



Mineração de dados aplicada a um estudo sobre ergonomia em uma empresa de logística: conhecimento e prática

Andréa Martiniano
andrea.martiniano@gmail.com
Uninove

Ricardo Pinto Ferreira
log.kasparov@gmail.com
Uninove

Renato José Sassi
rjsassi@gmail.com
Uninove

Resumo: A ergonomia tem por propósito melhorar a qualidade de vida dos empregados nos mais diferentes ambientes de trabalho, primando pela execução do trabalho de forma correta. A mineração de dados permite a tomada de decisão baseada em fatos e usa diversas técnicas para descoberta de conhecimento por meio da procura de padrões em base de dados. Para realização dos experimentos computacionais foi utilizada a rede SOM (Self-Organizing Map) que é uma rede neural artificial, suas principais aplicações estão no campo de agrupamento e visualização de dados. O objetivo deste trabalho foi aplicar a mineração de dados a um estudo sobre ergonomia em uma empresa de logística da cidade de São Paulo. Os resultados mostraram que a utilização da mineração de dados neste tipo de problema é satisfatória. Com os agrupamentos gerados pela rede SOM foi possível identificar os grupos mais propensos a sofrer lesões e grupos menos propensos, ou seja, grupos em que o conhecimento e prática sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso são mais presentes na rotina diária ou não. Este conhecimento extraído pode contribuir na tomada de decisão da empresa de logística estudada, permitindo a implantação de ações educativas, preventivas ou corretivas voltadas para um ambiente de trabalho mais saudável, melhor qualidade de vida no trabalho, maior produtividade e qualidade dos serviços, tendo em vista que tais ações podem levar a redução do absenteísmo ao trabalho causado por lesões devido ao pouco conhecimento e prática de técnicas de levantamento e abaixamento de peso.

Palavras Chave: Ergonomia - Qualidade de Vida - Mineração de Dados - Self-Organizing Map -



1. INTRODUÇÃO

As atividades que envolvem manuseio de cargas como levantar, abaixar, empurrar, puxar, carregar, segurar e arrastar, são atividades que geralmente exigem bastante esforço físico e não apresentam soluções completas de automação, sendo necessário grande esforço físico e quando executadas de forma incorreta ocasionam lesões (JUUL-KRISTENSEN e JENSEN, 2005).

Em razão disso, a não observação das técnicas de levantamento e abaixamento de peso podem ocasionar lesões e afastamentos por motivos diversos nas empresas de logística. A ergonomia estuda a adaptação do trabalho ao homem e o comportamento humano no trabalho e destaca o ser humano no ambiente de trabalho, sendo necessário garantir boas condições laborais, a fim de manter e promover a saúde nesse ambiente. Sua evolução está relacionada com as transformações socioeconômicas e, sobretudo tecnológicas (KROEMER e GRANDJEAN, 2005).

É comum o grande volume de dados nas empresas e por isso, difíceis de descobrir as várias relações que estão escondidas através de métodos convencionais. Nesse contexto, a aplicação de técnicas inteligentes como mineração de dados, surge como alternativa para extrair conhecimento dessas bases dados e apoiar a tomada de decisão.

A mineração de dados é uma área de pesquisa que compreende a busca por conhecimentos úteis e utilizáveis para aplicação na descoberta de conhecimento em base de dados, usa algoritmos em busca de conhecimento implícito (MARTINIANO et al., 2017).

O objetivo deste trabalho é aplicar a mineração de dados a um estudo sobre ergonomia em uma empresa de logística da cidade de São Paulo.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. ERGONOMIA

O termo ergonomia foi enunciado pela primeira vez em 1857 num artigo publicado pelo cientista Wojciech Jastrzebowski. A ergonomia como uma ciência do trabalho requer que entendamos a atividade humana em termos de esforço, pensamento, relacionamento e dedicação (Jastrzebowski, 1857). Emergiu no cenário do movimento industrialista europeu, após a Segunda Guerra Mundial (CASTILHO, BARBIRATO e SALLES, 2016).

A expressão passou a ser utilizada em diversos países europeus seguida da criação da Associação Internacional de Ergonomia (IEA) em 2000, tendo como definição oficial uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações dos homens com outros elementos do sistema, fazendo aplicações da teoria, princípios e métodos de projeto, com o intuito de assegurar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema (ABERGO, 2018).

Conceituada como uma ciência, associando-a a diversos enfoques, a ergonomia é o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia, quanto mais ela se torna ciência, menos pertinente ela se torna como interlocutora imediata de sujeitos históricos. Quanto mais a competência ergonômica se aproxima das pressões da transformação, mais ela deve posicionar-se para a aprendizagem no triângulo atividades/ valores/saberes (WISNER, 1987; PIZOA e MENEGON, 2017).

Wilson (1995) sugere que os objetivos interdependentes da ergonomia podem não ser fáceis de resolver, mas os ergonomistas têm um dever tanto para os titulares de cargos



individuais como para a organização empregadora. Preocupações éticas sobre a questão da divisão.

Hancock e Diaz (2002) argumentam que, como disciplina científica, a ergonomia sustenta a moral elevada, com o objetivo de melhorar a condição humana. Eles sugerem que isso pode estar em conflito com outros objetivos de melhorar a eficácia e eficiência do sistema. Para atingir o seu objetivo, a ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano no trabalho e outros fatores importantes para o projeto como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Fatores.

Homem	Características físicas, fisiológicas, e sociais do trabalhador; influência do sexo, idade, treinamento e motivação.
Máquina	Entende-se por máquina todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando os equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações.
Ambiente	Estuda as características do ambiente físico que envolve o homem durante o trabalho, como a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases e outros.
Informação	Refere-se às comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações, o processamento e a tomada de decisões.
Organização	É a conjugação dos elementos acima citados no sistema produtivo, estudando aspectos como horários, turnos de trabalho e formação de equipes.
Consequências do trabalho	Aqui entram mais as informações de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e “stress”.

Fonte: Adaptado de (IIDA, 2005)

Dentre os diversos pontos estudados pela ergonomia estão: a postura e os movimentos corporais (sentados, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas), fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes químicos), informação (informações captadas pela visão, audição e outros sentidos), cargos e tarefas (tarefas adequadas, interessantes). Diversas pessoas com diferentes origens culturais e características e interesses diferentes tornou-se parte dos sistemas de trabalho e produto / consumidor. Ambientes que foram projetados adequadamente para um grupo de pessoas podem não ser apropriados para outros grupos de pessoas (DUL e WEERDMEESTER, 2006; DUL et al., 2012).

