

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA O CÁLCULO DO PESO IDEAL NO LEVANTAMENTO MANUAL DE CARGAS COM O USO DO MÉTODO NIOSH

Alex Alves da Silva (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)
alex.alves@estudante.ufcg.edu.br

Iza Maria da Silva Nunes (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)
iza.maria@estudante.ufcg.edu.br

Mayara Maciel de Oliveira (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)
mayara.maciел@estudante.ufcg.edu.br

Mayra Maciel de Oliveira (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)
mayra.maciел@estudante.ufcg.edu.br

Monique Gabriele (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE)
monique.gabriele@estudante.ufcg.edu.br

Resumo

O presente artigo tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo que facilite a criação de soluções ergonômicas dentro das empresas, por meio do uso da linguagem de programação em Python e da ferramenta Kodular. O aplicativo será responsável pelo cálculo do peso ideal no levantamento manual de cargas para cada operário, de acordo com suas características físicas individuais, por intermédio da aplicação da ferramenta ergonômica definida como método niosh. Deste modo, inicialmente, com o auxílio do Python, formulou-se um programa a partir das condições ideais para os operários com dados médios em função de uma carga horária de serviço de oito horas diárias, onde mediante as informações depositadas pelo usuário o programa realiza o cálculo do peso ideal em Kg. Após o desenvolvimento do programa inicial, utilizou-se a ferramenta Kodular para a concepção do aplicativo, com funcionalidade para celulares Androids, com a mesma finalidade do programa inicial, mas com aumento de funções. Conclui-se, então, que por meio do aplicativo desenvolvido, cria-se uma facilidade para as empresas com relação às metas ergonômicas presentes no mercado competitivo, de modo que, com o seu uso simples e intuitivo os próprios funcionários terão conhecimento do peso ideal de carga, possibilitando uma maior qualidade de vida no trabalho.

Palavras-Chaves: Ergonomia, Aplicativo e Método niosh.

1. Introdução

A crescente competitividade do mercado exige que as empresas modernizem seus processos produtivos, com maior foco e investimentos em áreas que tornam a vida no trabalho mais satisfatória e com menores riscos para os funcionários. Desta maneira, é necessário adequar os conceitos ergonômicos e suas ferramentas dentro das organizações, possuindo como objetivo principal adaptar o ambiente de trabalho ao homem, por meio da aquisição de equipamentos, remodelações de espaços físicos de trabalho e muitas vezes de métodos.

No dia a dia das organizações, um fator muito presente no trabalho quanto a ergonomia é o levantamento manual de cargas, este ato quando com má condução ou excesso de peso, pode levar os funcionários a sofrerem lesões musculoesqueléticas, que afetam os músculos, nervos, tendões e outras partes do corpo, assim como também levar a doenças articulares, fatores estes que atingem diretamente a vida pessoal do funcionário, assim como sua desenvoltura no trabalho. A partir disto, as empresas que possuem atividades manuais dentro do seu processo produtivo, têm dado maior importância a área ergonômica com foco no levantamento manual de cargas, buscando diminuir os muitos fatores de riscos e comprometimentos possíveis associados.

Desta forma, as empresas têm se aperfeiçoado e buscado ferramentas e métodos ergonômicos que possam resolver os problemas existentes quanto ao levantamento manual de carga e sua implicação para os funcionários e a organização. Com isso, um método ergonômico usado como solução é o método niosh, que possui como intuito principal calcular o limite de peso recomendado (LPR) a ser manuseado manualmente por cada funcionário dentro da sua atividade de trabalho.

Deste modo, o método niosh consiste em um importante instrumento para que as empresas atinjam objetivos referentes a metas ergonômicas no seu processo produtivo, desta maneira, avaliar e utilizar este método é imprescindível para as organizações, entretanto a aplicação prática com os diversos dados a serem mensurados e posteriormente calculados, se torna um processo lento e trabalhoso e de uso limitado, não agregando todos os funcionários, posto isto, torna-se necessário que se desenvolva maneiras mais fáceis e rápidas, assim como eficazes para o manuseio deste método no dia a dia das empresas.

