua trajetória individual ao longo do tempo. Para extrair valor terapêutico e pedagógico desses dados, a abstração visual torna-se essencial. O estudo de Wallner e Kriglstein, por exemplo, demonstra que a visualização de *logs* espaço-temporais facilita a identificação de comportamentos exploratórios [Wallner and Kriglstein 2013]. Contudo, essas abordagens tendem a enfatizar aspectos espaciais da interação, negligenciando sinais comportamentais, como latência, hesitação e padrões de tomada de decisão, que são fundamentais para a análise em contextos clínicos e educacionais.

Paralelamente, pesquisas em visualização aplicada à Saúde e à Educação têm buscado desenvolver ferramentas que tornem acessíveis a não especialistas dados temporais complexos. Na Educação, soluções como os *dashboards* de Pei *et al.* auxiliam na identificação de dificuldades de aprendizagem e de raciocínio [Pei et al. 2024]. Na área da Saúde, abordagens visuais utilizam representações temporais para explorar as trajetórias de pacientes e apoiar a análise longitudinal [Gotz et al. 2014]. Mais recentemente, soluções como o GLIMPSE-Med reforçam a importância de análises centradas em uma única entidade, ao comprimir séries temporais multivariadas em visualizações integradas [Le Baher et al. 2025]. Ainda assim, essas soluções não consideram explicitamente a estrutura narrativa ramificada nem integram, de forma conjunta, sinais comportamentais e contexto de decisão ao longo do tempo.

Portanto, identifica-se uma lacuna na interseção entre a visualização de narrativas e a análise de sinais comportamentais temporais, especialmente em contextos que demandam suporte à interpretação por especialistas não técnicos em Computação, como na análise de jogos sérios. Este trabalho busca preencher essa lacuna ao propor uma abordagem de visualização interativa multinível que integra trajetórias narrativas ramificadas com indicadores comportamentais (como latência e tomada de decisão), permitindo análises multiusuário e individuais, com foco na interpretabilidade e aplicabilidade em contextos de Saúde e Educação especial.

### 3. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho foi estruturada de forma incremental, contemplando etapas de compreensão do domínio, definição de requisitos e prototipação, o que viabilizou o desenvolvimento da PoC. As subseções a seguir detalham cada uma dessas etapas.

#### 3.1. Plataforma RUFUS

A RUFUS é um ambiente de *End-User Development* (EUD) que permite que profissionais sem experiência em desenvolvimento de sistemas criem jogos digitais sérios para intervenções personalizadas, por meio de *templates* pré-definidos de 6 mecânicas de jogo (ex.: quiz, coleta, encaixe, narrativa). Considerando o público da plataforma, destacam-se psicólogos, terapeutas e profissionais que atuam na Educação especial de pessoas com deficiência intelectual. Esses profissionais

utilizam a plataforma como ferramenta para mediação do desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais por meio de situações simuladas. A plataforma permite explorar cenários controlados que auxiliam na avaliação comportamental, no acompanhamento longitudinal de pacientes e de alunos e na condução de intervenções terapêuticas e pedagógicas.

Dentre as mecânicas de jogos disponíveis na plataforma, este trabalho foca na *Narrativa*, modelo no qual o terapeuta ou educador estrutura histórias ramificadas. Ao estruturar uma narrativa, o profissional pode construir trajetórias personalizadas nas quais as decisões do jogador determinam o caminho percorrido ao longo das diferentes cenas [Verhalen et al. 2022]. Dessa forma, as cenas, os diálogos e os momentos de tomada de decisão (aqui denominados interações) funcionam como instrumentos para a observação indireta do raciocínio do jogador. As narrativas podem ser complementadas por minijogos modulares, como *Coleta*, *Quiz* e *Encaixe*, que servem como desafios adicionais para avaliar aspectos cognitivos e motores. Computacionalmente, todas as ações realizadas pelo jogador durante a partida, como as escolhas nas ramificações narrativas, o tempo de permanência em cada diálogo (latência) e o desempenho nos minijogos, são registradas em arquivos de *log* no formato JSON.