Segundo Iida (2005), a ergonomia pode ser resumida como sendo o estudo da adaptação do trabalho ao homem, atribuindo-se ao trabalho uma aceção bastante ampla, abrangendo não apenas as máquinas e equipamentos, mas também o relacionamento entre o homem e seu trabalho. Isso significa que a ergonomia parte do conhecimento do homem para realizar o projeto do trabalho, ajustando-o às suas aptidões e limites.

De acordo com Ferreira e Donatelli (2001) a ergonomia tem sido mais divulgada no Brasil nas últimas décadas, embora continue desconhecida pela maioria da população, mas, em diversos setores já não se espantam tanto quando se fala nela. Foram criados vários cursos, os congressos e seminários multiplicam-se. Desde então, a ergonomia tem recebido novo impulso em razão do desenvolvimento da informática. Quando se deseja que o homem utilize eficazmente os sistemas informatizados, é necessário conhecer seu funcionamento intelectual; daí o rápido desenvolvimento da ergonomia cognitiva (WISNER, 1992).

Assim, a ergonomia é conceituada por diversos autores como uma ciência, associando-a a diversos aspectos como nos artigos a seguir:

No artigo de Santos et al (2016), os autores apresentam uma análise de um sistema técnico, formado pela integração de um sistema de captura de movimentos com um *software*



de modelagem e simulação humana, visando estabelecer formas de utilização no processo de projetos contextualizados pela ergonomia. O desenvolvimento de formas de uso dessas tecnologias segundo estes autores, representa uma melhoria das técnicas utilizadas para construção de simulações, contribuindo para inserção da perspectiva da atividade futura no projeto de novas situações produtivas e que podem auxiliar na concepção de situações produtivas eficazes e seguras em termos de produção e saúde.

No trabalho de Castilho, Barbirato e Salles (2016), é proposto uma análise ergonômica e postural com o objetivo de analisar a situação ergonômica existente em uma cooperativa de laticínios sob a forma de questionários, entrevistas, registros fotográficos e vídeos. Posteriormente foi efetuada a aplicação dos métodos OWAS e RULA com o intuito de gerar uma correlação entre os movimentos e as posturas assumidas durante o expediente com os sintomas relatados pelos trabalhadores. As ferramentas utilizadas para avaliação postural, relataram a necessidade de correções na realização de algumas tarefas e foram propostas medidas que visam acarretar na redução da incidência de transtornos a saúde do trabalhador e, conseqüentemente, no aumento da lucratividade da organização.

No artigo de Pichler et al. (2015) os autores propuseram identificar os problemas relacionados aos utensílios da sala de preparo de medicação de um hospital da Grande Florianópolis, no que tange à ergonomia física, cognitiva e organizacional, a fim de propor possíveis soluções no preparo de medicação para a eliminação ou minimização de erros no fluxo de medicação. O artigo teve como objetivo contribuir para a melhoria do trabalho dos profissionais da saúde e, conseqüentemente, promover uma melhor prestação de serviços à população.

De acordo com Zamanian et al. (2014), as atividades normalmente desempenhadas nas indústrias de laticínios (movimentos repetitivos, elevação dos braços, puxar, empurrar, transportar, dentre outras) são propícias ao desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos.

A ergonomia de conscientização vem complementar a ergonomia de concepção e correção, o trabalhador aprende a forma adequada de utilizar seu ambiente de trabalho, cuidar do corpo ao adotar posturas corretas para realizar suas atividades, bem como usar equipamentos de proteção, e também colocar em prática a prevenção de doenças e acidentes. Enquanto a ergonomia de correção e concepção tem como foco principal as alterações no ambiente de trabalho, a ergonomia de conscientização traz à tona a importância de ter o indivíduo como foco central e a necessidade de conscientizá-lo (GARMER, SPERLING, FORSBERG, 2002; ABRANTES, 2004; ROTHSTEIN et al., 2013).

2.2. MINERAÇÃO DE DADOS

Estima-se que, em 2020, a humanidade terá cerca de 44 zettabytes de informações digitais disponíveis. Na era da informação em que é cada vez maior a competitividade entre as empresas, a informação e conhecimento são elementos fundamentais para se obter diferenciais frente à concorrência (GOLDSCHMIDT, PASSOS e BEZERRA, 2015).

À medida que o volume de dados aumenta de maneira inevitável, a proporção dele que se compreende diminui de forma alarmante (WITTEN et al., 2016). Em razão disso, diversas técnicas de mineração de dados vêm sendo utilizadas com sucesso no mundo inteiro e estão presentes em empresas nacionais e internacionais, como: Nasa, Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil, Petrobras, Serpro, IBM, Walmart, FedEx, UPS, Amazon, entre muitas outras. Detecção de fraudes em arrecadações, tendências de consumo e de opiniões de clientes, previsão de produção, previsão de riscos no mercado financeiro e previsão de



demandas são alguns exemplos dentre as inúmeras aplicações de mineração de dados na atualidade (GOLDSCHMIDT, PASSOS e BEZERRA, 2015).

Segundo Carvalho (2005), as ferramentas da nova ciência dita mineração de dados são antigas conhecidas dos pesquisadores da ciência da computação e, já, há muito utilizadas no meio acadêmico e empresarial gerador de tecnologia. A popularização destas ferramentas e a sua nova designação pelo nome mineração de dados deve-se a vários fatores entre os quais se pode citar a crescente utilização dos computadores, o aumento da competitividade empresarial e a disponibilidade de grandes massas de dados armazenadas em forma digital.

Conforme Linoff e Berry (2011); Ye (2003) e Olson e Delen (2008), mineração de dados é a exploração e análise, de forma automática ou semiautomática, de grandes bases de dados com objetivo de descobrir padrões, regras e fornecer informações que a permitam montar estratégias corporativas eficientes, melhorando os negócios e reduzindo custos.

A Figura 1 ilustra o processo de mineração de dados iniciando com os dados brutos, seguindo para a preparação de dados, algoritmo de mineração, terminando com a análise dos dados e a descoberta de padrões úteis, valiosos e utilizáveis.

