

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**MARTINS DARIO GONÇALVES GALINDO**

**ANÁLISE ERGONÔMICA EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA:  
AVALIAÇÃO DA POSTURA CORPORAL DOS TRABALHADORES NO  
SETOR DE PREPARO E EMBALAGEM DE LANCHES**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2019**

**MARTINS DARIO GONÇALVES GALINDO**

**ANÁLISE ERGONÔMICA EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA:  
AVALIAÇÃO DA POSTURA CORPORAL DOS TRABALHADORES NO  
SETOR DE PREPARO E EMBALAGEM DE LANCHES**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier

**CURITIBA**

2019

**MARTINS DARIO GONÇALVES GALINDO**

**ANÁLISE ERGONÔMICA EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA:  
AVALIAÇÃO DA POSTURA CORPORAL DOS TRABALHADORES NO  
SETOR DE PREPARO E EMBALAGEM DE LANCHES**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

---

Prof. Dr. Antonio de Paula Augusto Xavier  
Professor da UTFPR – Câmpus Ponta Grossa.

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2019

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## RESUMO

GALINDO, Martins Dario Gonçalves. Análise ergonômica em indústria alimentícia: avaliação da postura corporal dos trabalhadores no setor de preparo e embalagem de lanches. 2019. 48 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-Graduação em Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Esta pesquisa apresenta uma abordagem teórica qualitativa e quantitativa produzida a partir observações e coleta de dados no setor de preparo e embalagem de lanches em uma indústria alimentícia situada na região metropolitana de Curitiba, Paraná. O objetivo é analisar as respostas do Questionário Nórdico de sintomas musculoesquelético e o método *RULA* e relaciona-las para justificar as dores apontadas pelos trabalhadores. Além da aplicação do Questionário Nórdico, foram realizadas medições antropométricas e das dimensões do posto de trabalho para verificar se correspondem as recomendações ergonômicas para o posto de trabalho. Diante das observações realizadas constatou-se que o posto de trabalho não está adequado para os trabalhadores, sendo essa uma das razões para as dores corporais apontadas. Por fim, todos os dados coletados foram analisados para se justificar os motivos das respostas preenchidas no Questionário Nórdico e foram sugeridas soluções para melhoria do posto de trabalho.

**Palavras-chave:** Questionário Nórdico de sintomas musculoesquelético. Método *RULA*. Posto de trabalho.

## ABSTRACT

GALINDO, Martins Dario Gonçalves. Ergonomics analysis food industry: a body posture assessment of workers in the preparation and packaging sector of snacks. 2019. 48 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-Graduação em Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

This research shows a qualitative and quantitative approach written from observations and data acquisition in the preparation and packaging sector of snacks in a food industry located at surrounding areas of Curitiba, Paraná. The objective is to analyze the responses of the Nordic Questionnaire of musculoskeletal symptoms and the RULA method and relate them to justify the pains pointed out by the workers. In addition to the application of the Nordic Questionnaire, anthropometric measurements and the dimensions of the workstation were carried out to verify if the ergonomic recommendations for the work place correspond. In view of the observations made, it was verified that the workstation is not suitable for the workers, and this is one of the reasons for the corporal pain mentioned. Finally, all the data collected were analyzed to justify the reasons for the responses completed in the Nordic Questionnaire and suggested solutions to improve the work place.

**Palavras-chave:** Nordic Musculoskeletal Symptoms Questionnaire. *RULA* method. Workstation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aproximação da compatibilidade humano-sistema para a Ergonomia .....	12
Figura 2 - Exemplo de sistema de produção .....	17
Figura 3 - Modelo biomecânico do corpo humano.....	19
Figura 4 - Tipos de alavancas .....	19
Figura 5 - Medidas antropométricas frontais com pessoa em pé .....	22
Figura 6 - Medidas antropométricas laterais de uma pessoa em pé .....	22
Figura 7 - Medidas antropométricas dos membros superiores de uma pessoa em pé.....	22
Figura 8 - Medidas antropométricas com uma pessoa sentada .....	23
Figura 9 – Relações de dependência existentes na execução de uma tarefa .....	23
Figura 10 - Trabalhos em pé: de precisão, leve e pesado, respectivamente. ....	24
Figura 11 - Banquetas utilizadas para alternar entre o trabalho em pé e sentado.....	25
Figura 12 - Fluxograma das atividades realizadas no posto de trabalho .....	26
Figura 13 – Mesa de manipulação em aço inox com prateleira (posto de trabalho) .....	27
Figura 14 – Dimensões, em centímetros, do posto de trabalho analisado.....	28
Figura 15 - Partes do corpo com problemas .....	29
Figura 16 – Dores sentidas nos últimos 7 dias .....	31
Figura 17 – Dores sentidas nos últimos 12 meses .....	31
Figura 18 - Afastamentos ocorridos nos últimos 12 meses .....	31
Figura 19 - Homem e mulher no posto de trabalho .....	33
Figura 20 - Recomendação de alturas das bancadas para trabalho em pé.....	33
Figura 21 – Intervenções no posto de trabalho baseados na pontuação e no nível de ação ....	34
Figura 22 - Movimento dos braços durante o levantamento do pão da mesa .....	35
Figura 23 - Movimento do antebraço durante o corte do pão e passagem de manteiga.....	36
Figura 24 - Movimento do punho durante o corte do pão e passagem de manteiga .....	37
Figura 25 - Movimento de rotação do punho durante a passagem de manteiga .....	37
Figura 26 - Posição do pescoço durante o preparo do sanduíche .....	38
Figura 27 - Posição e movimento do tronco durante a tarefa.....	39
Figura 28 - Posição das pernas durante a jornada de trabalho.....	39
Figura 29 - Características da tarefa e uso da musculatura (trabalho estático ou postura repetitiva).....	40
Figura 30 - Resultados obtidos e recomendações.....	41

Figura 31 - Resumo das posições e movimentos realizados pelo corpo humano durante a tarefa .....	42
Figura 32 - Tempos médios no aparecimento de dores no pescoço .....	43
Figura 33 - Forças exercidas nas colunas dorsal e lombar durante a tarefa .....	44
Figura 34 - Postura ereta durante preparo do sanduíche .....	45
Figura 35 - Posto de trabalho adaptado para a posição semi-sentada .....	47
Figura 36 - Questionário Nórdico dos Sintomas Musculoesquelético .....	52



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Percentis, média, desvio-padrão e coeficiente de variação do levantamento antropométrico das indústrias de móveis.....	21
Tabela 2 - Respostas do Questionário Nórdico dos sintomas músculo-esquelético.....	30
Tabela 3 - Medidas antropométricas, em metros, dos funcionários dos 1º e 2º turnos.....	32

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.2	PROBLEMAS E PREMISSAS .....	13
1.3	OBJETIVOS .....	14
1.3.1	Objetivo geral .....	14
1.3.2	Objetivos específicos .....	14
1.4	JUSTIFICATIVA .....	15
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	15
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	ABORDAGEM SISTÊMICA ERGONÔMICA .....	17
2.2	BIOMECÂNICA OCUPACIONAL.....	18
2.3	SISTEMA METABÓLICO .....	19
2.4	ANTROPOMETRIA .....	20
2.5	POSTO DE TRABALHO.....	23
3.	METODOLOGIA DE PESQUISA .....	26
3.1	CARACTERÍSTICAS DA TAREFA E DO POSTO DE TRABALHO.....	26
3.2	QUESTIONÁRIO NÓRDICO .....	28
3.3	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS .....	32
3.4	MÉTODO DE AVALIAÇÃO <i>RULA</i> .....	34
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1	DORES NO PESCOÇO.....	43
4.2	DORES NAS COLUNAS DORSAL E LOMBAR.....	44
4.3	DORES NAS PERNAS E NOS PÉS.....	46
5.	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS .....	49
	ANEXO .....	52

## 1. INTRODUÇÃO

A Ergonomia é uma área da ciência a fim de analisar as interações existentes entre o homem e o trabalho e adaptá-lo àquele de modo que se alcancem saúde, segurança e satisfação do trabalhador, ou seja:

“É a disciplina científica encarregada de compreender as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema e a profissão que aplica teoria, princípios, dados, e métodos para projetos com o objetivo de otimizar o bem-estar do ser humano e da performance geral do sistema” (IEA, 2003).

Claro que do ponto de vista do empregador pode parecer mais um custo. No entanto, a Teoria de Maslow diz que o ser humano tem necessidades básicas – fisiológicas, de segurança, de aceitação, de ego e de auto realização, nessa hierarquia – que devem ser atendidas a fim de obterem-se os bem-estares físico, mental e social, que são estudadas pelas Ergonomias Física, Cognitiva e Organizacional, respectivamente.

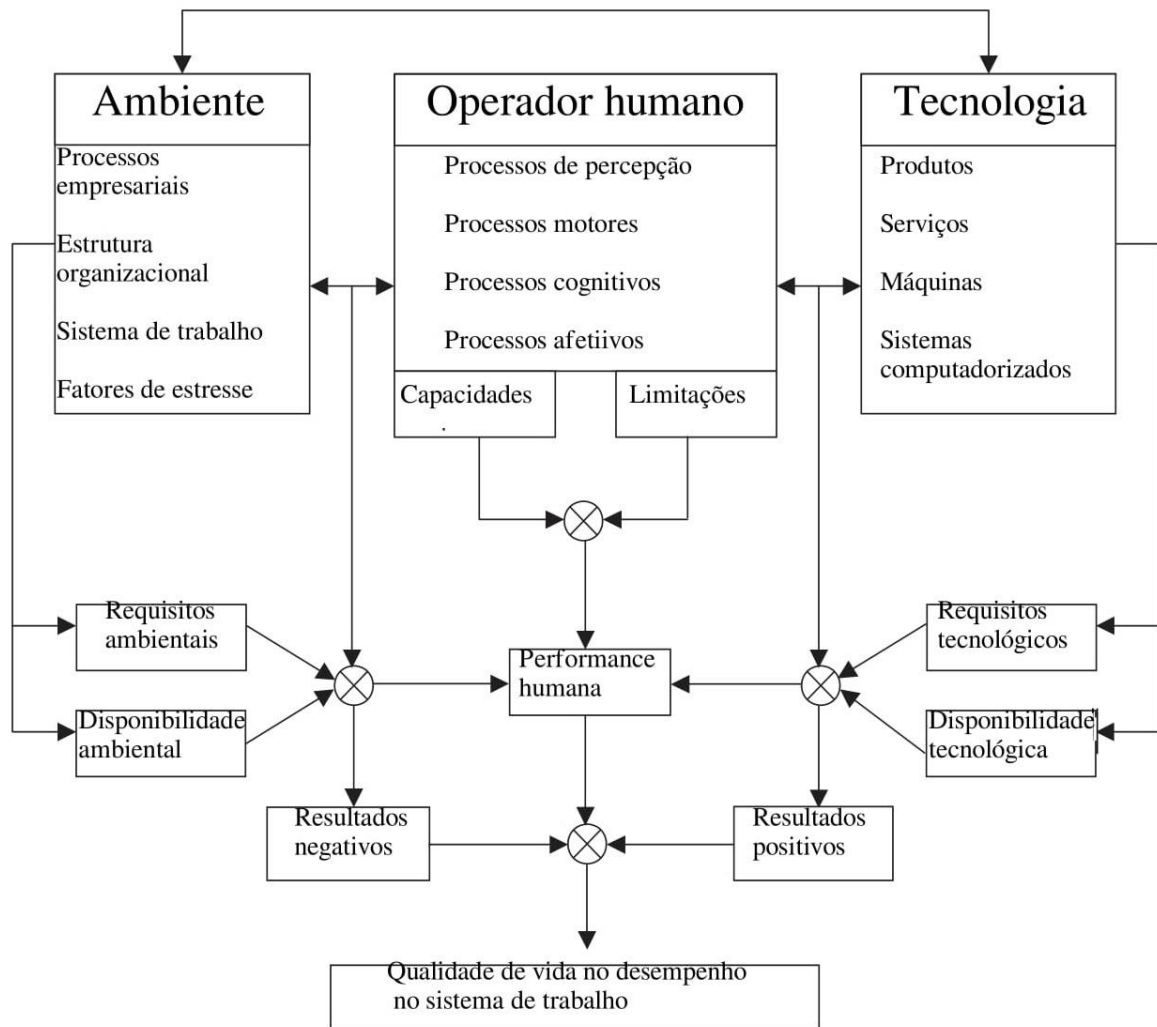
Mas como tratar a Ergonomia como uma vantagem competitiva ao invés de um custo adicional? A definição da IEA mencionada anteriormente responde subjetivamente essa questão e os exemplos abaixo ratificam que a Ergonomia é uma vantagem competitiva:

- *Dorsalgia* é o principal motivo de afastamento com 116.371 casos (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2017). A biomecânica ocupacional e a adaptação do posto de trabalho são ferramentas fundamentais para minimizar esse problema.
- Desenvolvimento de dispositivo especial diminui o esforço e o desconforto em serviços de manutenção de atuadores do sistema de frenagem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Antes, a média do trabalho era de 26 dias – custo de parada, R\$ 1,7 milhão – e agora são de 10 dias – custo de parada R\$ 687 mil (REVISTA PROTEÇÃO, 2013).

Outro argumento para o questionamento acima é que o ser humano pode ser comparado a uma máquina térmica e nada mais plausível que se ter uma “máquina” com eficiência elevada. Infelizmente, “o rendimento da máquina humana é muito baixo: raramente atinge os 30%; nas condições de trabalho industrial é de no máximo 10%” (COUTO, 1995, p. 33).

Logo, a Ergonomia é o estudo do homem-máquina-ambiente que “é um sistema que envolve uma interação entre pessoas e outros componentes do sistema, como um hardware,

um software, tarefas, ambientes e estruturas de trabalho” (CZAJA, NAIR, 2012, p. 55), que pode ser resumido conforme a figura 1.



Notas : ⊗ — União das relações de compatibilidade

**Figura 1 - Aproximação da compatibilidade humano-sistema para a Ergonomia**  
**Fonte: adaptado de Karwowski, 2005 (apud KARWOWSKI, 2012, p. 15)**

Ora, o ser humano não apresenta eficiência elevada para a execução de tarefas. Então é necessário criar condições para aumentá-la. Em Ergonomia, eficiência pode ser entendida como a diminuição do gasto energético, a redução da fadiga física ou mental, etc. A eficiência pode ser aumentada através de uma postura corporal adequada, de fatores ambientais propícios, de postos de trabalho adequados, entre outros. Porém, como medir isso e aumentar a eficácia do homem no trabalho? Abaixo são apresentadas algumas técnicas para mensurar a interação entre o ser humano e o trabalho:

- Medição da capacidade aeróbica dos trabalhadores.
- Cronoanálise.