Nesta perspectiva, este projeto visa estabelecer por meio do uso da programação na linguagem em Python e da programação em blocos da plataforma Kodular, juntamente com os conceitos do método niosh, o desenvolvimento de um aplicativo reproduzível para todos os celulares Androids, que realize o cálculo e estipule a carga ideal a ser movida manualmente por cada funcionário de acordo com suas características físicas individuais, por meio do uso

da fórmula para cálculo do (LPR). Sendo assim, o projeto é a criação de uma “Calculadora NIOSH”, inicialmente responsável por analisar os dados obtidos para cada variável presente na fórmula, por meio de questões dentro do aplicativo e por fim, apresentar para o usuário o valor ideal do peso da carga que o mesmo pode manusear.

2. Referencial teórico

2.1 Ergonomia

Conforme Laville (1997), a ergonomia se define como o conjunto de conhecimentos com relação ao desempenho do homem em atividade, com o objetivo de aplicá-los à concepção das tarefas, dos instrumentos, das máquinas e também dos sistemas de produção.

A ergonomia tem como definição o estudo da adaptação do trabalho ao homem, onde inclui os equipamentos utilizados para transformar materiais, assim como todos os aspectos organizacionais de como esse trabalho é programado e controlado para produzir os resultados desejados (IIDA, 1997, apud, RODRIGUES, 2008, p. 32).

Ainda segundo Iida (2000), os objetivos práticos que existem na ergonomia são em princípio a segurança, a satisfação e o bem estar dos trabalhadores no seu relacionamento com sistemas produtivos, tendo assim como resultado a eficiência livre de sacrifícios e de sofrimentos.

Sendo assim, a ergonomia toma uma dimensão importante e positiva em situações de risco ou hábitos diários que prejudicam a vida dos trabalhadores, pois doenças músculo esqueléticas, alterações psicológicas, entre outras coisas, refletem diretamente na relação homem-trabalho, fazendo deste modo, com que procedimentos coletivos e individuais pré-programados e adaptados nos diferentes segmentos da sociedade proporcionem uma melhor qualidade de vida (GIACOMELLI, 2004).

2.2 Método niosh

Em 1980, nos Estados Unidos, através da ação do National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), iniciou-se o desenvolvimento de um novo método ergonômico para se determinar a carga máxima a ser movimentada manualmente numa atividade de trabalho, formando então o Work Practices Guide for Manual Lifting, em 1981. Neste manual se

desenvolve uma equação para avaliar a manipulação de cargas no trabalho, sendo assim criada uma ferramenta para diagnosticar os riscos de distúrbios associados à carga física que o trabalhador está submetido e indicar um limite de peso apropriado para cada ocupação. (RIBEIRO, 2009).

Com isso, a equação niosh se baseia no conceito de que o risco de distúrbios osteomusculares aumenta com a distância entre o limite de peso preconizado e o peso efetivamente manejado. Assim, uma equação estipula o cálculo do índice de levantamento (IL), que é obtido pelo quociente entre o peso da carga levantada ou o peso real (PR) e o peso da carga recomendada (LPR) (RIBEIRO et al, 2009).

Deste modo, estipula-se que se o valor do (IL), for menor que 1.0, a chance de lesão será mínima e o trabalhador estará em situação segura; se o valor for de 1.0 a 2.0, aumenta-se o risco; e se a situação de trabalho for maior que 2.0, aumentará o risco de lesões na coluna e no sistema músculo-ligamentar (WATERS, 1993; COUTO, 1995).

A equação niosh para o levantamento de cargas determina o limite de peso recomendado (LPR) a partir de seis fatores de redução da constante de carga. Os coeficientes, que variam entre 0 e 1, levam em conta a distância horizontal entre a carga e o operador (H); a distância vertical (V) da origem da carga; o deslocamento vertical (D) entre a origem e o destino da carga; o ângulo de assimetria (A) medido a partir do plano sagital; a frequência média de levantamentos (F) e a qualidade da pega (C). O valor da constante de carga foi estabelecido para o método niosh em 23 kg por meio de critérios biomecânicos, psicofísicos e fisiológicos. Esse valor refere-se à movimentação de carga no plano sagital a uma altura de 75 cm do solo, para um deslocamento vertical de 25cm, para cima ou para baixo e com a carga a uma distância máxima de 25cm do corpo do operador. O modo multiplicativo da equação faz com que o valor limite de peso indicado diminua à medida que se afaste das condições ótimas (RIBEIRO et al, 2009).

$$LPR = 23 \cdot \left(\frac{25}{H}\right) \cdot [1 - (0,003 \cdot |V - 75|)] \cdot \left[0,82 + \left(\frac{4,5}{D}\right)\right] \cdot [1 - (0,0032 \cdot A)] \cdot F \cdot C$$

2.3 Python

Idealizada e desenvolvida pelo matemático holandês, Guido Van Rossum, em 1991, com o auxílio de dois colegas, Jack Jansen e Sioerd Mullender, com o objetivo de criar uma

linguagem orientada a objetos e com uma complexidade menor do que linguagens como C++ ou Java (SONGINI, 2005).

