

# ESTUDO SOBRE O COMPORTAMENTO DE NPCs E INIMIGOS EM JOGOS DIGITAIS UTILIZANDO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

**Breno de Oliveira Premoli**

**Victor Amaral Silva**

**Adriane Cavichioli**

{breno.premoli, victor.silva231, adriane.cavichioli}@fatec.sp.gov.br

**Resumo:** Os Personagens Não-Jogáveis (NPCs) e os inimigos desempenham um papel fundamental na ambientação e no enredo dos videogames, proporcionando interações significativas para os jogadores, que frequentemente os encontram em papéis de guardas, civis, proprietários de lojas, e como todos os personagens não controlados pelo jogador, incluindo os monstros e chefões. A natureza dessas interações é determinada pela implementação da Inteligência Artificial (IA) e pelo contexto dentro do jogo. Uma variedade de técnicas é empregada para programar a IA de NPCs e inimigos, como árvores de comportamento, máquinas de estado finito, *pathfinding* e redes neurais. Este artigo propõe uma explanação detalhada desses métodos, abordando suas características individuais, histórico, implementação prática e potenciais evoluções futuras. Utilizando recursos visuais, literatura especializada e pesquisas prévias, este estudo oferece uma análise aprofundada das distinções entre essas abordagens, contribuindo para uma compreensão mais abrangente da IA em videogames. A metodologia adotada nesta pesquisa baseia-se na análise de representações gráficas, literatura relevante e estudos anteriores no campo. Essa investigação visa enriquecer o conhecimento existente sobre o desenvolvimento de videogames e a programação de IA, fornecendo insights valiosos para pesquisadores e desenvolvedores neste campo dinâmico. A análise proposta promove uma compreensão mais profunda dos aspectos intrínsecos da IA de NPCs e inimigos, destacando seu papel na moldagem da experiência imersiva dos jogadores em videogames contemporâneos e futuros. Como resultado, este estudo contribui significativamente para o avanço do conhecimento e práticas no desenvolvimento de videogames e IA.

**Palavras-Chave:** Inteligência artificial. Jogos digitais. NPC.

**Summary:** *Non-Playable Characters (NPCs) and enemies play a key role in the setting and storyline of video games, providing meaningful interactions for players, who often encounter them in the roles of guards, civilians, store owners, and as all characters not controlled by the player, including monsters and bosses. The nature of these interactions is determined by the implementation of Artificial Intelligence (AI) and the context within the game. A variety of techniques are employed to program the AI of NPCs and enemies, such as behavior trees, finite state machines, pathfinding and neural networks. This article proposes a detailed explanation of these methods, covering their individual characteristics, history, practical implementation and potential future developments. Using visual aids, specialized literature and previous research, this study offers an in-depth analysis of the distinctions between these approaches, contributing to a more comprehensive understanding of AI in video games. The methodology adopted in this research is based on the analysis of graphical representations, relevant literature and previous studies in the field. This research aims to enrich existing knowledge about video*

*game development and AI programming, providing valuable insights for researchers and developers in this dynamic field. The proposed analysis promotes a deeper understanding of the intrinsic AI aspects of NPCs and enemies, highlighting their role in shaping players' immersive experience in contemporary and future video games. As a result, this study contributes significantly to the advancement of knowledge and practices in video game development and AI.*

**Keywords:** Artificial intelligence. Video games. NPC.

## 1 INTRODUÇÃO

Entender como os NPCs (Personagens Não Jogáveis) e os inimigos funcionam nos jogos é importante para deixar o jogo mais divertido e interessante. Antes de falar dos NPCs, é bom saber que eles diferem dos personagens que você controla no jogo (PCs). Enquanto os PCs são controlados pelo jogador, os NPCs são controlados pelo computador usando Inteligência Artificial (IA). Isso cria um ambiente dentro do jogo onde surgem interações, missões e desafios, tornando a experiência do jogador mais imersiva.

Os NPCs têm diferentes papéis no jogo, desde auxiliar o jogador até representar desafios a serem vencidos. O interessante é que esses personagens podem agir sozinhos e reagir ao que acontece no jogo, tornando as histórias mais interessantes. Criar NPCs que se comportem de maneira “correta” é um desafio, especialmente em jogos onde o jogador pode fazer muitas coisas diferentes. Mas quando os NPCs parecem reais, isso ajuda o jogador a se sentir parte do jogo.