- Medição do dispêndio energético na execução de uma tarefa.
- Questionário Nórdico dos sintomas musculoesquelético
- Medição antropométrica.
- Análise biomecânica das posturas corporais do trabalhador.
- Análise do posto de trabalho.
- Medição de ruído.
- Análise do conforto térmico de um ambiente.
- Medição de vibração do ser humano durante uma tarefa.
- Medição do nível de iluminação.
- Entre outras que fogem do escopo desta monografia.

“No geral, é cada vez mais aparente que não podemos restringir a aplicação dos fatores humanos no projeto de determinadas tarefas, postos de trabalho, ou interfaces homem-máquina; pelo contrário, devemos expandir nossa visão de projetar sistemas e considerar questões técnico-sociais mais amplas. Em outras palavras, o projeto dos sistemas atuais requer a adoção de um olhar mais macro ergonômico, uma aproximação, de baixo para cima, do projeto sistema técnico-social que se preocupe com a interface homem-organização e que represente uma perspectiva maior no projeto de sistemas” (CZAJA, NAIR, 2012, p. 42).

## 1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A postura corporal é devida ao posto de trabalho e/ou ao hábito adotado pelo trabalhador para executar determinada atividade. O estudo proposto tem por finalidade avaliar as causas das dores apontadas no Questionário Nórdico de sintomas musculoesquelético por dez funcionários do 1º e 2º turnos de uma indústria alimentícia, uma vez que:

“Muitos produtos e postos de trabalho inadequados provocam estresses musculares, dores e fadiga que, às vezes, podem ser resolvidas com providências simples, como o aumento ou redução de altura da mesa ou da cadeira, melhoria do layout ou concessão de pausas no trabalho”. (IIDA, 2005, p. 159)

## 1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

A variedade antropométrica dos trabalhadores é um dos problemas iniciais para a análise de um posto de trabalho – este pode estar adaptado para um e não para o outro – que deve ser realizada com todos os envolvidos. Isso significa que o trabalhador deve se ausentar de sua função e, portanto, não há produção.

Outro problema que pode surgir são informações obtidas durante a entrevista e o preenchimento do Questionário Nórdico de sintomas musculoesquelético: podem haver resultados que não são verdadeiros ou são exagerados ou o entrevistado ter sentido desconfortável ou com receio de apontar o que realmente ocorre.

Quanto as premissas assumidas neste trabalho, são as seguintes:

- O nível de ruído está dentro dos limites de tolerância estabelecidos pelo anexo I da NR-15, para um regime de trabalho de 8 horas.
- O trabalho realizado é contínuo e o tipo de atividade é leve, conforme os Limites de tolerância para exposição ao calor, de acordo com o Quadro 1 da NR-15.
- A taxa de metabolismo considerada é de 150 kcal/h (trabalho leve – de pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços).
- O nível de iluminação está de acordo com exigência descrita no item 17.5.3.3 da NR-17.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Analisar as respostas do Questionário Nórdico de sintomas musculoesquelético e as posturas corporais dos membros superiores com o método *RULA* (*Rapid Upper Limb Assessment* – avaliação rápida dos membros superiores) durante a execução da tarefa relacionando-as para justificar as dores apontadas pelos trabalhadores e prover sugestões de melhoria no posto de trabalho.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Aplicar o Questionário Nórdico dos Sintomas Musculoesquelético.
2. Realizar medições antropométricas nos trabalhadores dos 1º e 2º turnos.
3. Medir as dimensões do posto de trabalho.
4. Utilizar o método *RULA* para avaliar os movimentos corporais dos membros superiores.
5. Justificar as respostas do Questionário Nórdico dos Sintomas Musculoesquelético.
6. Propor soluções ergonômicas para a tarefa.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

O estudo proposto tem por finalidade avaliar as causas das dores apontadas por dez funcionários dos 1º e 2º turnos que responderam ao Questionário Nórdico de Sintomas Musculoesquelético.

As queixas são referentes às dores nas colunas lombar e dorsal e nos tornozelos e pés. Essas podem estar relacionadas com a jornada de trabalho ser realizada em pé e parado e ao posto de trabalho não ser adaptado para todos os trabalhadores devido as variações antropométricas existentes.

Portanto, é necessário compreender como o corpo se comporta durante a realização da tarefa e treinar os trabalhadores sobre quais riscos ergonômicos os acercam, para que se possibilite a redução das dores apontadas e que se previnam danos maiores à saúde, como: lombalgias, dorsalgias, etc.

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Realizaram-se pesquisas na literatura sobre o sistema homem-máquina-ambiente; antropometria; biomecânica ocupacional; sistema metabólico; e projeto de postos de trabalho.

Em seguida, aplicou-se o Questionário Nórdico dos Sintomas Musculoesquelético; efetuaram-se medições antropométricas nos colaboradores; mediram-se as dimensões do posto de trabalho; e acompanhou-se a execução da tarefa durante os 1º e 2º turnos.

Como não se autorizou o uso de filmadoras ou câmeras fotográficas, criou-se com o programa *Autocad* um modelo aproximado dos trabalhadores no posto de trabalho para facilitar a visualização da interação homem-máquina-ambiente.

A avaliação das posturas corporais dos membros superiores foi realizada com o método *RULA*; para os membros inferiores, o trabalho é feito em pé e na posição parada.

Ao fim, relacionaram-se as dores apontadas no Questionário com as posturas corporais adotadas para se justificar-se a razão das queixas existentes e sugeriu-se algumas soluções para o posto de trabalho.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresentará, conforme normas internas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a seguinte estrutura:

Capítulo 1: Introdução - apresentação e contextualização inicial do trabalho, delimitação do tema, problemas, objetivos, justificativa e procedimentos metodológicos.

Capítulo 2: Referencial Teórico – conceito de sistema, de biomecânica ocupacional, de sistema metabólico, de antropometria e de postos de trabalho.

Capítulo 3: Metodologia de pesquisa – características da tarefa e do posto de trabalho, aplicação do Questionário Nórdico dos Sintomas Musculoesquelético, utilização do método *RULA*.

Capítulo 4: Análise dos dados coletados – dores no pescoço, dores nas colunas dorsal e lombar e dores nas pernas e nos pés.

Capítulo 5: Conclusões.

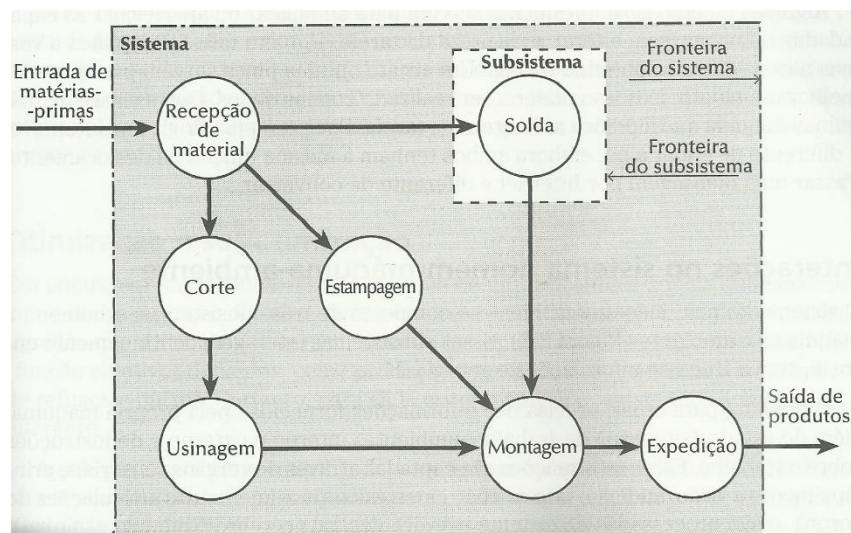


## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ABORDAGEM SISTÊMICA ERGONÔMICA

“Um sistema é uma agregação de elementos organizados em alguma estrutura (geralmente, hierárquica) para alcançar metas e objetivos do sistema. Todos os sistemas têm a seguinte estrutura: interação de elementos, estrutura, propósito e metas, entradas e saídas. Um sistema é geralmente composto de humanos e máquinas e tem estrutura e organização definidos e fronteiras externas que o separam de elementos fora do sistema. Todos os elementos dentro de um sistema interagem e funcionam para alcançar as metas do sistema” (CZAJA, NAIR, 2012, p. 43).

A figura 2 apresenta um sistema de produção dividido em vários setores cuja finalidade é produzir determinado produto. Cada setor possui características próprias que são intrínsecas à tarefa, ao ambiente, ao posto de trabalho, ao nível de conhecimento do trabalhador, ao grau de estresse que a atividade proporciona, etc. Logo, é compreensível que em uma análise ergonômica defina-se o objeto de estudo e “delimite-se onde começa e termina”. Contudo, não se pode olvidar que um sistema – apesar de ser possível dividi-lo em vários subsistemas com fronteiras definidas (às vezes) – é afetado por quaisquer alterações nos subsistemas que o compõem, isto é, “a visão tradicional do processo de design de sistemas é uma sequência linear de atividades onde a saída de cada estágio serve como entrada para a próxima etapa” (CZAJA, NAIR, 2012, p. 49).



**Figura 2 - Exemplo de sistema de produção**  
**Fonte: Iida (2005, p.27)**

Segundo Iida (2005, p.27), “o sistema homem-máquina-ambiente é constituído basicamente de um homem e uma máquina que interagem entre si para a realização de um trabalho” – definição de *microergonomia*. A essa, pode-se acrescentar que o ambiente – ruído elevado, pouco iluminação, temperatura elevada, vibrações etc. – e fatores psicossociais

(pirâmide de Taylor) e organizacionais também devem ser considerados em uma análise ergonômica denominada *macroergonomia*.

“A regra básica dos fatores humanos no projeto de sistemas é a aplicação de princípios comportamentais, dados, e métodos no processo do projeto. Dentro dessa regra, os fatores humanos são envolvidos em um número de atividades. Estas incluem a especificação de entradas do trabalho, equipamentos e projeto de interface, critério de performance do homem, seleção e treinamento de operadores, e entradas considerando testes e avaliações” (CZAJA, NAIR, 2012, p. 51).

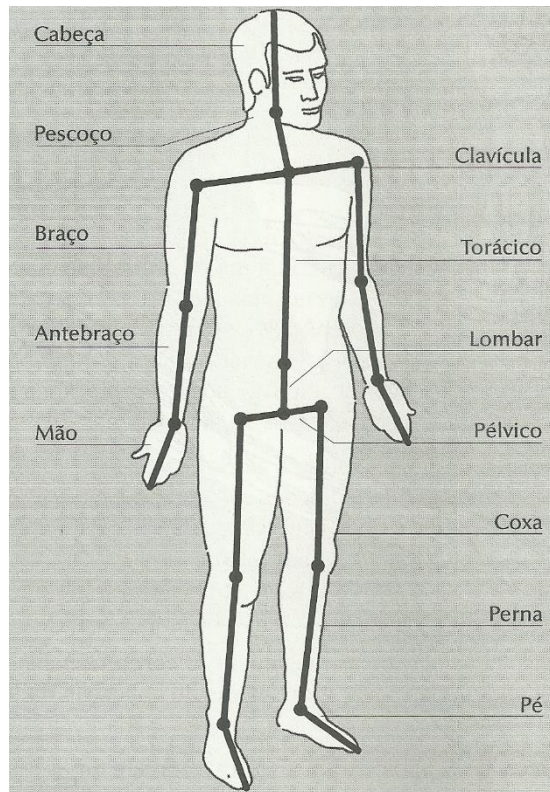
## 2.2 BIOMECÂNICA OCUPACIONAL

O corpo humano pode ser comparado a um sistema de alavancas. Logo, é compreensível o uso da biomecânica para se analisar a execução de tarefas pelo homem, uma vez que forças devem ser empregadas para a realização de trabalho. “A estrutura biomecânica do corpo humano pode ser vista com um conjunto de alavancas, formado pelos ossos maiores que se conectam nas articulações e são movimentadas pelos músculos” (IIDA, 2005, p. 73). Estes, para cada movimento, distendem-se ou contraem-se, isto é, recebem ou não recebem fluxo sanguíneo, realizam esforço estático ou dinâmico, resultam ou não em fadiga muscular.

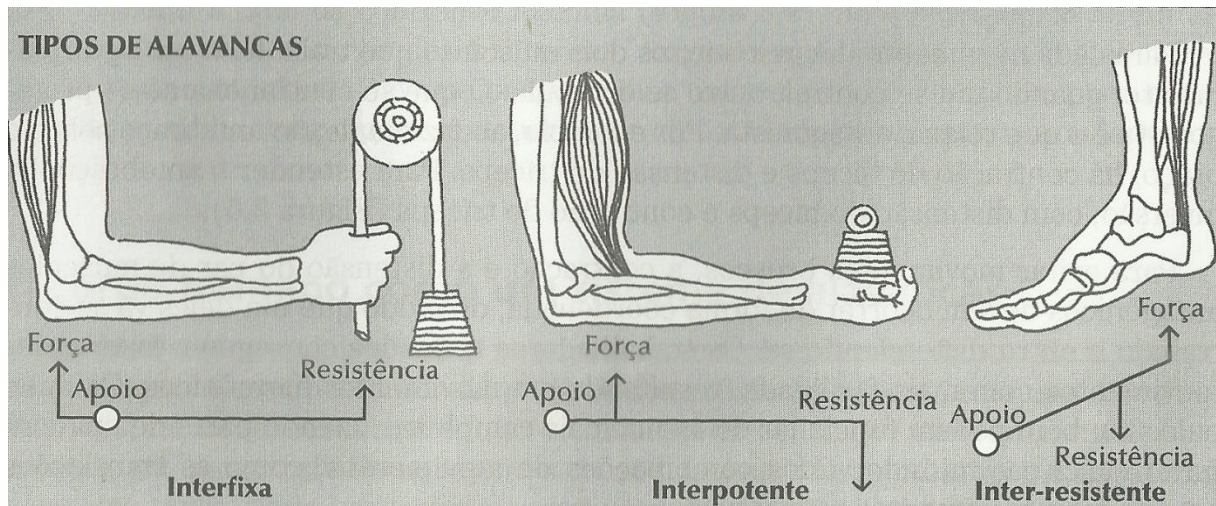
“A intenção da avaliação biomecânica é caracterizar a situação sistema homem-máquina através de uma fórmula matemática ou um modelo. O modelo representa os vários conceitos fundamentais de biomecânica por meio de uma série de regras ou equações em um “sistema” que nos permite compreender como o corpo humano é afetado pelos efeitos principais e interações associados com a exposição a fatores de risco” (MARRAS, 2012, p. 348).

As figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, um modelo biomecânico do corpo humano constituído de alavancas (traços longos) e de apoios (pontos escuros); e uma analogia entre os sistemas de alavancas e o corpo humano realizando ou recebendo trabalho de uma carga. Ao analisar estas figuras nota-se que os pontos de apoio, também, dependem do tipo de atividade executada. Por exemplo:

- Na figura 3, o calcanhar é um ponto de apoio para uma pessoa que está em pé.
- Na figura 4 (inter-resistente) – os dedos do pé são os pontos de apoio, enquanto o calcanhar faz parte da carga em que se executa o trabalho, ou seja, que se quer levantar.



**Figura 3 - Modelo biomecânico do corpo humano**  
**Fonte: Kroemer, 1999 (apud IIDA, 2005, p.73)**



**Figura 4 - Tipos de alavancas**  
**Fonte: IIDA (2005, p.74)**

### 2.3 SISTEMA METABÓLICO

“O metabolismo fornece a energia necessária para o sistema musculoesquelético. É ele o processo químico que converte alimento em trabalho mecânico e calor” (PULAT, 1997, p. 28). Mesmo o ser humano em repouso, há um consumo de energia necessário para manter

as funções vitais do corpo (circulação, respiração, etc.) em funcionamento que se denomina metabolismo basal. Já durante a realização de um exercício, o metabolismo total necessário é a soma dos metabolismos basal, digestivo e laboral (PULAT, 1997, p. 29-30).

“O metabolismo pode ser aeróbico (com oxigênio) ou anaeróbico (sem oxigênio). O oxigênio é transportado para os músculos pelo sistema circulatório. Se oxigênio suficiente está disponível o caminho aeróbico é escolhido, porque é mais eficiente, pois leva a um metabolismo mais completo de nutrientes ricos em energia e menos fatigante” (KILBOM, 1999, p. 643).

Caso o metabolismo seja anaeróbico, não há fornecimento suficiente de oxigênio para o músculo o que impede a remoção do ácido lático que se acumula nas fibras musculares e produz dor e fadiga. Logo, pode-se dividir os esforços musculares em:

- Estático:

“Caracteriza-se por um estado prolongado de contração, que restringe o fluxo sanguíneo para os tecidos musculares. Nem suprimento de oxigênio nem as necessidades de remoção de resíduos são atendidas. [...] A massa muscular sob carregamento estático rapidamente esgotará a reserva de ATP e de fosfato de creatina. Uma vez que o oxigênio ou glicose não são recebidos, esse tipo de atividade não durará muito. Dores musculares severas surgirão devido a produtos residuais, incluindo ácido lático, acumulando no tecido muscular. [...] o esforço estático requer longos períodos de descanso. Ele, também, resulta em mais queixas e rotatividade de funcionários” (PULAT, 1997, p. 33).

- Dinâmico:

“Caracteriza-se pela contração e relaxamento rítmico dos músculos envolvidos. [...] Tensão e relaxamento alternados permitem mais sangue para circular pelo músculo do que no estado de repouso. Assim, ambos o oxigênio e a remoção necessária de resíduos são alcançados efetivamente ” (PULAT, 1997, p. 32).

## 2.4 ANTROPOMETRIA

Antropometria é o estudo das medidas do corpo humano. “O problema prático com o qual a antropometria mais se defronta está relacionado às diferentes dimensões das pessoas [...] A solução comumente encontrada está na flexibilidade” (COUTO, 1995, p. 173).

“O levantamento antropométrico de determinada população é um instrumento importante em estudos ergonômicos, fornecendo subsídios para dimensionar e avaliar máquinas, equipamentos, ferramentas e postos de trabalho e, ainda, verificar a adequação deles às características antropométricas dos trabalhadores, dentro de critérios ergonômicos adequados, para que a atividade realizada não se torne fator de danos à saúde e desconforto ao trabalhador” (SILVA et al, 2006, p. 613).

Na prática é inviável adaptar um posto de trabalho para cada indivíduo. Logo, são estabelecidos padrões baseados em dados antropométricos com o uso de ferramentas matemáticas como a média, o percentil e o desvio padrão de uma determinada amostra.

“Médias, percentis, e outras ferramentas estatísticas unidimensionais como desvio padrão, mínimo, e máximo são muito uteis para comparar medições adquiridas de diferentes modos ou para comparar amostras com diferentes populações para determinar se há diferenças de tamanho e variações” (ROBINETTE, 2012, p. 334).

A tabela 1 apresenta um levantamento antropométrico realizado por Silva *et al* (2006), em várias indústrias moveleiras de Ubá, Minas Gerais e a partir dela pode-se observar as medidas antropométricas de 148 funcionários.

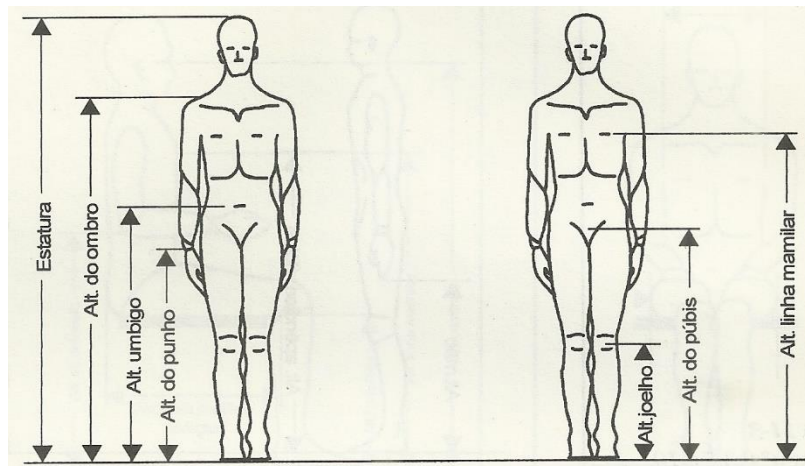
Com base nesse estudo, foi possível concluir-se que a amostragem trata-se de um sistema de distribuição homogêneo – os valores estão bem próximos da média – e que todos os postos de trabalho não têm alturas conforme limites recomendados e estão fora do range definido pelo o percentil 95%.

**Tabela 1 – Percentis, média, desvio-padrão e coeficiente de variação do levantamento antropométrico das indústrias de móveis**

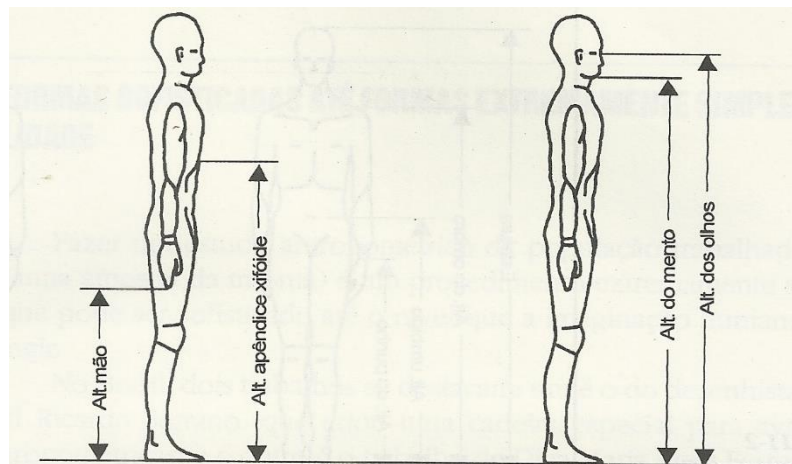
Variáveis	Percentis					Média	Desvio-padrão	C.V. (%)
	5%	20%	50%	80%	95%			
Estatura	154,3	161,0	168,0	175,0	179,0	167,2	7,9	4,7
Altura do nível dos olhos	142,3	148,0	155,0	161,0	166,0	154,7	7,6	4,9
Altura dos ombros	127,4	133,0	139,5	146,0	150,0	139,2	7,2	5,2
Altura da linha mamilar	111,4	117,4	123,0	128,6	132,7	122,6	6,9	5,6
Altura do cotovelo	96,0	100,0	106,0	110,0	114,0	105,2	5,9	5,6
Altura da mão	54,0	57,4	61,0	64,0	67,0	60,8	4,0	6,6
Altura do umbigo	89,0	94,0	99,5	105,0	108,7	99,3	5,9	5,9
Altura do púbis	74,0	77,0	81,0	85,6	89,7	81,0	5,3	6,5
Altura dos joelhos	43,4	46,4	49,0	52,0	55,0	49,5	3,6	7,4
Comprimento do membro superior	66,0	71,0	75,0	79,0	81,7	74,5	4,6	6,2
Comprimento do braço	26,0	28,4	30,0	32,0	33,0	30,1	2,4	8,0
Comprimento do antebraço	18,1	19,4	21,6	23,5	25,4	21,5	2,4	11,3
Comprimento da mão	16,8	18,0	18,4	19,8	20,5	18,8	1,2	6,3
Menor largura da mão	7,7	8,2	8,4	8,9	9,2	8,5	0,5	5,5
Maior largura da mão	8,4	9,0	9,2	10,1	10,6	9,5	0,7	6,9
Diâmetro da mão fechada	6,5	7,1	7,3	8,2	8,6	7,7	0,7	9,0
Maior diâmetro de pega máxima	3,7	4,1	4,3	5,2	5,6	4,7	0,6	13,9
Menor diâmetro de pega máxima	2,6	3,2	3,4	4,4	5,0	3,8	0,7	18,2

**Fonte: Silva et al (2006, p.616)**

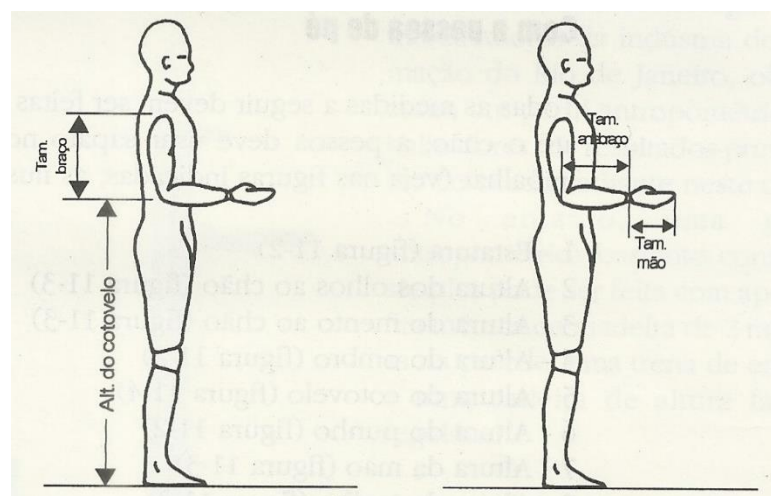
Algumas das variáveis utilizadas na tabela 1 podem ser vistas nas figuras 5, 6, 7 e 8, que são medidas úteis para levantamentos antropométricos – estes devem ser referenciados a partir do solo – e dimensionamentos de postos de trabalho.



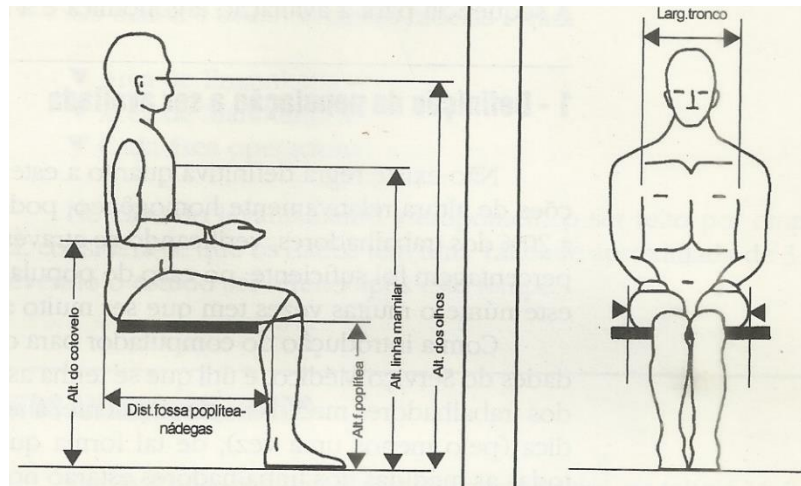
**Figura 5 - Medidas antropométricas frontais com pessoa em pé**  
**Fonte: Couto (1996, p.179)**



**Figura 6 - Medidas antropométricas laterais de uma pessoa em pé**  
**Fonte: Couto (1996, p.180)**



**Figura 7 - Medidas antropométricas dos membros superiores de uma pessoa em pé**  
**Fonte: Couto (1996, p.180)**

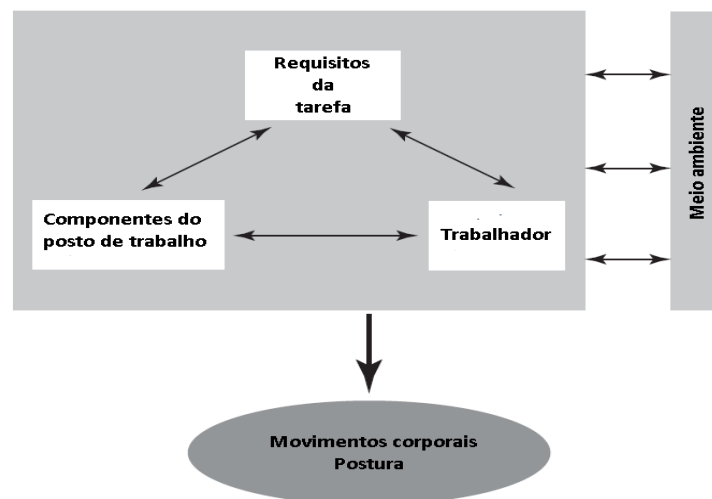


**Figura 8 - Medidas antropométricas com uma pessoa sentada**  
**Fonte: Couto (1996, p.181)**

## 2.5 POSTO DE TRABALHO

“Posto de trabalho é a configuração física do sistema homem-máquina-ambiente. É uma unidade produtiva envolvendo o homem e o equipamento que ele utiliza para realizar o trabalho, bem como o ambiente que o circunda” (IIDA, 2005, p. 189).

