

RAFAEL DELLA BARBA BAPTISTA DA SILVA

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO ERGONÔMICA DE UMA ESTAÇÃO DE
TRABALHO DE UM ENGENHEIRO ELETRÔNICO

São Paulo
2017

RAFAEL DELLA BARBA BAPTISTA DA SILVA

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO ERGONÔMICA DE UMA ESTAÇÃO DE
TRABALHO DE UM ENGENHEIRO ELETRÔNICO

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2017

Dedico esse trabalho ao meu pai, que sempre me apoiou nas minhas decisões e nos estudos, e à minha amada esposa, que em todos os momentos está ao meu lado em qualquer condição e me auxiliou muito no desenvolvimento do presente trabalho, além de ser um exemplo de empenho e dedicação.

RESUMO

Nas últimas duas décadas a quantidade de empregados e trabalhadores *freelancers* que realizam suas atividades profissionais em *home office* vem aumentando consideravelmente, o que pode-se constatar que é uma tendência atual da sociedade conectada em que vivemos.

O presente trabalho consiste em realizar uma proposta de adequação ergonômica de uma estação de trabalho de um engenheiro eletrônico que realiza atividades em *home office*, como projeto de circuitos eletrônicos e montagem de protótipos. A atual estação de trabalho é improvisada e não leva em consideração as adequadas condições para o melhor desempenho das tarefas, prejudicando a postura e a saúde do trabalhador.

Dessa forma, essa monografia compreendeu as demandas das atividades e propôs melhorias na mobília considerando às particularidades de cada atividade realizada com base nos conceitos da abordagem ergonômica.

Por fim verificou-se a necessidade de dar a atenção que merece a adequação ergonômica de postos de trabalho em *home office*, pois em sua maioria são estações improvisadas que utilizam mobiliário com finalidades domésticas, nem sempre são apropriados às atividades laborais.

Palavras-chave: Ergonomia física, antropometria, *home office*.

ABSTRACT

In the last two decades the number of employees and freelancers who carry out their professional activities in home office has increased considerably, which can be seen to be a current trend of the connected society in which we live.

The present work consists in the elaboration of a proposal of ergonomic adaptation of a workstation of an electronic engineer that performs activities in home office, as electronic circuit design and assembly of prototypes. The current workstation is improvised and does not take into consideration the proper conditions for the best performance of tasks, impairing a worker's posture and health.

Thus, this monograph understood the demands of the activities and proposed improvements in furniture considering the particularities of each activity performed based on the concepts of the ergonomic approach.

Finally it was verified the need to give the attention that deserves the ergonomic adaptation of jobs in home office, since in its majority are improvised station that use furniture for domestic purposes, they are not always appropriate to the labor activities.

Keywords: Physical ergonomics, anthropometry, home office.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Domínios da ergonomia contemporânea	14
Figura 2 - Pressões suportadas pela coluna segundo o ângulo de inclinação da cabeça.....	17
Figura 3 - Arranjo anatômico geral da coluna vertebral.....	18
Figura 4 - Esqueleto humano na posição sentada	19
Figura 5 - Modelo quadril.....	19
Figura 6 - Apendicular superior.	21
Figura 7 - Apendicular inferior.	22
Figura 8 - Medidas antropométricas necessárias para dimensionamento de postos de trabalho.	23
Figura 9 - Posições típicas de espaços de trabalho	26
Figura 10 - Zona de alcance ótimo e máximo, para trabalhador sentado	27
Figura 11 – Alturas recomendadas para superfícies horizontais de trabalho em pé.	28
Figura 12 - Comparação da distribuição de pressões sobre o assento.....	29
Figura 13 - Fluxo de ação ergonômica envolvendo posto de trabalho	31
Figura 14 – Campo de visão de um posto de trabalho sentado	33
Figura 15 - Medidas antropométricas do trabalhador sentado.	37
Figura 16 -Medidas antropométricas do trabalhador em pé.	37
Figura 17 - Atuais condições dos postos de trabalho.....	38
Figura 18 - Vista do modelo tridimensional dos postos de trabalho	40
Figura 19 - Modelos obtidos no banco de dados “Armazém 3D”	41
Figura 20 - Objetos criados	41
Figura 21 - Trabalhador realizando atividades no atual posto de trabalho de protótipos.....	43
Figura 22 - Pernas do trabalhador no atual posto de trabalho de protótipos.....	44
Figura 23 – Pontos do posto de trabalho de protótipos que necessitam de adequação.....	45
Figura 24 - Projeto de bancada para posto de trabalho de protótipos.....	46
Figura 25 - Bancada para posto de trabalho de protótipos	47
Figura 26 – Vista superior do posto de trabalho de protótipos	48
Figura 27 – Apresentação da proposta do posto de trabalho de protótipos	49

