

## **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL KINEBOT COMO AUXILIAR NA AVALIAÇÃO ERGONOMICA PRÉ LIMINAR (AEP).**

### **Autores**

Cláudia Valéria Silvestre Rêgo Lacerda – Fisioterapeuta Forense, Membro do Labimh-UNIRIO. Rio de Janeiro-RJ. Brasil. E-mail: claudialacer@hotmail.com

Alison Alfred Klein – Fisioterapeuta do Trabalho, doutorando em Design – UFPR. Curitiba-PR. Brasil. E-mail: alison.klein@ufpr.br

Jani Cleria Pereira Bezerra - Doutora em Ciências-UNIRIO, Coordenador Labimh-UNIRIO. Rio de Janeiro-RJ. Brasil. E-mail: j.cleria@gmail.com

Estélio Henrique Martin Dantas – Professor, Doutor UNIT e UNIRIO. Aracaju- SE. Brasil. E-mail: estelio.dantas@unirio.br

### **Resumo**

**Introdução:** Um ambiente industrial de fabricação de produtos lácteos, também denominado laticínio, é um importante segmento do ramo alimentício, contribuindo fortemente no desenvolvimento da economia nacional. O trabalho desenvolvido neste ambiente acontece de modo diverso, desde o recebimento das matérias primas até os produtos finais. **Objetivo:** Verificar a aplicabilidade do softwear Kinebot como ferramenta auxiliar na AEP. **Material e Método:** Para realizar a AEP conforme a NR 17, foi escolhida a atividade desempenhada no setor de armazenamento dos queijos. O estudo utilizou a opção da Kinebot de avaliar o ciclo de trabalho com a geração de relatório de "Ângulo no tempo - RULA" que apresenta os dados dos ângulos medidos de cada segmento na atividade com as faixas de risco preconizadas na ferramenta RULA. **Resultados e Discussão:** O presente estudo evidenciou que a trabalhadora esteve exposta a movimentos com riscos em nível 4 e 3 de RULA em 4,2% para o pescoço, 12,6% para o tronco. **Conclusão:** Utilizar a plataforma Kinebot permitiu agilizar o processo e qualificar e quantificar as posturas, evidenciou que a atividade exige 75% do tempo posturas não neutras de pescoço e 64,5% do tempo posturas não neutras de tronco.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial; Avaliação ergonômica preliminar; Kinebot; NR17, Laticínio

## 1. Introdução

Um ambiente industrial de fabricação de produtos lácteos, também denominado laticínio, é um importante segmento do ramo alimentício, contribuindo fortemente no desenvolvimento da economia nacional. O trabalho desenvolvido neste ambiente acontece de modo diverso, desde o recebimento das matérias primas até os produtos finais. Os trabalhadores estão expostos a temperaturas elevadas e também em alguns momentos adentram em locais com temperaturas muito baixas, a maioria das atividades são desenvolvidas manualmente, favorecendo assim, a predominância de posturas inadequadas, além da interação dos trabalhadores com a operação de máquinas e equipamentos (CARDOSO, 2017).

O Brasil é tradicionalmente um grande produtor de leite e a atividade, ocupa posição de destaque no cenário econômico nacional, sendo atualmente, uma das principais atividades do agronegócio brasileiro. As indústrias de laticínios se diferenciam das demais por necessitar de tecnologias bastante específicas, uma vez que a matéria-prima tem vida útil de curta duração, além de estar sujeito a intempéries climáticas. A vulnerabilidade do leite torna-o suscetível a alterações microbiológicas, químicas, nutricionais e sensoriais, exigindo manipulação cuidadosa e adequada (VIEIRA E BRAHAN,2020).

Os pequenos laticínios sofrem em meio ao mercado com fatores relacionados à concorrência desleal, sazonalidade e inconstância da matéria-prima, falta de planejamento da produção e falhas no mesmo, desconhecimento da capacidade produtiva e de ferramentas de apoio (FGV, 2019). Embora a otimização traga resultados econômicos e financeiros, seu uso ainda é incipiente. Autores como Bilgen e Dogan (2015) destacam que pesquisadores tem dado atenção ao tema. Isto tem levado à publicação de trabalhos acadêmicos na área (GHOSH e MONDAL, 2018; EMIDIO et al. 2021). Ainda que a indústria tenha seu valor, grande parte dos laticínios estão classificados como micros ou pequenas empresas (FGV, 2019).

Ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam otimizar o bem estar humano e a performance global dos sistemas. Os Ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos,

ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas (IEA, 2023).

Os distúrbios osteomusculares, como dor na coluna foram apontadas como uma das principais doenças que causaram afastamento do trabalho e o pagamento de auxílio-doença pelo INSS no Brasil no ano de 2020 (FOLHA, 2021) e continua entre as doenças que mais afastaram o trabalhador entre janeiro e julho de 2023 (MINISTÉRIO DA PREVIDENCIA SOCIAL, 2023). Ainda nesse quadro, a dor em diferentes partes do corpo pode ser comumente encontrada na literatura como causa de incapacidade, tanto para as tarefas laborais como para as atividades de vida diária do indivíduo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012; ROCHA, 2021).

O trabalho manual em excesso, jornadas longas e a pressão do dia-a-dia impactam diretamente na saúde dos trabalhadores, afetando sua produtividade, tornando-os cansados, desmotivados e aumentando o risco de desenvolver doenças do trabalho. Por estes motivos os trabalhadores acabam se desligando ou faltando ao trabalho o que pode gerar para empresa, custos, altos índices de rotatividades, absenteísmo e muitas vezes ações trabalhistas (CHIAVENATO E ZANATTA, 2022).

A Kinebot é uma plataforma que avalia o trabalho por meio da filmagem e do reconhecimento digital utilizando algoritmo de inteligência artificial, possui uma capacidade de análise superior à capacidade observacional e manual, pois trabalha a 30 quadros por segundo, ou seja, o ciclo de trabalho é avaliado 30 vezes a cada segundo, gerando um volume de informações e de detalhes extremamente maior aos métodos utilizados atualmente (KLEIN, *et al* 2021 e KLEIN *et al* 2022).

A configuração da plataforma Kinebot permite avaliar os ângulos articulares e apresentar os resultados baseados na ferramenta RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). O RULA foi apresentado por Mcatamney e Corlett, em 1993 para avaliação da exposição do trabalhador considerando riscos posturais e atividades musculares inadequadas (MCATAMNEY; CORLETT, 1993). Baseando-se na observação direta das posturas adotadas nos ombros, cotovelo, pulso e giro do pulso, membros superiores, esforço muscular, pescoço, tronco, pernas durante a execução da tarefa, também considerando a carga manipulada. Sua aplicação resulta em um risco com escore variando de 1 a 7, para o qual pontuações mais elevadas indicam riscos elevados (MASCULO; VIDAL, 2011).

A NR 1 influencia a NR17 ao pontuar que a organização do gerenciamento de riscos deve levar em consideração as condições de trabalho dos funcionários. Assim, o item 17.5.2 da NR17, aconselha que as cargas, acessos, espaços para movimentação, alturas de pega e deposição não podem obrigar o trabalhador a efetuar flexões, extensões e rotações excessivas do tronco e outros posicionamentos e movimentações forçadas e nocivas dos segmentos corporais; e que; cargas e equipamentos devem ser posicionados o mais próximo possível do trabalhador, resguardando espaços suficientes para os pés, de maneira a facilitar o alcance, não atrapalhar os movimentos ou ocasionar outros riscos.

Considerando as demandas de ergonomia pergunta-se quais seriam as principais posturas e exigências osteomusculares das atividades às quais os trabalhadores do setor de laticínios estão expostos.

## **2. Objetivo**

Verificar a aplicabilidade do softwear Kinebot como ferramenta auxiliar na AEP no setor de armazenamento dos queijos em um laticínio na cidade de Valença-RJ.

## **3. Material e Método**

A presente pesquisa pode ser classificada como descritiva, quantitativa, de caráter exploratório. Ou seja, descreve as características de determinada população ou fenômeno, tendo como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Nesse tipo de pesquisa o pesquisador observa, registra, analisa, classifica e interpreta os fatos, sem interferir neles (GIL, 2010).

