

Inteligência Artificial Aplicada em Exoesqueletos

Gabriel C. Gottardo

Sistemas de Informação – Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC)
Av. Mal. Castelo Branco, 170 – Universitário – Lages – SC – Brasil

gabrielcosta@uniplaclages.edu.br

Abstract. *The ascent of Artificial Intelligence (AI) technology has been redefining paradigms across various sectors, offering exceptional security and transparency. In this context, Artificial Intelligence emerges as a powerful tool to unlock the full potential of exoskeletons. This article explores the applications of Artificial Intelligence in diverse sectors of our society, including industry, defense, and entertainment. Beyond analyzing challenges and opportunities in integrating these technologies, it discusses how Artificial Intelligence mitigates risks and can aid in people's recovery. Providing a comprehensive overview, the article reveals how this innovative symbiosis has the potential to surprise and significantly impact human lives.*

Resumo. *A ascensão da tecnologia Inteligência Artificial tem redefinido paradigmas em setores diversos, oferecendo segurança e transparência excepcionais. Neste contexto, a Inteligência Artificial emerge como uma ferramenta poderosa para desvendar todo o potencial dos Exoesqueletos. Este artigo explora as aplicações da Inteligência Artificial em diversos setores da nossa sociedade, como indústria, defesa, entretenimento. Além de analisar desafios e oportunidades na integração dessas tecnologias, discute-se como a Inteligência Artificial previne riscos e pode auxiliar na recuperação das pessoas. Proporcionando uma visão abrangente, o artigo revela como essa simbiose inovadora pode surpreender e impactar significativamente as vidas humanas.*

1. Introdução

No mundo moderno, testemunhamos uma convergência extraordinária entre a engenhosidade tecnológica e a busca incessante por melhorias na qualidade de vida. Uma das expressões mais marcantes dessa convergência é a fusão entre exoesqueletos e inteligência artificial (IA), uma união que transcende as fronteiras da ficção científica para redefinir a experiência humana.

Os exoesqueletos, estruturas robóticas externas projetadas para aumentar a força e resistência humanas, têm rapidamente evoluído de protótipos promissores para soluções tangíveis, capazes de revolucionar a mobilidade e reabilitação. Em paralelo, a inteligência artificial, alimentada por avanços em aprendizado de máquina e processamento de dados, está cada vez mais integrada em nosso cotidiano, impulsionando inovações em diversos campos.

O objetivo desse artigo é aprofundar a compreensão dos avanços proporcionados pela combinação de exoesqueletos e inteligência artificial. Ao explorar as potencialidades dessa união, pretendemos discutir os benefícios concretos

que surgem para a saúde e reabilitação, bem como examinar os desafios éticos e técnicos que acompanham essa revolução tecnológica. Almejamos oferecer uma visão abrangente sobre como essa convergência está moldando o futuro da mobilidade humana e influenciando positivamente a forma como enfrentamos as limitações físicas.

2. Exoesqueletos

Os exoesqueletos representam uma inovação notável no campo da tecnologia assistiva, desempenhando um papel crucial na reabilitação médica. Segundo os autores Pereira e Oliveira (2023), essas estruturas robóticas externas podem ser definidas como “uma espécie de armadura que cobre as extremidades ou outras áreas do corpo humano e que tem servomotores, sistemas hidráulicos ou molas a gás colocados nas articulações para induzir o movimento”, muitas vezes inspiradas na biomecânica humana, são projetadas para complementar ou amplificar os movimentos do corpo.

No contexto da reabilitação, os exoesqueletos oferecem uma abordagem promissora para restaurar a mobilidade e promover a recuperação funcional em pacientes com lesões neuromusculares, acidentes vasculares cerebrais (AVCs) e outras condições incapacitantes.

Um exemplo notável é o desenvolvimento de exoesqueletos controlados por interfaces cérebro-máquina, nos quais a IA interpreta os sinais cerebrais do usuário para antecipar e executar movimentos desejados, como é o caso do *Hybrid Assistive Limb* (HAL) que foi desenvolvido pela Universidade de Tsukuba, no Japão e já é um exoesqueleto sendo comercializado pela *Cyberdyne Inc.*



Figura 1. Hybrid Assistive Limb. Fonte: Cyberdyne Inc.