A evolução da IA nos jogos tem sido importante para tornar os NPCs e inimigos mais inteligentes e realistas ao longo do tempo. Técnicas como Árvore de Comportamento, Máquinas de Estado Finito, *Pathfinding* e Redes Neurais são usadas para fazer os NPCs agirem de maneira mais inteligente e desafiadora.

O futuro da IA nos jogos promete deixar a experiência do jogador ainda melhor. Novas técnicas, como interações mais naturais com os personagens e o uso de redes neurais para melhorar o jogo, vão mudar a maneira como os jogos são feitos e jogados. Com a tecnologia avançando, a IA continuará sendo importante para fazer os jogos mais criativos que deixem o jogador completamente envolvido com a jogabilidade.

## 2 COMPREENDENDO NPCs E INIMIGOS EM JOGOS

PCs, ou personagens controlados pelo jogador, contrastam com NPCs, que são controlados pela IA do jogo. NPCs desempenham papéis variados, incluindo inimigos, aliados e vendedores, impactando diretamente na jogabilidade e na imersão do jogador. Criar NPCs que reajam de maneira “correta” é desafiador devido à natureza subjetiva da

credibilidade percebida pelos jogadores. Comportamentos inconsistentes podem quebrar a imersão, enquanto NPCs críveis reforçam a narrativa e incentivam o envolvimento emocional do jogador, promovendo interações contínuas com o jogo. Conforme destacado por Geneva M. Smith (2023), a coesão entre as ações dos NPCs e a narrativa do jogo é crucial para manter a credibilidade e o engajamento dos jogadores.

### **3 IA EM JOGOS**

A IA em jogos digitais desempenha um papel crucial na criação de NPCs, na geração de cenários e comportamentos do adversário, e na melhoria da jogabilidade. Diversas técnicas de IA permitem que os NPCs tomem decisões realistas e até mesmo se adaptem ao comportamento do jogador (CHAVES, 2023). Na história, a IA é reconhecida desde a década de 50, quando John McCarthy cunhou o termo em uma conferência em 1956. A. L. Samuel também contribuiu com o conceito de “*machine learning*” em 1959, utilizando-o no jogo de damas para calcular jogadas futuras (RECORDANDO...,2022). Segundo Chaves (2023), na década de 1970, jogos como *Space Invaders* e *Pac-Man* introduziram características de IA, elevando a qualidade da experiência de jogo. Nas décadas de 80 e 90, a IA foi aplicada em jogos esportivos e de estratégia, utilizando técnicas como máquinas de estado finito (FAI) para criar interações nos diálogos e examinar escolhas dos jogadores. Atualmente, a maioria dos jogos de sucesso incorpora IA para tornar a jogabilidade mais dinâmica e realista, adaptando-se às escolhas do jogador e proporcionando interações naturais com NPCs, proporcionando uma experiência de imersão ao jogador.

### **4 TÉCNICAS DE IA PARA COMPORTAMENTO DE NPC'S E INIMIGOS**

#### **4.1 ÁRVORES DE COMPORTAMENTO**

*Behavior Trees* (BTs) são uma técnica de Inteligência Artificial aplicada em jogos para capacitar NPCs a realizar comportamentos. Essas árvores, descritas por Moreira (2022), funcionam como “mapas de decisões”, com nós hierárquicos orientando as ações dos NPCs. As folhas representam comandos reais que governam as ações dos NPCs, enquanto os ramos contêm vários tipos de nós utilitários para orientar a IA na tomada de decisões. As tarefas, que incluem ações e condições, são os principais elementos das árvores de comportamento. Enquanto as ações têm impacto direto no jogo, como realizar ataques ou coletar itens, as condições monitoram o ambiente do jogo para tomar decisões, como verificar a proximidade de inimigos. Existem também as “tarefas compostas”,

como seletores e sequências, que determinam a execução das subtarefas. *Decorators* são recursos adicionados posteriormente para tornar a árvore flexível e escalável, permitindo a adição de comportamentos sem alterar o código original. Um exemplo de aplicação é na série de jogos “*Halo*” (PEREIRA, 2011), onde as BTs controlam o comportamento dos NPCs em um cenário de combate contra forças alienígenas.