Embora esses registros componham uma rica base de traços digitais do comportamento do usuário, sua alta complexidade estrutural cria uma barreira técnica. A carga cognitiva necessária para que educadores ou terapeutas interpretem diretamente dezenas de linhas de código estruturado inviabiliza a análise manual das trajetórias. Essa limitação restringe o potencial de diagnóstico da plataforma, evidenciando a necessidade de abordagens que traduzam visualmente esses *logs* brutos.

Diante dessa limitação, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma interface visual intuitiva, capaz de abstrair e traduzir a complexidade desses dados em representações visuais acessíveis ao público da plataforma. As subseções a seguir detalham o percurso metodológico adotado, abrangendo as etapas de levantamento de requisitos, prototipação da solução e implementação da interface.

### **3.2. Levantamento de Requisitos**

Após o entendimento da estrutura dos dados gerados pela plataforma, foram realizadas análises de domínio em conjunto com especialistas do projeto, com experiência no acompanhamento de terapeutas e educadores. Essa etapa teve como foco identificar as necessidades reais desses profissionais na avaliação pós-partida e traduzir os desafios da leitura de *logs* brutos em requisitos visuais e analíticos.

O levantamento também incorporou boas práticas de Visualização da Informação mapeadas na literatura. A Tabela 1 sintetiza os requisitos, segmentados em Requisitos das Visualizações (RV) e Requisitos do Sistema (RS). Os RV referem-se aos aspectos de representação dos sinais comportamentais, orientando a forma como as escolhas, a latência e a progressão serão apresentadas. Já os RS referem-se à operacionalização da ferramenta, garantindo que ela seja acessível ao público-alvo para o apoio à tomada de decisão.

### **3.3. Prototipação**

Os requisitos derivados da literatura e das demandas de profissionais da Saúde e Educação orientaram a construção de um protótipo de visualização, voltado à organização conceitual de uma interface capaz de transformar dados de interação em representações visuais compreensíveis no contexto da saúde e da educação especial. O processo foi conduzido de forma iterativa no FIGMA, com ciclos sucessivos de refinamento junto à equipe da plataforma RUFUS. Nessa etapa, o grupo explorou diferentes formas de representar os *logs* de interação, considerando aspectos como temporalidade, hierarquia narrativa e identificação de eventos relevantes, com foco na evidência de sinais comportamentais, como padrões de decisão, recorrência de trajetórias e tempo de resposta.

**Tabela 1. Requisitos das visualizações e do sistema.**

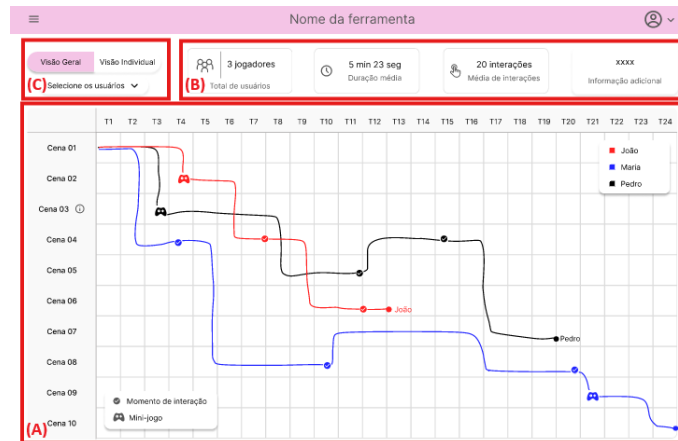
| ID                                       | Requisito                    | Definição                                                                                                             | Origem                  |
|------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Requisitos das visualizações (RV)</b> |                              |                                                                                                                       |                         |
| RV01                                     | Trajetória e decisões        | Exibir a trajetória do usuário, destacando suas escolhas.                                                             | Plataforma & Literatura |
| RV02                                     | Progressão temporal          | Exibir o tempo gasto em cada etapa e em cada ponto de decisão.                                                        | Plataforma & Literatura |
| RV03                                     | Detalhes sob demanda         | Disponibilizar detalhes adicionais em interação.                                                                      | Plataforma & Literatura |
| RV04                                     | Módulos adicionais           | Exibir o engajamento e desempenho em interações paralelas.                                                            | Plataforma & Literatura |
| RV05                                     | Interação                    | Permitir interação direta do usuário com a visualização.                                                              | Plataforma & Literatura |
| RV06                                     | Segmentação de dados         | Permitir a segmentação por tipo, categoria ou outros critérios.                                                       | Literatura              |
| RV07                                     | Análise multinível           | Oferecer múltiplos níveis de visualização, incluindo análises individuais e de grupo.                                 | Plataforma              |
| RV08                                     | <i>Loops</i> narrativos      | Lidar com ciclos narrativos sem comprometer a temporalidade.                                                          | Plataforma & Literatura |
| <b>Requisitos do sistema (RS)</b>        |                              |                                                                                                                       |                         |
| RS01                                     | Usabilidade e acessibilidade | Profissionais sem formação em Computação devem conseguir interagir com a ferramenta e compreender as funcionalidades. | Plataforma & Literatura |
| RS02                                     | Eficiência analítica         | A interpretação deve ser mais ágil e clara do que a leitura manual de arquivos brutos.                                | Literatura              |