Foi realizado visita in loco no posto de trabalho para realizar o registro das atividades realizadas pela trabalhadora, a partir de imagens e vídeos, que foram posteriormente analisadas na plataforma Kinebot. Para realizar a avaliação ergonômica preliminar conforme a NR 17, foi escolhida a atividade desempenhada no setor de armazenamento dos queijos. Essa função consistia em realizar a pega dos queijos que chegavam da área do ensacamento, de forma totalmente manual a trabalhadora pegava da bancada do ensacamento uma a uma a peça e realizava a armazenagem nas caixas colmeias para dar seguimento a câmara fria.

#### 4. Resultados e Discussão

A função de ensacamento 2 era representada pela pega pós saco que consistia em realizar a pega dos queijos que chegavam da área do ensacamento, de forma totalmente manual a trabalhadora pegava da bancada do ensacamento uma a uma a peça e realizava a armazenagem nas caixas colmeias (Figura 1).

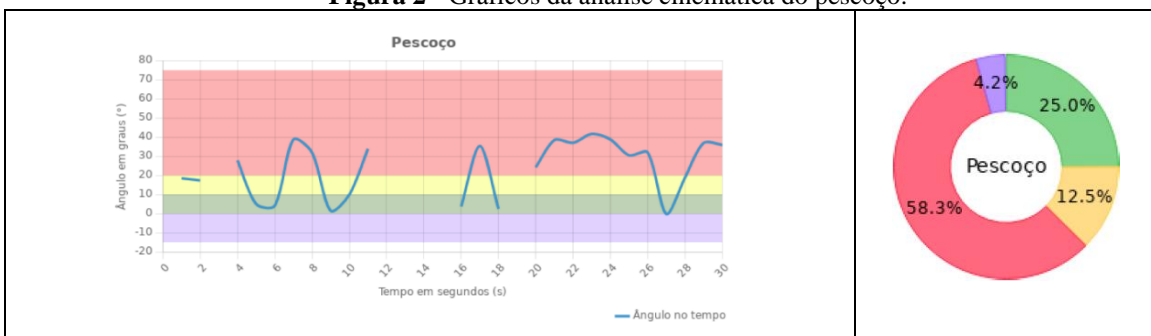
**Figura 1** - Sequência do manuseio de queijo da área de ensacamento.



Fonte: autores (2023).

Em relação a análise cinemática do pescoço representada pela figura 2, os gráficos de ângulo no tempo e de exposição às faixas de risco do segmento pescoço, nota-se que a trabalhadora estava com uma angulação articular de 0° a 40° graus na maior parte do tempo 58,3% e realiza movimentos de flexão entre 10° e 20° por 12,5% do tempo e na faixa acima de 20° por 25% do tempo, e se mantém realizando flexão do pescoço, nota 4 na avaliação de RULA por 4,2% do tempo avaliado; importante notar que o gráfico apresenta lacunas que são instantes em que a filmagem não oferece ao sistema 95% de certeza da medição angular, isso ocorre pois a filmagem foi realizada fora do range ideal de medição deste segmento.

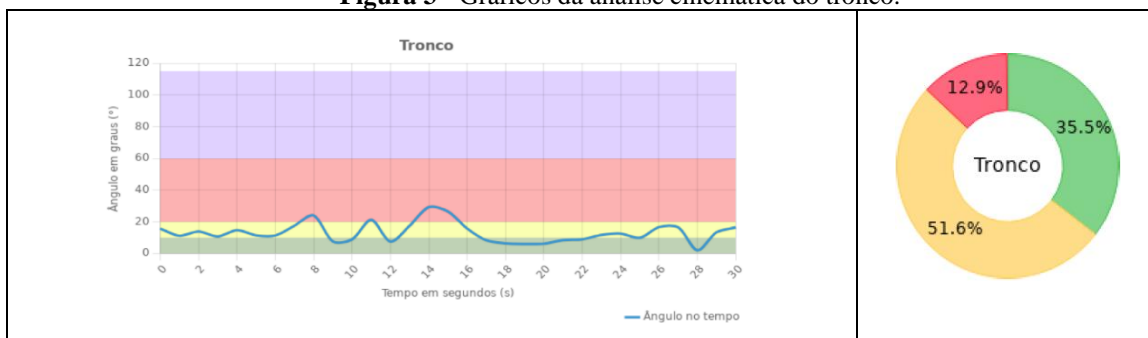
**Figura 2** - Gráficos da análise cinemática do pescoço.