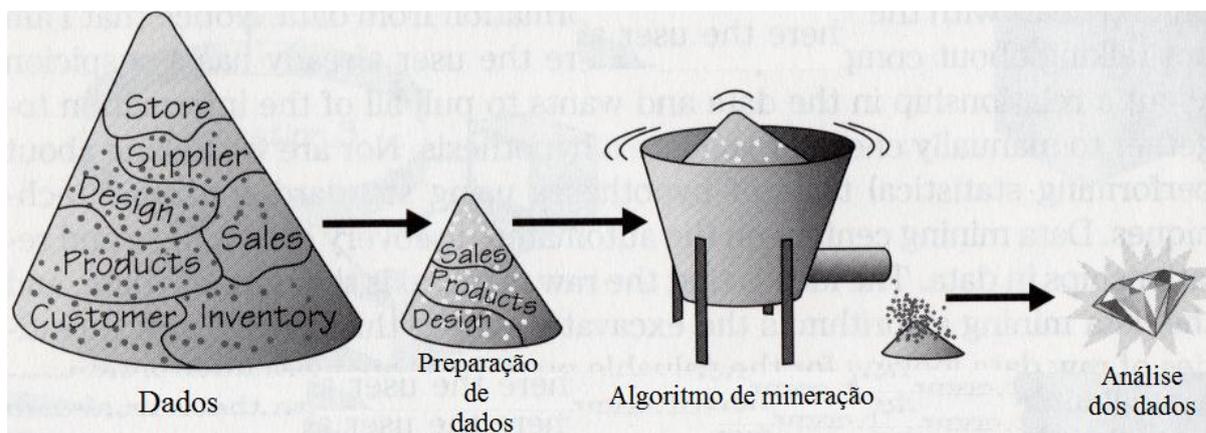


Figura 1: Processo de mineração de dados.

Fonte: Adaptado de Bigus (1996)

A mineração de dados utiliza ferramentas de análise pré-construídas para gerar automaticamente uma hipótese a respeito de padrões, tendências e anomalias encontradas nos dados e a partir desta hipótese, prever comportamentos futuros. Faz uso de técnicas estatísticas avançadas e inteligência computacional para descobrir fatos em uma grande base de dados (WITTEN et al., 2016; GOLDSCHMIDT, PASSOS e BEZERRA, 2015).

Segundo Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996), as técnicas de mineração de dados podem ser aplicadas a diversas tarefas para solucionar um problema de descoberta de conhecimento como: associação, classificação, previsão e clusterização (agrupamento).

A tarefa utilizada neste trabalho é o agrupamento de dados, coleção de objetos em subconjuntos, chamados de *clusters*. Um *cluster* é um subconjunto de todos os possíveis subconjuntos distintos da população (DINIZ e LOUZADA NETO, 2000).

O objeto dentro de um mesmo *cluster* significa que os elementos estão mais próximos entre si do que com qualquer outro elemento alocado em outro *cluster*. A mineração de dados serve para prever tendências e comportamentos futuros, permitindo a tomada de decisão baseada em fatos e não em suposições podendo responder a questões de negócio que tradicionalmente demandariam muito tempo, esforço e custo.



Existem diversos métodos importantes na mineração de dados, a análise de *cluster* é um conjunto de métodos para classificação de itens em grupos comuns. Esses métodos são populares em biologia, medicina, genética, ciência social, antropologia, arqueologia, astronomia, reconhecimento de caracteres e até mesmo no desenvolvimento de sistemas de informações gerenciais (TURBAN et al., 2009).

Com o aumento da popularidade da mineração de dados, os métodos têm sido aplicados aos negócios, em especial ao *marketing*. A análise de *cluster* tem sido muito usada para detecção de fraude, tanto de cartão de crédito quanto de comércio eletrônico, e segmentação de mercado. Outras aplicações continuam a ser desenvolvidas à medida que a análise de *cluster* é compreendida e usada e outras técnicas de agrupamento são criadas e aplicadas (OLSON e DELEN, 2008; TURBAN et al., 2009).

Esta análise de *cluster* também é uma ferramenta de análise exploratória de dados para a solução de problemas de classificação. O objetivo é ordenar casos em grupos, de modo que o grau de associação seja forte entre os membros do mesmo *cluster* e fraco entre membros de *clusters* diferentes. Cada *cluster* descreve a classe que seus membros pertencem (FAYYAD, PIATETSKY-SHAPIRO e SMYTH, 1996; TURBAN et al., 2009).

Na medida em que a mineração de dados avança, a análise de *cluster* revela associações e estruturas em dados que não estavam aparentes anteriormente, mas que são sensíveis e úteis uma vez encontrados. A mineração de dados reúne esforços para a descoberta de padrões em bases de dados. A partir dos padrões descobertos, têm-se condições de gerar conhecimento útil para um processo de tomada de decisão (FAYYAD, PIATETSKY-SHAPIRO e SMYTH, 1996; SILVA, PERES e BOSCARIOLI, 2016).

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são modelos inspirados na estrutura do cérebro tendo como objetivo simular o comportamento humano em processos como: aprendizagem, adaptação, associação, tolerância a falhas, generalização e abstração quando submetidas a treinamento (HAYKIN, 2001).

O Mapa auto-organizável de Kohonen (*Self Organizing Map*), ou rede SOM é um modelo de RNA competitiva utilizado em uma gama de aplicações, incluindo agrupamento e visualização de dados multidimensionais (KOHONEN, 2001). Estas características são utilizadas na geração de agrupamentos também chamados de *clusters* (VESANTO, 2002; VESANTO e ALHONIEMI, 2000).

De acordo com Haykin (2001), trata-se de um mapa topográfico artificial que aprende, por meio de da auto-organização inspirada na neurobiologia, qual dos neurônios da camada de saída representa uma classe de padrões de entrada, de acordo com suas características ou atributos.

As RNAs possuem a capacidade de aprender por exemplos e fazer interpolações e extrapolações do que aprenderam. Um conjunto de procedimentos bem definidos, para adaptar os pesos de uma RNA para que ela possa aprender uma determinada função, é chamado algoritmo de treinamento ou de aprendizado (BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2011).

O algoritmo de aprendizado da rede SOM é composto por três fases: competição, cooperação e adaptação (KOHONEN, 2001):

a) Competição. Para cada padrão de entrada, os neurônios da grade calculam seus respectivos valores de uma função discriminante. Esta função discriminante fornece a base para a competição entre os neurônios. O neurônio com o maior valor da função discriminante é declarado vencedor da competição.



O princípio para o processo de aprendizado competitivo é a concorrência entre os neurônios, com o objetivo de determinar o vencedor da competição, pois o processo é não supervisionado, ou seja, não tem a saída desejada.