Como resultado, foi construído um protótipo de média fidelidade que integra duas perspectivas complementares de análise, **geral** (Seção 3.3.1) e **individual** (Seção 3.3.2), permitindo tanto a inspeção detalhada de um usuário quanto a identificação de padrões coletivos, em um fluxo analítico do geral ao específico. As decisões de projeto priorizaram a redução da carga cognitiva e a clareza interpretativa, considerando que o público-alvo não possui formação técnica em análise de dados (alinhando-se ao RS01). Assim, a interface explicita, de forma acessível, relações temporais, padrões de decisão e eventos críticos, favorecendo sua aplicação em contextos terapêuticos e educacionais.

### 3.3.1. Visão Geral

A primeira perspectiva contempla a visão geral da narrativa (Figura 1 – destaque em A), projetada para a análise comparativa de múltiplos usuários submetidos à mesma experiência (alinhando-se ao RV07). Essa visualização opera como uma camada de análise multiusuário, permitindo identificar padrões comportamentais recorrentes e variações individuais dentro de um grupo. Para isso, foi adotada a metáfora de *storylines* [Munroe 2009, Tang et al. 2019], na qual cada usuário é representado por uma linha contínua ao longo do eixo horizontal que mapeia o tempo da sessão interativa (alinhando-se ao RV02 e ao RV08), enquanto o eixo vertical caracteriza as cenas percorridas (alinhando-se ao RV01).

Essa representação facilita a identificação de convergências, quando múltiplos indivíduos seguem trajetórias semelhantes, e de divergências, que podem indicar comportamentos atípicos ou perfis distintos de interação. Nesse contexto, a visualização atua como um mecanismo de triagem exploratória, auxiliando o profissional na identificação de casos de interesse para investigação mais aprofundada, por exemplo, ao evidenciar jogadores que demandaram tempo de resposta atípico ou maior esforço cognitivo em ramificações específicas. Elementos visuais adicionais,

