

SISTEMAS ROBÓTICOS: EXOESQUELETOS COM BIOSSENSORES PARA AUXÍLIO AO MOVIMENTO HUMANO

ROBOTIC SYSTEMS: EXOSKELETONS WITH BIOSSENSORS FOR HUMAN MOVEMENT ASSISTANCE

Donizetti Aparecido de Souza Júnior¹

Lucas de Almeida Oliveira Santos²

Fabiano Fagundes³

Rodrigo Rodrigues Franco⁴

RESUMO: Este artigo analisa a evolução dos exoesqueletos robóticos no Brasil ao longo da última década, destacando seu papel relevante na reabilitação motora e na amplificação de capacidades físicas. A pesquisa enfatiza a importância da integração de biossensores, como eletrodos de EMG e EEG, que estabelecem interfaces homem-máquina naturais ao converter sinais biológicos em comandos de controle em tempo real. Um marco fundamental discutido é o Projeto Andar de Novo, liderado por Miguel Nicolelis, que em 2014 demonstrou a viabilidade clínica de exoesqueletos controlados pelo cérebro, resultando em melhorias neurológicas relatadas em estudos preliminares. Além de revisar os conceitos fundamentais e as metodologias adotadas por universidades e startups nacionais, o trabalho discute aplicações em contextos clínicos, industriais e militares, examinando os desafios tecnológicos, econômicos e regulatórios que permeiam o setor. Por fim, o estudo aponta as perspectivas futuras para a robótica vestível no país, sugerindo o potencial do Brasil como polo de inovação de tecnologias assistivas e na integração entre neurociência e engenharia.

Palavras-chave: Assistência locomotora. Plasticidade neural. Bioengenharia. Tecnologia Assistiva.

1

ABSTRACT: This article analyzes the evolution of robotic exoskeletons in Brazil over the last decade, highlighting their significant role in motor rehabilitation and the augmentation of physical capabilities. The research emphasizes the importance of integrating biosensors—such as EMG and EEG electrodes—which establish natural human-machine interfaces by converting biological signals into real-time control commands. A key milestone discussed is the "Walk Again" Project (*Projeto Andar de Novo*), led by Miguel Nicolelis; in 2014, this project demonstrated the clinical viability of brain-controlled exoskeletons, resulting in neurological improvements reported in preliminary studies. In addition to reviewing fundamental concepts and methodologies adopted by domestic universities and startups, the paper discusses applications in clinical, industrial, and military contexts, examining the technological, economic, and regulatory challenges facing the sector. Finally, the study outlines future prospects for wearable robotics in the country, suggesting Brazil's potential as an innovation hub for assistive technologies and for the integration of neuroscience and engineering.

Keywords: Locomotor assistance. Neural plasticity. Bioengineering. Assistive technology.

¹Mestrado em Modelagem e Otimização. Universidade Federal de Goiás, UFG, Brasil. Graduação em Engenharia Civil. Centro Universitário do Planalto de Araxá, UNIARAXA, Brasil.

²Especialização em Engenharia Geotécnica. Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera, UPUA, Brasil. Graduação em Engenharia de Minas. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Brasil.

³Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Tocantins, UFT, Brasil. Graduação em Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas, CEULP, Brasil.

⁴Especialização em ENGENHARIA FERROVIÁRIA. Faculdade Brasileira UNIVIX, UNIVIX, Brasil. Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Brasil.

I INTRODUÇÃO

Diversos sistemas robóticos, em particular os exoesqueletos, vêm ganhando destaque na última década com o avanço da tecnologia para auxiliar e reabilitar pessoas com diversas deficiências motoras, com foco em amplificar capacidades físicas de pessoas saudáveis. Um exoesqueleto robótico, por exemplo, pode ser definido como uma estrutura rígida externa, vestível, dotada de articulações e atuadores, que sustenta o corpo e possibilita ao usuário executar movimentos assistidos ou ampliados (Almeida, 2020). Essas máquinas têm sido aplicadas em diversas áreas, como contextos clínicos de reabilitação, assistência pós-AVC, setores industriais e militares, sempre com o objetivo de auxiliar o movimento humano e prevenir lesões ou limitações.

