

Um Editor de Árvores de Decisão para Construção de Jogos: Aplicações no Diagnóstico e Tratamento do Câncer de Mama

Rafael Garcia Barbosa¹, Maria Andréia Formico Rodrigues (orientadora)¹

¹Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada (PPGIA) e GIRA Lab

Universidade de Fortaleza (Unifor)

Caixa Postal 1258 CEP: 60.811.341 – Fortaleza – CE – Brasil

Resumo. *Introdução:* Esta tese apresenta o NEED, editor inédito de árvores de decisão para a criação de jogos e aplicações interativas, com foco em flexibilidade e interoperabilidade. **Objetivo:** Desenvolver uma ferramenta genérica para modelagem dinâmica de decisões e dados, com exportação padronizada para motores de jogo. **Metodologia:** O editor foi implementado e aplicado em três domínios (jurídico, clínico e narrativo). Dois jogos sérios foram desenvolvidos com especialistas da saúde: Cancer: E Agora? (diagnóstico) e CancerSM (tratamento). **Resultados:** Os jogos validaram a eficácia do NEED em lógica adaptativa, integração emocional e fundamentação científica. A exportação em JSON assegurou compatibilidade multiplataforma. O editor mostrou-se eficaz como ferramenta de apoio à decisão, simulação e aprendizagem personalizada com impacto técnico, científico e social.

Palavras-chave: Editor de Árvores de Decisão, Interoperabilidade, Motores de Jogos, Aplicações Interativas, Aprendizagem Adaptativa.

Abstract. *Introduction:* This thesis presents NEED, an original decision tree editor designed for creating interactive games and applications, with emphasis on flexibility and interoperability. **Objective:** To develop a generic tool for dynamic modeling of decisions and data, with standardized export for game engine integration. **Methodology:** The editor was implemented and applied across three domains (legal, clinical, and narrative). Two serious games were developed with health specialists: Cancer: Now What? (diagnosis) and CancerSM (treatment). **Results:** The games validated NEED's effectiveness in adaptive logic, emotional integration, and scientific grounding. JSON export ensured cross-platform compatibility. The editor proved to be a robust tool for decision support, simulation, and personalized learning, with technical, scientific, and social impact.

Keywords: Decision Tree Editor, Interoperability, Game Engines, Interactive Applications, Adaptive Learning.

1. Caracterização do Problema de Pesquisa, Motivação e Objetivos

Estruturas de dados em árvore, classificadas como grafos, são amplamente utilizadas em áreas como sistemas operacionais, bancos de dados e aplicações interativas. Nos últimos anos, consolidaram-se também como recurso essencial em mineração de dados e aprendizado de máquina, especialmente em modelos de decisão e categorização informacional

[Breiman et al. 2017, Perner 2015]. Árvores de decisão são fundamentais na modelagem de aplicações com múltiplos caminhos e desfechos possíveis [Rokach and Maimon 2005]. No entanto, tanto a construção manual quanto a geração automática dessas estruturas apresentam limitações quanto à escalabilidade, reusabilidade e adaptação a novos dados. Ferramentas como *Visual Paradigm*, *Lucidchart*, *SmartDraw*, *Creately*, *Visme* e *GraphViz* permitem construir árvores de decisão visualmente, mas focam na representação estética. Suas exportações, em geral, são limitadas a imagens ou PDFs, dificultando a integração com sistemas interativos e motores de jogos.

Este trabalho apresenta o **NEED**, um editor visual e intercambiável para criação de árvores de decisão genéricas, com exportação em formato padronizado (JSON), permitindo interoperabilidade com plataformas como *Unity*, *Godot* e *Unreal*. A solução foi validada na modelagem de três cenários reais (jurídico, saúde e entretenimento) e aplicada na construção de dois jogos sérios voltados ao diagnóstico e tratamento do câncer de mama com dados clínicos reais.

2. Contribuições e Possibilidades de Impacto

No campo **computacional**, o editor **NEED** oferece uma solução flexível para criação de árvores de decisão em jogos, simuladores e aplicações interativas. Do ponto de vista **científico**, permite simular com precisão cenários clínicos complexos a partir de dados reais. Em termos **sociais**, os jogos desenvolvidos tornam o aprendizado médico mais acessível, seguro e empático. A pesquisa propõe um **novo paradigma** na educação médica, integrando modelagem computacional, jogos e colaboração interdisciplinar, com potencial para novas tecnologias de treinamento e fortalecimento da prática clínica.