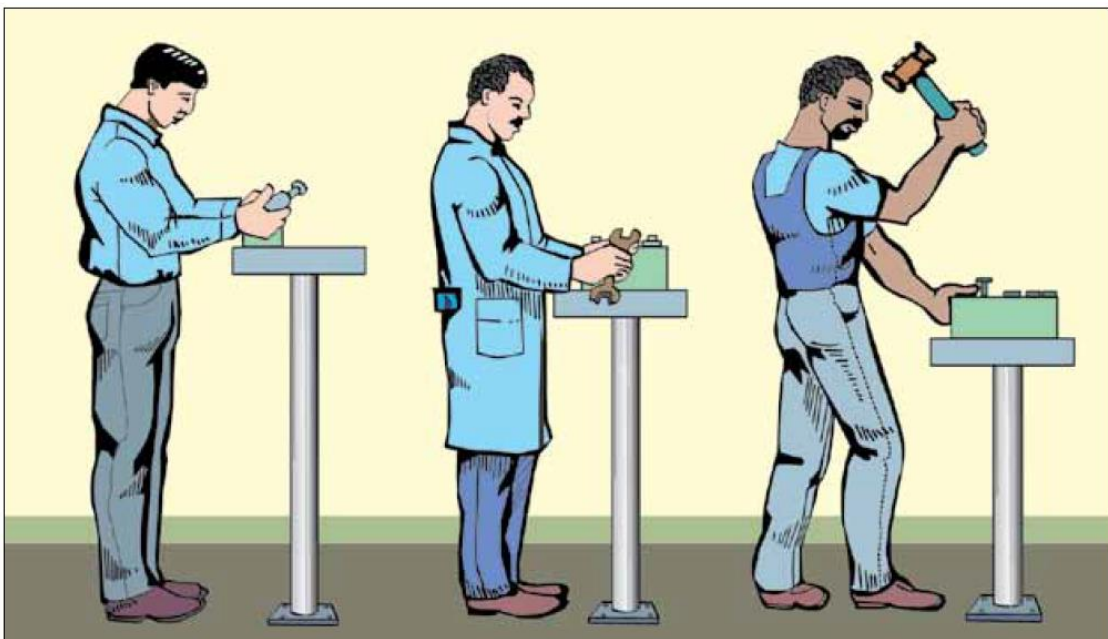
A definição de IIDA sobre posto de trabalho pode ser observada na figura 9. Nela há uma conexão bidirecional entre todos os elementos – os requisitos da tarefa, os componentes do posto de trabalho e o trabalhador – em malha fechada, que demonstra uma dependência mútua. Esses elementos formam o bloco homem-máquina, que definirá os movimentos corporais (ou a postura) para a realização da tarefa. Por fim, o bloco homem-máquina, ainda, influencia e/ou é influenciado pelo meio ambiente que o circunda.



**Figura 9 – Relações de dependência existentes na execução de uma tarefa**  
**Fonte: Marmaras e Nathanael (2012, p.600)**

A figura 10 apresenta alguns trabalhos realizados em pé com as alturas das mesas de trabalho distintas. Durante tais de atividades, a altura do posto de trabalho é de fundamental importância:

“Se a área de trabalho é muito alta, frequentemente os ombros são erguidos para compensar, o que leva a contrações musculares dolorosas na altura das omoplatas, nuca e costas. Se a área de trabalho é muito baixa, as costas são sobrecarregadas pelo excesso de curvatura do tronco, o que dá frequentemente margem a queixas de dores nas costas. Por isso, a altura das mesas de trabalho deve estar de acordo com as medidas antropométricas tanto para o trabalho de pé quanto para o trabalho sentado” (GRANDJEAN, 1998, p. 45-46).



**Figura 10 - Trabalhos em pé: de precisão, leve e pesado, respectivamente.**  
**Fonte: Organização Internacional do Trabalho (2018, p. 158)**

Segundo Grandjean, o tipo de tarefa e a distância dos cotovelos até a bancada de trabalho são necessários para se determinar a altura dessa. Os trabalhos para atividades em pé sob bancadas podem ser divididos em:

- Trabalhos de precisão (soldas de componentes eletrônicos, por exemplo) – a bancada deve estar entre 5 a 10 cm abaixo dos cotovelos.
- Trabalhos leves (uso de ferramentas manuais, por exemplo) – a bancada em deve estar entre 10 a 15 cm abaixo dos cotovelos.
- Trabalhos pesados (uso de força excessiva, por exemplo) – a bancada em deve estar entre 15 a 40 cm abaixo dos cotovelos.



“Às vezes é desejável prover a oportunidade de realizar-se um trabalho em pé ou sentado ou permitir que os trabalhadores alternem suas posturas. Em tais circunstâncias a altura da superfície de trabalho deve permitir uma posição confortável da parte superior dos braços, e a cadeira e os descansos de pés devem possibilitar uma postura” (SANDERS, McCORMICK, 1993, p. 437) como a da figura 11.



**Figura 11 - Banquetas utilizadas para alternar entre o trabalho em pé e sentado**  
**Fonte: Organização Internacional do Trabalho (2018, p. 162)**

### 3. METODOLOGIA DE PESQUISA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DA TAREFA E DO POSTO DE TRABALHO

A análise ergonômica foi realizada em uma indústria alimentícia situada na região metropolitana de Curitiba com dez funcionários dos 1º e 2º turnos (1º turno – 06:00 às 14:20; 2º turno – 14:20 às 22:40). A figura 12 demonstra o fluxograma de todas as etapas da tarefa analisada.

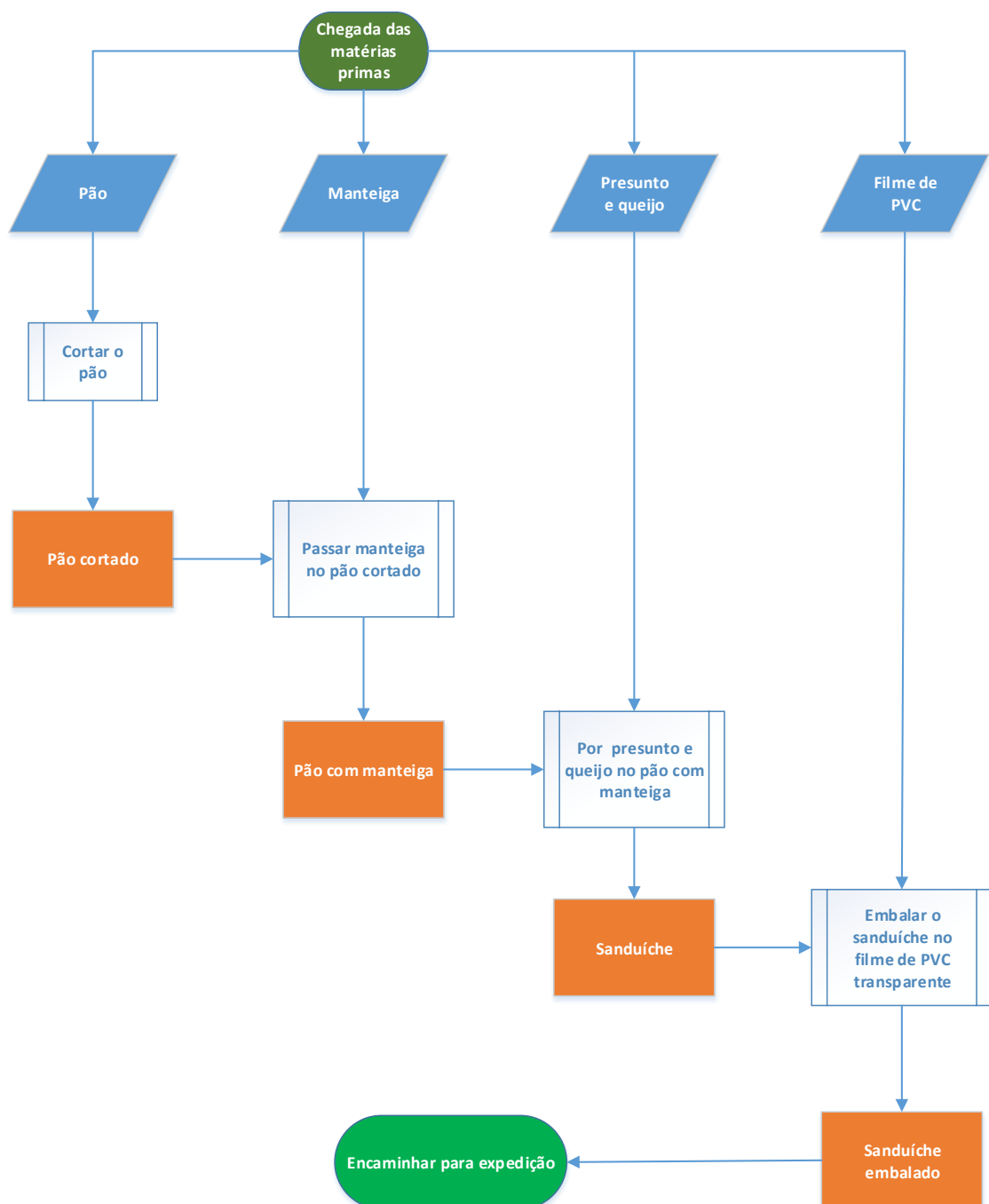


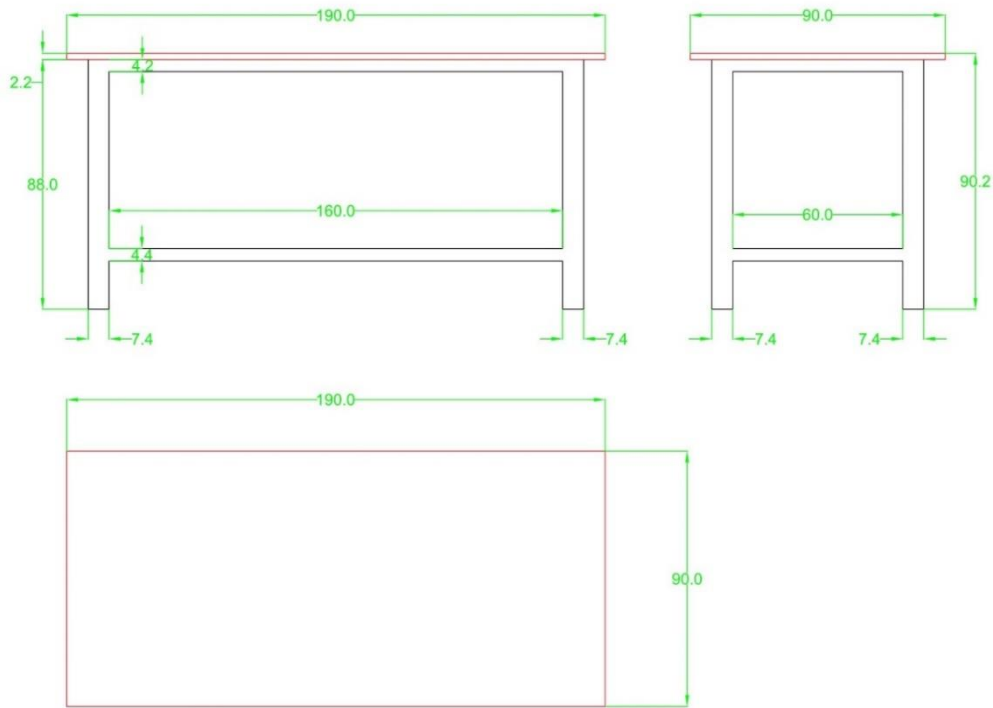
Figura 12 - Fluxograma das atividades realizadas no posto de trabalho  
Fonte: Autor (2019)

As atividades descritas na figura 12 são realizadas em pé e ocorrem durante toda a jornada de trabalho, que tem 7 horas e 20 minutos de duração. Não há alternância entre trabalho em pé e trabalho sentado; não há um sistema de pausas controlado ou alternância de tarefas.

O posto de trabalho consiste em uma mesa onde são executadas as atividades descritas no fluxograma. Como não foi autorizado o uso de filmadoras ou fotografias, foram feitas medições das dimensões da mesa e com o uso do programa *AutoCad* elaborou-se o modelo do posto de trabalho que pode ser visto na figura 14, e na figura 13 demonstra-se uma fotografia da mesa de trabalho semelhante à existente no posto de trabalho.



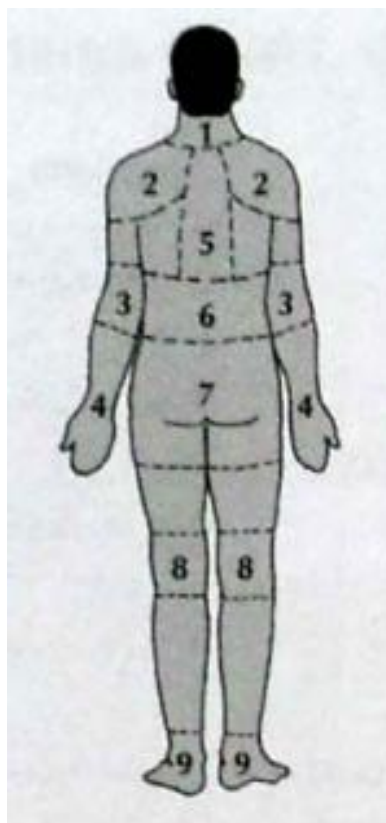
**Figura 13 – Mesa de manipulação em aço inox com prateleira (posto de trabalho)**  
**Fonte: Carmel Imports (2019)**



**Figura 14 – Dimensões, em centímetros, do posto de trabalho analisado**  
**Fonte: Autor (2019)**

### 3.2 QUESTIONÁRIO NÓRDICO

Após a realização das medições dimensionais da mesa de trabalho, realizou-se a entrevista com os funcionários. Utilizou-se o Questionário Nórdico dos sintomas musculoesquelético (anexo I) para se determinar a existência de queixas em partes do corpo humano, conforme ilustra a figura 15.



**Figura 15 - Partes do corpo com problemas**  
**Fonte: Kroemer, 1999 (apud IIDA, 2005, p.73)**

As perguntas do questionário são objetivas – resposta sim ou não – e restringem-se em saber se o entrevistado sente dor ou não em algum lugar do corpo, sem se considerar sua intensidade. No questionário há dois períodos de tempo, os últimos sete dias e os últimos doze meses, que são avaliadas em quais partes do corpo humano o entrevistado sentiu dor. Por fim, na última parte dessa avaliação pergunta-se se nos últimos doze meses o entrevistado ausentou-se do trabalho devido a dores em alguma parte do corpo.

