

NPC EM JOGOS DIGITAIS: a evolução do uso de ia na construção de personagens não jogáveis

NPC IN DIGITAL GAMES: the evolution of the use of ai in the construction of non-playable characters

Lucas Sanflorian Ferioli – lucas.ferioli@fatec.sp.gov.br
 Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

João de Lucca Filho – joaodelucca@terra.com.br
 Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v21i2.2061
 Data de submissão: 25/09/2024
 Data do aceite: 23/11/2024
 Data da publicação: 20/12/2024

RESUMO

O objetivo deste artigo é compreender como a inteligência artificial (IA) evoluiu na criação de NPCs (personagens não jogáveis) em jogos digitais e como essas tecnologias impactam a experiência do jogador. A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa, analisando técnicas como A* (A-estrela), Machine Learning e Deep Learning para entender como essas tecnologias adaptam e personalizam o comportamento dos NPCs com base nas ações do jogador. Os resultados indicam que a IA torna os jogos mais dinâmicos e interativos, embora existam desafios éticos e técnicos, como o custo computacional e o equilíbrio de gameplay. Recomenda-se que futuras pesquisas explorem abordagens como IA Generativa para aumentar a complexidade e a adaptabilidade dos NPCs, desafiando e envolvendo os jogadores de maneiras inovadoras.

Palavras-chave: Inteligência artificial. NPC. Jogos Digitais. Personalização.

ABSTRACT

The objective of this article is to understand how artificial intelligence (AI) has evolved in the creation of NPCs (non-playable characters) in digital games and how these technologies impact player experience. The research adopted a qualitative approach, analyzing techniques like A* (A-star), Machine Learning, and Deep Learning to explore how these technologies adapt and personalize NPC behavior based on player actions. The findings indicate that AI makes games more dynamic and interactive, though challenges such as computational costs and gameplay balance persist. Future research should explore Generative AI to enhance NPC complexity and adaptability, offering innovative challenges and engagement to players.

Keywords: Artificial Intelligence. NPC. Digital Games. Customization.

1 INTRODUÇÃO

Os NPCs diferem dos personagens controlados pelo jogador porque são conduzidos pela IA, permitindo-lhes interagir dinamicamente com o ambiente e com o jogador, enriquecendo assim a narrativa e os desafios propostos. (Silva, 2010).

À medida que as técnicas de IA evoluíram aplicando métodos como o A* e o aprendizado de máquina, os NPCs passaram a oferecer comportamentos mais realistas e adaptativos, aumentando a imersão e a complexidade do jogo. A aplicação desses métodos permitiu que os NPCs evoluíssem de simples elementos programados para entidades dinâmicas, capazes de aprender e modificar suas ações em tempo real. (Valadares; Ribeiro, 2022).

Este estudo busca entender a evolução da inteligência artificial dos NPCs (non-playable characters) em jogos digitais e analisa o impacto que traz, para uma melhor experiência de jogo. (Folter, 2022).

O objetivo é analisar a evolução do uso da IA na criação de NPC e o impacto dessas inovações na experiência do jogador, destacando os benefícios para a experiência do jogador, bem como mostrar os desafios e perspectivas futuras de utilização da IA neste contexto, também a relevância de continuar a explorar novas estratégias, como a IA Generativa, que tem potencial para intensificar a complexidade e adaptabilidade dos NPCs, além de gerar novas possibilidades de interação em diversos gêneros de jogos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A IA aplicada aos NPCs nos videogames avançou significativamente, desempenhando um papel crucial na construção de experiências mais imersivas e interativas para os jogadores. Métodos como árvores de comportamento, máquinas de estado finito (FSM) e algoritmos de pathfinding, como o A*, são frequentemente empregados para a criar NPCs mais inteligentes e realistas, fornecendo feedback contextual e decisões adaptativas em tempo real. (Russell e Norvig, 2022).

Premoli (2024) enfatiza a relevância dessas estratégias para encenar criar histórias convincentes em jogos, observando que a IA não apenas determina o comportamento dos NPCs, mas também gera interações mais complexas e desafiadoras, essenciais para a experiência do jogador. Além disso, os avanços nas técnicas de IA tornaram possível a aplicação de redes neurais e aprendizado de máquina para modificar o comportamento dos NPCs.