## 4.2 MÁQUINAS DE ESTADO FINITO

As Máquinas de Estado Finito (FSM) são uma técnica antiga em jogos eletrônicos que envolve a representação abstrata de personagens, onde diferentes estados descrevem as situações possíveis do jogo e as transições entre eles indicam mudanças de comportamento. A simplicidade e facilidade de implementação das FSMs as mantêm em alta demanda até hoje, permitindo incorporar novos estados facilmente. No entanto, sua limitação inclui a previsibilidade das ações para o jogador. Para superar isso, outras técnicas de IA, como Redes Neurais e Lógica Fuzzy, podem ser combinadas com FSMs. Um exemplo de uso das FSMs é no jogo “*Pac-Man*”, onde os comportamentos dos fantasmas são determinados por FSMs, como perseguir, evadir e vagar (REIS; ANDRADE, 2022).

## 4.3 PATHFINDING (OU ALGORITMOS DE BUSCA)

Segundo BAGGIOTTO (2018), o *Pathfinding*, ou busca de caminhos se trata de mover-se eficientemente de um local para outro, contornando obstáculos de maneira inteligente, é essencial para qualquer entidade que busque demonstrar inteligência em jogos. A integração de recursos de Inteligência Artificial nos jogos tem um impacto visual notável, especialmente no que diz respeito à capacidade de determinar rotas e movimentações.

Segundo REIS e ANDRADE (2022), existem diversos algoritmos de *Pathfinding* específicos para diferentes necessidades em jogos. O *Path following* é utilizado em jogos de corrida, onde os veículos seguem uma rota pré-determinada, mas o jogador controla a velocidade, direção e estratégia ao longo do caminho. Já o *Breadcrumb Pathfinding* permite que o jogador determine o percurso a ser seguido pelo NPC, deixando indicações ao longo do caminho. A Navegação *Waypoint* envolve a colocação estratégica de pontos de rota no ambiente do jogo para otimizar os algoritmos de *pathfinding*. O algoritmo A\* é um dos mais populares, considerado admissível, identificando um percurso ideal entre os estados inicial e final. Ele fragmenta o terreno do cenário em pequenos quadrados

tratados como nós no grafo, buscando um caminho desviando dos obstáculos e utilizando uma função de avaliação para selecionar o próximo nó na rota.

#### **4.4 REDES NEURAIS**

Uma Rede Neural Artificial (RNA) é um modelo matemático inspirado no funcionamento do cérebro humano, composta por neurônios artificiais interligados como circuitos, simulando conexões sinápticas por meio de pesos (REIS; ANDRADE, 2022). Durante o treinamento, os pesos da RNA são ajustados para a rede aprender a se comportar em situações específicas, com entradas, camadas internas e saídas. Durante o processo, os sinais são multiplicados pelos pesos das entradas e passam por uma função de ativação, sendo transmitidos a outros neurônios se a função de ativação for disparada (BAGGIOTTO, 2018). O ajuste dos pesos é realizado para minimizar os erros entre as saídas da rede e o conjunto de testes, continuando até que a taxa de erro atinja um limite específico ou após um número definido de ciclos. As RNAs são complexas e exigem compreensão interna para serem aproveitadas ao máximo, incluindo a seleção das entradas, precauções durante o treinamento e a definição da estrutura da rede.

#### **5 FUTURO DA IA EM JOGOS**

O destino da IA em jogos se mostra algo incerto, porém é certo que o caminho da qualidade dos “*games*” é evoluir, a Inteligência Artificial se mostra presente no cenário atual e nos próximos anos, pois ainda existe o que se extrair dessa tecnologia, um exemplo é o jogo *GTA 6*, seu antecessor, o *GTA 5*, foi lançado no dia 1 de outubro de 2013, o lançamento do *GTA 6* está previsto para 2025, muitos dizem que a demora mais de 10 anos para sua produção foi devido a tantas novas tecnologias surgindo, e obviamente, a *Rockstar*, empresa desenvolvedora do “*game*”, não quer ficar para trás, mantendo seu produto como o principal jogo da indústria.

Segundo POROKH (2023), a IA transformará a maneira como as pessoas desenvolvem, jogam e vivenciam experiências de jogos, abrindo caminho para uma nova fase de criatividade e envolvimento. Isso inclui mudanças nas oportunidades de emprego, com a necessidade de aprender novas habilidades, além de melhorias no realismo e na imersão dos jogos, com gráficos e simulações físicas mais avançados. A IA também contribuirá para a geração automática de conteúdo nos jogos, como paisagens, cidades e missões, aumentando a variedade das experiências de jogo. Além disso, os parceiros e adversários controlados pela IA serão tão realistas que se assemelharão aos jogadores