3. Trabalhos Relacionados

Aplicações orientadas a dados ajustam seu comportamento conforme as entradas [Blasch et al. 2018], como no uso de máquinas de estados, arquivos JSON e *scripts* para lógica adaptativa em jogos [ECMA International 2017]. Jogos com suporte a *mods*, como *Dota 2*, *World of Warcraft* e *Skyrim*, popularizaram a personalização de conteúdo, mesmo com limitações como a edição manual de arquivos *XML*. Ferramentas como *Visual Paradigm*, *LucidChart* e *SmartDraw* permitem criar árvores de decisão, mas geram apenas saídas estáticas. No *Unity*, há um kit proprietário para NPCs e IA, otimizado mas não intercambiável [*Unity Asset Store* 2016]. Em contraste, esta tese propõe o **NEED**, editor gratuito e flexível para construção e exportação de árvores em formato padronizado, validado em diferentes contextos interativos [Barbosa and Rodrigues 2025b].

Jogos digitais têm se destacado na saúde pelo potencial educativo [Prensky 2003]. Títulos como *Ben's Game*, *Re-Mission*, *Cancer Wars*, *Alpha Beat Cancer* e *Project Re-medium* focam no combate ao câncer; *Canc* e *Cancer Sucks* promovem empatia; e *ON-COLOGY*, *Cancer SPACE*, *ILOVEBREAST*, *The Cure* e *CâncerS_p* são voltados ao aprendizado. Já o *Cancer Game* explora o corpo humano. No entanto, poucos visam o treinamento profissional. Esta tese desenvolve dois jogos orientados a dados: *Câncer: E Agora?* [Barbosa and Rodrigues 2025b, Barbosa and Rodrigues 2025a], voltado ao diagnóstico com IA, e *CâncerS_M* [Barbosa and Rodrigues 2025b, Rodrigues et al. 2020, Barbosa et al. 2020, Barbosa et al. 2022], que simula terapias com modelos de crescimento tumoral. Ambos oferecem prática segura, interativa e personalizada, contribuindo para a formação médica [Cheng and Smith 2024].

4. Metodologia

A tese propõe o editor **NEED**, uma ferramenta genérica para modelagem de árvores de decisão interoperáveis no design de jogos interativos adaptativos. A metodologia integrou revisão de literatura, protocolos médicos e dados clínicos reais, organizados com apoio de especialistas e convertidos em modelos computacionais. O sistema adota arquitetura orientada a dados, interface gráfica e exportação em JSON compatível com *Unity*, *Godot* e *Unreal*. Validado em três domínios (jurídico, saúde e entretenimento), foi aplicado em dois jogos sérios sobre câncer de mama, com lógica gerada no editor e validada por especialistas, baseada em dados reais. Modelos de crescimento tumoral foram integrados via *PRISM Model Checker* [University of Oxford 2024]. A abordagem combinou software, saúde e *game design*, em processo colaborativo e iterativo.

5. NEED: Arquitetura, Funcionalidades e Integração com Motores de Jogos

O editor **NEED** possui dois módulos: (1) *Dicionário*, que define propriedades do contexto como pares (k, y) , onde k é a chave e y o tipo de dado; e (2) *Árvore de Decisão*, composta por elementos formais $T = N, C$, onde N são nós e C as conexões. Cada nó é descrito como (k, i, C', O') e cada conexão como (n, m, g) , com g representando o portal de transição. Efeitos são dados por $O = (k, v, r)$, portais por $G = (P, A)$, predicados por $P = (k, v, i, l)$ e ações por $A = (k, v, p)$. O editor **NEED** exporta árvores de decisão em JSON, permitindo integração com motores como *Unity*, *Godot* e *Unreal*, o que viabiliza jogos com lógica adaptativa e narrativa dinâmica — uma contribuição direta ao design de aplicações interativas. No *Unity*, a classe *File (System.IO)* lê arquivos JSON, e a *JsonUtility* realiza a desserialização. No *Godot*, as classes *File* e *JSON* permitem carregar e converter os dados para dicionários internos. No *Unreal*, a leitura é feita com *FFileHelper* e *FString*, e a desserialização com *JsonUtilities*. Qualquer engine com suporte a JSON pode integrar estruturas geradas pelo **NEED**, ampliando sua aplicabilidade.