Nagem (2022) explora como essas técnicas permitem que os NPCs se adaptem às ações dos jogadores, melhorando assim a imprevisibilidade e a capacidade de replay dos jogos. Essas estratégias são essenciais para a criar NPCs que não apenas sigam scripts pré-determinados, mas que também sejam capazes de “aprender” e progredir ao longo do jogo, gerando personagens mais interativos e realistas.

A utilização destas estratégias permite equilibrar a dificuldade do jogo de forma dinâmica, ajustando o grau de dificuldade conforme as ações do jogador. Os NPCs têm a capacidade de ajustar seu comportamento de forma independente, equilibrando a dificuldade e evitando que o jogo se torne monótono ou previsível. Isto é essencial em jogos de ação e estratégia, onde as ações dos NPCs podem determinar o grau de envolvimento do jogador. Portanto, a IA torna-se cada vez mais importante para criar jogos cada vez mais cativantes, com NPCs que se assemelham cada vez mais ao comportamento humano. (Nagem, 2022). (Folter, 2022).

Portanto, o uso e a aplicação de IA em NPCs em jogos digitais envolve diferentes técnicas, que vão desde algoritmos de busca tradicionais até técnicas mais sofisticadas de aprendizado de máquina. O avanço destas tecnologias garante uma experiência de jogo cada vez mais envolvente, onde os NPCs desempenham um papel decisivo, seja como aliados, adversários ou elementos essenciais na elaboração de histórias mais complexas.

2.1 Evolução Histórica da IA em NPCs nos Jogos Digitais

A aplicação de IA a NPCs em jogos digitais passou por várias fases, cada uma das quais contribuiu significativamente para o estado atual do cenário dos videogames. Desde as primeiras experiências na década de 1950 até às simulações comportamentais avançadas encontradas nos jogos modernos, a IA tem desempenhado um papel importante no aumento da sensação de imersão no universo dos jogos. (Trevisan e Braga 2023).

2.2 História do uso da ia nos NPCs e suas principais fases de desenvolvimento.

O desenvolvimento de jogos como o “Chess” de Arthur Samuel, que introduziu o conceito de aprendizado de máquina ao ensinar um programa a jogar xadrez, marcou o início da primeira grande fase significativa da IA em jogos na década de 1950. A IA em NPCs surgiu na década de 1970. Um deles foi com o “Colossal Cave Adventure”, em que os personagens interagiam com os jogadores de forma rudimentar com comandos de texto. As

limitações técnicas nesta fase incluem a incapacidade dos NPCs de aprender e se adaptar em tempo real. (Espn, 2021).

A introdução de jogos como Pac-Man e Half-Life nas décadas de 1980 e 1990 levou as IAs a criar NPCs mais complexos, com regras e táticas mais complexas. Padrões de comportamento mais sofisticados, embora pré-programados, foram adotados pelos NPCs, o que limitou sua capacidade de adaptação, mas proporcionou uma experiência de jogo mais estimulante. (Kishimoto, 2004).

2.2.1 Primeiros exemplos de ia em NPCs e suas limitações

Os primeiros exemplos de IA em NPCs, como em “*Spacewar!*” e “*Colossal Cave Adventure*” (1962), mostraram comportamento simples, muitas vezes limitado a ações pré-estabelecidas e respostas previsíveis. Esses jogos não tinham a capacidade de adaptação ou aprendizagem, o que limitava a experiência de jogo. Embora os NPCs nesses jogos fossem inovadores para a época, eles não permitiam interação dinâmica, o que levando a uma jogabilidade repetitiva. (Paradeda; Freitas e Souza, 2023).

A evolução da IA criou NPCs que podem tomar decisões em diferentes cenários, tornando a experiência mais emocionante e imprevisível para os jogadores. A introdução de técnicas de aprendizado de máquina e redes neurais desde os anos 2000 transformou profundamente o comportamento dos NPCs. Isso permitiu que os jogadores evoluíssem ao longo do jogo, proporcionando uma experiência de jogo muito mais rica e variada. (Ajbstore, 2024).

A IA dos NPCs evoluiu significativamente desde o seu início, passando de simples scripts pré-programados para entidades dinâmicas e adaptáveis, essenciais à complexidade dos jogos atuais. (Ajbstore, 2024).