Fonte: autores (2023).

Observa-se a presença da figura 3, a análise cinemática do tronco, os gráficos de ângulo no tempo e de exposição às faixas de risco do segmento tronco, nota-se que a trabalhadora estava com uma angulação articular de 0° a 30° graus na maior parte do tempo 51,6% e realizou 5 movimentos de flexão acima de 20° mantendo-se nesta faixa por apenas 12,9% do tempo do ciclo, onde obteve nota 3 de RULA e restou evidenciado a ausência de flexões de tronco acima de 40°.

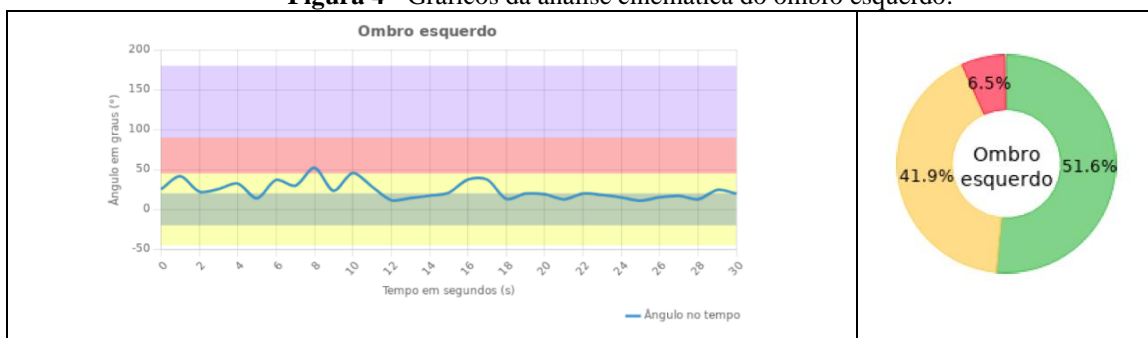
**Figura 3** - Gráficos da análise cinemática do tronco.



**Fonte:** autores (2023).

Em relação ao ombro esquerdo conforme apresentado na figura 4, observa-se que a trabalhadora estava exposta a uma angulação articular de 20° a 45° graus na maior parte do tempo, ou seja 51,6%, tendo como nota 1 de RULA. E apresentou uma variação articular entre 45° a 50° por 41,9% do tempo avaliado indicando nota 2 de RULA e 6,5% do tempo de exposição de 20° a 50° e nota 3 de RULA.

**Figura 4** - Gráficos da análise cinemática do ombro esquerdo.

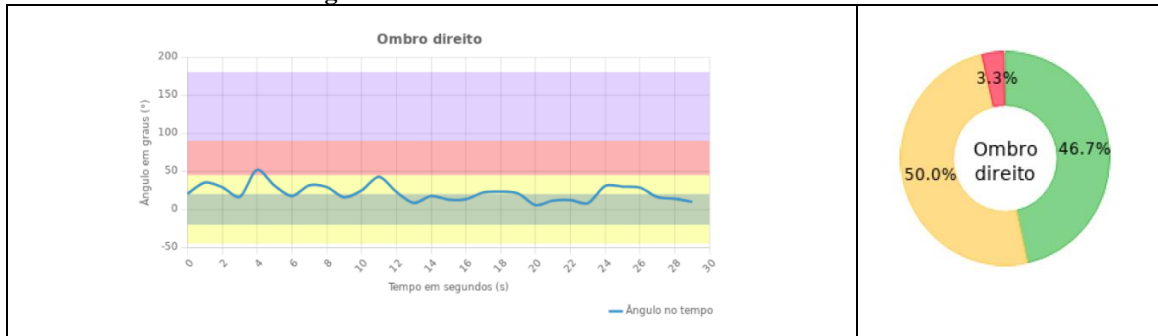


**Fonte:** autores (2023).

O ombro direito conforme demonstra a figura 5, observa-se que a trabalhadora estava exposta a uma angulação articular de 20° a 45° graus na maior parte do tempo, ou

seja 50%, tendo como nota 2 de RULA. E momentos em que apresentou uma variação articular de 45° a 50° por 3.3% do tempo avaliado tendo nota 3 de RULA e 46.7% do tempo de exposição de 0° a 20° e nota 1 de RULA.