humanos, adaptando-se às estratégias dos jogadores e tornando os jogos mais desafiadores. A IA também será responsável por gerar música e paisagens sonoras que se ajustam aos momentos e sentimentos do jogo, além de possibilitar a interação em linguagem natural com personagens e ambientes do jogo, tornando a experiência mais realista. Por fim, em jogos de RPG de mesa, a IA poderá atuar como Mestre do Jogo, criando missões, interpretando personagens e respondendo dinamicamente às escolhas dos jogadores. Essas mudanças já estão sendo observadas, como o *AI-Driven Game Mastering*, em que programas de IA são utilizados como GM, como *ChatGPT*, *friends & fables* e *AI dungeon*. O *ChatGPT* e o *AI Dungeon* são exemplos de plataformas onde os usuários podem interagir com modelos de linguagem para criar e jogar cenários, enquanto a *Neuro-sama* é um exemplo de interação de linguagem natural com uma IA em um contexto de entretenimento, como uma *VTuber*.

## 6 JUSTIFICATIVA

Este trabalho é importante porque explora como personagens não jogáveis (NPCs) e inimigos em jogos são moldados pela Inteligência Artificial (IA). A maneira como esses personagens se comporta afeta diretamente a diversão e o envolvimento dos jogadores.

A IA torna os NPCs mais do que simples obstáculos, graças a essa tecnologia eles ganham maior autonomia no jogo. Ao entender e melhorar essas tecnologias, os jogos se tornam mais realistas. Se os NPCs agirem de maneira consistente, os jogadores se sentem mais conectados ao jogo. Isso não só melhora a experiência, mas também faz com que os jogadores se envolvam emocionalmente com a história.

O trabalho destaca técnicas específicas de IA, como Árvores de Comportamento, Máquinas de Estado Finito, *Pathfinding* e Redes Neurais. Essas técnicas são ferramentas importantes que ajudam a criar personagens que reagem de maneira inteligente e adaptável às ações dos jogadores.

Olhando para o futuro, a IA transformará ainda mais os jogos. Isso significa personagens mais realistas, cenários gerados automaticamente, interações em linguagem natural e até mesmo mestres de jogos baseados em IA em jogos de mesa. Este trabalho não é apenas sobre jogos; é sobre a evolução de como experimentamos histórias interativas.

Portanto, entender como a IA molda NPCs e inimigos em jogos não é apenas interessante para os entusiastas de tecnologia, mas é crucial para todos que amam jogar. É sobre tornar os jogos mais reais, mais desafiadores e mais emocionantes. Este trabalho

abre caminho para a inovação na indústria de jogos e para experiências de jogo cada vez melhores.

## **7 OBJETIVOS**

Nosso objetivo principal é mostrar como a IA mudará a esfera dos jogos. Faremos isto explorando técnicas específicas, como Árvores de Comportamento, Máquinas de Estado Finito, *Pathfinding* e Redes Neurais. O estudo visa compreender os conceitos fundamentais de cada técnica, suas vantagens e desvantagens, e examinar exemplos de sua aplicação em jogos reais. Além disso, o trabalho visa analisar as perspectivas futuras da IA nos jogos, considerando possíveis evoluções tecnológicas e seu impacto na experiência do jogador.

## **8 METODOLOGIA**

A metodologia adotada baseou-se principalmente na análise de textos e artigos relevantes para a temática em questão. Este método proporcionou uma abordagem aprofundada para explorar os diferentes pontos de vista relacionados ao tema de pesquisa. A escolha por essa metodologia baseada em textos e artigos foi motivada pela necessidade de buscar informações existentes no campo de estudo, além de proporcionar uma visão abrangente das descobertas já estabelecidas por pesquisadores e especialistas.

Com base nisso, na revisão da literatura, foram analisados conceitos introdutórios relacionados ao tema, como NPCs, jogos, entre outros, explorando as perspectivas futuras da inteligência artificial (IA) e suas diversas técnicas. Essa pesquisa abrangeu uma variedade de tópicos, incluindo Árvores de Comportamento, Máquinas de Estado Finito, *Pathfinding*, Redes Neurais e o próprio futuro da IA. O objetivo principal consistiu em entender os conceitos, fundamentos de cada técnica, junto de suas vantagens e desvantagens, e examinar exemplos de sua aplicação em jogos reais.

