

# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E ALERTA DE POSTURA UTILIZANDO SENSORES INTEGRADOS EM CADEIRA: APLICAÇÃO DO BACKWATCH PARA MELHORIA DA ERGONOMIA

Julia Azevedo Ferreira<sup>1</sup>, Raphael Antônio de Souza<sup>2</sup>, Jairo José Matozinho Cubas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de São Paulo, Suzano, Brasil - [julia.azevedo@aluno.ifsp.edu.br](mailto:julia.azevedo@aluno.ifsp.edu.br)

<sup>2</sup>Instituto Federal de São Paulo, Suzano, Brasil - [raphael@ifsp.edu.br](mailto:raphael@ifsp.edu.br)

<sup>3</sup>Instituto Federal de São Paulo, Suzano, Brasil - [jairomatozinho@ifsp.edu.br](mailto:jairomatozinho@ifsp.edu.br)

## RESUMO

As doenças ocupacionais, como Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), constituem a principal causa de afastamento dos trabalhadores, evidenciando a importância da ergonomia no ambiente laboral. O monitoramento postural é crucial para a prevenção dessas patologias e para a promoção da saúde ocupacional. Este estudo visa desenvolver o protótipo BackWatch, um sistema de monitoramento postural que utiliza sensores móveis e uma interface humano-máquina para garantir a ergonomia no ambiente de trabalho, considerando as profissões em que os indivíduos atuam sentados. Os dados para este projeto serão obtidos através de uma revisão de literatura, utilizando textos acadêmicos sobre protótipos de monitoramento de postura e ergonomia. Dentre os materiais, serão utilizados, principalmente, Arduino UNO, Sensor Ultrassônico de distância e Display LCD. A tecnologia do BackWatch monitora a inclinação do tronco e da cabeça para prevenir problemas de saúde relacionados à má postura. Sendo assim, o protótipo atua de forma a alertar posturas inadequadas ao indivíduo, exigindo assim, uma autocorreção. Destaca-se a importância desse protótipo para a promoção de práticas ergonômicas no ambiente de trabalho, contribuindo para a prevenção de lesões e doenças ocupacionais e aumentando a consciência do indivíduo sobre sua postura corporal. A substituição do display LCD por um LED e a criação de um aplicativo dedicado permitem que os usuários do BackWatch monitorem parâmetros de postura via smartphone e apresentem-se como melhorias promissoras no projeto.

## INTRODUÇÃO

Em 2016, a OMS e a OIT relataram 1,9 milhão de mortes por doenças do trabalho, sendo 19% causadas por lesões ocupacionais. Trabalhadores que permanecem sentados por longas horas estão expostos a diversas doenças, como cifose, encurtamento dos flexores, padrões inadequados de respiração e a postura de cabeça avançada (FHP). A OMS destacou que essas doenças são evitáveis e que a integração entre saúde e trabalho é crucial para preveni-las. Este trabalho busca reduzir a incidência dessas condições, focando especialmente nos trabalhadores que permanecem sentados durante suas jornadas.

### OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento do protótipo BackWatch, que monitora o comportamento postural dos indivíduos para garantir, de forma abrangente, a ergonomia durante suas atividades no ambiente de trabalho.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Também é um objetivo deste trabalho considerar as características fisiológicas individuais, permitindo a mobilidade dos sensores que compõem o BackWatch. O protótipo foi desenvolvido de forma a garantir o posicionamento dos sensores em pontos estratégicos das costas, sem causar desconforto. Com a finalidade de informar ao usuário, o BackWatch também incorpora uma interface humano-máquina que fornecerá feedback ao usuário sobre a necessidade de correção postural.

## METODOLOGIA

A obtenção de dados para o projeto foi feita por meio de revisão de literatura, analisando artigos de fontes confiáveis como Google Scholar e repositórios das universidades USP/UFMG/UNESP. As palavras-chave usadas nas buscas incluem Ergonomia, Saúde no Ambiente de Trabalho/Estudo, Sensores, Monitoramento, Coluna Vertebral, Periféricos e Mobiliário. Os artigos selecionados abordam protótipos de monitoramento de postura, com sensores variados, e estudos sobre ergonomia. Essas informações foram usadas para desenvolver o projeto BackWatch, visando identificar a melhor forma de realizar o monitoramento contínuo de postura e aplicar as práticas ergonômicas necessárias.