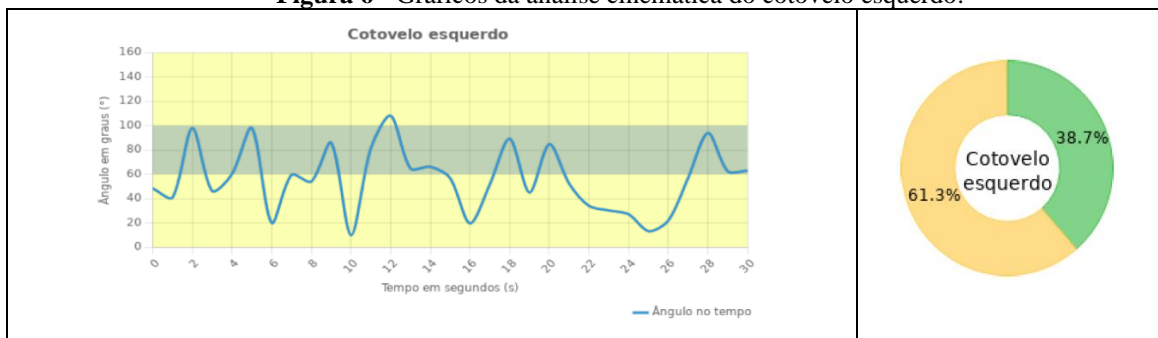
**Figura 5** - Gráficos da análise cinemática do ombro direito.



**Fonte:** autores (2023).

Na figura 6, o cotovelo esquerdo apresentou-se na maioria do tempo de exposição 61,3% com movimento de flexão entre 60° a 110° do ciclo avaliado e nota 2 de RULA e a trabalhadora realizou movimentos de flexão de 10° a 60° por 38,7% do tempo avaliado e nota 1 de RULA.

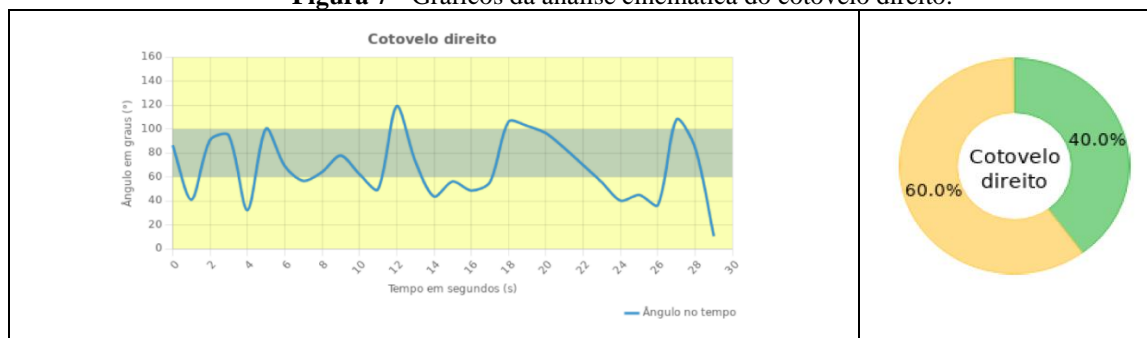
**Figura 6** - Gráficos da análise cinemática do cotovelo esquerdo.



**Fonte:** autores (2023).

Na figura 7, o cotovelo direito apresentou-se na maior parte do tempo de exposição 60% com movimento de flexão entre 60° a 100° do ciclo avaliado e nota 2 de RULA e a trabalhadora realizou movimentos de flexão de 0° a 60° por 40% do tempo avaliado e nota 1 de RULA.

**Figura 7** - Gráficos da análise cinemática do cotovelo direito.



Fonte: autores (2023).

## 5. Conclusões

O presente estudo verificou a aplicabilidade do softwear Kinebot como ferramenta auxiliar na AEP no setor de armazenamento dos queijos em um laticínio na cidade de Valença-RJ.

O uso do Kinebot favoreceu a avaliação ergonômica por mostrar rapidamente e com precisão um volume muito maior de informações e assim permitir analisar e entender as exigências (risco) ergonômico e biomecânico da atividade.