Nesse mesmo contexto, biossensores são integrados a esses exoesqueletos e permitem o monitoramento em tempo real de sinais biológicos do seu usuário e o controle de todo esse sistema. Um biossensor, por definição, é um dispositivo que combina um componente biológico, como enzimas, anticorpos, células, a um transdutor eletrônico, com o objetivo de detectar e mensurar um sinal específico e convertê-lo em um dado mensurável (SOUZA, et al 2020). Alguns dos sensores utilizados, destacam-se os eletrodos de eletromiografia (EMG), eletroencefalografia (EEG) e sensores de força ou pressão nas interfaces homem-máquina. A

2

Para esse trabalho, foram avaliados os últimos 10 anos de pesquisas robóticas no Brasil, nota-se que há contribuições significativas em exoesqueletos robóticos e integração de biossensores, tanto em universidades e centros de pesquisa quanto em startups nacionais. Um marco importante ocorreu em 2014, quando um consórcio internacional liderado pelo neurocientista brasileiro Miguel Nicolelis apresentou, na abertura da Copa do Mundo, um exoesqueleto controlado pela atividade elétrica cerebral de um paciente paraplégico (TÍLIA, 2019). Essa demonstração do Projeto Andar mostrou a viabilidade das interfaces cérebro-máquina aplicadas à robótica vestível e resultando em ganhos clínicos inéditos para Ciência nacional, após meses de treinamento com o exoesqueleto, os pacientes tiveram melhorias neurológicas parciais, com alguns pacientes apresentando características de paraplegia incompleta e recuperando algumas funções motoras e sensoriais. Este acontecimento pioneiro

colocou o Brasil em destaque na integração entre cérebro e máquinas e ajudou a impulsionar novas pesquisas nacionais na área de reabilitação robótica (TÍLIA, 2019).

Nesse contexto, este artigo tem por objetivo revisar e discutir o desenvolvimento de exoesqueletos no Brasil, mostrando aplicações reais em ambientes clínicos, de reabilitação, industriais, os desafios tecnológicos econômicos e regulatórios envolvidos, e sobretudo as perspectivas futuras da robótica vestível no nosso país. Apresentam-se inicialmente os conceitos fundamentais de exoesqueletos e biossensores e sua integração. Em seguida, descrevem-se metodologias e abordagens de pesquisa adotadas no país, logo discute-se os principais resultados obtidos na última década, incluindo estudos de caso e exemplos. Por fim, são abordados os desafios atuais e perspectivas futuras para a área de robótica no Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Pode-se entender que exoesqueletos robóticos são dispositivos mecânicos e eletrônicos, dispositivos vestíveis que atuam em conjunto com o corpo humano, dando suporte estrutural e auxílio assistivo às articulações. São equipadas com motores elétricos, sistemas hidráulicos ou pneumáticos, e principalmente controlados por computadores que geram movimentos em sincronia com o usuário. Além do mais podem abranger diferentes segmentos corporais, há exoesqueletos de membros inferiores, de membros superiores ou de corpo inteiro. Sua arquitetura inclui a estrutura mecânica articulada, elementos de fixação ao corpo, sensores e uma unidade de controle eletrônico com baterias.

A sua classificação se dá quanto à atuação em ativos e passivos, o primeiro referente a atuadores para por exemplo auxiliar com força e movimento, e o segundo menos tecnológicos que apenas dão suporte mecânico ao corpo. Também podem ser categorizados quanto à aplicação, exoesqueletos médico-terapêuticos voltados à reabilitação ou assistência de pessoas com deficiência motora, ergonômicos ou industriais para reduzir esforço físico de trabalhadores em tarefas repetitivas ou de carga e militares para aumentar força e resistência de soldados. Em todos os casos, um ponto central do projeto é o sistema de controle, o exoesqueleto deve interpretar a intenção de movimento do usuário e fornecer a assistência de forma eficiente e segura. Diante disso, vários sensores são usados, como sensores cinemáticos sensores dinâmicos e cada vez mais, biossensores captando sinais fisiológicos do usuário.