### ANÁLISE POSTURAL

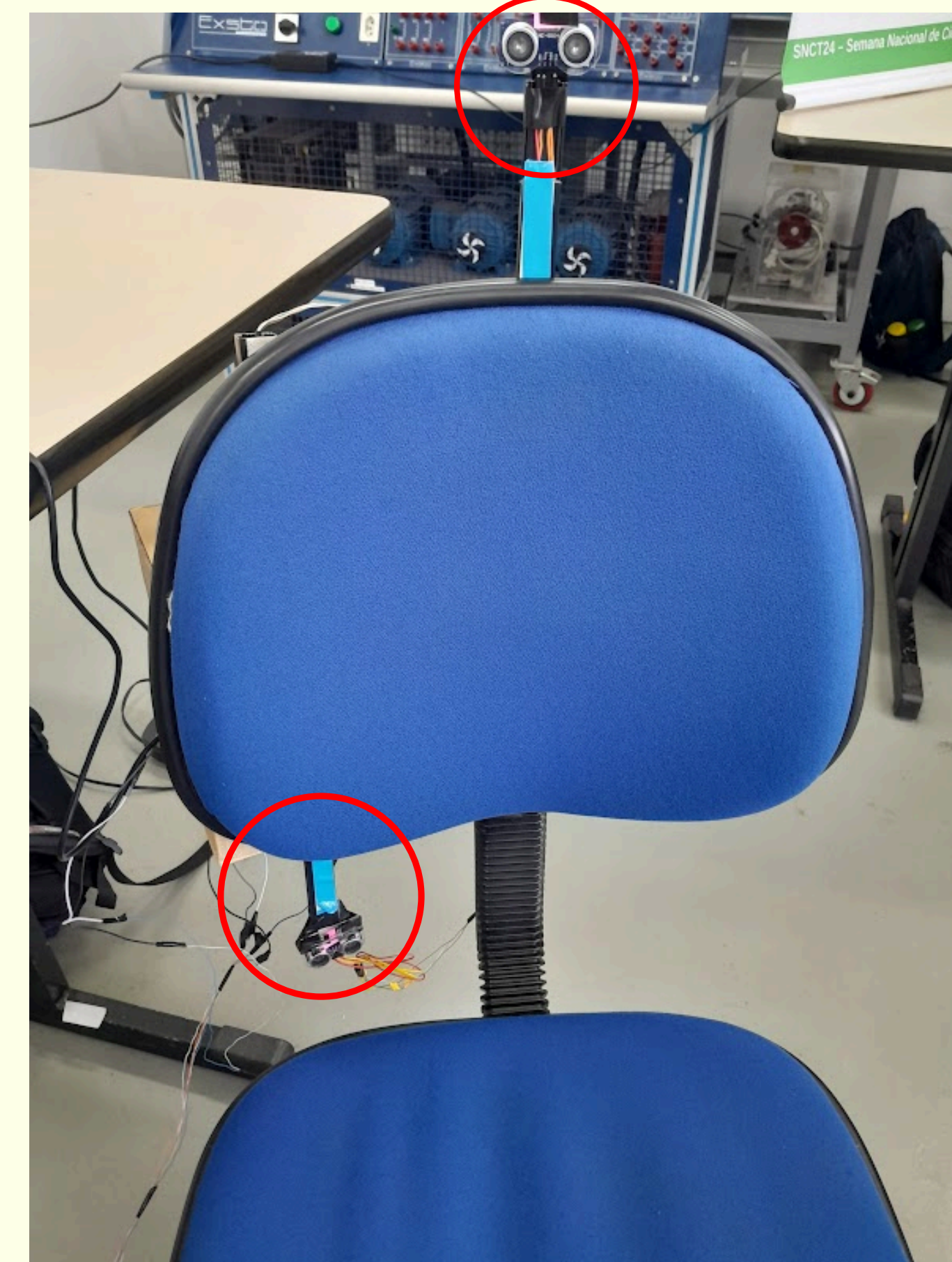
Para estabelecer a distância que o indivíduo deve estar em relação ao encosto da cadeira, foram analisadas as distâncias que ele se encontra dos dois sensores ultrassônicos, localizados próximos a sua cabeça/pescoço e quadril/cóccix. O ângulo ideal entre a cabeça e a cadeira é de 20° (DUARTE,2002). Na imagem abaixo, os pontos em vermelho indicam a posição dos sensores de distância ultrassônicos.