O prêmio para o neurônio vencedor da competição é o ajuste dos seus pesos, proporcionalmente aos valores do padrão de entrada apresentado, visando melhorar o seu estado para a próxima competição, se todas as conexões laterais deste neurônio vencedor forem nulas, implica que somente os seus pesos serão ajustados e assume-se a estratégia do vencedor leva tudo. Por causa disso, este tipo de rede é também chamado de rede do tipo o vencedor leva tudo (*winner-takes-all*).

b) Cooperação. O neurônio vencedor determina a localização espacial de uma vizinhança topológica de neurônios excitados, fornecendo assim a base para a cooperação entre os neurônios vizinhos.

c) Adaptação Sináptica. Este último mecanismo permite que os neurônios excitados aumentem seus valores individuais da função discriminante em relação ao padrão de entrada através de ajustes adequados aplicados a seus pesos sinápticos. Os ajustes feitos são tais que a resposta do neurônio vencedor à aplicação subsequente de um padrão de entrada similar é melhorada (HAYKIN, 2001).

Para cada dado apresentado à rede haverá uma competição entre todos os neurônios pelo direito de representá-lo. Vence a competição o neurônio que tiver o vetor de pesos mais próximo do vetor de dados.

3. MÉTODO DE TRABALHO

O método de trabalho utilizado na pesquisa foi baseado em consulta bibliográfica em livros e artigos científicos com conteúdo sobre ergonomia e mineração de dados. A coleta dos dados foi realizada através de entrevista direta, num estudo transversal no período de maio a julho de 2017.

Foram entrevistados 132 empregados que responderam 5 questões: a idade (em anos), o tempo de empresa (em anos), o conhecimento sobre 11 ilustrações educativas sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso juntamente com a instruções educativas.

A Figura 2 mostra uma das ilustrações apresentadas aos entrevistados.

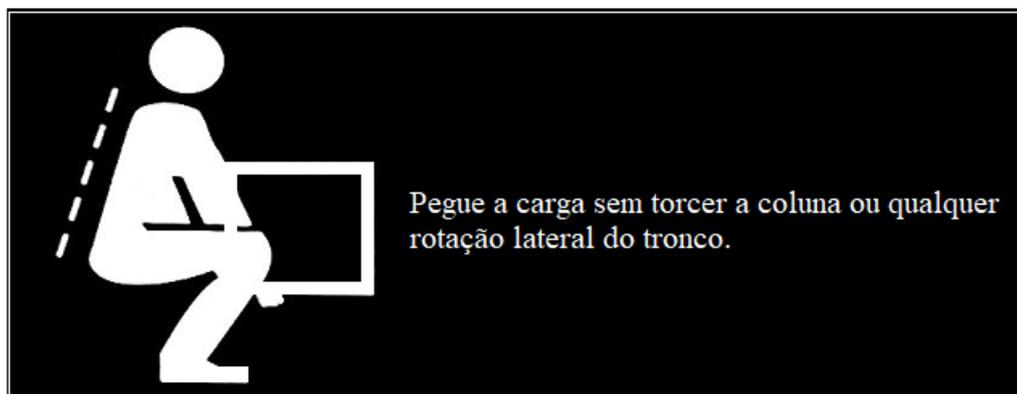


Figura 2: Ilustração educativa sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso juntamente com a instrução educativa.

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean (2005).

Os entrevistados atribuíram notas de 0 a 10 aos conhecimentos que possuíam sobre técnicas de levantamento e abaixamento de peso e atribuíram notas de 0 a 10 a prática desse



conhecimento no dia a dia. Adicionalmente foi formulada uma questão sobre o uso dos EPIs com atribuição de notas de 0 a 10 para o uso efetivo do EPI, que é obrigatório.

Todos os empregados entrevistados executam as mesmas atividades laborais, ou seja, atividades que envolvem manuseio de cargas como levantar, abaixar, empurrar, puxar, carregar, segurar e arrastar. As atividades ocorrem de forma intermitente durante a jornada de trabalho de oito horas com intervalo de uma hora. Não houve observação em campo para verificação das respostas dos entrevistados.

Para realização dos experimentos computacionais foram utilizados os *softwares*:

a) WEKA versão 3.6.13 disponível no *website* (<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>). O WEKA possui uma coleção de algoritmos de aprendizado de máquina com código aberto para tarefas de mineração de dados (WEKA, 2018). Trata-se de um *software* gratuito.

b) SOMine versão 5.2.2. Conforme Kohonen (2001), o Viscovery SOMine é um pacote comercial produzido por SOM Eudaptics GmbH (<https://www.viscovery.net/>). O *software* é considerado amigável, flexível e poderoso (VISCOVERY, 2018). Trata-se de um *software* comercial.

4. RESULTADOS

Uma vez apresentado nas seções anteriores o referencial teórico e o método de trabalho do artigo, nesta seção serão apresentados os dados da pesquisa e os resultados dos experimentos computacionais.

4.1. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

A Figura 3 mostra os histogramas gerados com as respostas dos entrevistados para conhecimento e prática sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso. O eixo x representa as notas de 0 a 10 para cada questão. O eixo y representa a quantidade de notas de 0 a 10.

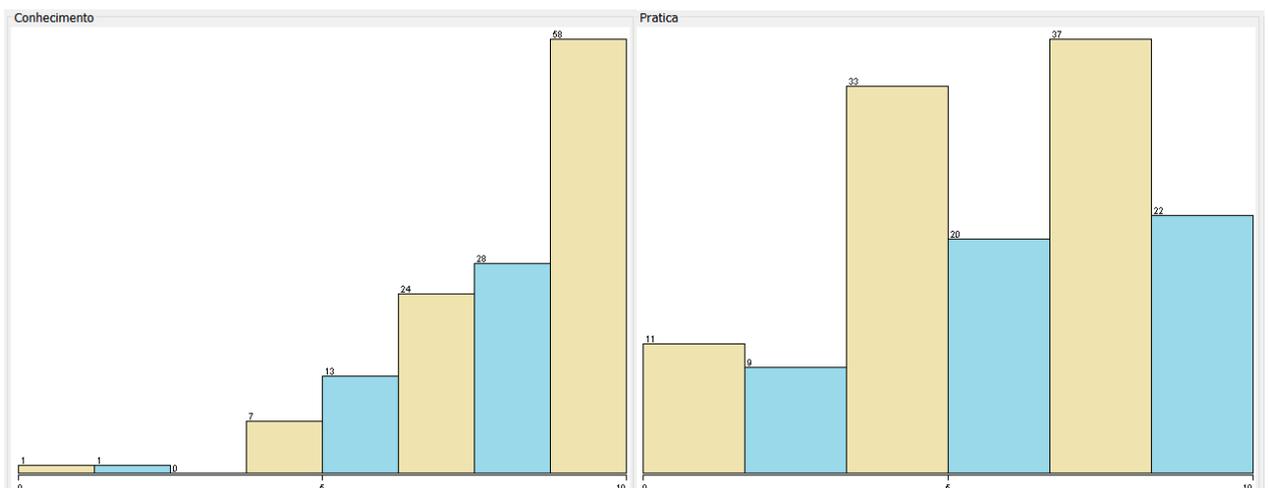


Figura 3: Histogramas gerados para conhecimento e prática sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso.