A atividade avaliada tem uma importante exigência postural do tronco 64,5% do tempo em postura não neutra e do pescoço 75% do tempo em postura não neutra, desta maneira ficou evidenciado que a altura dos manuseios não está adequada, sendo interessante rever a estratégia de manuseio para melhorar a condição do trabalhador.

## 6. Referências bibliográficas

BILGEN, B.; DOGAN, K. Multi-stage Production Planning in the Dairy Industry: A Mixed Integer Linear Programming Approach. Industrial and Engineering Chemistry Research, November, 2015.

CARDOSO, R. A. Riscos Ocupacionais em uma Industria de Laticínios. Unisul. Tubarão, 2017.

COLLA, P.H DA SILVA E KLEIN. A. Realização de avaliação ergonômica preliminar (AEP) de um posto de trabalho da atividade de acabamento de uma indústria têxtil, utilizando o software Kinebot. . In: Anais do Congresso Brasileiro de Ergonomia da ABERGO, 2022, Virtual. Anais do(a) Anais do Congresso Brasileiro de Ergonomia da ABERGO.

EMIDIO, J.; LIMA, R.; LEAL, C.; MADRONA, G. How can mixed integer linear programming assist dairy manufacturers by integrating supply decisions and production

planning?, Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies, (ahead of print), 2021.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. Editora: Atlas. São Paulo, 2010.

GHOSH, D.; MONDAL, S. An integrated production-distribution planning of dairy industry – a case study. International Journal of Logistics Systems and Management, Vol. 30, No. 2, 2018.

FOLHA. 2021.**Dor na coluna é o principal motivo para INSS paga auxílio doença**. <https://agora.folha.uol.com.br/grana/2021/02/dor-na-coluna-e-principal-motivo-para-inss-pagar-auxilio-doenca.shtml> . Acesso em: 27.07.2021.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). O setor de laticínios no Brasil e suas interações com o comércio internacional. Anufood Brasil, 2019.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). What is ergonomics? definition and domains of ergonomics, 2018. Disponível em: <https://www.iea.cc/whats/index.html>.

KLEIN, Alison Alfred, & OKIMOTO, Maria Lucia Leite Ribeiro. **Mapping of ergonomic Assessment tools**. DAT Journal, 8(2), 136–159. 2023

KLEIN, A. A. et al. **Kinebot**. Curitiba: Kinebot, 2023. DOI 10.29327/5201957

KLEIN, A. A., CUNHA LEGEY, A. L. . ., MOTTER, A. A., CASTRO, E. S. ., & OKIMOTO, M. L. L. R. **Comparative study of RULA evaluations using Kinebot software**. DAT Journal, 7(3), 161–172. 2022

KLEIN, A.; OKIMOTO, M. L. L. R.; MENDES, E. A.; MOTTER, A. A.; LEGEY, A. L. C. Comparação de análise das posturas utilizadas por trabalhadores de manufatura entre a ferramenta RULA e o software Kinebot. In: Anais do Congresso Brasileiro de Ergonomia da ABERGO, 2022, Virtual. Anais do(a) Anais do Congresso Brasileiro de Ergonomia da ABERGO. Recife: Even3, 2021. <http://dx.doi.org/10.29327/158361.21-9>

MASCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier/ABEPRO, 2011.

MCATAMNEY, L; CORLETT, E. NIGEL. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied ergonomics**, v. 24, n. 2, p. 91-99, 1993.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Doenças que mais afastam o trabalhador. Dados parciais de janeiro a julho de 2023. R7.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2012). **Dor relacionada ao trabalho: lesões por esforços repetitivos (LER): distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (Dort)**. Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador.

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/dor\\_relacionada\\_trabalho\\_ler\\_dort.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/dor_relacionada_trabalho_ler_dort.pdf)  
Acesso:25.07.2021.

ROCHA M. V.Q. **Ler e Dort. Trabalho não pode causar dor.** Coordenadoria de Atenção a Saúde do Servidor. Instituto Federal do Espírito Santo, Março de 2021.

VIEIRA, A.A E BRAHAN, MCM. (2020). Occupational health and safety risk management in a dairy industry. *Research, Society and Development*, 9(7):1-25, e416973779.