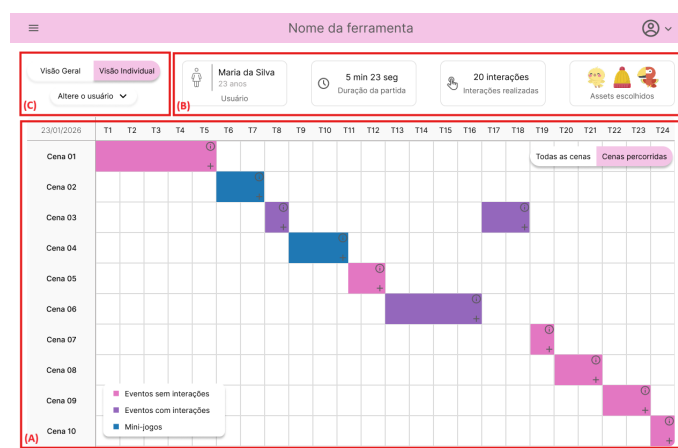


**Figura 1. Protótipo da tela da Visão Geral da narrativa.**

como ícones de *joystick*, destacam pontos de interação relevantes, como decisões críticas ou participação em minijogos (alinhando-se ao RV01 e ao RV04), e também constituem uma estratégia de acessibilidade deste componente na interface. Finalmente, *cards* laterais sintetizam métricas comportamentais agregadas da sessão interativa, como as médias de latência (Figura 1 – destaque em B), e há mecanismos de filtragem e seleção (Figura 1 – destaque em C) que permitem ao usuário explorar diferentes recortes dos dados de forma eficiente (alinhando-se ao RV03 e ao RV05).

### 3.3.2. Visão Individual

A segunda perspectiva, ilustrada na Figura 2 – destaque em A – corresponde à trajetória comportamental de um único usuário ao longo da narrativa. Adotou-se uma metáfora inspirada em *Gantt charts* [Morris 1994, Gove 2022] na qual, assim como na Visão Geral, o eixo horizontal representa o tempo da sessão interativa (alinhando-se ao RV02 e ao RV08) e o eixo vertical mapeia as cenas percorridas pelo usuário (alinhando-se ao RV01).



**Figura 2. Protótipo da tela da Visualização Individual da narrativa.**

No contexto de análise comportamental, a representação temporal permite evidenciar padrões relevantes como latência, hesitação e esforço cognitivo, inferidos a partir da duração da permanência em determinados trechos da narrativa. Esses sinais são particularmente úteis em cenários terapêuticos e pedagógicos, nos quais o tempo de resposta pode indicar dificuldades de compreensão, de tomada de decisão ou de engajamento.

Por meio de uma codificação visual (alinhada ao RV06), a interface distingue momentos de leitura passiva de eventos que envolvem decisão ou interação ativa, como a execução de minijogos (alinhada ao RV04). Essa diferenciação permite identificar pontos críticos da experiência que demandam maior atenção analítica. *Cards* com métricas agregadas da sessão (Figura 2 – destaque em B) e com mecanismos de filtragem e seleção (Figura 2 – destaque em C) também são exibidos nesta tela (alinhando-se ao RV03 e ao RV05).

A integração entre as visões geral e individual operacionaliza uma abordagem de análise multinível (alinhada ao RV07), permitindo a transição direta entre padrões coletivos e trajetórias individuais. Essa articulação é particularmente relevante em cenários de saúde e educação, nos quais a identificação de desvios em relação a um padrão pode subsidiar decisões de acompanhamento ou de intervenção.

Por fim, a consistência no mapeamento visual, com o tempo no eixo horizontal e as cenas no eixo vertical, preserva o modelo mental do usuário durante a navegação, reduzindo o esforço cognitivo e favorecendo a interpretação dos dados (favorecendo o RS01 e o RS02).

## 4. Prova de Conceito

A prototipação da interface de visualização de narrativas antecedeu a construção de uma Prova de Conceito (PoC) funcional, que permitiu avaliar a viabilidade técnica da proposta. A PoC possibilitou validar se os conceitos abstratos (neste caso, as representações visuais de comportamento propostas na prototipação) podem ser traduzidos de forma viável e eficiente em um sistema computacional operante. Dessa forma, a validação técnica garante que a infraestrutura desenvolvida seja robusta o suficiente para suportar futuras análises terapêuticas e pedagógicas da plataforma em estudo.