Fonte: Autores

A Figura 4 mostra os histogramas gerados com as respostas dos entrevistados para o uso de EPI. O eixo x representa as notas de 0 a 10. O eixo y representa a quantidade de notas de 0 a 10.

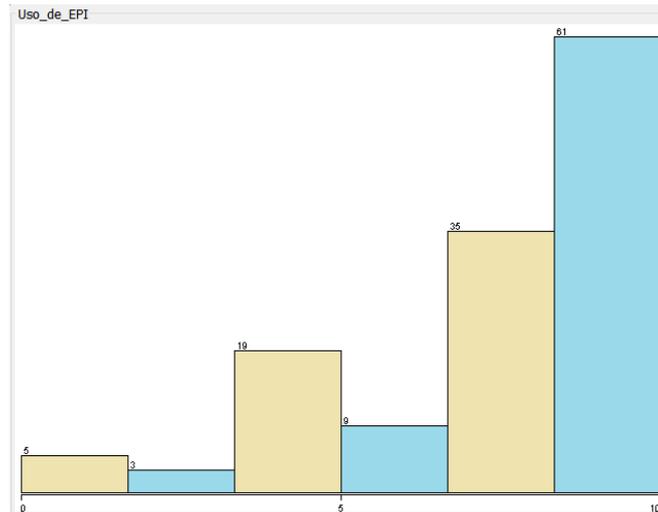


Figura 4: Histogramas gerados para o uso de EPI.
Fonte: Autores

A Figura 5 mostra os histogramas gerados com as respostas dos entrevistados para idade e tempo de empresa. O eixo x (Idade) representa as idades dos respondentes de 21 a 64 anos. O eixo x (Tempo de empresa) representa o tempo de empresa de 2 a 39 anos.

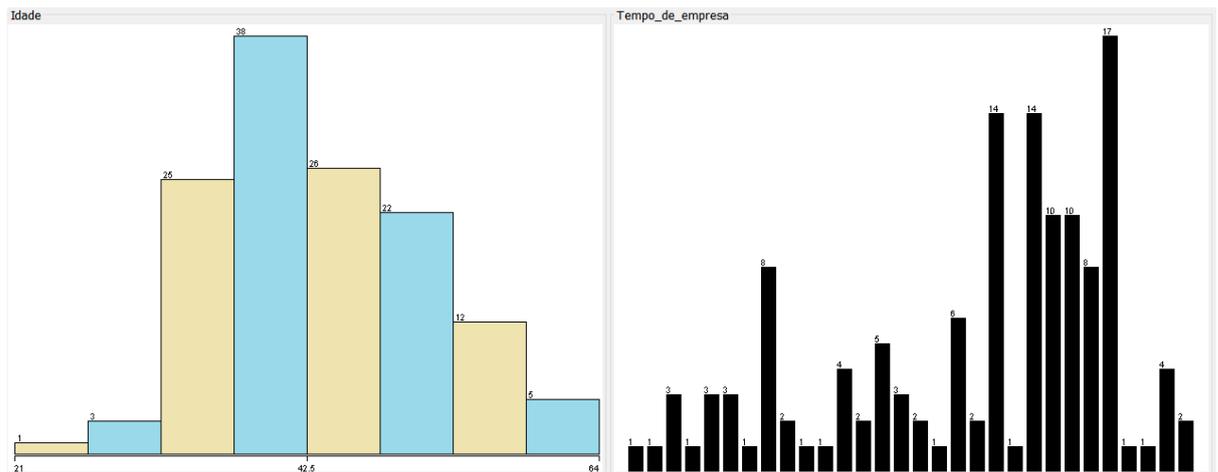


Figura 5: Histogramas gerados para idade e tempo de empresa.
Fonte: Autores

A Tabela 2 mostra as médias das notas por questão (132 entrevistas), mínimo, máximo e desvio padrão das respostas.

Observa-se que inicialmente, desconsiderando as questões idade e tempo de empresa, que a maior média de notas é apresentada na questão relacionada ao conhecimento (8,11) e a menor nota média é apresentada na questão relacionada à prática (5,91). Verifica-se ainda menor desvio padrão relacionado ao conhecimento (1,79) e o maior desvio padrão relacionado a prática (2,64). Dessa forma, pode-se entender que existe conhecimento, contudo, a prática não é correspondente.


Tabela 2: Média, mínimo, máximo e desvio padrão

Questão	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Idade	43,84	21	64	7,82
Tempo de empresa	18,56	2	39	6,22
Conhecimento	8,11	0	10	1,79
Prática	5,91	0	10	2,64
Uso EPI	7,7	0	10	2,53

Fonte: Autores

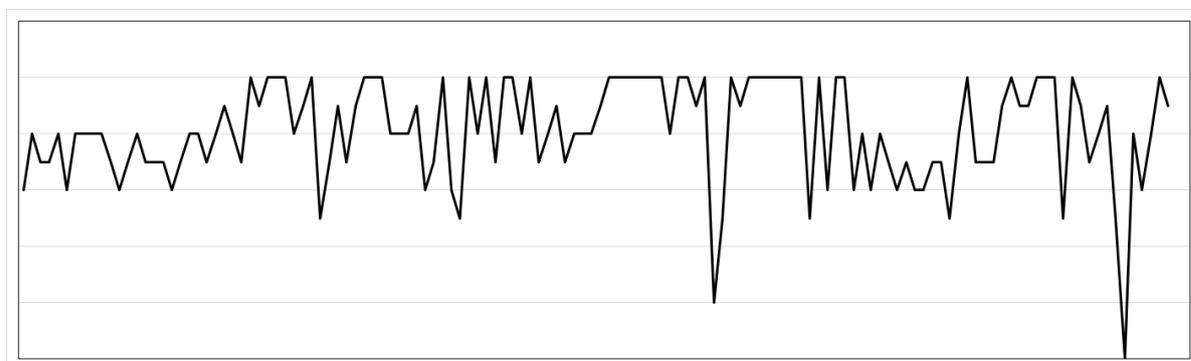
A Tabela 3 mostra as médias das notas das questões separadas por classe (Idade). Observa-se que os empregados mais jovens e com menos tempo de empresa, responderam ter menor conhecimento e prática sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso, o mesmo acontece com o uso do EPI, percebe-se que gradativamente conforme aumenta a idade e o tempo de serviço as médias aumentam em relação ao conhecimento, prática e uso do EPI.