2.1 Biossensores em Robótica

Os biossensores desempenham um papel muito importante ao prover comandos e feedback baseados nos sinais biológicos do próprio usuário em conjunto com os exoesqueletos. Um biossensor detecta sinais de origem biológica e os converte em informações utilizáveis pelo sistema computacional (NICOLELIS, 2016). Os principais biossensores aplicados em sistemas vestíveis de auxílio ao movimento incluem:

Eletromiografia de Superfície (EMG): são eletrodos posicionados sobre a pele captam a atividade elétrica gerada pela contração dos músculos. Esses sinais são processados para detectar a intenção de movimento do usuário, por exemplo, a ativação do músculo bíceps pode indicar a intenção de flexionar o cotovelo. Os exoesqueletos equipados com EMG utilizam algoritmos de controle que detectam padrões de ativação muscular e acionam os motores para auxiliar ou reproduzir aquele movimento (BOFFONI, 2016).

Eletroencefalografia (EEG): são múltiplos eletrodos posicionados no escalpo o usuário que registram os potenciais elétricos gerados pela atividade neural cerebral. Através de técnicas de interfaces cérebro-computador (ICC), identificam-se padrões de sinais relacionados à intenção de movimento. Por exemplo, numa situação de lesão medular, onde um usuário não consegue gerar sinais musculares nos membros inferiores, o controle por EEG torna-se uma alternativa para acionar um exoesqueleto. No Brasil, a startup *Neurobots* desenvolveu sistemas que usam EEG e EMG para entender a resposta do usuário em uma reabilitação. Essa integração permite estimular neuroplasticidade durante a terapia, ou seja, o paciente imagina o movimento e o exoesqueleto ajuda a executá-lo, reforçando conexões neurais remanescentes do paciente (SILVA, 2015).

Sensores fisiológicos adicionais: são sensores de frequência cardíaca e de oximetria para acompanhar a carga cardiovascular, além de sensores de resposta galvânica da pele e de atividade cerebral para avaliar níveis de esforço ou atenção, além de sensores de pressão em palmilhas e vestíveis podem analisar a distribuição de peso e a ativação muscular indireta.

2.2 Integração Exoesqueleto-Biossensores e Sistemas de Controle

A integração de biossensores em exoesqueletos resulta em sistemas de controle híbrido, combinando com modos de controle voluntário e com modos de controle automático adaptativo. Os sinais obtidos pelos biossensores passam por etapas de filtragem, processamento e classificação, para então servirem como entradas de um controlador de alto nível. Por

exemplo, no caso de EMG, pode-se utilizar técnicas de aprendizado de máquina ou redes neurais para classificar a intenção do movimento, como andar, ficar em pé, subir escada etc., no caso de EEG, utiliza-se de algoritmos de machine learning extraem características de frequências específicas associadas à imagética motora (BASTOS-Filho, 2014). Uma vez determinado objetivo, o controlador de alto nível envia comandos de referência para o controlador de baixo nível dos atuadores do exoesqueleto, que então executam o movimento auxiliando o usuário.

Essa integração do exoesqueleto e biossensores, requer sincronia e confiabilidade entre os dois, pois atrasos ou falsos positivos em sensores fisiológicos podem comprometer a experiência e a segurança do usuário. Por isso, muitos sistemas combinam também sensores cinemáticos tradicionais com os biossensores, implementando um controle híbrido. Portanto, a tendência da robótica vestível moderna é tornar o exoesqueleto cada vez mais adaptado ao usuário e reagindo de forma quase automática aos seus comandos implícitos, graças aos biossensores. Portanto, espera-se fornecendo feedback em tempo real sobre seu desempenho, fechando assim um ciclo de interação homem-máquina avançado.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração deste artigo, realizou-se uma revisão bibliográfica com foco em publicações científicas brasileiras no período de 2015 a 2025, sem distinção de idioma. A pesquisa contemplou as bases de dados Google acadêmico e Scielo em busca de artigos sobre exoesqueletos, biossensores e reabilitação envolvendo instituições brasileiras, bem como consultas a repositórios de dissertações e teses nacionais. Uma etapa importante da metodologia foi o mapeamento de iniciativas brasileiras em robótica vestível, categorizando-as por aplicação nas áreas de saúde, indústria, defesa, e por instituições como universidades, centros de pesquisa e startups. Foram incluídos casos de estudo, como protótipos desenvolvidos em universidades, produtos lançados por startups nacionais e adoção de exoesqueletos em ambientes reais.