As partes do corpo humano foram numeradas de 1 a 9 para que o entrevistado possa identificar qual área do corpo ele sente ou sentiu dor. As numerações da figura 15 representam as seguintes partes do corpo humano:

1. Pescoço.
2. Ombros:
  - 2.1 Ombro direito.
  - 2.2 Ombro esquerdo.
  - 2.3 Os dois ombros.
3. Cotovelos:
  - 3.1 Cotovelo direito.

3.2 Cotovelo esquerdo.

3.3 Os dois cotovelos.

4. Punhos e mãos:

4.1 Punho/mão direito.

4.2 Punho/mão esquerdo.

4.3 Os dois punhos/mãos.

5. Coluna dorsal.

6. Coluna lombar.

7. Quadril ou coxas.

8. Joelhos.

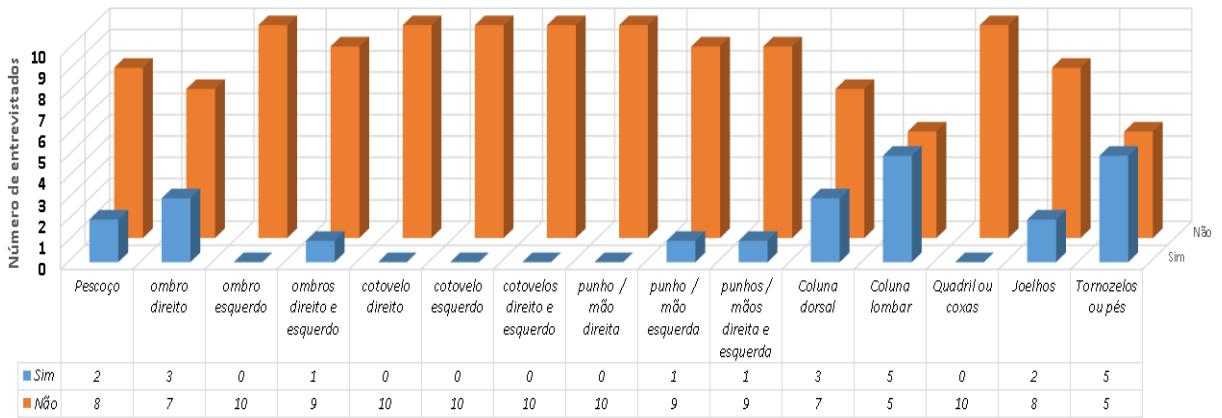
9. Tornozelo ou pés.

Após a explicação de como funciona o Questionário Nórdico, fez-se a coleta de dados com a entrevista dos dez funcionários. Destes seis pertencem ao 1º turno (das 6 horas às 14 horas e 20 minutos) e quatro pertencem ao 2º turno (das 14 horas e 20 minutos às 22 horas e 40 minutos). Na tabela 2 e nas figuras 16, 17 e 18 são apresentadas as respostas dos entrevistados.

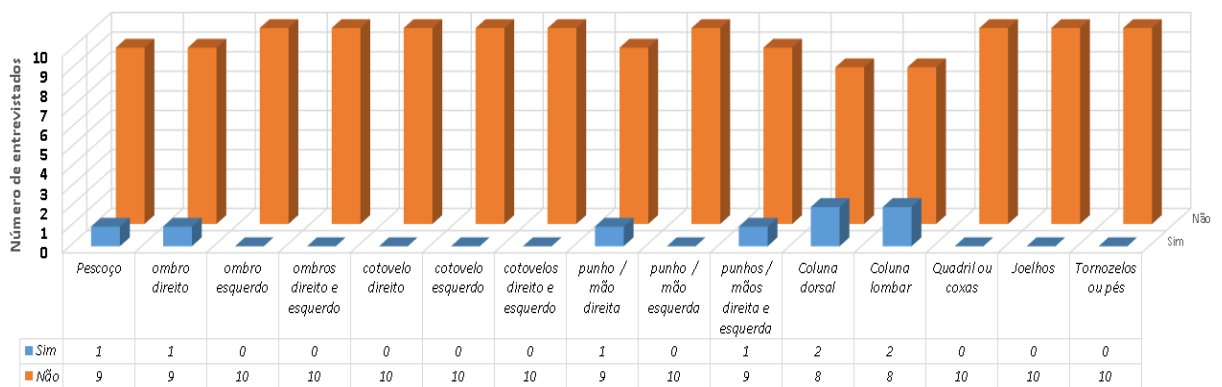
**Tabela 2 - Respostas do Questionário Nórdico dos sintomas músculo-esquelético**

	Pescoço	Ombros			Cotovelos			Punhos e mãos			Coluna dorsal	Coluna lombar	Quadril ou coxas	Joelhos	Tornozelo ou pés	
		ombro direito	ombro esquerdo	ombros direito e esquerdo	cotovelo direito	cotovelo esquerdo	cotovelos direito e esquerdo	punho/mão direita	punho/mão esquerda	punhos/mãos direita e esquerda						
Sim	2	3	0	1	0	0	0	0	1	1	3	5	0	2	5	Você teve algum problema nos últimos 7 dias?
Não	8	7	10	9	10	10	10	10	9	9	7	5	10	8	5	
Sim	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	0	0	Você teve algum problema nos últimos 12 meses?
Não	9	9	10	10	10	10	10	9	10	9	8	8	10	10	10	
Sim	0	0	0	0	0	0	0				1	2	0	0	0	Você teve que deixar de trabalhar algum dia nos últimos 12 meses devido ao problema?
Não	10	10	10	10	10	10	10				9	8	10	10	10	

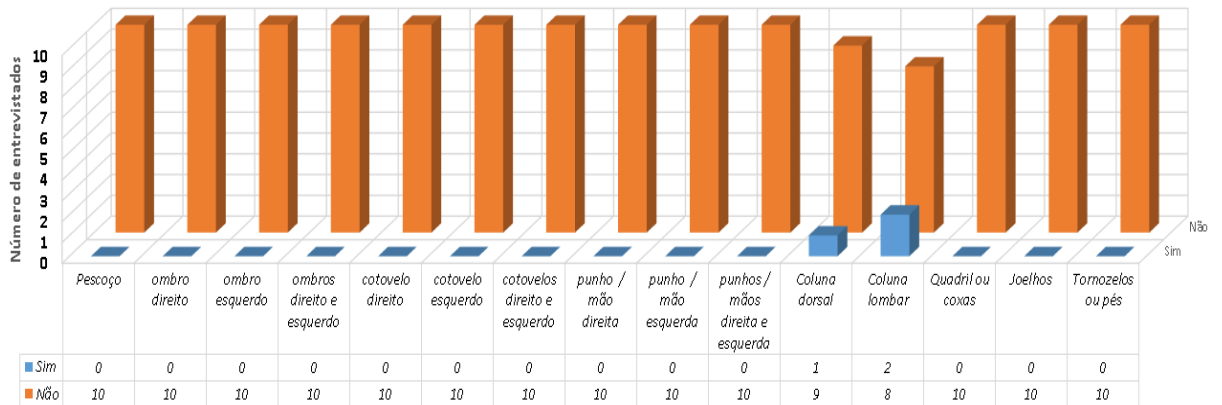
Fonte: Autor (2019)



**Figura 16 – Dores sentidas nos últimos 7 dias**  
 Fonte: Autor (2019)



**Figura 17 – Dores sentidas nos últimos 12 meses**  
 Fonte: Autor (2019)



**Figura 18 - Afastamentos ocorridos nos últimos 12 meses**  
 Fonte: Autor (2019)

A partir da análise dos dados fornecidos pelo questionário, na figura 16 observa-se que 50% dos entrevistados sentem dores na coluna lombar e nos tornozelos ou pés e 30% sentem dores na coluna dorsal e no ombro direito durante os últimos sete dias.

Na figura 17 apontam-se as queixas referentes aos últimos 12 meses, sendo 20% para dores nas colunas dorsal e lombar; e na figura 18 apresentam-se os afastamentos ocorridos em

um período de 12 meses, sendo três: um devido a dores na coluna dorsal e dois na coluna lombar.

### 3.3 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

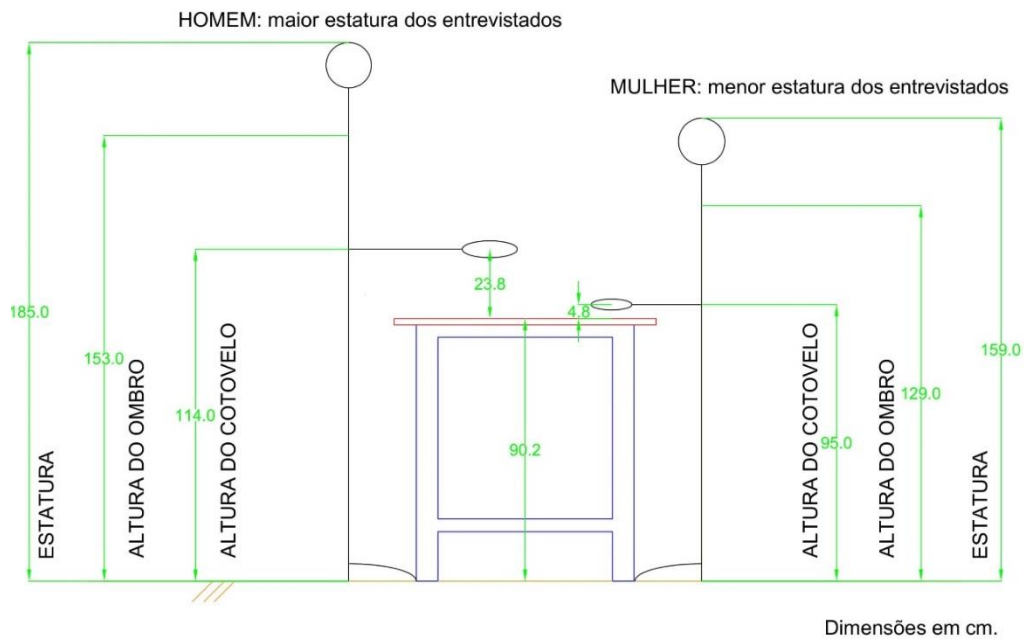
Para dar continuidade ao estudo ergonômico proposto neste trabalho, foi realizada a medição antropométrica dos dez funcionários dos 1° e 2° turnos. As medições são apresentadas na tabela 3 e foram feitas conforme demonstradas nas figuras 5, 6 e 7.

**Tabela 3 - Medidas antropométricas, em metros, dos funcionários dos 1° e 2° turnos**

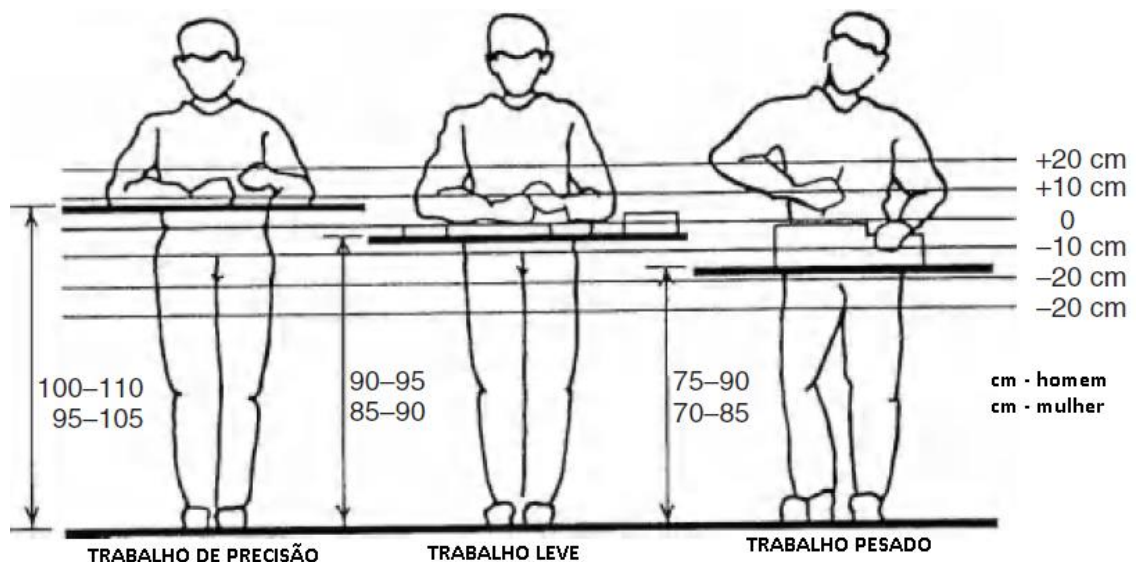
	Homem		Mulher							
	H1	H2	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
<b>Estatura</b>	1,85	1,82	1,6	1,63	1,55	1,59	1,58	1,68	1,56	1,63
<b>Altura do ombro</b>	1,53	1,48	1,37	1,35	1,29	1,32	1,26	1,37	1,27	1,37
<b>Altura do umbigo</b>	1,1	1,06	0,99	1,01	0,92	0,94	0,89	1,02	0,9	1,02
<b>Altura do punho</b>	0,9	0,87	0,8	0,81	0,74	0,82	0,75	0,8	0,76	0,72
<b>Altura da mão</b>	0,73	0,71	0,63	0,65	0,58	0,63	0,6	0,64	0,61	0,67
<b>Altura do cotovelo</b>	1,14	1,1	1,01	1,02	0,95	1,02	0,95	1,04	0,95	1,04
<b>Tamanho do braço</b>	0,39	0,38	0,36	0,33	0,34	0,3	0,31	0,33	0,32	0,33
<b>Tamanho do antebraço</b>	0,31	0,3	0,26	0,24	0,24	0,22	0,23	0,25	0,23	0,24
<b>Tamanho da mão</b>	0,19	0,18	0,14	0,15	0,14	0,15	0,13	0,14	0,14	0,16

Os dados tabela 3 demonstram que os dois entrevistados do sexo masculino apresentam medidas antropométricas bem acima do restante da população avaliada. Diante disso, criou-se com o auxílio do programa *AutoCad* a figura 19 que demonstra dois funcionários com suas medidas antropométricas – a maior e a menor estatura entre os entrevistados – que são relevantes para avaliar o posto trabalho e na figura 20 ilustra-se três tipos de bancadas para o trabalho em pé com recomendações quanto a altura ideal de cada bancada.