## RESULTADOS

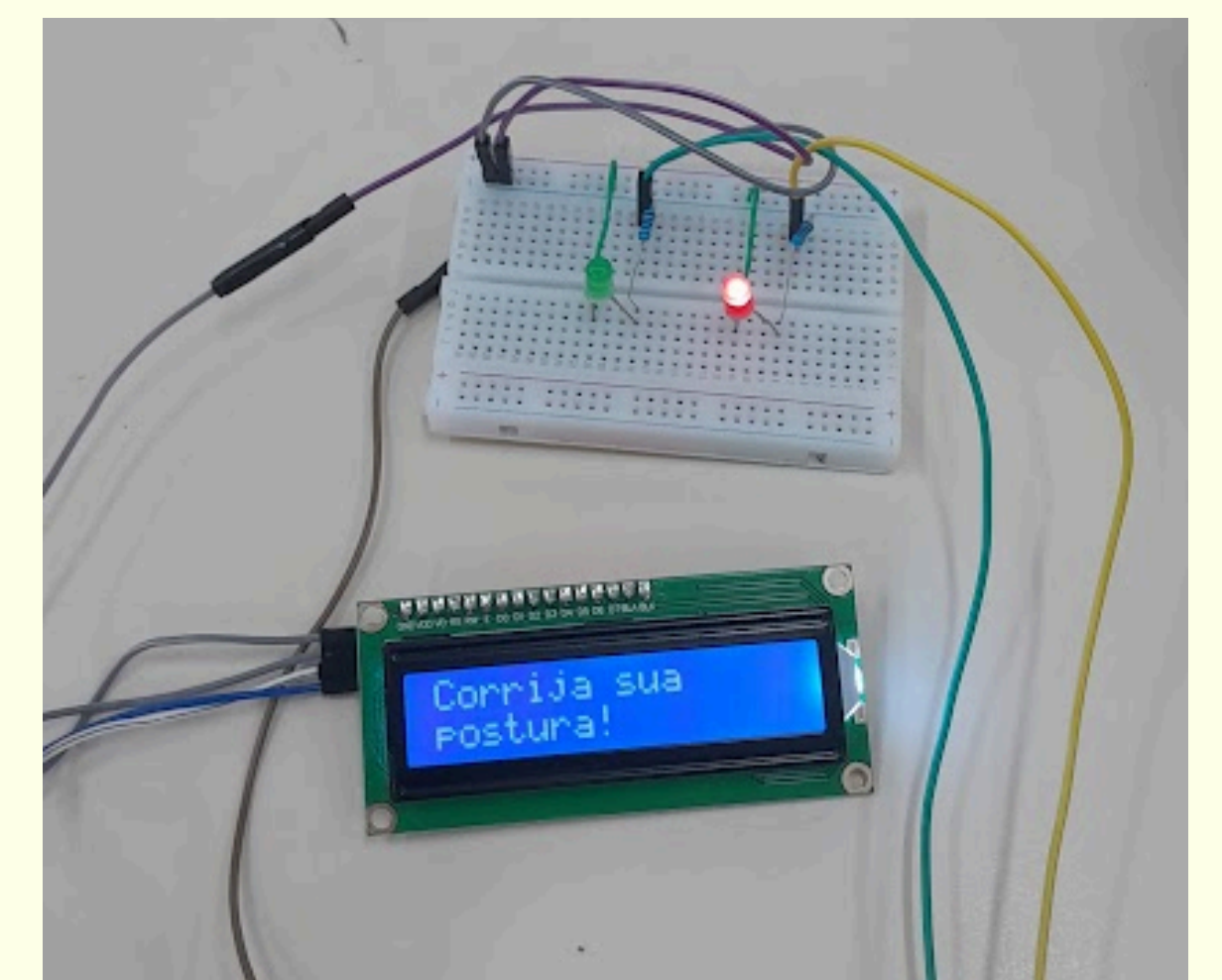
A distância de dez centímetros, estipulada para manter uma boa postura, apresentou-se adequada a diferentes tipos de cadeira de escritório, exceto no tipo de assento que apresenta o encosto para coluna muito alto, até a ponta da cabeça do indivíduo. Também foi possível observar, mediante testes, que, por mais que a posição dos sensores se adapte às características físicas do indivíduo em questão, o BackWatch, em sua forma atual, não se aplica para pessoas com estatura reduzida devido à displasia óssea ou patologias que reduzem significativamente a altura (HOINEFF, 2011).