Aos desafios e perspectivas, analisaram-se documentos estratégicos normativos e relatórios tecnológicos para levantar questões regulatórias e tendências futuras apontadas por especialistas. Todos os dados coletados foram confrontados criticamente e organizados nas seções seguintes buscando oferecer uma visão abrangente e atualizada do estado da arte no Brasil. Ressalta-se que, dada a natureza interdisciplinar do tema, a metodologia adotada integrou informações de Bioengenharia, Engenharia Biomédica, Ciência da Computação,

Medicina e Inovação Tecnológica, compondo uma análise sobre exoesqueletos vestíveis com biossensores.

4 RESULTADOS

A análise da última década (2015-2025) revela que a robótica vestível no Brasil evoluiu de uma fase predominantemente experimental para um estágio de maior consolidação tecnológica, onde a academia e o setor produtivo (startups) convergem para soluções centradas no usuário.

Um dos marcos fundamentais discutidos é o legado do Projeto Andar, liderado por Miguel Nicolelis. A demonstração pública em 2014 não foi apenas um feito de engenharia, mas uma evidência preliminar de que a integração entre sinal neural (EEG) e a mecânica externa pode contribuir para processos de plasticidade neural.

Recuperação Funcional: Observou-se que o uso contínuo de exoesqueletos controlados por EEG permitiu que pacientes com paraplegia completa evoluíssem para quadros de paraplegia incompleta.

Mecanismo: Este fenômeno sugere que o *feedback* sensorial provido pelo exoesqueleto, ao ser sincronizado com a intenção motora, pode favorecer a reativação de vias neurais remanescentes.

Os resultados indicam que a robustez dos sistemas brasileiros advém do uso de controle híbrido. A combinação de sensores cinemáticos tradicionais com biossensores (EMG e EEG) mitiga falhas de leitura e melhora a segurança.

Tabela 1 – Tipos de sensores aplicados.

Tecnologia de Biossensor	Aplicação Observada no Brasil	Benefício ao Usuário
EMG de Superfície	Detecção de contração residual em membros	Antecipação do movimento voluntário
EEG (Interfaces ICC)	Controle por imagética motora em lesões medulares	Independência funcional para pacientes graves
Sensores Fisiológicos	Monitoramento de oximetria e frequência cardíaca	Prevenção de fadiga e sobrecarga cardiovascular

Fonte: Autoria própria.

A startup Neurobots, por exemplo, exemplifica a aplicação prática dessa teoria ao utilizar o processamento de sinais de EEG e EMG para personalizar a reabilitação, garantindo que o dispositivo responda ao estado fisiológico real do paciente em tempo real.

5 DISCUSSÃO

Apesar dos avanços que vêm sendo observados, a difusão dos exoesqueletos vestíveis com biossensores no Brasil ainda enfrenta uma série de desafios que vão além de uma única área, envolvendo aspectos tecnológicos, econômicos e reguladores.

Do ponto de vista técnico, um dos primeiros obstáculos está relacionado à redução do peso e do tamanho dos exoesqueletos, buscando maior conforto e facilidade de uso. Muitos modelos ativos ainda apresentam estruturas pesadas, como é o caso do ExOn da Cycor, que pesa em torno de 23 kg com baterias, o que pode dificultar o uso por períodos mais longos e a portabilidade do equipamento. Por isso, pesquisas voltadas para materiais mais leves e um design mais ergonômico são fundamentais para tornar o uso mais natural, como pode ser visto na evolução do Exy One, que reduziu seu peso de 4 kg para cerca de 1,8 kg.

Outro desafio importante está na autonomia energética. Exoesqueletos motorizados dependem diretamente de baterias, e garantir um tempo de operação entre 6 e 8 horas exige baterias de alta capacidade e um bom gerenciamento de energia, sem que isso resulte em aumento excessivo de peso. Além disso, os sistemas de controle ainda precisam evoluir bastante. Interpretar sinais biossensoriais em tempo real, de forma confiável e para diferentes perfis de usuários, considerando as variações fisiológicas de cada pessoa, demanda algoritmos complexos e, muitas vezes, soluções baseadas em aprendizado de máquina.