## **9 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

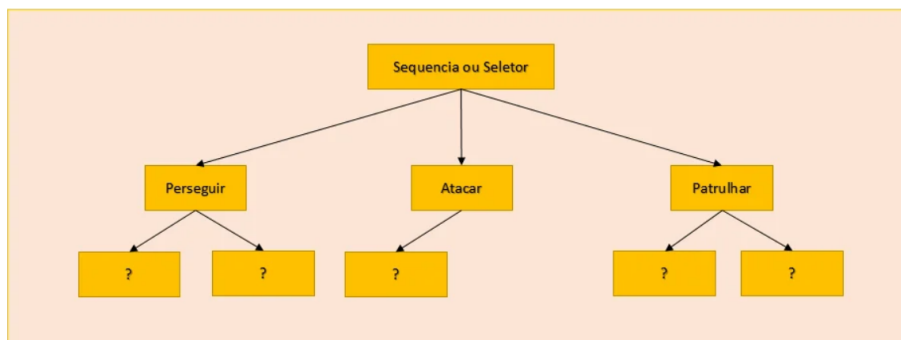
### **9.1 RESULTADOS**

Os resultados desta pesquisa foram obtidos por meio da análise de diversas técnicas de IA aplicadas ao comportamento de NPCs e inimigos em jogos. As técnicas investigadas incluem Árvores de Comportamento, Máquinas de Estado Finito, *Pathfinding* e Redes Neurais. A seguir, são apresentados os principais achados:

### 9.1.1 ÁRVORES DE COMPORTAMENTO

A análise das Árvores de Comportamento (BTs) revelou que esta técnica oferece uma estrutura flexível e escalável para a tomada de decisões por NPCs. Em jogos como a série “*Halo*”, as BTs foram fundamentais para criar comportamentos complexos e realistas. A utilização de tarefas, tarefas compostas e *decorators* permite que os desenvolvedores adicionem comportamentos sem modificar o código existente, promovendo a modularidade.

Figura 1 - Exemplo de comandos na árvore de comportamento



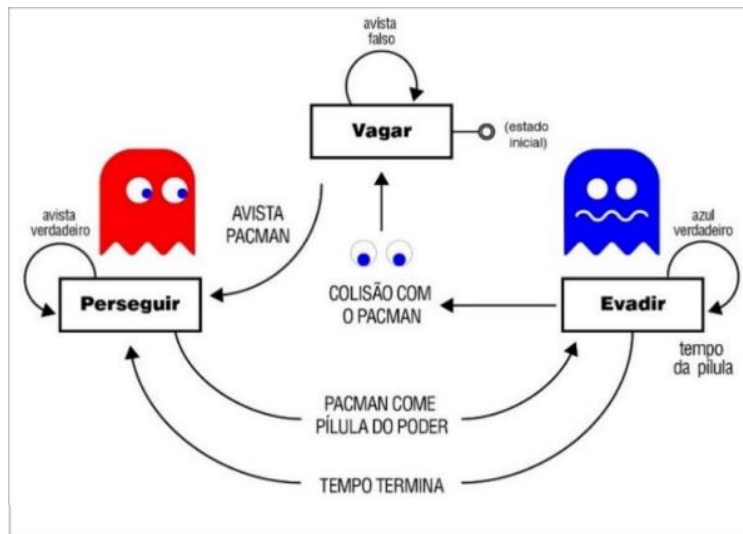
Fonte: MOREIRA (2022)

### 9.1.2 MÁQUINAS DE ESTADO FINITO

As Máquinas de Estado Finito (FSMs) mostraram ser uma técnica robusta e fácil de implementar para modelar o comportamento de NPCs. No clássico jogo “*Pac-Man*”, os FSMs foram utilizados para definir estados claros (perseguir, evadir, vagar) e transições entre eles, resultando em comportamentos previsíveis, mas eficazes. No entanto, a limitação em cenários mais complexos foi destacada, uma vez que inúmeros estados podem tornar o sistema inviável.