### 4.1. Implementação do Sistema

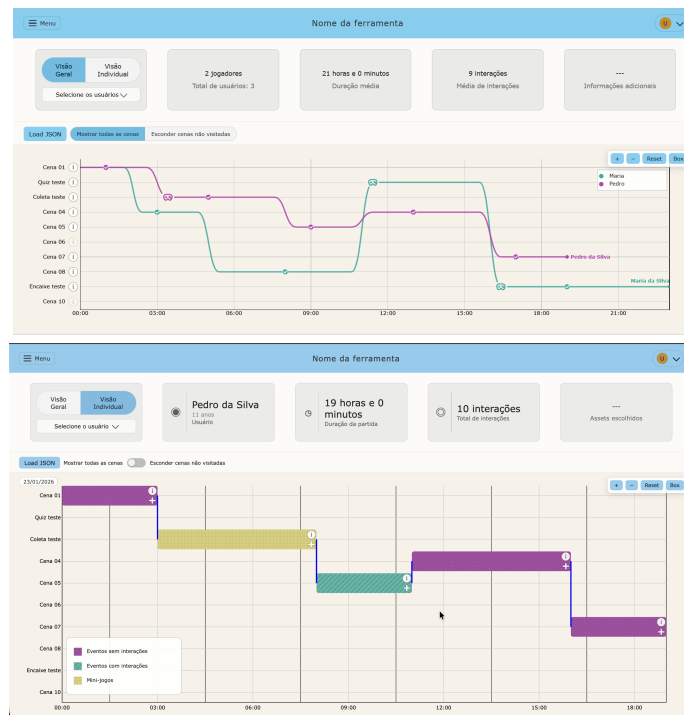
Para materializar a PoC, foram implementadas as decisões de design do protótipo em um sistema web. A interface foi desenvolvida em HTML, CSS, JAVASCRIPT e NODE.JS, seguindo uma arquitetura modular composta por leitura de dados de interação em arquivo JSON e o processamento de métricas comportamentais e geração de visualizações interativas com a biblioteca D3.JS. Devido à indisponibilidade de dados reais na ocasião dessa etapa<sup>1</sup>, foram utilizados dados sintéticos que simulam diferentes cenários de uso (trajetórias lineares, ramificadas, com *loops* e múltiplos minijogos), permitindo avaliar a robustez da interface em contextos variados.

A Figura 3 (superior) ilustra a tela inicial da Visão Geral implementada, considerando sua perspectiva agregada dos dados, que permite a análise simultânea de múltiplos usuários. Sua implementação viabiliza a identificação de padrões coletivos, como convergências e divergências entre trajetórias e variações de latência, atuando como um mecanismo inicial de exploração dos dados. A partir dessa análise, o usuário pode selecionar casos específicos para investigação detalhada, estabelecendo um fluxo contínuo entre a análise multiusuário e a análise individual.

A implementação da Visão Individual, ilustrada na Figura 3 (inferior), operacionaliza a análise detalhada da trajetória de um único usuário, materializando a extração de sinais comportamentais ao longo do tempo. Do ponto de vista analítico, essa visualização explicita variáveis relevantes, como tempo de permanência, sequência de decisões e pontos de interação, viabilizando a identificação de padrões de comportamento, como hesitação e picos de latência. Dessa forma, a implementação demonstra como dados brutos podem ser convertidos em elementos de interface interpretáveis para análise individual.

---

<sup>1</sup>Durante essa etapa, a liberação para uso de dados reais ainda estava em processo de avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).



**Figura 3. Visão Geral (superior) e Visão Individual (inferior) implementadas.**

A integração entre as duas visões, suportada por interações coordenadas e filtros dinâmicos, consolida a interface como uma ferramenta de análise multinível. Essa abordagem evidencia o potencial da proposta para apoiar a interpretação de dados comportamentais em contextos aplicados à Saúde e à Educação especial, sobretudo aqueles coletados na RUFUS.