Conforme Kay (2005), a linguagem de programação Python é orientada ao objeto e possui código aberto, usada para o desenvolvimento rápido de aplicações. Além disso, esta linguagem possui sintaxe de fácil compreensão, com uma ênfase na legibilidade, redução de custos de manutenção de programas, enquanto a sua ampla biblioteca de funções proporciona ao usuário a extensibilidade.

Songini (2005), demonstra que os usuários do Python se empolgam com a agilidade com que alcançam resultados, com que se constrói protótipos e como estes podem rapidamente serem transformados em uma aplicação.

2.4 Kodular

Segundo Gerbelli e Gerbelli (2020), a plataforma Kodular foi idealizada e desenvolvida tendo como inspiração o App Inventor, software desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia e Massachusetts (MIT), visando facilitar a codificação de aplicativos Android. O App Inventor permite que usuários sem conhecimento prévio em linguagens de programação crie aplicativos compatíveis com o sistema operacional Android, com o uso da interface gráfico da categoria Drag and Drop, ou seja arrastar e soltar.

Desta maneira, o Kodular é uma plataforma gratuita que oferece ferramentas para o usuário realizar o processo de criação de um aplicativo, funcionando a partir de blocos lógicos de programação, a qual não necessita de conhecimentos aprofundados em programação, pois conta com um layout de fácil compreensão.

3. Metodologia científica

O presente projeto se caracteriza com a adoção da pesquisa do tipo qualitativa, tendo em vista a realização do projeto com dados estabelecidos para condições ideais de trabalho.

Por meio dos conhecimentos adquiridos dentro da disciplina de Ergonomia, no Centro de desenvolvimento sustentável do semiárido (CDSA) na Universidade federal de Campina Grande (UFCG), o projeto surge com o intuito de desenvolver um aplicativo, para ser utilizado em dispositivos móveis por empresas e funcionários, com compatibilidade para o

sistema operacional Android, o qual realiza o cálculo do peso ideal no levantamento manual de cargas, com a aplicação do método niosh.

Durante o desenvolvimento do aplicativo, os instrumentos utilizados para aplicação do método niosh foram a linguagem de programação Python e a ferramenta Kodular, as informações foram inicialmente armazenadas e testadas por meio de um código em Python, funcionando como um esboço do aplicativo, para posteriormente serem organizadas e desenvolvidas dentro da plataforma Kodular, ambiente responsável pela produção, design e funcionamento do aplicativo. Desta forma, após a concepção do aplicativo, pode-se realizar o compartilhamento com os dispositivos compatíveis.

3.1. Método niosh

A ferramenta ergonômica, método niosh é o corpo do projeto, assim como do aplicativo, que se caracteriza com uma calculadora. O cálculo do limite de peso recomendado (LPR) se dá por:

$$LPR = 23 \times FDH \times FAV \times FDVP \times FFL \times FRLT \times FQPC$$

Onde o valor 23 é o peso limite ideal, ou seja, o peso que pode ser manuseado sem trazer riscos para o funcionário, as demais siglas apresentadas são:

- LPR: Limite de peso recomendado;
- FDH: Corresponde a distância horizontal (cm) entre a posição das mãos no início do levantamento e o ponto médio sobre uma linha imaginária ligando os dois tornozelos. Calcula-se dividindo a constante 25 pela distância mensurada;
- FAV: Corresponde à distância vertical (cm) das mãos com relação ao solo no início do levantamento. O cálculo se dá por meio da fórmula: $1 - (0,003 \times [V-75])$ para alturas até acima de 75 cm e; $1 - (-0,003 \times [V-75])$ para alturas até 75 cm. Onde “V” é a distância mensurada;
- FDVP: Corresponde à distância vertical percorrida desde do início do levantamento até o término da ação. Sua fórmula de cálculo é assim utilizada: $(0,82 + 4,5/D)$; onde “D” é a distância total percorrida;
- FFL: O fator frequência de levantamento é obtido por meio de uma tabela pré-estabelecida (Figura 1). Nesta tabela deveremos observar quantas vezes o funcionário

realiza o levantamento dentro de um minuto, a duração desta atividade e a distância vertical (V) em que o levantamento acontece;

- FRLT: O fator rotação lateral do tronco como o próprio nome sugere, verifica a rotação em graus durante o transporte da carga. A fórmula de cálculo se dá por: $1 - (0,032 \times A)$;
- FQPC: O fator qualidade de pega da carga é obtido através de uma tabela (Tabela 1), onde está sujeito a fatores qualitativos.