Figura 2 - Exemplo de comandos nas máquinas de estado finito representando os estados do fantasma no jogo Pac-Man

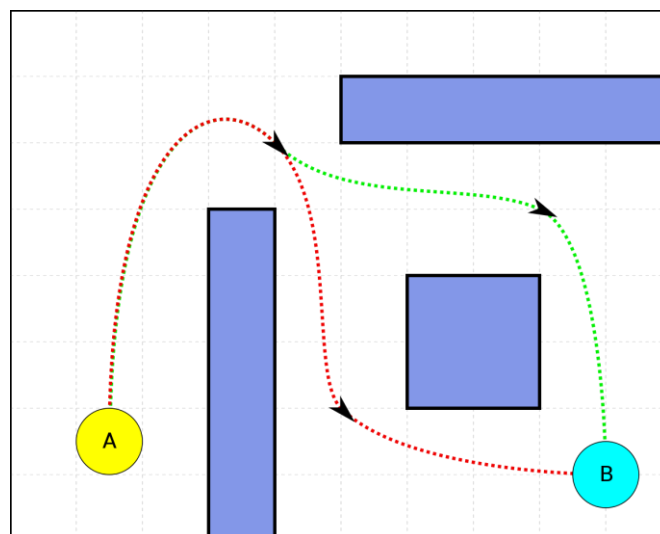


Fonte: REIS; ANDRADE (2022)

### 9.1.3 PATHFINDING

Os algoritmos de *Pathfinding*, como o A\*, mostraram-se essenciais para a movimentação eficiente dos NPCs em ambientes de jogo. A análise do A\* indicou sua capacidade de encontrar caminhos ótimos em mapas fragmentados, tornando-o ideal para jogos com ambientes grandes e complexos. Técnicas como *Breadcrumb Path Finding* e *Navegação Waypoint* foram igualmente importantes para otimizar o desempenho do *pathfinding* em jogos de corrida e outros cenários dinâmicos.

Figura 3 - Exemplo de algoritmo de busca contornando obstáculos

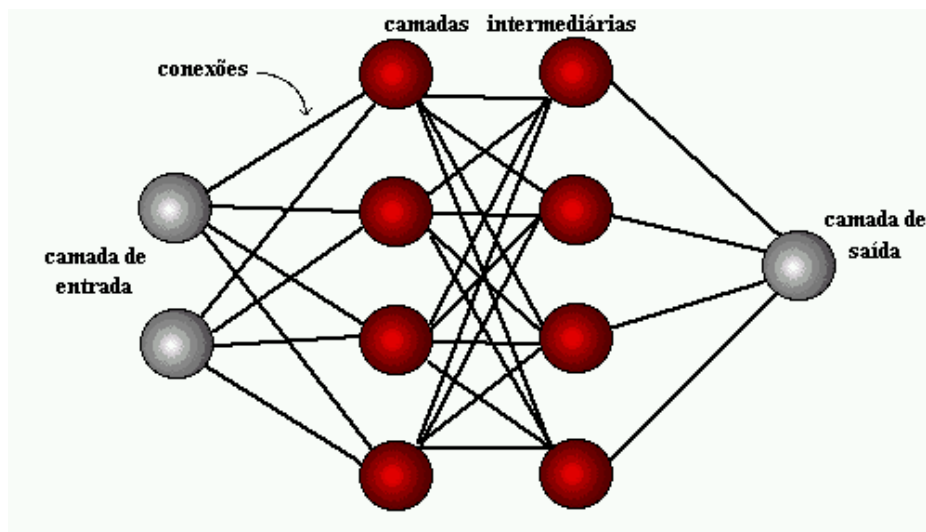


Fonte: Wikipedia

### 9.1.4 REDES NEURAIAS

As Redes Neurais demonstraram um potencial significativo para criar comportamentos adaptativos e inteligentes em NPCs. Durante o treinamento, os pesos das redes neurais foram ajustados para minimizar erros, resultando em comportamentos mais naturais e sofisticados. Exemplos como “*AI Dungeon*” e a VTuber “*Neuro-sama*” destacaram a capacidade das redes neurais de gerar interações complexas e realistas com os jogadores.

Figura 4 - Exemplo do funcionamento das redes neurais



Fonte: sites.icmc.usp.br

### 9.2 DISCUSSÃO

As diferentes técnicas de IA analisadas apresentam um amplo espectro de aplicações, vantagens e desafios. O quadro 1 - Comparação das Técnicas de IA apresenta uma comparação detalhada dessas técnicas, Árvores de Comportamento se destacam pela flexibilidade e modularidade, sendo ideais para jogos que requerem comportamentos complexos e variados, como a série “*Halo*”. Máquinas de Estado Finito, por outro lado, são mais simples e robustas, adequadas para jogos com comportamentos mais previsíveis e menos complexos, como “*Pac-Man*”.

Os algoritmos de *Pathfinding*, especialmente o A\*, são essenciais para jogos que exigem movimentação eficiente e estratégica, como “*StarCraft*” e “*Age of Empires*”. No entanto, sua aplicação em ambientes grandes e dinâmicos pode ser computacionalmente custosa.