## 4.2. Desafios Encontrados

O percurso de validação técnica da proposta caracterizou-se por um processo iterativo, influenciado pelos desafios operacionais do projeto. Durante as etapas de concepção e desenvolvimento, o acesso aos dados reais de interação e aos usuários-alvo ainda estava em processo de liberação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Para mitigar essa limitação e garantir a aderência da ferramenta às necessidades do domínio, estabeleceram-se ciclos iterativos contínuos de avaliação e *feedback* entre o grupo de pesquisa e a equipe da plataforma RUFUS, que guiaram os sucessivos refinamentos da ferramenta. O mapeamento das necessidades foi traduzido em requisitos de visualização em conjunto com essa equipe, alinhando-se às boas práticas extraídas da literatura. Na concepção do protótipo, esses ciclos focaram no desafio de abstrair a alta dimensionalidade dos dados sem sobrecarregar cognitivamente a interface, o que levou a ajustes constantes nas decisões visuais e interativas.

Na etapa de implementação da PoC, a indisponibilidade dos *logs* reais levou à necessidade de um esforço conjunto. A equipe da plataforma e a do projeto construíram, colaborativamente, arquivos sintéticos complexos que simulavam com precisão a estrutura dos dados reais. No geral, o processo de implementação demandou reuniões de alinhamento e refinamento periódicas, evidenciando o papel crucial da equipe da plataforma para assegurar que o sistema desenvolvido estivesse tecnicamente preparado para atender às demandas reais dos profissionais usuários da plataforma.

## 4.3. Discussão

A análise da viabilidade técnica da proposta, por meio da PoC funcional, indica que a solução é promissora, especialmente em relação aos pontos a seguir:

- **Processamento de traços digitais:** O sistema demonstrou capacidade computacional para processar e representar visualmente arquivos de *log* brutos, extraindo variáveis temporais de interesse (como os instantes de início e fim de cada cena) e mapeando o fluxo de decisões do jogador. Essas informações formam uma infraestrutura necessária para futuras análises de latência, hesitação e esforço cognitivo por profissionais da Saúde e Educação;
- **Representação multiusuário (visão geral):** O uso da biblioteca D3.JS mostrou-se viável para estruturar múltiplas *storylines* a partir dos dados gerados, representando convergências e divergências sem quebra de *layout* nem problemas visuais relevantes. Dessa forma, a interface foi capaz de garantir a representação computacional de métricas de grupos em narrativas ramificadas;
- **Representação (visão) individual:** A D3.JS também renderizou com precisão a Visão Individual baseada em *Gantt charts*. O algoritmo desenvolvido conseguiu traduzir durações temporais em representações espaciais proporcionais, possibilitando a visualização e a diferenciação entre momentos de leitura e de interação ativa do usuário.

Mesmo diante dos desafios de acesso a dados e usuários, a PoC cumpriu o papel de assegurar a viabilidade técnica da proposta. A implementação em uma interface web funcional e interativa comprova a solidez da arquitetura proposta e estabelece o fundamento tecnológico necessário para sustentar avaliações pedagógicas e terapêuticas baseadas em evidências.

## 5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou o design e a implementação de uma abordagem de visualização interativa para a análise de dados comportamentais em narrativas digitais ramificadas. A proposta buscou estabelecer a viabilidade técnica de transformar dados brutos de interação em representações visuais projetadas para apoiar a tomada de decisão de usuários não especialistas em Computação, como profissionais da Saúde e da Educação Especial.

Como principal contribuição, destaca-se a estruturação de uma interface analítica multinível, que integra uma visão geral baseada em *storylines* e uma visão individual inspirada em gráficos de *Gantt*. A prova de conceito atestou a viabilidade técnica da abordagem, demonstrando a capacidade computacional do sistema de processar *logs* complexos e representar trajetórias. Dessa forma, a implementação consolida a infraestrutura necessária para a análise tanto de padrões coletivos quanto de comportamentos individuais.

Embora baseada em dados sintéticos validados em ciclos iterativos, a implementação da interface evidenciou o potencial para apoiar a identificação de padrões comportamentais relevantes, como a latência e o esforço cognitivo. Entre os trabalhos futuros, prevê-se a integração com a RUFUS e o uso de dados reais das sessões de jogo, com o devido tratamento de ruídos e comportamentos imprevistos que podem advir do uso deles. Aspectos de escalabilidade também serão estudados, a fim de garantir a eficiência analítica em cenários com muitos usuários, muitas cenas ou sessões extensas. A condução de testes com possíveis usuários-alvo, bem como de avaliações com especialistas em Visualização de Dados e Interação Humano-Computador também é uma etapa importante prevista. Finalmente, pretende-se explorar a aplicação da abordagem em outros contextos que envolvam dados narrativos, ampliando seu potencial de uso.

## Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Código de Financiamento 001) e pela Universidade de São Paulo (PUB-USP e Portaria PRPI nº 1032, Processo 22.1.09345.01.2).

## Referências

- Cheung, M. (2006). *Therapeutic games and guided imagery: tools for mental health and school professionals working with children, adolescents, and their families*. Lyceum Books.
- Göbel, S., Salvatore, L., and Konrad, R. (2008). Storytec: A digital storytelling platform for the authoring and experiencing of interactive and non-linear stories. In *Proc. IEEE Int. Conf. Automated Solutions Cross Media Content Multi-Channel Distrib*, pages 103–110. IEEE.
- Gotz, D., Wang, F., and Perer, A. (2014). A methodology for interactive mining and visual analysis of clinical event patterns using electronic health record data. *J. Biomed. Inf.*, 48:148–159.
- Gove, R. (2022). Automatic narrative summarization for visualizing cyber security logs and incident reports. *IEEE Trans. Visual Comput. Graphics*, 28(1):1182–1190.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., and Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3:275–285.
- Le Baher, H., Azé, J., Bringay, S., Poncelet, P., Sallaberry, A., and Dunoyer, C. (2025). Glimpse-med: Single-screen visualization of multivariate time series for a single individual. In *VISI-GRAPP (1): GRAPP, HUCAPP, IVAPP*, pages 765–775.
- Michael, D. R. and Chen, S. L. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- Morris, P. W. (1994). Contents and preliminary pages. In *The management of projects*. Emerald Publishing Limited.
- Munroe, R. (2009). Movie narrative charts. *Diagram available at <https://xkcd.com/657>*.
- Pei, B., Cheng, Y., Ambrose, A., Dziadula, E., Xing, W., and Lu, J. (2024). Learningviz: a dashboard for visualizing, analyzing and closing learning performance gaps—a case study approach. *Smart Learning Environments*, 11(1):56.
- Rodrigues, K. R. d. H., Neris, V. P. d. A., Souza, P. M., Zavarizz, R. G., da Silva, J. W., Silva, T. M., and Verhalen, A. E. C. (2021). Rufus-uma plataforma de autoria para jogos digitais terapêuticos. In *X Latin American Conference on Human Computer Interaction*, pages 1–5.
- Tang, T., Rubab, S., Lai, J., Cui, W., Yu, L., and Wu, Y. (2019). istoryline: Effective convergence to hand-drawn storylines. *IEEE Trans. Visual Comput. Graphics*, 25(1):769–778.
- Verhalen, A. E. C. and Rodrigues, K. R. d. H. (2024). The use of serious digital games to talk about grief and finitude with children: reports on the design and evaluation process of two games. *Journal on Interactive Systems*, 15(1):926–941.
- Verhalen, A. E. C., Zavarizz, R. G., Silva, J. W. d., Silva, T. M., Nunes, C. E. P., de Gois Ribeiro Darin, T., and Rodrigues, K. R. d. H. (2022). Telling your own story: design and evaluation of a storytelling mechanic in a platform for serious games authoring. In *Proc. 21st Braz. Symp. Hum. Factors Comput. Syst.*, pages 1–7.
- Wallner, G. and Kriglstein, S. (2013). Visualization-based analysis of gameplay data – a review of literature. *Entertainment Computing*, 4(3):143–155.
- Wallner, G., Wang, L., and Dormann, C. (2023). Visualizing the spatio-temporal evolution of gameplay using storyline visualization: A study with league of legends. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 7(CHI PLAY).
- Ward, M. O., Grinstein, G., and Keim, D. (2010). *Interactive data visualization: foundations, techniques, and applications*. AK Peters/CRC Press.