Aplicado à prática, o BackWatch, por se encontrar ainda em estado de prototipagem, não se mostra como única solução viável aos desvios posturais nos ambientes explorados ao longo do trabalho em questão. Sendo assim, é importante e de inigualável necessidade dar devida orientação ao indivíduo, no caso de estar inserido em ambiente laboral, vinda por parte de sua respectiva empresa. Em todo caso, o seguinte projeto deixa como recomendação a leitura de arquivos disponíveis publicamente em sites governamentais a fim de se situar sobre os aspectos ergonômicos que o BackWatch assegura.

Além dos alertas visuais para correção de postura incorporados no BackWatch, é possível também a integração de um sistema de alerta auditivo. A versão atual do protótipo não incorpora esse mecanismo para evitar incômodo e distração. Ademais, a união dos sensores apresentados e outros sensores ultrassônicos, localizados em pontos distintos da cadeira, proporcionariam maior abrangência das medições posturais no que diz respeito às características físicas dos indivíduos.



BackWatch aplicado em uma cadeira



Interface humano-máquina

## CONCLUSÃO

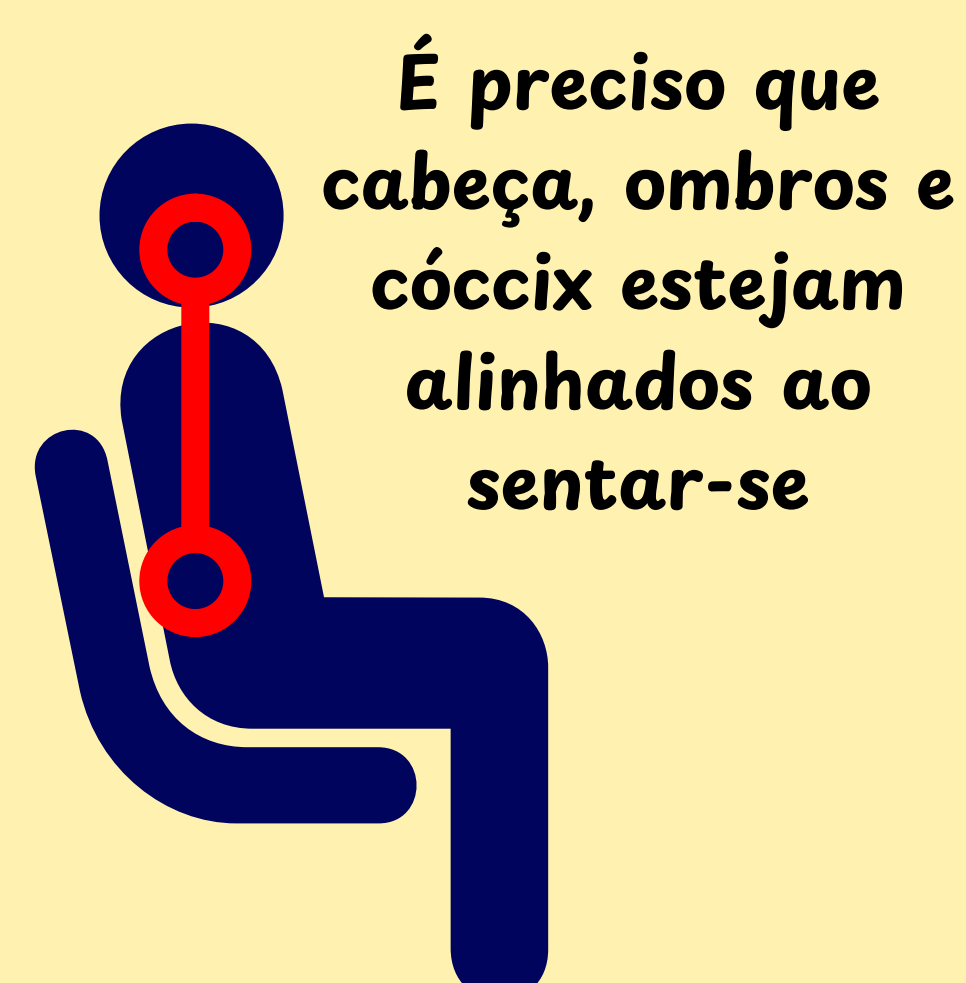
Em conclusão, o desenvolvimento do protótipo BackWatch concretiza as ideias teóricas discutidas ao longo deste trabalho. Destaca-se a importância desse protótipo para a promoção de práticas ergonômicas no ambiente de trabalho, contribuindo, dentro de suas limitações, para a prevenção de lesões e doenças ocupacionais e aumento da consciência do indivíduo sobre sua postura corporal.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, Ronaldo. Ergonomia: projetando para a pessoa. 3. ed. São Paulo: Pini, 2014. Disponível em <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=3077617>>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- ALATTAS, R.; ELLEITHY, K. Detecting and Minimizing Bad Posture Using Postuino among Engineering Students. In: 2014 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Modelling and Simulation. [S.l.: s.n.], 2014. Disponível em <<https://khaledelleithy.org/Conferences/2.