As Redes Neurais representam o futuro da IA em jogos, oferecendo a promessa de comportamentos altamente adaptativos e interações complexas. Exemplos como “*AI*

*Dungeon*” demonstram o potencial dessas técnicas, embora sua implementação exija considerável poder computacional.

**Quadro 1 - Comparação das Técnicas de IA**

<b>Técnica de IA</b>	<b>Jogos que utilizam</b>	<b>Ano que surgiu</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Árvores de Comportamento	Série "Halo"	2005	- Estrutura flexível e escalável - Modularidade com <i>decorators</i> - Facilidade de manutenção e expansão	- Pode se tornar complexa em cenários dinâmicos - Requer planejamento detalhado
Máquinas de Estado Finito	"Pac-Man"	1980	- Simplicidade e robustez - Fácil de implementar e depurar - Previsibilidade	- Pode resultar em comportamentos repetitivos - Não escalável em ambientes altamente complexos
<i>Pathfinding</i> (A*)	"StarCraft", "Age of Empires"	1968	- Encontra caminhos ótimos - Eficiente em contornar obstáculos - Amplamente aplicável em diversos jogos	- Computacionalmente intensivo em grandes mapas - Pode ser complicado em ambientes dinâmicos
Redes Neurais	"AI Dungeon"	1943 (teoria), 1980 (prática)	- Adaptabilidade e capacidade de aprendizado - Comportamentos emergentes e realistas - Interações complexas	- Exige treinamento extensivo - Requer recursos computacionais significativos - Complexidade de implementação

Fonte: PREMOLI e SILVA, 2024

### 9.2.1 RELEVÂNCIA E VANTAGENS

A relevância das técnicas de IA na evolução dos jogos é evidente. Árvores de Comportamento e FSMs proporcionam estruturas claras para a tomada de decisões e comportamentos dos NPCs, enquanto algoritmos de *Pathfinding* garantem movimentação eficiente e adaptativa. As Redes Neurais, por sua vez, oferecem potencial para interações mais profundas e comportamentos emergentes.

### 9.2.2 LIMITAÇÕES

Apesar das vantagens, cada técnica apresenta suas limitações. Árvores de Comportamento podem se tornar complexas e difíceis de gerenciar em cenários muito

dinâmicos. FSMs podem levar a comportamentos previsíveis e não são escaláveis em ambientes altamente complexos. Algoritmos de *Pathfinding*, embora eficientes, podem ser computacionalmente intensivos em grandes mapas. Redes Neurais exigem treinamento extensivo e recursos computacionais significativos.

### **9.3 CONCLUSÃO**

Os resultados desta pesquisa confirmam a importância e a eficácia das técnicas de IA no comportamento de NPCs e inimigos em jogos. Cada técnica oferece vantagens específicas e enfrenta suas próprias limitações, mas juntas, elas possibilitam a criação de experiências de jogo mais realistas, desafiadoras e envolventes. A evolução contínua dessas tecnologias promete transformar ainda mais a indústria de jogos, levando a novas formas de criatividade e interação.

## **10 COMPARAÇÃO COM A LITERATURA**

A pesquisa de Moreira (2022) sobre Árvores de Comportamento corroborou com os achados sobre a flexibilidade e escalabilidade desta técnica. A modularidade proporcionada pelos *decorators* é uma vantagem significativa, permitindo a adição de novos comportamentos sem a necessidade de modificar o código base.

No caso das FSMs, Reis e Andrade (2022) destacaram a simplicidade e robustez dessa técnica, o que se alinha com os resultados estudados. No entanto, a limitação em cenários complexos mencionada por Reis e Andrade também foi observada na análise, indicando a necessidade de combinar FSMs com outras técnicas de IA para superar essa limitação.

Os algoritmos de *Pathfinding*, como descritos por Baggiotto (2018) e Fugita (2005), mostraram-se eficazes em encontrar caminhos ótimos e contornar obstáculos, o que está conforme a pesquisa sobre a aplicação do A\* e outras técnicas de *path finding*. A utilização de *Waypoints* e *Breadcrumbs* otimiza ainda mais o desempenho em ambientes grandes e dinâmicos.

As Redes Neurais, analisadas por Reis e Andrade (2022) e Baggiotto (2018), demonstraram um potencial significativo para comportamentos adaptativos e interações complexas. Os resultados sobre a aplicação em “*AI Dungeon*” e “*Neuro-sama*” reforçam a capacidade das redes neurais de criar experiências de jogo mais realistas e envolventes.