Figura 28 - Trabalhador realizando atividades no atual posto de trabalho informatizado.....	50
Figura 29 – Pernas do trabalhador no atual posto de trabalho informatizado	51
Figura 30 - Distância entre os olhos do trabalhador e o monitor	52
Figura 31 - Pontos do posto de trabalho informatizado que necessitam de adequação.....	53
Figura 32 - Projeto de mesa para posto de trabalho informatizado.....	54
Figura 33 – Disposição dos equipamentos sobre o posto de trabalho informatizado	55
Figura 34 - Disposição de objetos na zona ótima de alcance	55
Figura 35 – Proposta de apoios para pés e pulsos	56
Figura 36 - Alinhamento do monitor com a linha dos olhos.....	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVO	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1. ERGONOMIA.....	12
2.1.1 Postura	15
2.1.2 Coluna Vertebral.....	17
2.1.3 Os membros superiores e inferiores no trabalho.....	20
2.2. ANTROPOMETRIA E BIOMECÂNICA	23
2.2.1. Espaço de trabalho.....	25
2.2.2. Superfícies horizontais	26
2.2.3. Assento	28
2.3. POSTO DE TRABALHO	30
2.3.1. Arranjo físico	31
2.3.2. Terminais informatizados	32
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1. POSTO DE TRABALHO DE MONTAGEM DE PROTÓTIPOS	42
4.1.1. Proposta para o posto de trabalho de protótipos.....	45
4.2. POSTO DE TRABALHO INFORMATIZADO.....	49
4.2.1. Proposta para o posto de trabalho informatizado	53
4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
5. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	61
ANEXO	64

1 INTRODUÇÃO

O *home office* é uma tendência que vem crescendo na década de 2000 e também um dos grandes temas quando o assunto é o trabalho no futuro, pois com o avanço das tecnologias de comunicação e informatização, juntamente com as mudanças sociais, a flexibilidade proporcionada por essa modalidade de trabalho torna-se cada vez mais uma condição buscada pelos trabalhadores. Contudo, a desvinculação do trabalho com o espaço dos tradicionais escritórios das empresas traz uma nova condição ao trabalhador, que passa a ser responsável pela sua própria saúde e segurança durante a jornada de trabalho, sem a fiscalização dos profissionais que tem por atribuição cuidar das condições em que estão expostos os empregados de uma companhia (MENDONÇA, 2010).

Ademais, nesse cenário do *home office*, muitas vezes o trabalhador realiza suas atividades ocupacionais com ferramentas, equipamentos, mobiliários e instalações que na realidade são para fins domésticos, podendo ser ergonomicamente inadequados ao indivíduo no seu processo produtivo. Tal fato pode ocasionar em doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho (DORT) ou lesões por esforço repetitivo (LER). Sabendo da possibilidade destes problemas, faz-se necessário refletir sobre a ergonomia física, a qual se interessa pelas características da anatomia humana, a fisiologia, antropometria e biomecânica em sua relação com a atividade exercida pelo trabalhador. Tornando-se, portanto, fundamental estudar e compreender o indivíduo em sua totalidade, atentando-se para sua postura, manuseio de materiais e histórico de distúrbios musculoesqueléticos, para em seguida poder realizar um projeto de posto de trabalho que leve em consideração à saúde, conforto e segurança.

De acordo com IBGE (2010) dos 68,2% dos brasileiros que possuíam uma ocupação profissional na primeira década do século XXI, 23,1% exerciam suas atividades em *home office*. Esse percentual subiu principalmente entre os anos de 2005 à 2008 passando de 141 mil para 208 mil trabalhadores que realizavam suas atividades laborais em suas próprias residências, isso representa um aumento de 47,5% nesse período.

Durante sua vida laboral um trabalhador passa em média 40 horas semanais em seu posto de trabalho, o que representa em uma semana por volta de 24% do seu tempo, ou seja, aproximadamente um quarto do período de sua idade ativa.

Apesar de passar tantas horas no seu ambiente de trabalho, muitos desses locais revelam-se inadequados ao trabalhador podendo ocasionar-lhe diversos problemas de saúde, como mostram Kroemer e Grandjean (2005) ao constatar que cerca de 80% dos trabalhadores sentem dores nas costas, nuca ou ombros em algum momento de sua vida laboral.

Frente a estas afirmações, a adequação do posto de trabalho se mostra muito importante para a saúde ocupacional na medida em que busca ajustar o ambiente do trabalhador às suas capacidades e limitações, garantindo a sua maior segurança, conforto e satisfação no momento do processo produtivo. Tal fato não só garante maior bem-estar ao indivíduo, como também contribui consequentemente para melhorar a sua eficiência e eficácia no cumprimento das atividades.

Ainda que não existam atualmente no Brasil cursos voltados especificamente para a formação do ergonomista e que mesmo nas grandes empresas não se encontrem departamentos especializados para atender a esta temática, o conhecimento dos benefícios ergonômicos tem aumentado no contexto empresarial, havendo dentro dessas companhias diversos profissionais ligados à saúde do trabalhador, à organização do trabalho e ao projeto de equipamentos adaptados às tarefas de seus empregados (IIDA, 2002). Além disso, há uma obrigatoriedade das empresas em atender aos requisitos legais previstos na NR-17 que é a norma que estabelece os parâmetros e diretrizes mínimas para adequação das condições de trabalho, objetivando a prevenção de problemas relacionados à saúde e segurança ocupacional (EDITORA ATLAS, 2015).