2.2.2 Marcos e inovações na evolução da IA NPCs

As inovações foram notáveis tiveram impacto na evolução da IA do NPC. Usar de algoritmos de aprendizado de máquina e algoritmos de busca foi um dos primeiros passos. Técnicas baseadas em regras semelhantes ao Pac-Man, dando aos NPCs um comportamento mais complexo. Além disso, títulos como Half-Life introduziram IA que permitiu aos NPCs reagir dinamicamente ao ambiente (Kishimoto, 2004).

2.2.3 Avanços recentes e o estado atual dos NPCs em jogos digitais

Com o uso de redes neurais e aprendizado profundo, a IA NPC atingiu um novo nível. Essas tecnologias são usadas em jogos contemporâneos como The Last of Us Part II e Red Dead Redemption 2 para criar NPCs com comportamento extremamente realista e adaptativo. (Lima, 2018).

Além disso, o processamento de linguagem natural permite que os NPCs se envolvam em conversas complexas e interajam com os jogadores de uma forma mais humana. Os mundos virtuais oferecem experiências de jogo mais ricas e imprevisíveis, tornando-os mais imersivos e dinâmicos do que nunca. (Yesbr 2024).

3 METODOLOGIA

Este artigo utiliza uma abordagem qualitativa para compreender como a IA evoluiu na criação de NPCs em jogos digitais. A abordagem foi baseada em uma revisão focada em estudos acadêmicos e artigos que tratam das técnicas de IA aplicadas ao NPC, como A*, Machine Learning, Deep Learning e GOAP. Os dados sobre as vantagens e desvantagens dessas abordagens foram coletados em fontes acadêmicas e sites especializados. Além disso, a análise qualitativa concentra-se nos efeitos da IA aos NPCs em diferentes tipos de jogos, como RPGs, jogos de estratégia e jogos tiro de primeira pessoa (FPS). Isso forneceu uma visão abrangente de várias aplicações da IA no desenvolvimento de NPCs.

Para atingir este objetivo, foram examinados estudos de caso, mostrando exemplos de IA em jogos antigos e atuais. Além disso, os pontos focais da análise foram os efeitos da personalização da experiência do jogador e da adaptabilidade dos NPCs.

4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUA RELEVÂNCIA DE USO NOS NPCS

A forma como os personagens não jogáveis (NPCs) são criados e a forma como interagem com os jogadores foram significativamente alteradas pela influência da IA na evolução dos jogos digitais. Nos últimos anos, a IA dos NPCs permitiu a criação de personagens mais realistas e dinâmicos, capazes de se adaptar às ações dos jogadores. Isso melhorou muito a experiência de jogo (Premoli; Silva; Cavichiolli, 2024).

Uma grande vantagem de usar IA para NPCs é a capacidade de tornar as interações no jogo mais imersivas. A IA permite que os NPCs aprendam e se adaptem ao comportamento do jogador, criando uma experiência personalizada. Ao oferecer aos jogadores novos níveis

de desafio e envolvimento emocional, este tipo de inteligência tem o potencial de aumentar a complexidade e a profundidade das narrativas dos jogos (Costa, 2023).

Os NPCs desempenham um papel crucial na construção da história e no cenário dos jogos. Eles não mais apenas elementos estáticos. O uso de técnicas avançadas de IA, como aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, permite que os NPCs interajam com o jogador de forma mais natural e convincente. Ao contrário dos primeiros jogos, em que os NPCs tinham comportamentos repetitivos e pré-programados, essas mudanças foram um grande avanço. Além disso, a evolução da IA nos NPCs vai além da interação do jogador, inclui a capacidade dos NPCs de imitar comportamentos complexos e coordenar ações de grupo, ambos elementos essenciais em jogos de mundo aberto e jogos de estratégia. Isso ajuda a tornar o ambiente do jogo mais vívido e realistas, no qual cada NPC tem uma função distinta. Criando um universo virtual imersivo (Bianchini et al., 2006).

A IA melhorou a forma como os NPCs são criados e integrados em jogos digitais, aumentando a personalização e o realismo das experiências de jogo. Para prever o futuro dos jogos digitais, em que a linha entre a realidade e a ficção se torna cada vez mais tênue, é essencial compreender esta evolução e como esta afeta a experiência do jogador (Comandogeek).

4.1 Técnicas e algoritmos de IA utilizados em NPCs

As mais recentes técnicas de IA usadas no NPCs, incluem: Máquinas de Estado Finito; Árvores de Comportamento, Planejamento de Ações Orientadas a Objetivos, Redes Neurais Artificiais e Deep Learning, Aprendizado por Reforço, Algoritmos Genéticos e outros.