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Cartilha de Ergonomia: Aspectos relacionados ao posto de trabalho. São Paulo: ABNT, 2020. Disponível em <2019 0231 Cartilha de Ergonomia (saude.gov.br)>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n. 17 - Ergonomia. Portaria n.3751, de 23 de novembro de 1990.
- DUARTE, F. Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro, 2002.
- FURLETTI, Aline Fernandes. As lombalgias como resultado de más posturas causando diminuição na qualidade de vida no trabalho. Orientadora: Lailah Vilela. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Produção, Especialização em Ergonomia - CEERGO, Junho de 2011. Disponível em <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9BGJFZ/1/monografia.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- LEE, Jaebong et al. PreventFHP: Detection and Warning System for Forward Head Posture. Pohang University of Science and Technology (POSTECH). 2014. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6775470&tag=1>>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- MCKEOWN, C. Office Ergonomics - Practical Applications. Ed. CRC Press. USA, 2008
- MORAES, Max Lara de. Análise de riscos ergonômicos em postos de trabalho informatizados de órgão público do governo do estado de São Paulo. 2014. São Paulo: PECE. Disponível em: <<https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/520bfc6-7241-45b7-aa03-b021c28a93c1/MAX%20LARA%20DE%20MORAES.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- RUMAQUELLA, Milena Roque. Postura de trabalho relacionada com as dores na coluna vertebral em trabalhadores de uma indústria de alimentos: estudo de caso. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Design, Bauru, 2009. Disponível em <Microsoft Word - Milena Roque Rumaquella (unesp.br)>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- VIEGAS, L. R. T.; ALMEIDA, M. M. C. Perfil epidemiológico dos casos de LER/DORT entre trabalhadores da indústria no Brasil no período de 2007 a 2013. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional. Vol.41. São Paulo, 2016