**Figura 19 - Homem e mulher no posto de trabalho**  
**Fonte: Autor (2019)**



**Figura 20 - Recomendação de alturas das bancadas para trabalho em pé**  
**Fonte: Grandjean, 1982 (apud MARRAS, 2012, p. 362)**

Ao se comparar as figuras 19 e 20 e sabendo-se que o tipo de trabalho realizado é leve, conclui-se que o posto de trabalho está adequado – segundo Grandjean a altura para as bancadas de trabalho leve deve estar entre 90 e 95 centímetros para os homens e entre 85 e 90 centímetros para as mulheres – certo? Não necessariamente! Grandjean, também, afirma – isso foi citado no capítulo 2.4 – que SE POSSÍVEL deve-se dimensionar as bancadas de trabalho a partir da distância existente entre as alturas do cotovelo e da bancada de trabalho e para trabalhos leves essa distância deve ser de 10 a 15 centímetros.

Ao se verificar novamente a figura 19, a distância entre os cotovelos e a bancada de trabalho dos dois entrevistados inseridos na ilustração é maior que 15 centímetros para o homem (a distância medida é de 23,8 centímetros, que seria bom para um trabalho pesado) e menor que 10 centímetros para a mulher (a distância medida é de 4,8 centímetros, que seria adequado para um trabalho de precisão).

Diante dessas constatações e trazendo à memória os gráficos das figuras 16, 17 e 18, talvez, seja possível fazer-se uma conexão entre as dores apontadas pelos entrevistados no pescoço, nas colunas dorsal e lombar e nas pernas e nos pés.

### 3.4 MÉTODO DE AVALIAÇÃO RULA

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*, ou Avaliação rápida de membros superiores) é um método utilizado para avaliação de posturas e dos esforços solicitados durante a realização de uma atividade. A tarefa executada foi descrita no fluxograma da figura 12 e a maneira como ela é realizada na figura 19. A partir de tais informações, utilizou-se o programa *Ergolândia* – este possui 26 ferramentas para avaliação ergonômica – com o método que dá nome a esta seção para se avaliar a pontuação e o nível de ação, e qual a intervenção a ser feita no posto de trabalho, conforme exposto na figura 21.

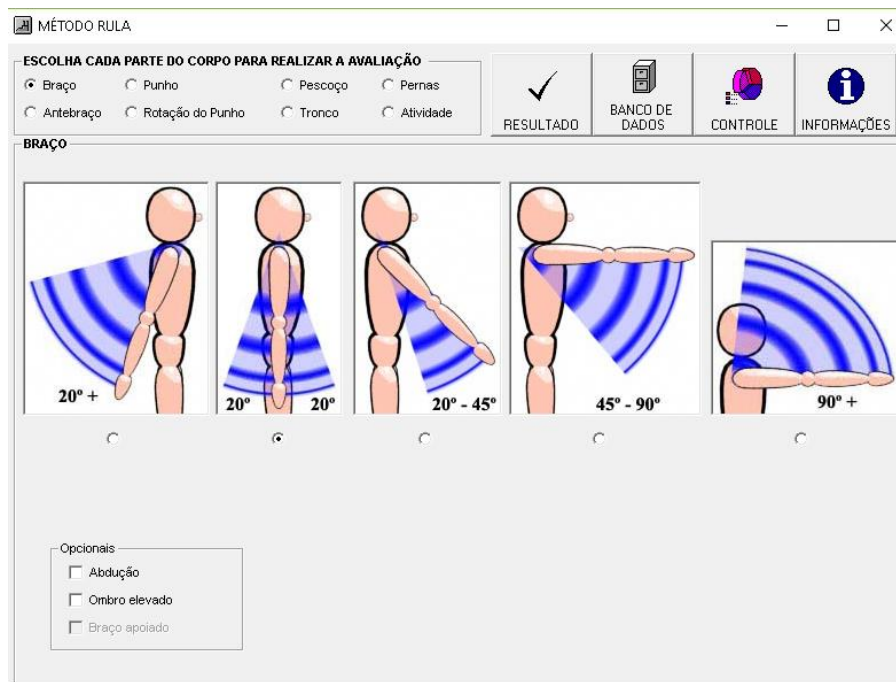
RESULTADO DO MÉTODO RULA:		
PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

**Figura 21 – Intervenções no posto de trabalho baseados na pontuação e no nível de ação**

A avaliação é feita em partes individuais do corpo – braço, antebraço, punho, rotação do punho, pescoço, tronco e pernas – e informa-se algumas características da atividade realizada. Apenas uma simulação foi realizada, haja visto que engloba todos os entrevistados, pois neste método as diferenças antropométricas existentes – ver tabela 3 – não interferem no

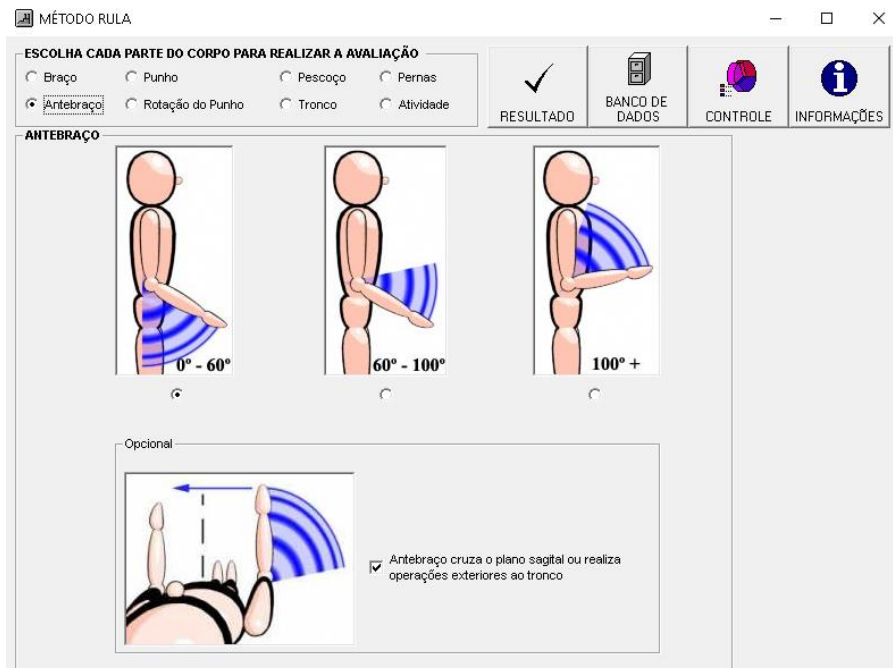
resultado do método. A partir da figura 22 a 29 apresentam-se os dados coletados para cada parte do corpo para a avaliação postural da atividade realizada na figura 19.

A figura 22 indica os movimentos dos braços (estes têm seus limites superior e inferior nos ombros e nos cotovelos, respectivamente, conforme apresentado na figura 6) que são mensurados em graus. As referências iniciais são os braços alinhados com o corpo em uma posição em pé e reta. O movimento dos braços que mais se assemelha à execução da tarefa – levantar o pão da mesa – possui um deslocamento angular positivo entre  $-20^\circ$  e  $+20^\circ$ .



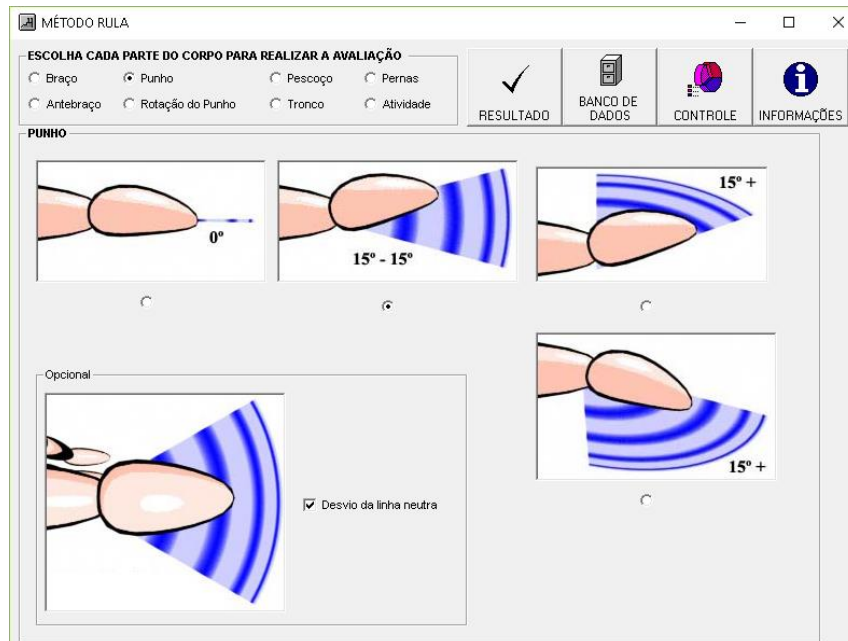
**Figura 22 - Movimento dos braços durante o levantamento do pão da mesa**  
**Fonte: Autor (2019)**

A figura 23 mostra os movimentos dos antebraços (estes têm seus limites superior e inferior nos cotovelos e nos punhos, respectivamente, conforme apresentado na figura 6) que são mensurados em graus. As referências iniciais são os antebraços alinhados com o corpo em uma posição em pé e reta. O movimento dos antebraços que mais se assemelha à execução da tarefa – cortar o pão, passar a manteiga e colocar presunto e queijo no pão – tem um deslocamento angular entre  $0^\circ$  e  $60^\circ$  e cruza o plano sagital.

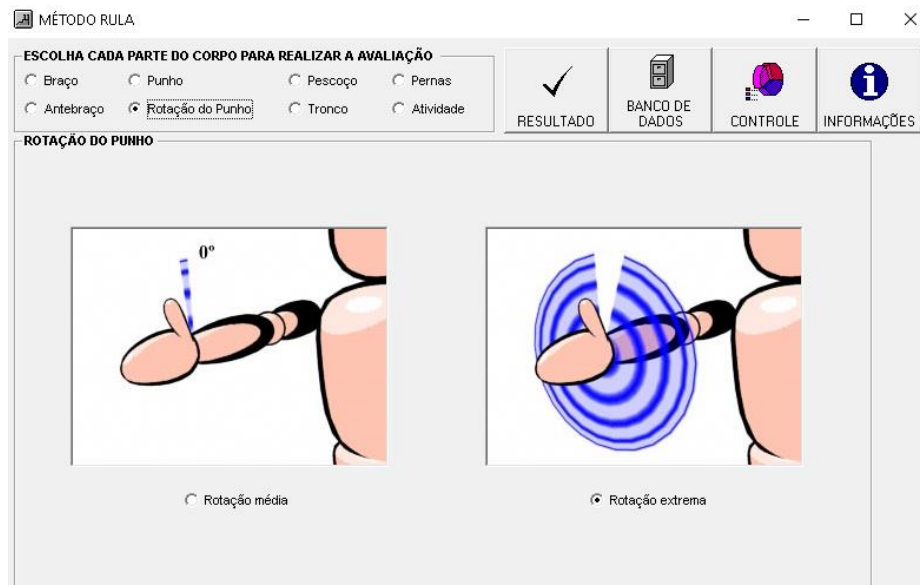


**Figura 23 - Movimento do antebraço durante o corte do pão e passagem de manteiga**  
**Fonte: Autor (2019)**

A figura 24 demonstra o movimento do punho (este é considerado a partir do limite inferior do antebraço) esquerdo ou direito, um punho fica fixo nesta tarefa, que são mensurados em graus. As referências iniciais são os punhos alinhados horizontalmente com o antebraço (linha neutra). O movimento dos punhos que mais se assemelha à execução da tarefa – cortar o pão e passar a manteiga – tem um deslocamento angular entre  $-15^\circ$  e  $15^\circ$  e apresenta um desvio da linha neutra. Já na figura 25 apresenta-se o movimento de rotação do punho esquerdo ou direito durante a passagem de manteiga.

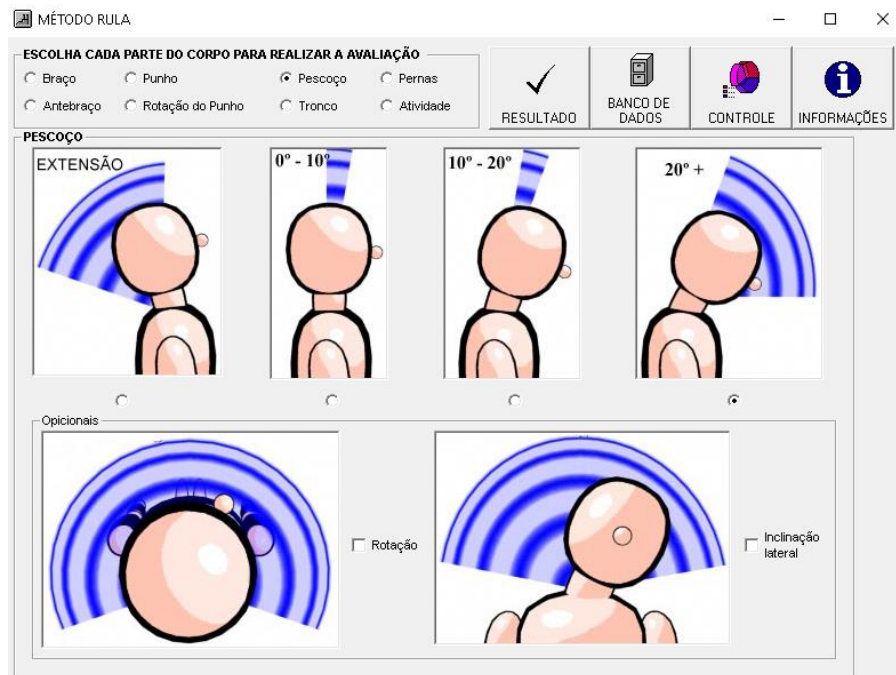


**Figura 24 - Movimento do punho durante o corte do pão e passagem de manteiga**  
**Fonte: Autor (2019)**



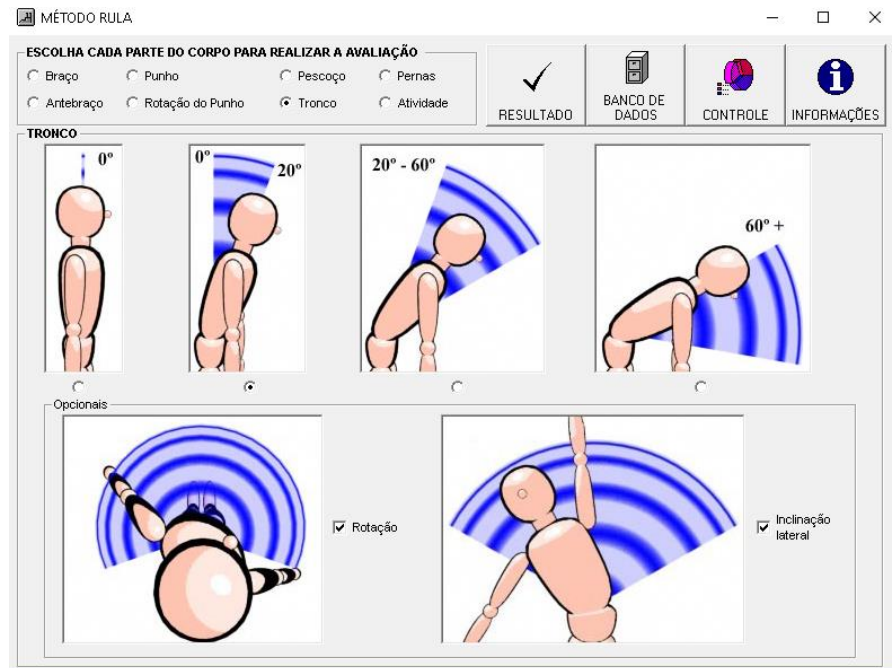
**Figura 25 - Movimento de rotação do punho durante a passagem de manteiga**  
**Fonte: Autor (2019)**

A figura 26 ilustra a posição do pescoço e seu deslocamento angular durante a realização da tarefa – pegar o pão da mesa, cortar o pão, passar manteiga no pão, colocar presunto e queijo no pão, embalar o sanduíche e colocá-lo na caixa da expedição. O modelo mais aproximado apresenta deslocamento angular superior a 20°.