● Máquina de Estados Finitos (FSM - Finite State Machine): A FSM é uma abordagem mais tradicional que permite aos NPCs mudarem seu comportamento com base em condições predefinidas, caracterizadas por modelos de comportamento mais simples. (Raizen 2019).

● Árvores de Comportamento (Behavior Trees): Ao contrário dos FSMs, oferecem maior flexibilidade, permitindo a criação de comportamentos mais complexos e hierárquicos. Cada ação de um NPC é organizada em uma estrutura em árvore, onde as condições determinam as ações dos nós (Moreira 2022).

● Planejamento de Ações Orientadas a Objetivos (GOAP - Goal-Oriented Action Planning): Este método permite que os NPCs planejem suas ações de forma mais dinâmica para atingir objetivos específicos. Usando o GOAP, os NPCs podem ajustar suas ações com base no estado do jogo e em seus objetivos, em vez de manter um comportamento rígido (Toolify.ai, 2024).

● Redes Neurais Artificiais e Deep Learning: Os NPCs aprendem com as interações no jogo usando técnicas de aprendizado de máquina, como redes neurais artificiais e deep learning. Esses métodos permitem desenvolver comportamentos que evoluam ao longo do tempo. Eles usam redes neurais profundas para processar grandes quantidades de dados. Isto permite que os NPCs aprendam comportamentos complexos e executem tarefas como reconhecimento de padrões, tomada de decisões em tempo real e adaptação ao ambiente, resultando em uma interação mais natural e inteligente. (Lima, 2018).

● Aprendizado por Reforço (Reinforcement Learning): Usado para treinar NPCs em ambientes complexos, ensinando-os a usar recompensas e punições para tomar decisões otimizadas. Este método é frequentemente usado em jogos em que a estratégia é um componente essencial. (Awari_a, 2023).

● Algoritmos Genéticos: Esses algoritmos, baseados na teoria da evolução, permitem ao NPCs desenvolver um comportamento ao longo do tempo através dos processos de seleção e mutação. Isso permite que os NPCs desenvolvam soluções inventivas para os problemas que surgem no jogo. (Penha, 2017).

4.1.1 Algoritmos clássicos de IA para NPCs

Outras técnicas de NPCs baseadas em IA de uso típico: Algoritmo A*, ML.

● Algoritmo A* (A-estrela): A* é um algoritmo de busca clássico frequentemente usado por NPCs para navegação para encontrar o caminho mais curto entre dois pontos em um ambiente. Ele utiliza uma função heurística para priorizar os caminhos mais promissores, combinando a eficiência da busca informada (como a busca em largura) e a busca pelo menor custo (como o algoritmo de Djikstra). (Luiza; Bruni, 2019).

● ML - Machine Learning: O Aprendizado de Máquina permite que os NPCs aprendam e se adaptem com base em dados. Técnicas como classificação, regressão e

clustering (agrupamento) tornam os NPCs mais dinâmicos porque ajudam a tomar decisões com base em padrões que foram identificados durante o treinamento. (Updyke et al, 2021).

4.1.2 Aplicação da IA dos NPCs é em diferentes gêneros de jogos

A aplicação da IA aos NPCs varia de acordo com o gênero de jogo, adaptando-se às necessidades de cada tipo de *game play*, ou seja, RPGs (Role-Playing Games), Jogos de Estratégia, FPS (First-Person Shooters) e Jogos de Simulação e Mundo Aberto. (Firth, 2024).

- RPGs (Role-Playing Games): No mundo dos RPGs, os NPCs usam inteligência artificial para criar interações e diálogos complexos e adaptativos com base nas escolhas do jogador e no impacto narrativo. A IA também tem a capacidade de controlar comportamentos sociais, como a formação de alianças e rivalidades. (Firth, 2024).
- Jogos de Estratégia: Em jogos de estratégia em tempo real, como RTS (Real-time Strategy), a IA do NPC é responsável pela tomada de decisões táticas e estratégicas, gerenciamento de recursos, treinamento e formar o exército armado e responde às ações dos jogadores em tempo real. A IA costuma usar algoritmos sofisticados como A* para navegação e adaptação tática para prever e responder aos movimentos inimigos. (Firth, 2024).
- FPS (First-Person Shooters): A IA dos NPCs geralmente se concentra em táticas de combate, como cobertura e ataques coordenados em jogos de tiro em primeira pessoa. A inteligência desses NPCs é otimizada para replicar ações do mundo real no campo de batalha, como esconder-se quando estão em desvantagem e avançar em grupos. (Firth 2024).
- Jogos de Simulação e Mundo Aberto: A IA é usada para criar NPCs que imitam ações cotidianas, como seguir rotinas, reagir ao ambiente e interagir com o jogador de diferentes maneiras. Esta IA pode ser usada para criar um mundo dinâmico e interativo no qual os NPCs se sentem “vivos” e tomam decisões que afetam seu ambiente. (Firth 2024).