## **11 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste estudo era explorar como a Inteligência Artificial (IA) molda os NPCs e inimigos nos jogos, buscando entender suas técnicas e impacto futuro. Ao

analisar diferentes métodos como Árvores de Comportamento, Máquinas de Estado Finito, *Pathfinding* e Redes Neurais, foi compreendido como essas tecnologias são essenciais para criar personagens que reagem de maneira inteligente e dinâmica às ações dos jogadores.

Por meio dessa exploração, foi possível verificar que a IA não apenas torna os NPCs e inimigos mais desafiadores, mas também mais realistas, aumentando a imersão e a conexão emocional dos jogadores com o jogo. Com personagens que agem de maneira consistente e real, a IA contribui para uma experiência de jogo mais envolvente e satisfatória.

Além disso, ao projetar o futuro da IA nos jogos, várias oportunidades foram identificadas, como o potencial para mundos gerados automaticamente, interações em linguagem natural e até mesmo mestres de jogo baseados em IA. Essas perspectivas não apenas prometem revolucionar a indústria de jogos, mas também oferecem novas maneiras de experimentar e vivenciar histórias.

Por isso, este estudo não fornece apenas percepções sobre a IA em jogos, mas também destaca sua importância na evolução contínua da indústria dos games e na criação de experiências de jogo mais ricas e envolventes. Ao entender como a IA influencia NPCs e inimigos, abre-se portas para uma nova era de inovação e criatividade na maneira de jogar e experienciar histórias cada vez mais reais.

## REFERÊNCIAS

BAGGIOTTO, P. **EVOLUÇÃO DA APLICABILIDADE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS JOGOS DIGITAIS RESTINGA SECA/RS 2018**. Disponível em:

<[http://repositorio.faculdadeam.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/314/TCC\\_AMF\\_PABLO\\_ROBERTO\\_BAGGIOTTO\\_AMF\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.faculdadeam.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/314/TCC_AMF_PABLO_ROBERTO_BAGGIOTTO_AMF_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 13 out. 2023.

FUJITA, E. **ALGORITMOS DE IA PARA JOGOS**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/12373312-Eduardo-fujita-algoritmos-de-ia-para-jogos.html>>. Acesso em: 14 out. 2023.

GENEVA M. SMITH, **START YOUR EM(OTION EN)GINE: TOWARDS COMPUTATIONAL MODELS OF EMOTION FOR IMPROVING THE BELIEVABILITY OF VIDEO GAME NON-PLAYER CHARACTERS**. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2307.10031> . Acesso em: 12 out. 2023

GILBERTO, CHAVES, A. **QUAL É A RELAÇÃO ENTRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E VIDEOGAMES?** Disponível em: <<https://br.beincrypto.com/aprender/qual-e-relacao-ia-e-videogames/>>. Acesso em: 16 set. 2023.

MOREIRA, F. **ÁRVORE DE COMPORTAMENTO - IA /**. Disponível em: <<https://evolvers.com.br/arvore-de-comportamento-ia/>>. Acesso em: 17 set. 2023.

PEREIRA, RENATO DE PONTES. **SISTEMAS IMUNOLÓGICOS ARTIFICIAIS APLICADOS A JOGOS DE COMPUTADOR**. 17 mar. 2011. Disponível em: <https://aberto.univem.edu.br/bitstream/handle/11077/351/Sistemas%20imunologicos%20artificiais%20aplicados%20a%20jogos%20de%20computador.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 set. 2023.

POROKH, A. **HOW AI IS DISRUPTING THE VIDEO GAME INDUSTRY**. Disponível em: <<https://kevurugames.com/blog/how-ai-is-disrupting-the-video-game-industry/#:~:text=AI%20is%20revolutionizing%20the%20gaming>>. Acesso em: 5 jan. 2024.

**RECORDANDO ALGUNS MARCOS IMPORTANTES DA EVOLUÇÃO DA IA....** Disponível em: <<https://www.ciatecnica.com.br/2022/05/06/marcos-importantes-da-evolucao-da-ia/>>. Acesso em: 16 set. 2023.

REIS, M. D. L.; ANDRADE, K. D. O. **ÁREAS DE PESQUISA E TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM JOGOS DIGITAIS**. *Revista Tecnológica da Fatec Americana*, v. 10, n. 01, p. 71–97, 2022. Acesso em: 12 out. 2023