Figura 1 – Tabela fator frequência de levantamento (FFL)

FREQUÊNCIA	DURAÇÃO DA ATIVIDADE CONTÍNUA					
	≤ 8 horas		≤ 2 horas		≤ 1 hora	
Levantamento(s) por minuto	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)	V < 75 (cm)	V ≥ 75 (cm)
0,2	0,85	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00
0,5	0,81	0,81	0,92	0,92	0,97	0,97
1	0,75	0,75	0,88	0,88	0,94	0,94
2	0,65	0,65	0,84	0,84	0,91	0,91
3	0,55	0,55	0,79	0,79	0,88	0,88
4	0,45	0,45	0,72	0,72	0,84	0,84
5	0,35	0,35	0,60	0,60	0,80	0,80
6	0,27	0,27	0,50	0,50	0,75	0,75
7	0,22	0,22	0,42	0,42	0,70	0,70
8	0,18	0,18	0,35	0,35	0,60	0,60
9	0,00	0,15	0,30	0,30	0,52	0,52
10	0,00	0,13	0,26	0,26	0,45	0,45
11	0,00	0,00	0,00	0,23	0,41	0,41
12	0,00	0,00	0,00	0,21	0,37	0,37
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Watters (1993)

Tabela 1 – Fator de qualidade de pega (FQPC)

Pega	Vc < 75 (cm)	Vc > 75 (cm)
Boa	1,00	1,00
Razoável	0,95	0,95

Pobre	0,90	0,90
-------	------	------

Fonte: Adaptado de Couto (1995)

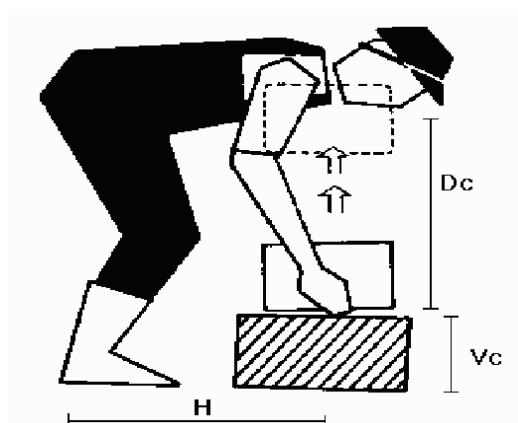
Sendo assim tem-se como fórmula, substituindo as variáveis:

$$LPR = 23 \cdot \left(\frac{25}{H}\right) \cdot [1 - (0,003 \cdot |V - 75|)] \cdot \left[0,82 + \left(\frac{4,5}{D}\right)\right] \cdot [1 - (0,0032 \cdot A)] \cdot FFL \cdot FQP$$

Onde as informações a serem inseridas pelos usuários são:

- H: Distância Horizontal (da linha do tornozelo até o ponto em que as mãos seguram o objeto - geralmente no centro da carga) (cm) (Figura 2);
- Vc: Altura vertical da carga (do chão ao ponto em que as mãos seguram o objeto) (cm) (Figura 2);
- Dc: Distância vertical percorrida (diferença de altura da carga entre a origem e o destino) (cm) (Figura 2);
- A: Ângulo de rotação lateral do tronco (em graus).

Figura 2 – Representação visual variáveis



Fonte: Couto (2002)

3.2 Python

No projeto em questão, o Python atuou como área de rascunho, foi o ambiente onde se formulou o programa que resolveria o problema estabelecido, uma calculadora com o método niosh aplicado para o limite de peso recomendado (LPR), desenvolvida visando condições

ideais para os funcionários em uma carga horária de oito horas diárias. Inicialmente o programa estabelecido identifica a fórmula base de niosh para o LPR, e então aplica os limites recomendados para cada variável digitada pelo o usuário, assim realiza o cálculo e mostra na tela do programa o peso ideal a ser carregado pelo funcionário em Kg.