5 IMPACTO DOS NPCS NA EXPERIÊNCIA DO JOGADOR

Os NPCs têm um grande impacto na experiência do jogador, pois são essenciais para a criação de um mundo de jogo imersivo e dinâmico. Eles permitem ao jogador interagir e contar histórias, atuando como aliados, comerciantes, guias ou inimigos. Isso ajuda a contar a história e cria um ambiente mais interativo. (Awari_b, 2023).

Os NPCs podem aumentar a profundidade emocional do jogo quando usados corretamente, tornando o jogo mais emocionante e satisfatório. No entanto, NPCs inadequados podem causar frustração e reduzir a imersão do jogo. Para que os NPCs cumpram eficazmente seu papel e contribuam para uma experiência de jogo útil e memorável, é necessário manter um equilíbrio entre o comportamento realista e o design do jogo. (Awari_b, 2023).

5.1 A IA adaptando a experiência de jogo com base no comportamento do jogador

Ao se adaptar constantemente ao comportamento do jogador, a IA do NPC pode mudar a experiência do jogo. Os NPCs podem observar as ações do jogador e ajustar suas reações e interações em tempo real. Tecnologias como a NVIDIA ACE (Avatar Cloud Engine) permitem que os NPCs criem conversas contextuais e personalizadas que correspondam às escolhas e ao estilo de jogo do jogador, em vez de terem diálogos pré-programados. A capacidade de adaptação torna a experiência mais emocionante, criando uma narrativa que se desenvolve individualmente para cada jogador. (Kleina, 2023).

Além disso, a IA tem a capacidade de alterar a dificuldade, dar dicas com base no nível de habilidade do jogador ou até mesmo alterar o enredo para manter o interesse do público. Embora essa personalização aumente a imersão e a rejogabilidade, cada novo jogo pode oferecer uma experiência diferente com base em interações anteriores. Isto aumenta a conexão emocional entre o jogador e o mundo do jogo, aumentando assim o prazer e a profundidade da experiência de jogo. (Kleina 2023).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no que está descrito no corpo deste artigo, é seguro dizer que o uso da IA para criar NPCs evoluiu significativamente, resultando em personagens mais realistas e adaptáveis. Para melhorar a imersão e a personalização da experiência de jogo, métodos como A*, Machine Learning e Deep Learning têm sido essenciais em permitir que os NPCs reajam dinamicamente às ações dos jogadores. Essas tecnologias permitem que os jogos tenham uma experiência mais rica, na qual os NPCs não apenas desempenham funções narrativas essenciais, mas também interagem de maneiras que tornam o mundo dos jogos mais atraente, ativo e vivo.

Apesar do progresso, os desafios permanecem. Isto é especialmente verdadeiro quando se trata da complexidade e da adaptabilidade dos NPCs a diferentes gêneros de jogos. Por

exemplo, enquanto nos jogos de estratégia os NPCs devem tomar decisões complexas em tempo real, nos jogos de RPG, a profundidade emocional e a narrativa são muito mais importantes. Estes diferentes requisitos significam que uma abordagem única à IA pode não ser suficiente. Portanto, os desenvolvimentos futuros devem considerar a integração de diferentes técnicas de IA para atender às necessidades únicas de cada gênero de jogo. (Yesbr, 2024).

6.1 Desafios encontrados no desenvolvimento de IA para NPC

A criação de IA para NPCs enfrenta obstáculos criativos e técnicos. O desafio é desenvolver comportamento realista e adaptativo que se assemelhem à ações humanas e se adaptem dinamicamente às interações dos jogadores. Requer implementação de algoritmos complexos, como aprendizado de máquina e planejamento de ação orientado a objetivos, exigem grandes quantidades de dados e capacidade computacional. (Toolify.ai, 2024).