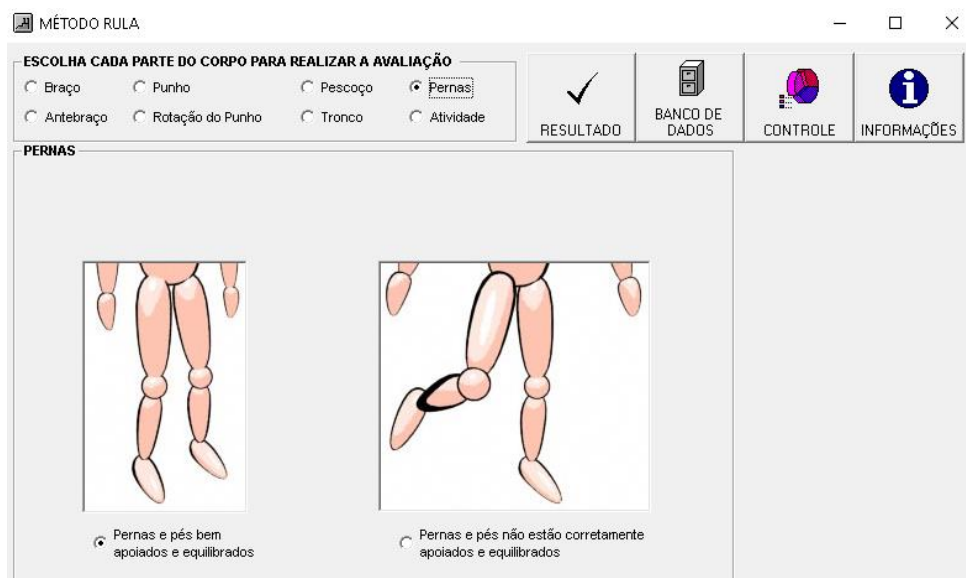
**Figura 26 - Posição do pescoço durante o preparo do sanduíche**

Na figura 27 é exposto como se comporta o tronco durante a tarefa analisada. O modelo mais próximo da realidade apresenta deslocamento angular entre  $0^\circ$  e  $20^\circ$ . Nos homens esse deslocamento é maior que nas mulheres devido à maior estatura, em torno de 20 centímetros de diferença, logo estão mais propícios a queixas de dores nas coluna dorsal e lombar. Ainda, essa figura exhibe o movimento de rotação do tronco, o qual ocorre após o término da embalagem do sanduíche e seu depósito na caixa de produtos finalizados que vai para a expedição.



**Figura 27 - Posição e movimento do tronco durante a tarefa**  
**Fonte: Autor (2019)**

Na figura 28 demonstra-se a posição das pernas que estão bem apoiados e equilibrados no chão, porém essa posição prolonga-se durante toda a jornada de trabalho, o que caracteriza um trabalho estático que causa dores nos tornozelos, nos pés e nas pernas; e na figura 30 apresentam-se as características da tarefa realizada e se os Grupos A (braço, antebraço e punho) e B (pescoço, tronco e pernas) realizam trabalho estático e/ou movimentos repetitivos.



**Figura 28 - Posição das pernas durante a jornada de trabalho**  
**Fonte: Autor (2019)**

MÉTODO RULA

ESCOLHA CADA PARTE DO CORPO PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO

Braço     Punho     Pescoço     Pernas  
 Antebraço     Rotação do Punho     Tronco     Atividade

RESULTADO    BANCO DE DADOS    CONTROLE    INFORMAÇÕES

ATIVIDADE

GRUPO A - Braço, Antebraço e Punho	GRUPO B - Pescoço, Tronco e Pernas
<p>Uso da musculatura</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Postura estática mantida por período superior a 1 min ou postura repetitiva, mais que 4 vezes/min</p>	<p>Uso da musculatura</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Postura estática mantida por período superior a 1 min ou postura repetitiva, mais que 4 vezes/min</p>
<p>Carga</p> <p><input checked="" type="radio"/> Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente</p> <p><input type="radio"/> Carga entre 2 e 10 Kg intermitente</p> <p><input type="radio"/> Carga entre 2 e 10 Kg estática ou repetitiva</p> <p><input type="radio"/> Carga superior a 10 Kg intermitente</p> <p><input type="radio"/> Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva</p> <p><input type="radio"/> Há força brusca ou repentina</p>	<p>Carga</p> <p><input checked="" type="radio"/> Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente</p> <p><input type="radio"/> Carga entre 2 e 10 Kg intermitente</p> <p><input type="radio"/> Carga entre 2 e 10 Kg estática ou repetitiva</p> <p><input type="radio"/> Carga superior a 10 Kg intermitente</p> <p><input type="radio"/> Carga superior a 10 Kg estática ou repetitiva</p> <p><input type="radio"/> Há força brusca ou repentina</p>

**Figura 29 - Características da tarefa e uso da musculatura (trabalho estático ou postura repetitiva)**  
**Fonte: Autor (2019)**

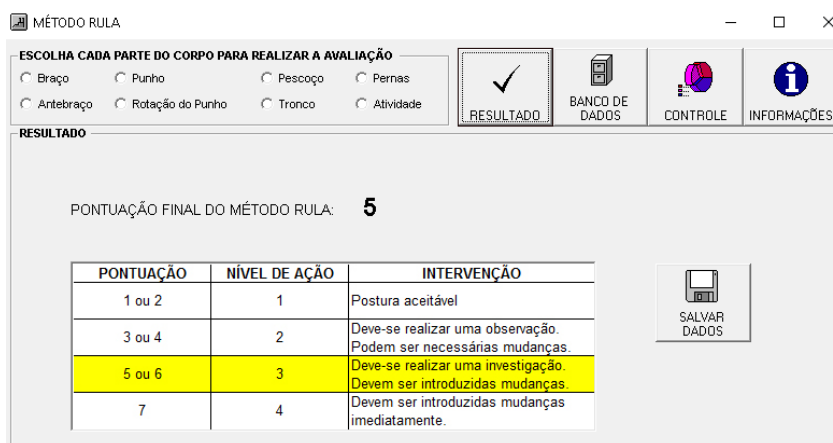
Ainda sobre a figura 29, quanto ao uso da musculatura as seguintes situações são encontradas na tarefa sob análise:

- Grupo A:
  - ✓ Braços – realizam trabalhos repetitivos (pegar o pão da mesa e colocá-lo na caixa de produtos finalizados) e estáticos (cortar, passar manteiga e colocar presunto e queijo).
  - ✓ Antebraços – um realiza trabalho estático (uma mão segura o pão) e o outro realiza trabalho repetitivo (a outra mão corta, passa manteiga e coloca presunto e queijo no pão).
  - ✓ Punhos – idem item anterior.
  - ✓ Cargas – possuem peso de aproximadamente 100 gramas.
  
- Grupo B:
  - ✓ Pescoço – realiza trabalho estático.
  - ✓ Tronco – realiza trabalho estático na preparação e embalagem do sanduíche e trabalho repetitivo na colocação desse na caixa de produtos finalizados.



- ✓ Pernas e pés – realizam trabalhos estáticos.

Após todas as posições e movimentos executados pelo corpo humano serem inseridos no Método *RULA*, o programa *Ergolândia* fornece a pontuação e o nível de ação atingidos e se deve ser feita alguma intervenção no posto de trabalho, conforme exposto na figura 30. Esta defende uma investigação mais detalhada e que são necessárias alterações no posto de trabalho.








**Figura 30 - Resultados obtidos e recomendações**

Fonte: Autor (2019)

Por fim, a figura 31 expõe o resumo de todas as informações inseridas no método *RULA* do programa *Ergolândia* e a apresenta quais a pontuação atingida e o nível de ação obtido.

BANCO DE DADOS - MÉTODO RULA

Exportar

Nome do trabalhador	Funcionários (Homens e Mulheres)			    
Empresa	Indústria de Panificação e Confeitaria			
Setor	Preparo e Embalagem			
Função	Auxiliar de Produção			
Tarefa Executada	Preparar e embalar sanduíches			
Braço	Entre - 20 e + 20 graus			
Antebraço	De 0 a 60 graus	Cruza o plano sagital ou operações exteriores ao tronco		
Punho	Entre - 15 e + 15 graus	Desvio da linha neutra		
Rotação do punho	Rotação extrema			
Pescoço	Maior que 20 graus			
Tronco	De 0 a 20 graus	Rotação	Inclinação lateral	
Pernas	Pernas e pés bem apoiados e equilibrados			
Musculatura (Grupo A)	Postura estática mantida por mais de 1 min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min			
Musculatura (Grupo B)	Postura estática mantida por mais de 1 min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min			
Carga (Grupo A)	Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente			
Carga (Grupo B)	Sem carga ou carga menor que 2 Kg intermitente			
Pontuação	6	Nível de ação	3	

1 de 1

**Figura 31 - Resumo das posições e movimentos realizados pelo corpo humano durante a tarefa**  
**Fonte: Autor (2019)**

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

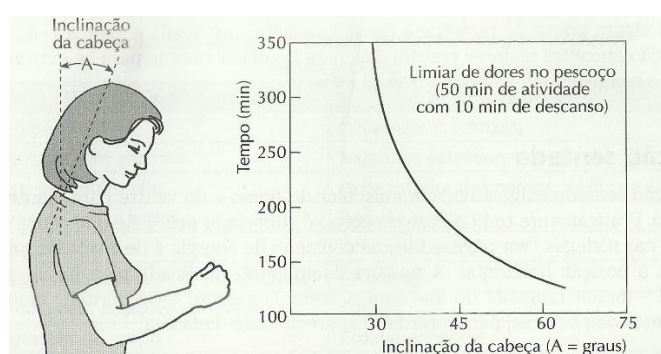
Nas seções anteriores foram descritos o posto de trabalho, as respostas do Questionário Nórdico dos Sintomas Musculoesquelético, as características antropométricas de dez funcionários de dois turnos (matutino e vespertino) e o uso do método *RULA*.

De posse de tais informações, procurar-se-á responder o porquê das queixas apontadas no Questionário Nórdico, porém é importante ressaltar que não se pretende adentrar nas ciências médicas haja visto que o autor deste trabalho não possui competência para tal.

#### 4.1 DORES NO PESCOÇO

Com base na tabela 2, dois entrevistados se queixaram de dores no pescoço nos últimos 7 dias e um no período de 12 meses. As queixas foram de indivíduos do sexo masculino e é compreensível, pois ambos possuem estaturas superiores a 1,80 metros enquanto a mesa de trabalho tem 0,90 metros de altura. Logo, a postura do sistema cabeça-pescoço apresenta um deslocamento angular superior a  $20^\circ$  e de acordo com a figura 32, a partir de

“[...]  $30^\circ$  ou mais da posição vertical, o tempo para sentir fadiga significativa diminui rapidamente. Do ponto de vista biomecânico, assim que a cabeça é flexionada, seu centro de massa se move em direção a base de suporte da cabeça (coluna vertebral). Portanto, assim que a cabeça se move para frente, mais de um momento é imposto sobre a espinha dorsal e esta necessita aumentar a ativação da musculatura do pescoço e maior é a probabilidade de fadiga (uma vez que uma postura estática é mantida pelos músculos do pescoço)” (MARRAS, 2012, p. 359-360).



**Figura 32 - Tempos médios no aparecimento de dores no pescoço**  
**Fonte: Chaffin, 1973 (apud IIDA, 2005, p.168)**

Portanto, a altura da mesa de trabalho e o tipo de atividade – preparo de sanduíches – afetam diretamente o pescoço dos dois trabalhadores do sexo masculino. O grande empecilho existente para a correção desse problema é que os dois indivíduos representam 20% dos trabalhadores desse local e não viável economicamente adaptar o posto de trabalho para eles,

uma vez que os outros trabalhadores estão mais adequados antropometricamente para essa mesa de trabalho.

A solução para esse problema é remanejá-los para outro setor e estabelecer um padrão de altura média – 1,60 metros com desvio padrão 10 centímetros – para essa atividade, a qual não exige habilidades especializadas.

## 4.2 DORES NAS COLUNAS DORSAL E LOMBAR

De acordo com a tabela 2, três e cinco funcionários se queixaram de dores nas colunas dorsal (possui 12 vértebras com movimentos limitados) e lombar (possui 5 vértebras com grande flexibilidade), respectivamente, nos últimos 7 dias. A essas dores denominam-se Dorsalgias e Lombalgias que são Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) cuja “gênese envolve um processo silencioso, demarcado por sintomatologia dolorosa relacionada a eventos cumulativos e disfunções que afetam o gestual do trabalhador e a sua capacidade produtiva” (Lima BCG apud SANTOS et al., 2015, p. 2).

Na figura 33 apresenta-se a postura do trabalhador e as forças – foram atribuídos valores próximos aos reais – que surgem durante a execução da tarefa. A força exercida sobre a coluna lombar  $F_{coluna\_lombar}$  é a incógnita que será encontrada e a partir dela compreender-se-á uma das possíveis razões sobre as queixas nas colunas lombar e dorsal.