6. Exemplos de Aplicação do Editor NEED na Modelagem de Jogos

NEED permite que designers, desenvolvedores e especialistas modelem árvores de decisão personalizadas, exportáveis em JSON para diferentes motores e gêneros de jogos. A Figura 1 ilustra sua versatilidade: controlando progressões em jogos sérios (amarelo e rosa), diálogos em RPGs narrativos (verde), ações de NPCs em jogos de estratégia (azul) e dificuldade em jogos casuais (laranja). Suas aplicações vão além desses exemplos, abrangendo diversos contextos interativos.

7. Validação e Resultados Obtidos

O editor **NEED** foi validado em três cenários reais: (1) jurídico, com um jogo educativo baseado no fluxo do Processo Penal brasileiro [Presidência da República 1941]; (2) saúde, com uma árvore de decisão para rastreamento e diagnóstico de câncer de mama, construída com dados clínicos reais e protocolos médicos [MD Anderson Cancer Center 2023]; e (3) entretenimento, com uma missão de RPG narrativo baseada em atributos e escolhas do jogador. Em todos os casos, utilizaram-se os módulos *Dicionário* e *Árvore de Decisão*, com exportação para JSON. A validação foi conduzida por especialistas das áreas de Direito, Saúde e Game Design, confirmado a coerência lógica, adaptabilidade e fidelidade aos domínios modelados. Adicionalmente, dois jogos sérios completos –

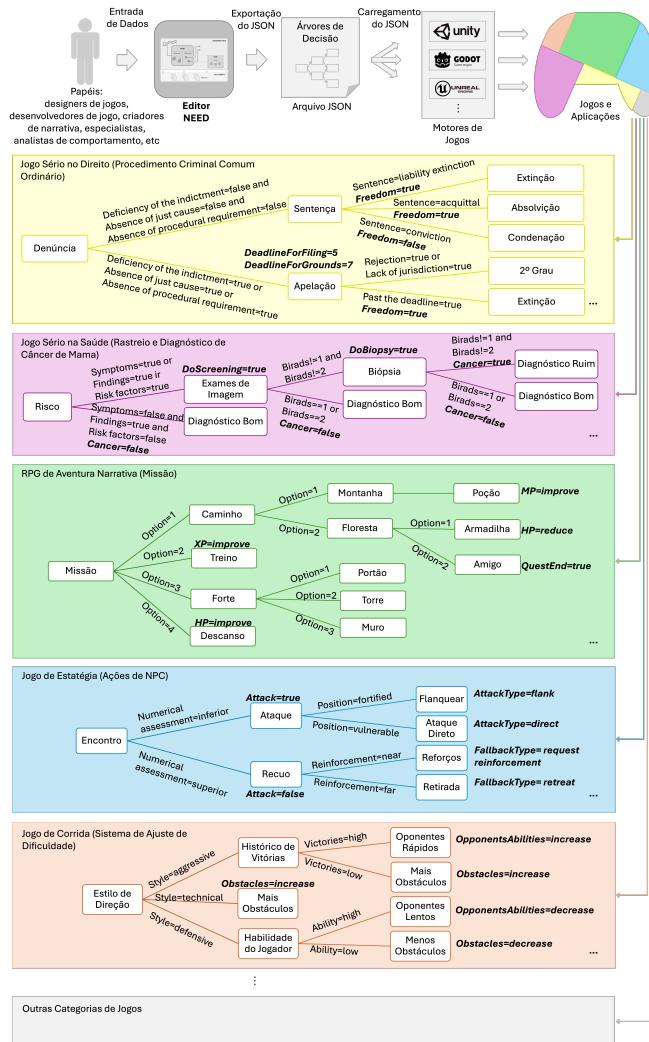


Figura 1. Integração do editor NEED com motores de jogo em cinco exemplos de uso: aplicações interativas, jogos sérios e de entretenimento.