Equilibrar a complexidade da IA com a performance do jogo é outro grande desafio. NPCs com IA sofisticada têm a capacidade de usar uma quantidade excessiva de recursos do sistema, o que pode prejudicar a fluidez geral do jogo. Para garantir uma experiência de jogo tranquila suave sem comprometer a inteligência e a interatividade dos NPCs, os desenvolvedores precisam otimizar os algoritmos. (Ebac, 2024).

Equilibrar previsibilidade e imprevisibilidade também é um desafio: NPCs previsíveis podem tornar o jogo entediante, enquanto NPCs imprevisíveis podem frustrar os jogadores. Encontrar o equilíbrio certo entre estes dois aspectos é essencial para criar uma experiência de jogo divertida e satisfatória. (Ebac, 2024).

Diversos desafios éticos emergem no desenvolvimento de IA para NPCs. A personalização excessiva, baseada em grandes volumes de dados do jogador, pode levantar preocupações sobre privacidade e uso ético dessas informações. Além disso, preconceitos nos algoritmos de IA podem influenciar negativamente as interações, resultando em comportamentos enviesados dos NPCs. Esses aspectos requerem maior atenção dos desenvolvedores, que devem equilibrar inovação com práticas éticas robustas para garantir que a IA seja implementada de maneira justa e segura nos jogos digitais (Blog Unicep, 2024).

Por fim, a criação de IA para NPCs deve levar em conta a diversidade de estilos de jogo e as diferentes respostas emocionais que cada jogador pode ter. Criar NPCs que sejam divertidos para todos, mas que também atendam às preferências de todos é um enorme desafio que requer uma abordagem inovadora e centrada no jogador.

6.2 Perspectivas Futuras

O futuro do uso de IA em NPCs promete avanços ainda mais integrados e sofisticados que transformarão ainda mais a experiência do jogador. Desenvolver NPCs capazes de aprender e evoluir de forma autônoma é uma área de grande interesse, principalmente com o uso de Deep Learning e IA Generativa. Utilizando estas tecnologias, os NPCs podem não só reagir às ações dos jogadores, mas também predizer o seu comportamento e criar histórias em tempo real, tornando a experiência mais personalizada e dinâmica (Firth, 2024).

Não prometendo apenas avanços em realismo e adaptabilidade, mas também deve focar na mitigação de desafios técnicos. O desenvolvimento de algoritmos mais eficientes pode reduzir o custo computacional, permitindo que jogos com orçamentos menores implementem tecnologias avançadas. Além disso, modelos de IA otimizados podem equilibrar a complexidade dos NPCs com a acessibilidade, garantindo experiências de jogo ricas sem comprometer a performance geral (Firth, 2024).

CONCLUSÃO

Como inicialmente proposto, confirma-se que a IA evoluiu na criação de NPCs em jogos digitais e que esta desempenha um papel importante na melhoria da experiência do jogador. Foram destacados como várias técnicas e algoritmos, incluindo A*, aprendizado de máquina e aprendizado profundo, foram usados para tornar os NPCs mais realistas e adaptativos, aumentando assim a imersão e o envolvimento do jogador.

Porém, a pesquisa revelou limitações, como a rápida evolução da tecnologia e a necessidade de se manter atualizado para acompanhar os avanços. Além disso, a forma como as técnicas de IA afetaram diferentes tipos de jogos mostrou que não existe uma única abordagem ideal para cada situação.

A investigação futura deverá centrar-se em novas técnicas de IA, como a IA generativa, que poderão resultar em NPCs ainda mais complexos e adaptáveis. Também vale a pena investigar como essas novas tecnologias podem ser usadas para combinar a complexidade dos NPCs com uma jogabilidade divertida para os jogadores. A exploração contínua ajudará a compreender melhor o papel da IA nos jogos online, permitindo o desenvolvimento de personagens não jogáveis que não apenas complementam, mas também desafiam e surpreendem os jogadores de formas criativas.