Como mostra a Figura 1, essa abordagem inovadora não só promove a reabilitação física, mas também estimula a plasticidade cerebral, contribuindo para uma recuperação mais abrangente.

3. Inteligência Artificial nos Exoesqueletos

A incorporação da inteligência artificial (IA) nos exoesqueletos representa um marco significativo na evolução desses dispositivos, elevando a interação entre a máquina e o usuário a um nível sem precedentes. Segundo Tateisi et al. (2021) a IA desempenha um papel crucial ao oferecer não apenas assistência física, mas também ao adaptar dinamicamente o funcionamento do exoesqueleto de acordo com as necessidades e habilidades específicas do usuário.

Algoritmos avançados de aprendizado de máquina são implementados para interpretar e responder aos sinais provenientes do usuário. Os exoesqueletos equipados com sensores biomecânicos, giroscópios e acelerômetros captam dados em tempo real sobre os movimentos, a postura e a força aplicada pelo usuário. Esses dados são processados por algoritmos de IA, que utilizam modelos preditivos para antecipar os movimentos subsequentes e otimizar a assistência oferecida.

Como cita Tateisi et al. (2021) “A IA hoje já está presente em diversas áreas, e a tendência é que ela seja mais utilizada e aplicada em áreas ainda inexploradas com esta ferramenta. A robótica já trabalha em conjunto com a IA possibilitando aplicações que geralmente são destaques nas mídias e surpreende, do público leigo ao atuante na área.”, essa afirmação fica cada vez mais clara com o passar do tempo pois conforme nós avançamos, mais técnicas e áreas onde a IA pode ser utilizada surgem.

Um exemplo é o uso de redes neurais artificiais, que podem aprender e adaptar-se com base nos padrões de movimento específicos de cada usuário. Essas redes neurais permitem uma personalização refinada, ajustando a quantidade de suporte fornecido pelo exoesqueleto de acordo com a progressão do tratamento e as capacidades individuais do paciente, como é o caso da “*Neuralink*”.

Outra técnica fundamental é a implementação de interfaces cérebro-máquina (ICMs), que permitem a comunicação direta entre o cérebro do usuário e o exoesqueleto, como é o exemplo do “HAL”, presente na Figura 1. A IA desempenha um papel essencial na interpretação e tradução dos sinais cerebrais em comandos executáveis pelo dispositivo. Essa abordagem não apenas amplifica a eficácia da assistência oferecida, mas também abre portas para uma interação mais intuitiva e fluida entre o usuário e o exoesqueleto.

Nesses dois exemplos, é importante mencionar a diferença dentre eles, a forma mais simples é dizer que um é uma solução invasiva e o outro é uma solução não-invasiva, ambos tem as suas propostas e objetivos, porém o ponto em comum das duas soluções é o fato da IA ser quase como a chave principal para que tudo funcione. É interessante comentar que como Pereira e Oliveira (2023) citaram a IA é empregada na prevenção de eventos adversos, como quedas, através de algoritmos de detecção de anomalias. Esses algoritmos podem reconhecer padrões que indicam riscos iminentes e tomar medidas preventivas para garantir a segurança do usuário.

4. Aplicações dos Exoesqueletos com Inteligência Artificial

Como citado na Revista Tecnologia e Sociedade (2023), a aplicação de inteligência artificial a esses dispositivos tem proporcionado avanços notáveis na eficácia do tratamento de pessoas que sofreram um acidente vascular cerebral (AVC)

ou uma lesão da medula espinhal (LME). Exoesqueletos equipados com algoritmos de aprendizado de máquina podem adaptar-se dinamicamente aos padrões de movimento específicos de cada usuário, otimizando a terapia de reabilitação de forma personalizada.

Como o estudo realizado em 2019 pelo Instituto Espanhol de Estudos Estratégicos (IEEE) mostrou, além da reabilitação médica, os exoesqueletos com IA encontram aplicação em diversos outros contextos, conforme descrito na Tabela 1, porém, o segundo setor onde essas tecnologias são de extrema utilidade é no âmbito militar, exoesqueletos são explorados para aumentar a resistência e a capacidade de carga dos soldados, quase permitindo que um “super soldado” exista.