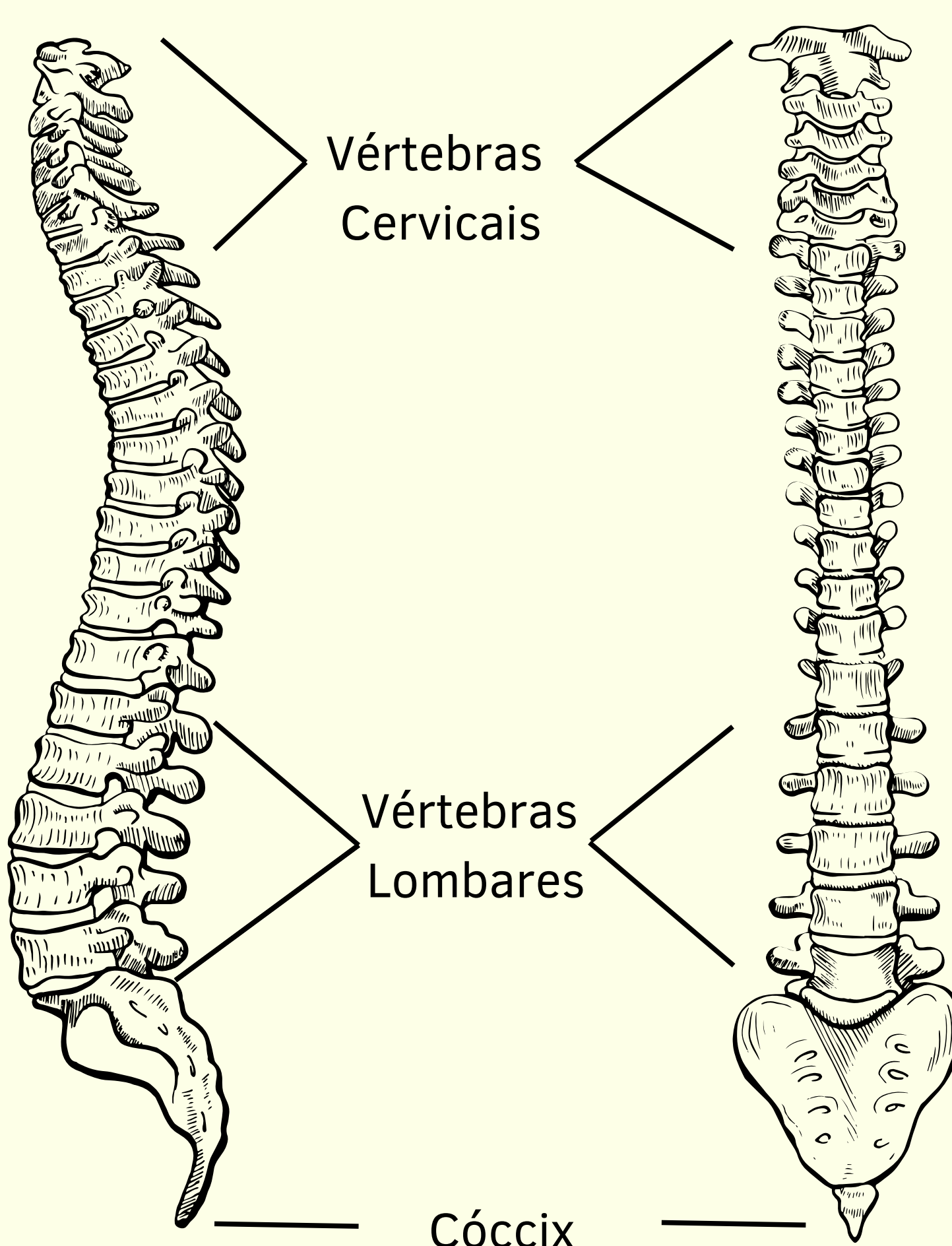
Ângulo ideal entre a cabeça e o encosto da cadeira (20°)



É preciso que cabeça, ombros e cóccix estejam alinhados ao sentar-se

Com base nesses levantamentos, foi estipulada uma distância horizontal ideal de 10 cm a 11 cm, aproximadamente. Ou seja, caso o indivíduo esteja afastado de pelo menos um dos sensores a uma distância maior do que 11 cm, sua postura é considerada inadequada.

A escolha do posicionamento dos sensores se deu pois, segundo McKeown (2008), as lesões disruptivas LER ocorrem principalmente na região da lombar e cervical inferior. Essas, ainda segundo a autora, ocorrem principalmente pela flexão e tensão na área.



Vértebras Cervicais

Vértebras Lombares

Cóccix