REFERÊNCIAS

- AJBSTORE. **Como a inteligência artificial está revolucionando os jogos.** 2024. Disponível em: <<https://www.ajbstore.com.br/post/como-a-intelig%C3%A3ncia-artificial-est%C3%A1-revolucionando-os-jogos>>. Acesso em: 14 set. 2024.
- AWARI_a. **Aprenda sobre machine learning aplicado a jogos.** 2023. Disponível em: <[//awari.com.br/aprenda-sobre-machine-learning-aplicado-a-jogos/](http://awari.com.br/aprenda-sobre-machine-learning-aplicado-a-jogos/)>. Acesso em: 17 ago. 2024.
- AWARI_b. **Como a inteligência artificial está revolucionando os jogos.** 2023. Disponível em: <<https://awari.com.br/como-a-inteligencia-artificial-esta-revolucionando-os-jogos/>>. Acesso em: 17 ago. 2024.
- BIANCHINI, R. C. et. al. **Jogos Eletrônicos e Realidade Virtual**, 2006. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Cap. 12. Pag. 199-219. VII Symposium on Virtual Reality. Belém, PA. Disponível em: <[//www.researchgate.net/profile/Romero-Tori/publication/216813069_Fundamentos_de_Realidade_Virtual/links/5d234774458515c11c1c5cdb/Fundamentos-de-Realidade-Virtual.pdf#page=206](http://www.researchgate.net/profile/Romero-Tori/publication/216813069_Fundamentos_de_Realidade_Virtual/links/5d234774458515c11c1c5cdb/Fundamentos-de-Realidade-Virtual.pdf#page=206)>. Acesso em 24 ago. 2024.
- BLOG UNICEP. **Inteligência Artificial e Ética: Conheça o impacto ético da IA na sociedade.** 2024. Disponível em: <unicep.edu.br/post/intelig%C3%Aancia-artificial-e-%C3%A9tica-conhe%C3%A7a-o-impacto-%C3%A9tico-da-ia-na-sociedade>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- COMANDOGEEK. **O que é personagem não jogável (NPC)?** Disponível em: <[//comandogeek.com.br/blog/glossario/o-que-e-personagem-nao-jogavel-npc/](http://comandogeek.com.br/blog/glossario/o-que-e-personagem-nao-jogavel-npc/)>. Acesso em: 17 ago. 2024.
- COSTA, A. A. **A violência e o desenvolvimento moral nos jogos eletrônicos.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Faculdade de Computação, Campus Universitário de Castanhal, Universidade Federal do Pará, Castanhal, 2023. Disponível em: <[//bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/6499](http://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/6499)>. Acesso em: 17 ago. 2024.
- EBAC. **Inteligência artificial nos games: como ela está sendo utilizada?** 2024. Disponível em: <<https://ebaconline.com.br/blog/impactos-da-ia-seo/>>. Acesso em: 24 ago. 2024.
- ESPM. **Inteligência artificial em games: os primórdios.** Sistemas de Informação. Disponível em: <[//sistemasdeinformacao.espm.edu.br/acontece-no-curso/projeto-interdisciplinar_jogos/inteligencia-artificial-em-games-os-primordios/](http://sistemasdeinformacao.espm.edu.br/acontece-no-curso/projeto-interdisciplinar_jogos/inteligencia-artificial-em-games-os-primordios/)>. 2021. Acesso em: 24 ago. 2024.
- FIRTH, N. **Como a IA generativa pode reinventar o que significa jogar.** 2024. Disponível em: <[//mittechreview.com.br/ia-generativa-e-jogos/](http://mittechreview.com.br/ia-generativa-e-jogos/)>. Acesso em: 17 set. 2024.
- FOLTER, R. **O que é NPC?** 2022. Disponível em: <www.terra.com.br/gameon/o-que-e-npc,39c4005d90fd2b3b40e4ac846926a49eqta9ha37.html>. Acesso em: 24 ago. 2024.

KISHIMOTO, A. **Inteligência artificial em jogos eletrônicos**. 2004. Disponível em: <[//edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4310580/mod_resource/content/1/Intelig%C3%A3oArtificial%20em%20Jogos%20Eletr%C3%B4nicos.pdf](http://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4310580/mod_resource/content/1/Intelig%C3%A3oArtificial%20em%20Jogos%20Eletr%C3%B4nicos.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2024.

KLEINA, N. **Inteligência artificial da Nvidia faz NPCs conversarem com jogador**. 2023. Disponível em: <[//www.adrenaline.com.br/nvidia/inteligencia-artificial-da-nvidia-faz-npcs-conversarem-com-jogador/](http://www.adrenaline.com.br/nvidia/inteligencia-artificial-da-nvidia-faz-npcs-conversarem-com-jogador/)>. Acesso em: 31 ago. 2024.