Tabela 3: Médias das notas por idade

Idade	Tempo de empresa	Conhecimento	Prática	Uso EPI
Até 35 anos	12,6	8,0	4,8	6,6
36 a 45 anos	16,7	8,1	5,9	7,7
46 a 55 anos	21,8	8,1	6,4	7,9
Acima de 56 anos	28,1	8,2	6,0	8,9

Fonte: Autores

A Figura 6 mostra as respostas dos entrevistados para conhecimento sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso. O eixo x representa as 132 respostas dos entrevistados. O eixo y representa as notas de 0 a 10.


Figura 6: Conhecimento sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso.

Fonte: Autores



A Figura 7 mostra as respostas dos entrevistados sobre a prática dos conhecimentos sobre levantamento e abaixamento de peso. O eixo x representa as 132 respostas dos entrevistados. O eixo y representa as notas de 0 a 10.

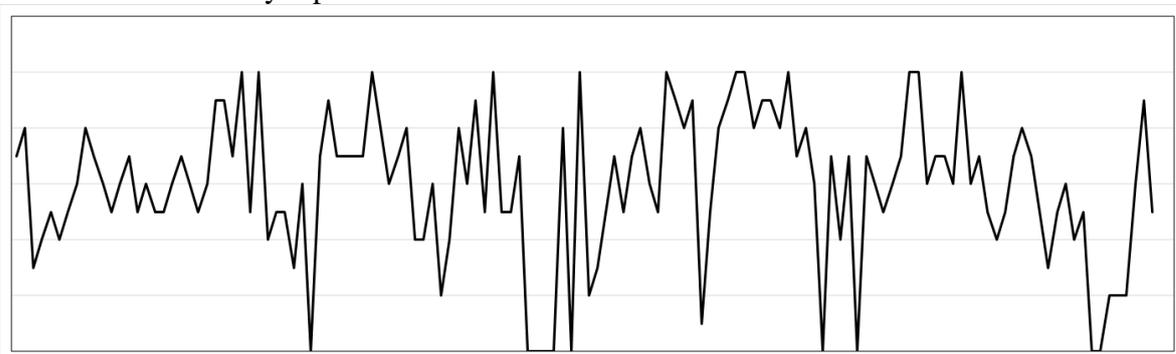


Figura 7: Prática dos conhecimentos sobre as técnicas levantamento e abaixamento de peso.

Fonte: Autores

Observa-se inicialmente que o conhecimento sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso obtiveram maiores notas que a prática desses conhecimentos.

4.2. RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

A Figura 8 mostra os agrupamentos gerados pela rede SOM em que as principais aplicações estão no campo de agrupamento, classificação e visualização de dados, por esse motivo foi escolhida para compor os experimentos computacionais nesse trabalho.

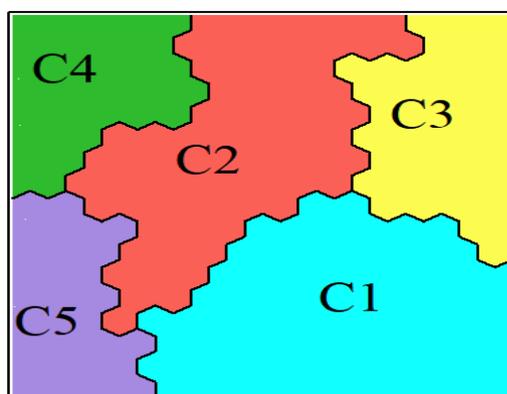


Figura 8: Agrupamentos gerados pela rede SOM.

Fonte: Autores

A Tabela 4 mostra a representatividade dos agrupamentos.

Tabela 4: Representatividade dos agrupamentos

Agrupamentos	Entrevistas	(%)
C1	42	31,82%
C2	31	23,48%
C3	25	18,94%
C4	17	12,88%
C5	17	12,88%
Total	132	100,00%

Fonte: Autores

A Tabela 5 mostra as características dos agrupamentos.


Tabela 5: Características dos agrupamentos (médias)

Agrupamento	Idade	Tempo de empresa	Conhecimento	Prática
C1	38,26	15,50	9,40	6,83
C2	45,61	18,48	6,97	6,35
C3	37,84	14,56	6,52	2,56
C4	56,24	28,41	7,76	4,71
C5	50,82	22,35	9,71	9,00

Fonte: Autores

O quadro 1 apresenta as características dos agrupamentos.

Quadro 1: Características dos agrupamentos.

C1	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade	38,26	4,71	21	49
Tempo de empresa	15,5	4,2	2	23
Conhecimento	9,4	0,89	7	10
Prática	6,83	1,68	3	10
C2	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade	45,61	3,18	40	53
Tempo de empresa	18,48	3,86	9	25
Conhecimento	6,968	1,14	5	9
Prática	6,35	1,54	4	10
C3	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade	37,84	4,29	31	49
Tempo de empresa	14,56	4,23	5	22
Conhecimento	6,52	2,044	0	9
Prática	2,56	1,981	0	5
C4	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade	56,24	3,96	50	64
Tempo de empresa	28,41	5,83	20	39
Conhecimento	7,76	1,25	6	10
Prática	4,706	2,616	0	8
C5	Mean	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade	50,82	4,76	42	61
Tempo de empresa	22,35	3,94	16	30
Conhecimento	9,71	0,59	8	10
Prática	9	1,06	7	10

Fonte: Autores

Observa-se no Quadro 1 que os agrupamentos gerados pela rede SOM mostram características mais refinadas, pode-se ter uma ideia melhor sobre a relação de idade e tempo de empresa com maior refinamento. Verifica-se que o agrupamento C5 apresenta a maior nota em relação a prática (9), menor desvio padrão (1,06) e mínimo (7) e máximo (10) com menor amplitude (3). Observa-se também que o agrupamento C3 apresenta menor média de idade



(37,84) e menor prática (2,56). No agrupamento C1 observa-se a amplitude de idade maior, contudo, a prática tem a média intermediária (6,83).

A Figura 9 apresenta os mapas gerados por agrupamento de idade e tempo de empresa.