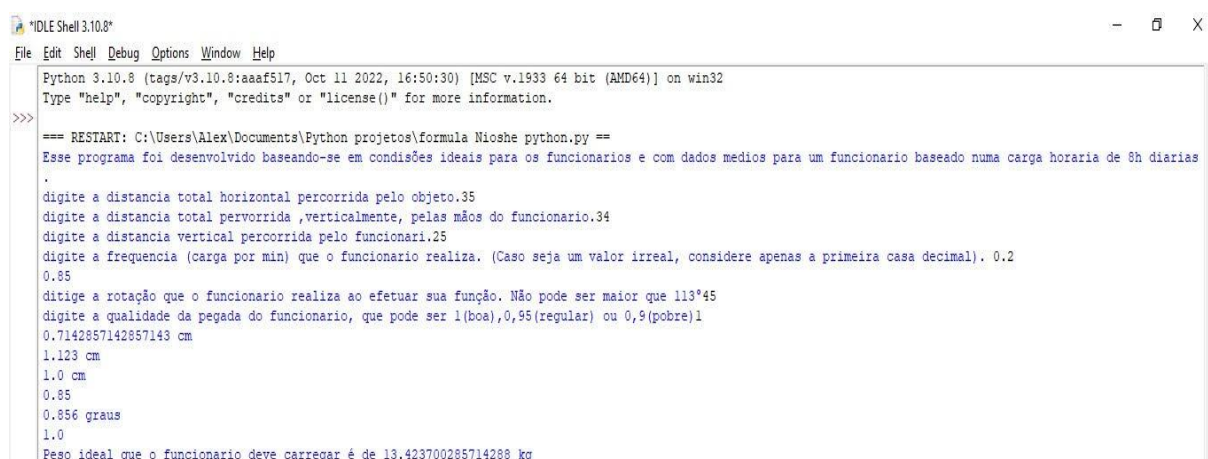
3.3 Kodular

No presente projeto, a plataforma foi utilizada para concepção do aplicativo, sendo responsável por todo o design do mesmo, assim como suas funcionalidades, na plataforma foram adicionadas funções que não estavam presentes no programa inicial em Python e também vídeos tutoriais dentro do aplicativo, para auxiliar os usuários, facilitando a compreensão dos funcionários e da empresa sobre o método niosh e suas funcionalidades.

4. Resultados e discussões

O esboço inicial do projeto em Python conta com a apresentação do programa e seu objetivo, posteriormente por meio do questionário apresentado e respondido pelo o usuário, os dados são armazenados e o programa calcula e mostra o peso ideal de carga para o funcionário em Kg (Figura 3).

Figura 3 – Tela inicial aplicativo



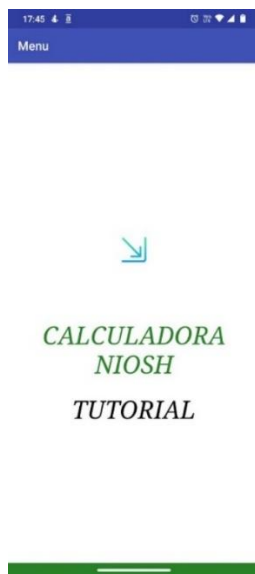
```
*IDLE Shell 3.10.8*
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.10.8 (tags/v3.10.8:aaaf517, Oct 11 2022, 16:50:30) [MSC v.1933 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
=== RESTART: C:\Users\Alex\Documents\Python projetos\formula Nioshe python.py ==
Esse programa foi desenvolvido baseando-se em condições ideais para os funcionarios e com dados medios para um funcionario baseado numa carga horaria de 8h diarias
.
digite a distancia total horizontal percorrida pelo objeto.35
digite a distancia total percorrida ,verticalmente, pelas mãos do funcionario.34
digite a distancia vertical percorrida pelo funcioniari.25
digite a frequencia (carga por min) que o funcionario realiza. (Caso seja um valor irreal, considere apenas a primeira casa decimal). 0.2
0.85
digite a rotação que o funcionario realiza ao efetuar sua função. Não pode ser maior que 113°45
digite a qualidade da pegada do funcionario, que pode ser 1(boa),0,95(regular) ou 0,9(pobre)1
0.7142857142857143 cm
1.123 cm
1.0 cm
0.85
0.856 graus
1.0
Peso ideal que o funcionario deve carregar é de 13.423700285714288 kg
```