O custo representa um dos principais entraves para a adoção em larga escala. Tecnologias avançadas, muitas delas importadas, podem apresentar custos elevados para a maioria das instituições. Um exoesqueleto importado para reabilitação pode custar próximo de 2 milhões de reais, enquanto soluções nacionais ativas, como o ExOn, ainda chegam a valores entre R\$ 50 mil e R\$ 90 mil. Para hospitais públicos e clínicas vinculadas ao SUS, esses custos inviabilizam aquisições em quantidade, e mesmo para clínicas privadas o retorno financeiro depende de um grande volume de atendimentos.

Startups brasileiras vêm tentando reduzir esses custos por meio da produção local e de projetos mais simplificados, como nos casos da UFU e da Cycor. No entanto, muitos componentes essenciais ainda precisam ser importados, como motores, eletrônicos de precisão e baterias, ficando sujeitos à variação do dólar. Além do investimento inicial, há também os custos de manutenção, que incluem suporte técnico, reposição de peças e calibrações periódicas, o que pode se tornar oneroso sem escala produtiva nacional.

O desenvolvimento de uma cadeia produtiva brasileira, envolvendo fornecedores locais de componentes mecânicos, eletrônicos e sensores biológicos, poderia reduzir custos no longo prazo. Outro ponto sensível é o financiamento. Projetos de exoesqueletos exigem pesquisa multidisciplinar e investimentos elevados por longos períodos. No Brasil, muitas iniciativas dependem de agências de fomento e editais de inovação, mas a descontinuidade desses investimentos, como ocorreu entre 2015 e 2019, acaba atrasando o desenvolvimento tecnológico. Investidores privados ainda demonstram cautela, principalmente pelo longo prazo de retorno e pelos riscos regulatórios. Por isso, novos modelos de negócio vêm sendo testados, como o aluguel de exoesqueletos, a oferta de pacotes completos de reabilitação robótica e até subsídios para usuários de baixa renda.

A regulação representa outro grande desafio. Exoesqueletos utilizados para reabilitação são classificados como dispositivos médicos pela ANVISA, o que exige registro sanitário para uso clínico e comercialização. Esse processo envolve testes de segurança elétrica e mecânica, biocompatibilidade, validação de software e comprovação de eficácia clínica, o que gera custos elevados para startups nacionais. No caso de equipamentos importados, também é necessária autorização específica para importação e uso.

A normatização técnica ainda está em evolução. Normas internacionais, como as ISO para robôs de reabilitação, ainda não estão totalmente consolidadas, e no Brasil a ABNT precisa adaptar essas diretrizes. Questões como quem pode operar os equipamentos, exigências de treinamento e responsabilidades em caso de incidentes ainda carecem de regulamentação clara. No ambiente de trabalho, se os exoesqueletos forem enquadrados como EPI, será necessário seguir normas trabalhistas e de ergonomia, como a NR-17. Até 2025, esses dispositivos ainda não estão explicitamente incluídos nas normas brasileiras, o que obriga cada instituição a avaliar riscos por conta própria.

Nos próximos anos, a robótica vestível biossensorizada no Brasil apresenta perspectivas bastante promissoras. Uma delas é a inserção gradual dos exoesqueletos no sistema público de saúde, especialmente considerando a alta incidência de lesões medulares e sequelas de AVC no país. Com o amadurecimento de dispositivos nacionais de menor custo, projetos pilotos podem ser implantados em hospitais universitários e centros de referência em reabilitação, gerando dados nacionais sobre custo-benefício e eficácia.

No campo tecnológico, espera-se o avanço de exoesqueletos mais leves e flexíveis, como os chamados *soft exosuits*, além de melhorias nos algoritmos de controle baseados em

inteligência artificial. A integração de biossensores não invasivos e sistemas de feedback em tempo real tende a tornar esses equipamentos mais inteligentes e adaptáveis ao usuário.

A ampliação das aplicações industriais também é uma tendência, especialmente em setores como construção civil, agricultura e logística. Com maior concorrência e ganhos de escala, os custos devem diminuir, tornando os exoesqueletos ergonômicos mais comuns no ambiente de trabalho. Parcerias internacionais e a possível adaptação do marco regulatório brasileiro devem contribuir para dar mais segurança a investidores e usuários.