Tabela 1. Exemplos de setores que podem utilizar as tecnologias juntas.

Setor	Benefícios em cada Setor
Indústria	O papel principal é a melhoria da eficiência e a redução da fadiga dos trabalhadores, funções que exigem um levantamento de cargas pesadas podem contar com o suporte físico adicional oferecido por exoesqueletos, resultando em maior produtividade e prevenção de lesões relacionadas ao trabalho, enquanto a IA realiza o ajuste em tempo real do suporte oferecido, se adaptando aos diversos cenários.
Defesa	No campo militar, exoesqueletos com IA conferem aos soldados uma vantagem estratégica. Esses dispositivos melhoram a resistência, a mobilidade e a capacidade de carga, permitindo que os militares realizem tarefas físicas desafiadoras com mais eficiência. A IA é utilizada para otimizar o desempenho do exoesqueleto em ambientes variados, proporcionando uma resposta adaptativa a situações complexas de combate.
Entretenimento	A indústria do entretenimento os exoesqueletos com IA são utilizados em jogos de realidade virtual, por exemplo, exoesqueletos podem criar uma experiência imersiva ao replicar os movimentos do corpo do jogador. Essa interação mais realista promove uma sensação envolvente e proporciona uma experiência de jogo mais imersiva.
Assistência ao Idoso	Na área de assistência ao idoso, exoesqueletos com IA desempenham um papel vital na promoção da independência e na melhoria da qualidade de vida. Esses dispositivos auxiliam no suporte à mobilidade, permitindo que idosos mantenham uma vida ativa e reduzindo a carga sobre cuidadores. A capacidade adaptativa da IA torna esses exoesqueletos particularmente eficazes, uma vez que podem ajustar-se às necessidades específicas de cada usuário.

Fonte: Adaptada de Passos e Junior (2018)

Essa diversidade de aplicações destaca a versatilidade dos exoesqueletos impulsionados pela inteligência artificial, consolidando seu papel não apenas na reabilitação médica, mas em diversos setores que buscam potencializar as capacidades humanas. Como evidenciado na tabela 1, em todas essas aplicações, os benefícios são evidentes. A introdução de exoesqueletos com IA não apenas aumenta a eficiência e a capacidade humana, mas também contribui para a prevenção de lesões, melhoria da segurança e promoção da qualidade de vida. Essa expansão de aplicações reforça a ideia de que os exoesqueletos não são apenas dispositivos médicos, mas ferramentas versáteis que moldam positivamente diversos setores da sociedade.

5. Desafios da utilização de Exoesqueletos com Inteligência Artificial

A integração de exoesqueletos com inteligência artificial (IA) traz consigo uma série de desafios e questões éticas que demandam atenção cuidadosa, considerando o impacto significativo dessas tecnologias na sociedade.

Tabela 2. Desafios na integração em alguns setores.

Privacidade	A coleta e análise de dados biométricos em exoesqueletos com IA levantam preocupações sérias sobre a privacidade dos usuários. A natureza sensível das informações captadas, como padrões de movimento e dados fisiológicos, destaca a necessidade de protocolos rigorosos de segurança e garantias de que esses dados sejam usados apenas para fins específicos e autorizados. A vulnerabilidade dos sistemas a ataques cibernéticos também é uma preocupação, exigindo medidas robustas para proteger a integridade dos dados coletados.
Segurança	A confiabilidade dos exoesqueletos com IA é fundamental, especialmente quando são empregados em ambientes industriais, militares ou de assistência médica. Falhas no sistema podem ter consequências sérias, desde acidentes de trabalho até comprometimento da segurança em missões militares. Garantir a segurança do usuário e das pessoas ao redor é um desafio técnico e regulatório que requer padrões rigorosos de teste e certificação.
Desigualdades Sociais	A adoção generalizada de exoesqueletos com IA levanta questões sobre desigualdades sociais no acesso a essas tecnologias. O custo associado ao desenvolvimento, fabricação e manutenção desses dispositivos pode criar disparidades significativas, limitando o acesso a determinadas populações. Além disso, a implementação desigual dessas tecnologias em diferentes setores pode ampliar as divisões socioeconômicas, exigindo uma abordagem cuidadosa para garantir que os benefícios sejam distribuídos de maneira justa.