Câncer: E Agora? [Barbosa and Rodrigues 2025a, Barbosa and Rodrigues 2025b] e *CâncerSM* [Barbosa and Rodrigues 2025b, Barbosa et al. 2020, Rodrigues et al. 2020, Barbosa et al. 2022] – foram desenvolvidos com o editor a partir de dados clínicos reais e validados por profissionais da saúde, demonstrando a eficácia, versatilidade e aplicabilidade do NEED na criação de experiências interativas e educacionais.

8. Conclusões e Trabalhos Futuros

A aplicação do editor NEED nos marcos teóricos e jogos desenvolvidos comprovou sua robustez, adaptabilidade e impacto prático em decisões e conteúdo dinâmico. Validado em três domínios distintos, operou sem ajustes estruturais, com árvores configuradas para lógica jurídica, clínica e narrativa. O módulo de dicionário viabilizou cadastro transparente de atributos e a exportação em JSON garantiu interoperabilidade. Sem NEED, a codificação manual limitaria escalabilidade, manutenção e colaboração. O editor abstrai a lógica decisória, promovendo agilidade, reuso e extensibilidade. Como evolução, estão em desenvolvimento predicados aninhados e aprimoramentos na lógica de composição. Uma nova interface visual em árvore, **VisNeed**, concebida após a defesa desta tese como

projeto final de curso de outro membro do GIRA Lab, sob mesma orientação, foi concluída e incorporada à ferramenta **NEED**. Essa versão torna a modelagem mais acessível e intuitiva para diferentes perfis de usuários, encontrando-se amplamente disponível para uso pela comunidade em <https://zenodo.org/records/15459896> (atualmente, com 26 *downloads* já registrados), e impulsiona a continuidade da pesquisa, ampliando seus desdobramentos práticos, colaborativos e formativos. Estudos futuros poderão investigar sua eficácia e impacto a longo prazo com usuários reais.

Referências

- Barbosa, R. G. and Rodrigues, M. A. F. (2025a). Breast cancer diagnosis through serious gaming: Clinical reasoning, AI-driven character morphing, and emotional engagement. *Entertainment Computing*, 52:100863.
- Barbosa, R. G. and Rodrigues, M. A. F. (2025b). An interchangeable editor to create generic and adaptable decision trees for versatile applications and game development scenarios. *Entertainment Computing*, 52:100864.
- Barbosa, R. G., Rodrigues, M. A. F., Lustosa, E., de Figueiredo, J., and Beleza, I. (2020). Jogo orientado a dados para tomada de decisão e simulação de biópsia de câncer de mama. In *SBC Proc. of SBGames 2020*, pages 969–976.
- Barbosa, R. G., Rodrigues, M. A. F., Oliveira, T., Madeira, S., Figueiredo, J., Alves, M. S., Medeiros, M., and Cabral Filho, R. (2022). Decision-making game for simulation of breast cancer biopsy and treatment. In *Proc. of SeGAH2022*. IEEE.
- Blasch, E., Ravela, S., and Aved, A. (2018). *Handbook of dynamic data driven applications systems*. Springer.
- Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R. A., and Stone, C. J. (2017). *Classification and Regression Trees*. Routledge.
- Cheng, K. and Smith, J. (2024). Serious games in healthcare: A review of current applications and future prospects. *Journal of Serious Games in Healthcare*, 12(2):45–67.
- ECMA International (2017). Standard ECMA 404 - The JSON Data interchange Syntax.
- MD Anderson Cancer Center (2023). Breast cancer screening. <https://www.mdanderson.org/>.
- Perner, P. (2015). Decision tree induction methods and their application to big data. In *Modeling and Processing for Next-Generation Big-Data Technologies*, pages 57–88.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *CIE*, 1(1):21–21.
- Presidência da República (1941). Código de Processo Penal.
- Rodrigues, M. A. F., Lustosa, E., Barbosa, R. G., de Figueiredo, J., Beleza, I., Salviano, R., Queiroz, R., and Neves, L. (2020). Game-based learning for health professionals working in cancer care. In *Proc. of SeGAH2020*. IEEE.
- Rokach, L. and Maimon, O. (2005). Decision trees. *Data mining and knowledge discovery handbook*, pages 165–192.
- Unity Asset Store (2016). Decision Tree Toolkit, by MorbidCamel.
- University of Oxford (2024). PRISM Model Checker.