6 CONCLUSÃO

Os exoesqueletos vestíveis equipados com biossensores representam uma área estratégica de integração entre engenharia e saúde, oferecendo soluções inovadoras para reabilitação e prevenção de lesões. No Brasil, entre 2015 e 2025, houve avanços relevantes, impulsionados por universidades e startups tecnológicas, resultando em soluções nacionais mais acessíveis e adaptadas à realidade local.

Apesar disso, ainda existem desafios significativos, especialmente relacionados à ergonomia, autonomia energética, custos elevados e lacunas regulatórias. A aceitação por parte de profissionais e usuários também exige esforços contínuos de capacitação e validação científica. Mesmo assim, as perspectivas são positivas. o país conta com centros de pesquisa e recursos humanos com potencial para contribuir com inovações em tecnologias assistivas.

9

Com o fortalecimento de parcerias, investimentos contínuos e políticas públicas adequadas, os exoesqueletos podem deixar de ser apenas protótipos ou novidades pontuais e se tornar ferramentas comuns na reabilitação e na saúde ocupacional. Assim, a robótica vestível apresenta potencial para cumprir um papel relevante: melhorar a qualidade de vida, promover inclusão social e proteger trabalhadores de forma ética e sustentável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. O.; NASCIMENTO, F. A. O. Processamento de sinais eletromiográficos para controle de dispositivos assistivos. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 30, n. 2, p. 95-106, 2014.

ARAÚJO, R. C.; SILVA, E. L.; BASTOS-FILHO, T. F. Aplicação de interfaces cérebro-computador na reabilitação de pacientes com deficiência motora. *Journal of Health Informatics*, v. 8, n. 3, p. 91-98, 2016.

BARBOSA, A. F.; ROCHA, A. F. Análise de sinais EMG de superfície para identificação da intenção de movimento humano. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 27, n. 4, p. 263–272, 2011.

BASTOS-FILHO, T. F.; MÜLLER, S. M. T.; SOUTO, M. R. Sistemas híbridos EEG-EMG aplicados à reabilitação neuromotora. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 34, n. 1, p. 1–12, 2018.

BOFFINO, C. C.; SILVA, J. R.; BASTOS-FILHO, T. F. Interfaces cérebro-computador baseadas em EEG para reabilitação motora: desafios e perspectivas. *Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica (CBEB)*, 2016.

CASTRO, M. C. F.; OLIVEIRA, R. C.; SOARES, A. B. Controle de exoesqueleto robótico para membros superiores baseado em sinais EMG. *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI)*, 2017.

GONÇALVES, R. S. Desenvolvimento de um exoesqueleto robótico para membros inferiores aplicado à reabilitação neuromotora. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

LOURENÇO, J. L.; PEREIRA, A. A.; NUNES, U. A. Exoesqueletos robóticos e tecnologias vestíveis na reabilitação funcional. *Revista Brasileira de Ciência do Movimento*, v. 26, n. 1, p. 134–146, 2018.

MORAIS, G. A.; SILVA, L. E. V.; NASCIMENTO, F. A. O. Avaliação da atividade muscular durante a marcha com auxílio de exoesqueleto robótico. *Revista Brasileira de Biomecânica*, v. 15, n. 2, p. 57–65, 2014.

PEREIRA, A. A.; NUNES, U. A. Sensores fisiológicos aplicados à análise do esforço humano em sistemas vestíveis. *Revista Brasileira de Ciência do Movimento*, v. 25, n. 3, p. 109–120, 2017.

SANTOS, E. T.; SOUZA, M. R.; BASTOS-FILHO, T. F. Uso combinado de EEG e EMG em terapias de reabilitação assistida por robôs. *Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica (CBEB)*, 2019.

SILVA, A. C.; VIEIRA, M. F.; TEIXEIRA, L. A. Análise da marcha humana com sensores de pressão plantar em sistemas vestíveis. *Revista Brasileira de Biomecânica*, v. 16, n. 1, p. 33–41, 2015.

TEIXEIRA, L. A.; PEREIRA, A. A.; NUNES, U. A. Monitoramento fisiológico em sistemas vestíveis aplicados à reabilitação robótica. *Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS)*, 2016.