LIMA, F. U. R. **Evoluindo redes neurais artificiais para a geração de NPCs verossímeis utilizando visão artificial**. 2018.61 f. TCC - Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Crateús, 2018. Disponível em: <[//repositorio.ufc.br/handle/riufc/38760](http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/38760)>. Acesso em: 31 ago. 2024.

LUIZA, M; BRUNI, T. **Algoritmo A* (A Estrela)**. 2019. Disponível em: <[//github.com/malufreitas/a-estrela](http://github.com/malufreitas/a-estrela)>. Acesso em: 7 set. 2024.

MOREIRA, F. **Árvore de comportamento – IA**. 2022. Disponível em: <[//evolvers.com.br/arvore-de-comportamento-ia/](http://evolvers.com.br/arvore-de-comportamento-ia/)>. Acesso em 17 set. 2024.

NAGEM, K. L. **Aplicação da inteligência artificial em jogos digitais**. 2022. Disponível em: <[//repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/65246/1/KEVIN_LOPES_NAGEM.pdf](http://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/65246/1/KEVIN_LOPES_NAGEM.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2024.

PARADEDA, R. B.; FREITAS, G.; SOUZA, A. A. **Aparência e Comportamento do NPC e sua Influência na Tomada de Decisão e Percepção Jogador-NPC**. 2023. Disponível em: <[//sol.sbc.org.br/index.php/sbcup/article/view/24991](http://sol.sbc.org.br/index.php/sbcup/article/view/24991)>. Acesso em: 31 ago. 2024

PENHA, D. **Aplicação de um Algoritmo Genético a NPCs de um Jogo, para Otimização Indireta de Estratégias**. 2017. Disponível em: <[//publicacoes.even3.com.br/tcc/aplicacao-de-um-algoritmo-genetico-a-npcs-de-um-jogo-para-otimizacao-indireta-de-estrategias-116094](http://publicacoes.even3.com.br/tcc/aplicacao-de-um-algoritmo-genetico-a-npcs-de-um-jogo-para-otimizacao-indireta-de-estrategias-116094)>. Acesso em 17 set. 2024.

PREMOLI, B. O. e SILVA, V. A. **Estudo sobre o comportamento de NPCs e inimigos em jogos digitais utilizando a inteligência artificial**. 2024. Disponível em: <[//ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/23495](http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/23495)>. Acesso em: 18 set. 2024.

RAIZEN. **Máquina de Estados Finitos**. 2019. Disponível em: <[//condadobraveheart.com/threads/inteligencia-artificial-2-maquina-de-estados-finitos-fsm.4900/](http://condadobraveheart.com/threads/inteligencia-artificial-2-maquina-de-estados-finitos-fsm.4900/)>. Acesso em: 17 set. 2024.

RUSSELL, S. e NORVIG, P. E-book - **Inteligência Artificial - Uma Abordagem Moderna**. Editora: GEN LTC. Edição: 2022.

SILVA, M. P. R. **Aplicação de agentes em Jogos Digitais**. 2010. Disponível em: <[//www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA009/artigos/IA009_2010_13.pdf](http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA009/artigos/IA009_2010_13.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2024.

TOOLIFY.AI. **Construindo a IA do F.E.A.R. com Planejamento de Ação Orientado a Metas.** 2024. Disponível em: <www.toolify.ai/pt/ai-news-pt/construindo-a-ia-do-fear-com-planejamento-de-ao-orientado-a-metas-2770706>. Acesso em 17 set. 2024.

TREVISAN, D.; BRAGA, A. **Inteligência Artificial nos Games.** 2023. Disponível em: <dx.doi.org/10.23925/1984-3585.2022i26p90-104>. Acesso em: 7 set. 2024

UPDYKE, D. D.; et al. **Using Machine Learning to Increase NPC Fidelity.** Disponível em: <insights.sei.cmu.edu/library/using-machine-learning-to-increase-npc-fidelity>. Carnegie Mellon University. Dec. 2021. Acesso em: 24 ago. 2024

VALADARES, G. P. O.; RIBEIRO, M. W. S. **Técnicas de Inteligência Artificial na Criação de Personagens Não Jogáveis: uma Revisão de Literatura.** 2022. Disponível em: <sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/23650>.

YESBR. **Transformação da IA na indústria dos games.** 2024. Disponível em: <yesbr.com.br/redes-sociais/transformacao-ia-industria-dos-games/>. Acesso em: 7 set. 2024.