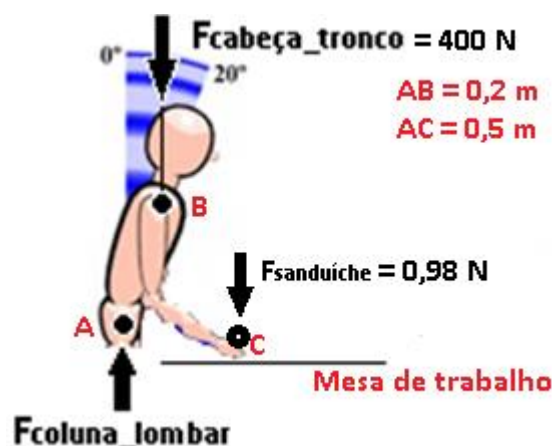


Figura 33 - Forças exercidas nas colunas dorsal e lombar durante a tarefa

$$M_A = F_{cabeça\_tronco} \cdot AB + F_{sanduíche} \cdot AC$$

$$M_A = 400 \cdot 0,2 + 0,98 \cdot 0,5$$

$$M_A = 80,49 \text{ N.m}$$

Considerando a distância dos músculos das costas para a coluna lombar seja 5,8 centímetros (TRAICY, 1999, p. 720), tem-se:

$$M_A = F_{\text{músculos\_das\_costas}} \cdot d_{\text{coluna\_lombar\_até\_músculos\_das\_costas}}$$

$$F_{\text{músculos\_das\_costas}} = \frac{80,49}{0,058}$$

$$F_{\text{músculos\_das\_costas}} = 1.387,75 \text{ N}$$

“Assim que os músculos das costas puxam para contrabalançar os momentos, eles comprimem a coluna lombar. O peso do corpo e das mãos sobre a coluna lombar também a comprime, então a força de compressão total é a soma de todos os componentes” (TRAICY, 1999, p. 720).

$$F_{\text{coluna\_lombar}} = F_{\text{músculos\_das\_costas}} + F_{\text{cabeça\_tronco}} + F_{\text{sanduíche}}$$

$$F_{\text{coluna\_lombar}} = 1.387,75 + 400 + 0,98$$

$$F_{\text{coluna\_lombar}} = 1.788,73 \text{ N}$$

Contudo, caso a o trabalhador tivesse a postura ereta ilustrada na figura 34, a magnitude da força de compressão sobre a coluna lombar, seria aproximadamente de 9,43 N, conforme demonstrado abaixo:

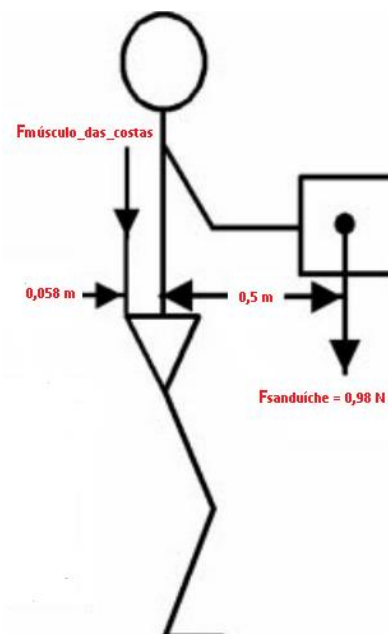


Figura 34 - Postura ereta durante preparo do sanduíche  
Fonte: Adaptado de Marras (2012, p. 363)

$$F_{\text{músculos\_das\_costas}} \cdot 0,058 = F_{\text{sanduíche}} \cdot 0,5$$

$$F_{\text{músculos\_das\_costas}} = \frac{0,98 \cdot 0,5}{0,058}$$

$$F_{\text{músculos\_das\_costas}} = 8,45 \text{ N}$$

$$F_{\text{coluna\_lombar}} = F_{\text{músculos\_das\_costas}} + F_{\text{sanduíche}}$$

$$F_{\text{coluna\_lombar}} = 8,45 + 0,98$$

$$F_{\text{coluna\_lombar}} = 9,43 \text{ N}$$

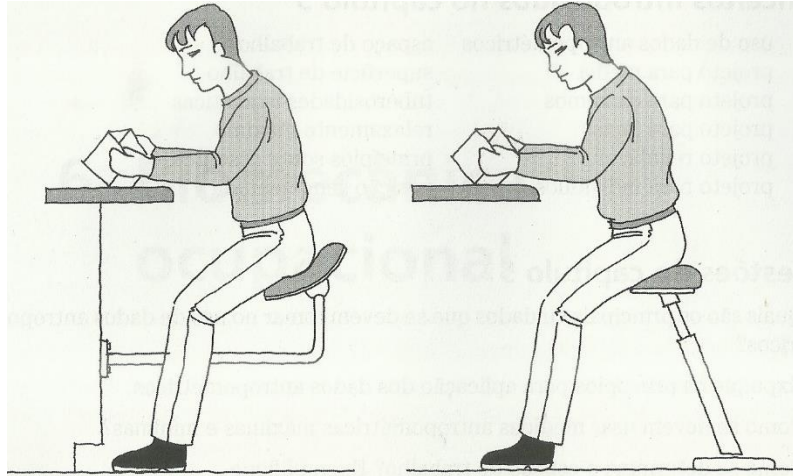
Portanto, pode-se considerar os argumentos acima como um dos motivos pelo qual os funcionários queixam-se de dores nas regiões dorsal e lombar da coluna. A solução para minimizar as queixas por dores nas costas é idêntica à da seção 4.2 e pode aumentar-se em 5 centímetros a altura da mesa de trabalho, que manteria os demais trabalhadores com a coluna mais ereta.

### 4.3 DORES NAS PERNAS E NOS PÉS

Segundo os funcionários entrevistados, a jornada de trabalho tem 7 horas e 20 minutos de duração e toda ela é feita em pé, praticamente na posição parada. Esta “é altamente fatigante porque exige muito trabalho estático da musculatura envolvida para manter essa posição. [...] O coração encontra maiores resistências para bombear sangue para os extremos do corpo, e o consumo de energia torna-se elevado” (IIDA, 2005, p. 167).

De acordo com a tabela 2, 50% dos entrevistados sentem dores nos tornozelos e/ou pés e isso é justificável pois “a ausência de movimento das pernas pode ocasionar no acúmulo de sangue e fluídos corporais nas pernas. Isso resultará em inchaço e possivelmente varizes” (PULAT, 1997, p. 173).

Uma solução que minimizaria tais dores é a alternância entre o trabalho em pé e o sentado. O posto de trabalho analisado permite tal alternância e seria algo como o apresentado na figura 35.



**Figura 35 - Posto de trabalho adaptado para a posição semi-sentada**  
**Fonte: lida (2005, p. 157)**

## 5. CONCLUSÃO

A partir da metodologia utilizada atingiram-se os objetivos propostos por este trabalho acadêmico. Inicialmente, foram introduzidos os alicerces para a compreensão do funcionamento da máquina humana, que como qualquer outra inventada pelo homem tem suas limitações e necessita de manutenções preventivas, preditivas e corretivas, como as apontadas nesta monografia.

Verificou-se que medidas simples como: a aplicação do Questionário Nórdico de sintomas musculoesquelético é extremamente poderoso para identificar as partes do corpo que mais sofrem na execução de uma tarefa e, portanto, que resultam em dores nessas regiões; a realização de medições antropométricas e o confronto dessas com as dimensões do posto de trabalho indicam instantaneamente se posturas corporais inadequadas serão adotadas para a realização do trabalho; o uso do método *RULA* na avaliação dos membros superiores durante a execução da atividade informa se é necessária alguma ação intervencionista nesse posto de trabalho.

Após essa coleta de dados realizada em campo e uso do método *RULA*, sentiu-se a necessidade de compreender-se quais as possíveis razões para as dores apontadas no Questionário Nórdico, então procedeu-se a uma pesquisa mais concentrada para a obtenção de respostas sobre as dores sentidas no pescoço, nas colunas dorsal e lombar, nos tornozelos e nos pés. Tais respostas, embora não possuam o jargão médico e sejam insuficientes para os estudiosos dessa área, creio que foram respondidas com a linguagem necessária que um gerente de produção possa compreender e aplicar as soluções oferecidas nesta monografia.

Como o conhecimento é algo inesgotável e sempre haverá algo a ser explorado, concordo que muitas questões surgirão a partir deste estudo, sendo assim humildemente sugiro como referência para estudos posteriores a necessidade de avaliações do consumo energético durante a atividade em pé e sentado, com o tronco ereto e com o tronco curvado, com o posto de trabalho atual e com o posto de trabalho modificado, entre outras tantas que podem emergir.



## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES**. Manual Legislação Atlas. 79ª Edição, São Paulo: Atlas. 2017b.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 – ERGONOMIA**. Manual Legislação Atlas. 79ª Edição, São Paulo: Atlas. 2017b.

CARMEL IMPORTS. [www.carmelimports.com.br](http://www.carmelimports.com.br). **Mesa de manipulação em aço inox com prateleira**, 2019. Disponível em: <<https://www.carmelimports.com.br/produto/ Mesa-de-manipulacao-em-aco-inox-com-prateleira-1-40-x-0-70---innal/387914>>. Acesso em 20 jan. 2019. il. color.

COUTO, Hudson de A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana – volume 1**. 1.ed. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995.

\_\_\_\_\_. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana – volume 2**. 1. ed. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995.

CZAJA, Sara J.; NAIR, Sankaran N. Human factors engineering and systems design. In: SALVENDI, Gavriel (Edit.). **Handbook of human factors and ergonomics**. 4. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012. cap.2, p.38-56.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 5.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. Página institucional. Disponível em: <<https://www.iea.cc/whats/index.html>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Trad. João Pedro Stein. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

KILBOM, Asa. Measurement and assessment of dynamic work. In: WILSON, John R.; CORLETT, E Nigel (Edit.). **Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology**. 2. Ed. Philadelphia, PA: Taylor and Francis, Inc., 1999, cap. 22, p. 640-661.

MARMARAS, Nicolas; NATHANAEL, Dimitris. Workplace design. In: SALVENDI, Gavriel (Edit.). **Handbook of human factors and ergonomics**. 4. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012. cap.21, p. 599-615.

MARRAS, Willian S. Basic biomechanics and workstation design. In: SALVENDI, Gavriel (Edit.). **Handbook of human factors and ergonomics**. 4. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012. cap.12, p.347-382.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Dor nas costas é a maior causa de afastamento do trabalho**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/04/dor-nas-costas-e-a-maior-causa-de-afastamento-do-trabalho>>. Acesso em 12 dez 2018.

TRAICY, Moira F. Biomechanic methods in posture analysis. In: WILSON, John R.; CORLETT, E Nigel (Edit.). **Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology**. 2. Ed. Philadelphia, PA: Taylor and Francis, Inc., 1999, cap. 24, p. 714-748.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Pontos de verificação ergonômica: soluções práticas e de fácil aplicação para melhorar a segurança, a saúde e as condições de trabalho**. Trad. Fundacentro. 2. ed. São Paulo: Fundacentro, 2018.

PULLAT, B. Mustafa. **Fundamentals of industrial ergonomics**. 2. ed. Prospect Heights, Illinois: Waveland Press, Inc., 1997.

REVISTA PROTEÇÃO BRASIL. **Desenvolvimento de dispositivo especial diminui o esforço e o desconforto em serviços de manutenção**. Disponível em: <<http://www.protecao.com.br/site/inc/structure/printMateria.php?id=A5jiAQ>>, Acesso em: 12 dez. 2018.

SANTOS, Kiona O. B.; DE ALMEIDA, Milena M. O.; Gazerdin, Daniele D. da S. **Dorsalgias e incapacidades funcionais relacionadas ao trabalho: registros do sistema de informação de agravos de notificação**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, n 41: e3, 2016.

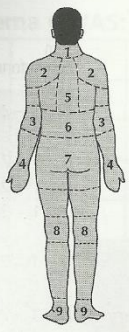
ROBINETT, Kathleen M. Anthropometry for product design. In: SALVENDI, Gavriel (Edit.). **Handbook of human factors and ergonomics**. 4. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012. cap.11, p.330-346.

SALVENDI, Gavriel. **Handbook of human factors and ergonomics**. 4. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012.

SANDERS, Mark S.; McCORMICK, Ernest J. **Human factors in engineering and design**. 7. ed. McGraw-Hill, Inc., 1993.

SILVA, Kátia Regina et al. **Avaliação antropométrica de trabalhadores em indústrias do polo moveleiro de Ubá, MG**. Sociedade de Investigações Florestais, v. 30, n. 4, p. 613 – 618, Viçosa, MG, 2006.

## ANEXO

		<b>Questionário Nórdico dos sintomas músculo-esquelético</b>		
		Marque um (x) na resposta apropriada. Marque apenas um (x) para cada questão. <b>Não</b> , indica conforto, saúde — <b>Sim</b> , indica incômodos, desconfortos, dores nessa parte do corpo. <b>ATENÇÃO:</b> O desenho ao lado representa apenas uma posição aproximada das partes do corpo. Assinale a parte que mais se aproxima do seu problema		
Partes do corpo com problemas	Você teve algum problema nos últimos 7 dias?	Você teve algum problema nos últimos 12 meses?	Você teve que deixar de trabalhar algum dia nos últimos 12 meses devido ao problema?	
1 - Pescoço	1 <input checked="" type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input checked="" type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	
2 - Ombros	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - ombro direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois ombros	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - ombro direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - ombro esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois ombros	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	
3 - Cotovelos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois cotovelos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo direito 3 <input type="checkbox"/> Sim - cotovelo esquerdo 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois cotovelos	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	
4 - Punhos e mãos	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão direita 3 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão esquerda 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois punho/mão	1 <input type="checkbox"/> Não 2 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão direita 3 <input type="checkbox"/> Sim - punho/mão esquerda 4 <input type="checkbox"/> Sim - os dois punho/mão		
5 - Coluna dorsal	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	
6 - Coluna lombar	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input checked="" type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	
7 - Quadril ou coxas	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	
8 - Joelhos	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input checked="" type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	
9 - Tornozelo ou pés	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	1 <input type="checkbox"/> Não    2 <input type="checkbox"/> Sim	

**Figura 36 - Questionário Nórdico dos Sintomas Musculoesquelético**  
 Fonte: Kroemer, 1999 (apud IIDA, 2005, p.73)