Dependência Tecnológica	Há também preocupações relacionadas à dependência excessiva dessas tecnologias. A medida em que os exoesqueletos com IA se tornam parte integrante da vida diária, existe o risco de que as pessoas possam se tornar excessivamente dependentes, impactando a autonomia e a capacidade de realizar tarefas simples sem assistência tecnológica.
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Adaptada de Souto (2020)

Como ilustrado na Tabela 2 e segundo Gouveia (2020) é necessário que a implementação de exoesqueletos com IA seja guiada por princípios éticos sólidos. Normas e regulamentações robustas devem ser estabelecidas para garantir a segurança, privacidade e acessibilidade dessas tecnologias, enquanto se busca abordar as desigualdades sociais de maneira proativa. O diálogo contínuo entre desenvolvedores, reguladores e sociedade civil é essencial para forjar um caminho ético e sustentável para o futuro dessas inovações.

6. Conclusão

Não existe dúvida que a integração da Inteligência Artificial nos Exoesqueletos tem o potencial de revolucionar a forma como os humanos vivem. A IA por si só já é uma revolução sem igual, aprender a utilizar ela para benefícios humanos é essencial, a qualidade de vida que os exoesqueletos podem proporcionar é substancialmente alta, porém, infelizmente no nosso mundo, nem mesmo a melhor das invenções é criada apenas para o bem. O potencial que essa união de tecnologias tem é tanto benéfica quanto maléfica, a linha que separa é muito tênue, pois sempre existirá alguém querendo obter vantagens sobre alguma coisa e por isso, o aprimoramento das capacidades humanas pode ser um tanto quanto perigoso para nós mesmos.

Como visto anteriormente, ainda existe muitos desafios que podem ser superados e à medida que essas tecnologias continuam a evoluir e se integrar, é provável que vejamos novas aplicações e benefícios surgindo no futuro. Ao continuar explorando e aprimorando a combinação de exoesqueletos e inteligência artificial, a comunidade científica, desenvolvedores e legisladores podem moldar um futuro onde essas tecnologias não apenas superem limitações físicas, mas também abordem desafios sociais e éticos de maneira equitativa e responsável. O caminho à frente representa não apenas uma jornada técnica, mas também um compromisso ético com o bem-estar humano.

Em conclusão, a integração da Inteligência Artificial nos exoesqueletos é considerada crucial para maximizar seu impacto positivo. Se a acessibilidade for aprimorada, possibilitando que um número significativo de pessoas se beneficie, especialmente na recuperação pós-acidente ou em ambientes de trabalho exigentes, o avanço na qualidade de vida humana será verdadeiramente exponencial. No entanto, esse progresso deve ser conduzido com sabedoria, mantendo um equilíbrio delicado entre inovação e ética para garantir um futuro mais promissor e equitativo.

Referências

- Pereira, E. da S, Oliveira, S. B. de. (2023) “Estudo bibliométrico para identificação de quais tecnologias da indústria 4.0 são mais aplicáveis ao risco ocupacional postura sentada”.
- Netto, J. B. et al. (2023) “Prospecção tecnológica sobre exoesqueleto robótico de assistência à locomoção humana”.
- Tateisi, N. Y. et al. (2021) “Inteligência Artificial aplicada na robótica ”.
- Instituto Español de Estudios Estratégicos (2019) “Usos militares de la inteligencia artificial, la automatización y la robótica (IAA&R)”.
- Gouveia, L. B. (2020) “Inteligência Artificial e o seu uso em contexto militar”.
- Silva, M. C. da. (2022) “Interfaces Cérebro-Máquina: Controlando dispositivos com o pensamento”.
- Minari, G. (2022) “Exoesqueleto usa inteligência artificial para prever movimentos”.
- Carmo, G. E. et al. (2016) “Robótica na assistência ao idoso com doença de alzheimer: As vantagens e desafios dessa intervenção”.
- Souto, R. A. (2020) “Inteligência Artificial: Conceitos Básicos e aplicações Militares, Defesa Nacional”.
- Passos, R. P, Junior. G. de. B. V. (2018) “Inteligência artificial nas ciências da saúde”.