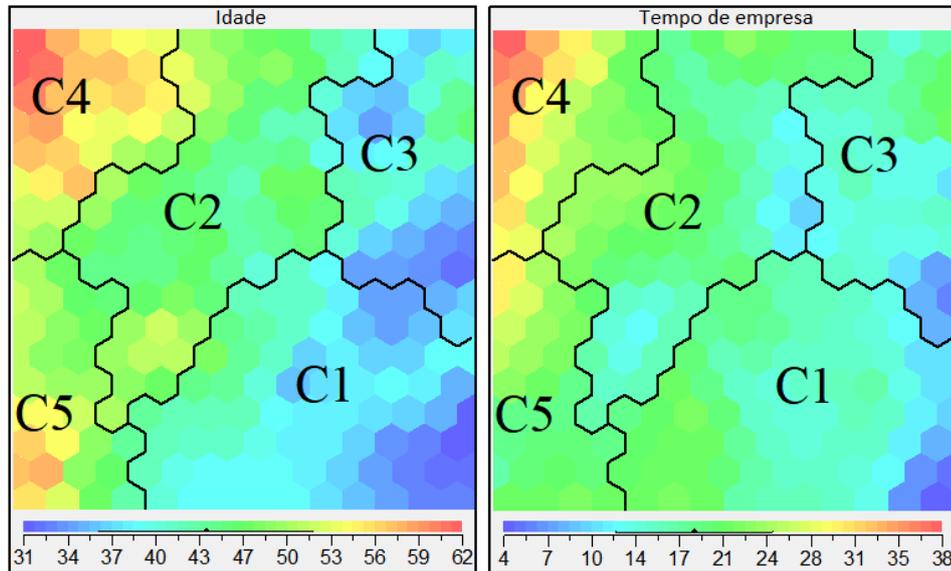


Figura 9: Agrupamentos de idade e tempo de empresa.

Fonte: Autores

A Figura 10 apresenta os mapas gerados por conhecimento e prática.

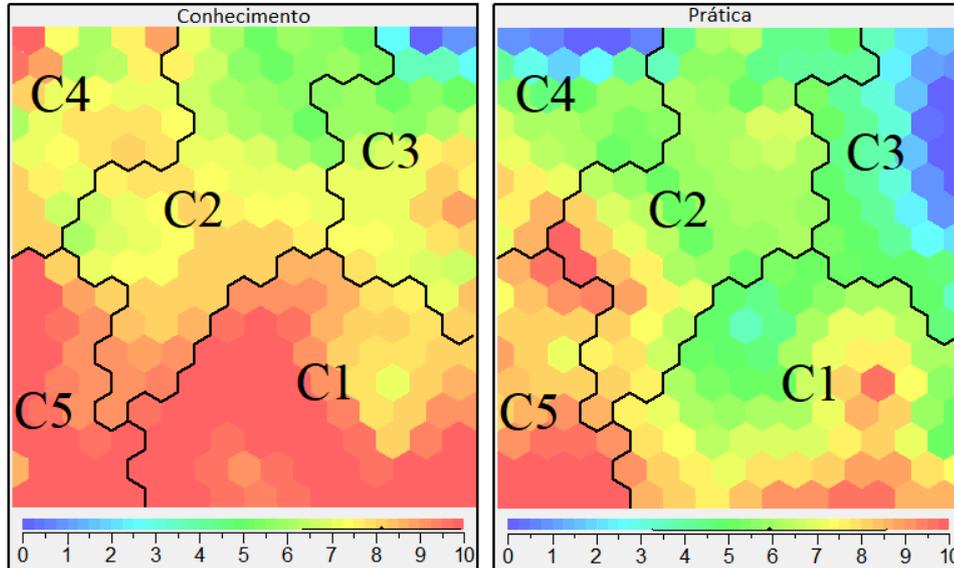


Figura 10: Agrupamentos de conhecimento e prática.

Fonte: Autores

Observa-se que os agrupamentos C1 e C5 apresentam maior conhecimento sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso. O agrupamento C5 apresenta maior conhecimento e prática sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso conforme os mapas apresentados. Optou-se pela retirada do mapa gerado pelo uso do EPI, tendo em vista, que a questão não faz parte do escopo principal do trabalho.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os empregados representados nos agrupamentos gerados pela rede SOM possuem características diferentes, observáveis através dos mapas, nesse contexto, pode-se evidenciar no momento da tomada de decisão qual a melhor formação dos grupos de empregados para o trabalho em equipes, permitindo criar um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo observado os níveis de conhecimento e prática sobre técnicas de levantamento e abaixamento de peso em cada grupo de trabalho formado. Em razão disso, sugere-se que ações educativas laborais sobre ergonomia sejam direcionadas para um público alvo específico, com o intuito de prevenir e reduzir lesões dos empregados da empresa de logística pesquisada e consequentemente a redução do absenteísmo ao trabalho causado por lesões devido ao pouco conhecimento e prática de técnicas de levantamento e abaixamento de peso. Com os agrupamentos gerados é possível identificar os grupos mais propensos a sofrer lesões e grupos menos propensos, dessa forma permite, por exemplo, realizar rodízio alternando individualmente integrantes dos grupos para que as experiências, práticas e conhecimentos sobre as técnicas de levantamento e abaixamento de peso sejam difundidas de maneira mais simples pelos empregados, criando um ambiente de trabalho mais saudável.

Como estudos futuros pretende-se utilizar outras técnicas de mineração de dados para identificar as características mais relevantes sobre ergonomia e prática de técnicas de levantamento e abaixamento de peso. Pretende-se também utilizar a base de dados do repositório do centro de aprendizado de máquina e sistemas inteligentes da UC Irvine (UCI), mais precisamente a base de dados *Absenteeism at work Data Set* (MARTINIANO, FERREIRA, SASSI e AFFONSO, 2012). Disponível em: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Absenteeism+at+work>. Com o intuito de verificar a aplicabilidade do presente estudo de forma a complementar o estudo sobre absenteísmo ao trabalho desenvolvido no estudo citado.