Fonte: Autoria própria (2023)

O aplicativo elaborado através da plataforma Kodular, apresenta como nome “CALCULADORA NIOSH” o que permite uma compreensão rápida de todos a respeito da

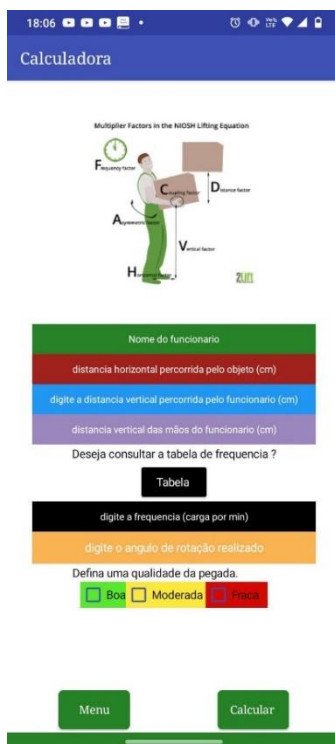
sua proposta. A interface do aplicativo quando em uso traz a seguinte tela de apresentação (Figura 4), onde é apresentado para o usuário duas opções, o acesso direto a calculadora niosh ou o acesso aos tutoriais disponíveis, com o acesso a funcionalidade da calculadora temos a descrição de cada informação a ser dada pelo usuário em questão, com a possibilidade de consultar a tabela do fator de frequência e definir a qualidade de pega, além da opção de calcular e assim ter o resultado apresentado, o campo além de contar com a descrição, apresenta também cores distintas para facilitar a distinção visual das informações (Figura 5). Já no acesso a aba tutorial, o aplicativo disponibiliza vídeos tutoriais explicativos a respeito das funcionalidades do mesmo, com a apresentação conceitual do método niosh e a análise do manuseio de cargas pelo método (Figura 6).

Figura 4 – Tela inicial aplicativo



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 5 – Área da calculadora niosh



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 6 – Área do tutorial



Fonte: Autoria própria (2023)

5. Considerações finais

Através do projeto desenvolvido e do aplicativo ativo, espera-se que a utilização de tecnologias para introduzir ferramentas ergonômicas, tal qual a formulada pelo projeto, cresça dentro das empresas, com o objetivo de facilitar o dia a dia das organizações, assim como, diminuir os fatores de riscos para os funcionários com relação ao levantamento manual de cargas, buscando aumentar a sua qualidade de vida no trabalho.

A interface de fácil entendimento juntamente com a presença de vídeos tutoriais, possibilita o uso tanto por responsáveis da empresa como pelos próprios funcionários, o que torna seu uso aplicável de maneira rápida e eficiente.

REFERÊNCIAS

COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições**. Hudson de Araújo Couto; Ilustrado por Ricardo Sá. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

COUTO, H. de A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte, Ergo Editora, v. 1, 1995.

GIACOMELLI, Adriana Diniz de Oliveira. **Análise Das Condições de Trabalho de setores de Beneficiamento De Arroz: Propostas Preventivas De Doenças Ocupacionais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

GERBELLI, Nelson Fabbri, GERBELLI, Valéria Helena P. **Kodular Facilitando o desenvolvimento de aplicativos Android: A evolução do App Inventor**. Gerbelli, 2020.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 4. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Editora Edgard Blücher 2000. P. 1,2.

KAY, Russell. **Python**. Computerworld, 2005.

Disponível em: <<https://www.computerworld.com/article/2556925/python.html>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

LAVILLE, Antoine. **Ergonomia**. São Paulo: EPU, 1977.

RIBEIRO, Ivan Augusto Vall; TERESO, Mauro José Andrade; ABRAHÃO, Roberto Funes. **Análise Ergonômica do Trabalho Em Unidades De Beneficiamento De Tomates De Mesa: Movimentação Manual De Cargas**. Ciência Rural. Santa Maria, 2009. Vol. 39.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000400018&tlng=pt> Acesso em: 03 jan. 2023.

SONGINI, Marc L. **Put in Plain Language: The high portable, object-oriented Python language moves into enterprise application development**. Computerworld, 2005.

Disponível em: <<https://www.computerworld.com/article/2557590/python-software-foundation-s-python-put-in-plain-language.html>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

WATERS, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A. e Fine, L.J. **Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks**. Ergonomics, 1993.