6. REFERÊNCIAS

- ABERGO** – Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acesso em: 06 jun. 2018.
- ABRANTES, A. F.** Atualidades em ergonomia: logística, movimentação de materiais, engenharia industrial, escritórios. São Paulo: IMAM; 2004.
- BIGUS, J. P.** Data Mining with Neural Network: Solving Business Problems from Applications Development to Decision Support. McGraw-Hil, 1996.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDERMIR, T. B.** Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações (2 ed.). Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- CARVALHO, L. A. V.** Data Mining: a Mineração de dados no Marketing, Medicina, Economia, Engenharia e Administração. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2005.
- CASTILHO, J.B.S; BARBIRATO, J. M. R. C.; SALLES, C. M. R.** Análise postural e ergonômica: estudo das atividades produtivas em uma Cooperativa de Laticínios localizada na cidade de Itaperuna – RJ. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 11, nº 3, jul-set, p. 39-56, 2016.
- DINIZ, C. A.; LOUZADA NETO, F.** Data Mining: uma introdução. São Paulo: ABE, 2000.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B.** Ergonomia prática. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- FAYYAD, U. M.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMITH, P.** The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. Communications of the ACM, v.39, p.27-34, 1996.
- FERREIRA, L. L.; DONATELLI, S.** Ergonomia: o que há para se ler em português. Ação Ergonômica. Revista da Associação Brasileira de Ergonomia. v. 1, n. 2, 2001.



- GARMER, K.; SPERLING, L.; FORSBERG, A.** A hand-ergonomics training kit: development and evaluation of a package to support improved awareness and critical thinking. *Appl Ergon.* 33(1):39-49, 2002.
- GOLDSCHMIDT, R.; PASSOS.; BEZERRA E.** Data Mining: conceitos, técnicas, algoritmos, orientações e aplicações. (2 ed.). Campus: Rio de Janeiro, 2015.
- HANCOCK, P.A.; DIAZ, D.D.** Ergonomics as a foundation for a science of purpose, *Theor. Issues Ergonomics Sci.*, 3 (2), 115–123, 2002.
- HAYKIN, S.** Redes Neurais - Princípios e Práticas. Bookman. (2 ed.) Porto Alegre, 2001.
- IIDA, I.** Ergonomia Projeto e Produção. São Paulo: Editora Edgard Blücher. 2005.
- JASTRZEBOWSKI, W.** An outline of ergonomics, or the science of work. Central Institute for Labour Protection. Varsóvia, 1857.
- JUUL-KRISTENSEN, B.; JENSEN, C.** Self-reported workplace related ergonomic conditions as prognostic factors for musculoskeletal symptoms: the “BIT” follow up study on office workers. *Occupational and environmental medicine*, v.62 (3), 2005, pp.188-194.
- KOHONEN, T.** Self-Organizing Maps. New York (3 ed.). Springer, 2001.
- KROEMER, K. H.; GRANDJEAN, E.** Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 5ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LINOFF, G. S.; BERRY, M. J.** Data mining techniques: for marketing, sales, and customer relationship management. John Wiley & Sons, 3ª ed., 2011.
- MARTINIANO, A.; FERREIRA, R. P.; FARIAS, E. B. P.; GATTO, D. D. O.; SASSI, R. J.** Mineração de dados aplicada ao Absenteísmo e a Ergonomia. XIV SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende. Rio de Janeiro, 2017.
- MARTINIANO, A.; FERREIRA, R. P.; SASSI, R. J.; AFFONSO, C.** Application of a neuro fuzzy network in prediction of absenteeism at work. In *Information Systems and Technologies (CISTI)*, 7th Iberian Conference on (pp. 1-4). IEEE, June, 2012.
- OLSON, D. L.; DELEN, D.** Advanced Data Mining Techniques. Berlin: Springer, 2008.
- PICHLER, R. F.; GARCIA, L. J.; SEITZ, E. M.; MERINO, G. S. A. D. ; GONTIJO, L. A.; MERINO, E. A. D.** Erros de medicação: análise ergonômica de utensílios da sala de medicação em ambiente hospitalar. *Cad. Saúde Colet.*, Rio de Janeiro, 2015.
- PIZO, C. A.; MENEGON, N. L.** Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado. *Produção*, v. 20, n. 4, out./dez. p. 657-668, 2010.
- SANTOS, W. R.; BRAATZ, D.; TONIN, L., A.; MENEGON, N. L.** Análise do uso integrado de um sistema se captura de movimentos com um software de modelagem e simulação humana para incorporação da perspectiva da atividade. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 23, n. 3, p. 612-624, 2016.
- SILVA, L. A.; PERES, S. M.; BOSCARIOLI, C.** Introdução à Mineração de dados: com aplicações em R. Elsevier. 1ª. ed. Rio de Janeiro, 2016.
- STANTON, N.; HEDGE, A.; BROOKHUIS, K.; SALAS, E.; HENDRICK, H** Human factors and ergonomics methods. In: *Handbook of human factors and ergonomics methods*. CRC press, p. 27-38, 2004.
- TURBAN, E.; SHARDA, R.; ARONSON, J. E.; KING, D.** Business Intelligence: Um enfoque gerencial para a inteligência do negócio. Bookman: Porto Alegre, 2009.
- VESANTO, J.** Data Exploration Process Based on the Self-Organizing Map. PhD thesis, Helsinki University of Technology, 2002.
- VESANTO, J.; ALHONIEMI, E.** (2000). Clustering of the Self-Organizing Map. *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 11, n. 2, 2002, pp. 586-600.
- VISCOVERY.** Viscovery® SOMine. Disponível em: <<https://www.viscovery.net/>>. Acesso em: 23 mai. 2018.
- WEKA.** Waikato Environment for Knowledge Analysis. Disponível em: <<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>>. Acesso em: 23 mai. 2018.
- WILSON, J. R.** A framework and a context for ergonomics methodology. Evaluation of human work—a practical ergonomics methodology. London, UK: Taylor & Francis, p. 1-39, 1995.



SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA

XVSEGET

Indústria 4.0
e o uso de tecnologias digitais

30, 31/10
e 01/11



WISNER, A. Por dentro do trabalho. São Paulo: FTD/Oboré, 1987.

_____A antropotecnologia. Estudos Avançados, São Paulo, v. 6, n. 16, p. 29-34, 1992.

WITTEN, I. H.; FRANK, E.; HALL, M. A.; PAL, C. J. Data Mining: Practical machine learning tools and techniques. Morgan Kaufmann, 2016.

YE, N. The Handbook of Data Mining. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2003.

ZAMANIAN, Z.; DANESHMANDI, H.; SETOODEH, H.; NAZARIPOOR, E.; HAGHAYEGH, A.; SARVESTANI, S. S. Risk Assessment of Musculoskeletal Disorders and Determination of the Associated Factors among Workers of a Dairy Products Factory. Journal of Health Sciences and Surveillance System, v. 2, n. 4, p. 134-139, 2014.