Diferente do cenário observado nas empresas, o trabalho realizado em ambiente residencial, o chamado *home office*, apresenta um impasse no que diz respeito a questão ergonômica devido, muitas vezes, à falta de profissionais com conhecimento sobre a temática, à inexistência de parâmetros específicos para estes postos de trabalho, à não fiscalização destes locais e à pouca adequação dos equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações domésticas ao trabalho (MENDONÇA, 2010).

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta monografia compreende a realização de uma proposta de adequação de um posto de trabalho de um engenheiro eletrônico que realiza suas atividades laborais em sua residência, tendo como base os pressupostos teóricos-metodológicos da ergonomia física. Neste sentido, buscou-se verificar de maneira detalhada suas condições de trabalho, identificar as situações rotineiras que possam acarretar em doenças ou desconfortos osteomusculares e compreender as demandas do trabalhador perante suas especificidades antropométricas e atividades realizadas. Espera-se que a partir dos resultados alcançados o estudo possa auxiliar para a solução de problemas ergonômicos neste tipo de ambiente de trabalho, contribuindo para a saúde ocupacional do trabalhador e para sua maior eficiência e eficácia em suas atividades. Além disso, esta pesquisa pode incitar novos estudos relacionados a temática, colaborando para o desenvolvimento da discussão neste relevante contexto.

1.2 JUSTIFICATIVA

Por anos o autor da presente monográfica observou seu pai, que é engenheiro eletrônico, exercendo sua profissão em *home office*. Nas últimas décadas o trabalhador vem relatando sentir fortes dores na parte superior e lombar da coluna, além de formigamento nos dedos após permanecer longos períodos sentado. Frente ao exposto a elaboração de um trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de engenheiro de segurança do trabalho, foi a oportunidade de se aprofundar nos conceitos de ergonomia afim de propor melhorias ao posto de trabalho de seu pai.

Ademais, as pesquisas voltadas a adequação do *home office* às atividades laborais são incipientes, corroborando ainda mais para justificar a importância do presente trabalho que visa realizar uma proposta de adequação de um posto de trabalho de um engenheiro eletrônico que atua profissionalmente em sua casa, com instalações improvisadas para suas funções. Este trabalhador passa mais de 60 horas semanais neste local, o que significa mais de 37% do tempo de sua semana, ocasionando frequentes dores nas costas e ombros, possivelmente causadas pela permanência em longos períodos em posturas impróprias para a realização de suas

atividades. Faz-se, portanto, essencial o estudo que se propõe na tentativa de contribuir para a introdução de melhorias no posto de trabalho em questão, com base nos preceitos da ergonomia, com vistas ao atendimento das prioridades do trabalhador.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ERGONOMIA

O termo ergonomia, composto pelas palavras gregas *ergo* (trabalho) e *nomos* (leis ou regras), foi utilizado pela primeira vez em 1857 pelo cientista polonês Wojciech Jastrzebowski em seu trabalho denominado “Ensaio de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseado nas leis objetivas da ciência sobre a natureza” (ABRAHÃO et al., 2014). De forma geral, tal termo pode ser entendido como uma disciplina que tem por finalidade transformar o ambiente de trabalho buscando adaptá-lo as características, habilidades e limitações do ser humano, além da própria especificidade do processo produtivo. Nesse sentido, pode-se dizer que a ergonomia compreende a interação entre o homem e outros elementos ou sistemas, visando a aplicação de princípios, teorias, dados e métodos que conduzam à otimização do bem-estar humano e ao melhor desempenho do sistema (IEA).

Para uma compreensão mais ampla dessa disciplina há que se retomar o panorama histórico e considerar que o aperfeiçoamento de artefatos, armas, ferramentas e utensílios, com o propósito de atender às características humanas, sempre foi uma preocupação dos nossos antepassados, que passavam seu conhecimento de geração em geração. Existem evidências de que os homens pré-históricos ‘ e moldavam ferramentas que se adaptassem à forma de sua mão e ao movimento do seu corpo (SCARPIM, FERREIRA, SILVA, & PASCHOARELLI, 2010). Segundo Vidal (1994), os ganhos proporcionados pela eficiência no processo de caça e colheita possibilitaram uma nova maneira de divisão de tarefas. A preocupação dos antigos povos com a ergonomia pode ser verificada em papiros egípcios com recomendações de natureza ergonômica, tais como orientações para o *layout* de canteiros de obra e utensílios para a construção civil utilizados nas obras das pirâmides.

A partir dessas constatações é possível afirmar que a ergonomia surge desde o princípio com características de aplicação e, por isso, ultrapassa uma necessidade puramente teórica ou meramente formal. Neste viés, a ação ergonômica se orientou na procura por soluções aos problemas decorrentes da inadequação dos objetos, da organização do trabalho e dos ambientes à biomecânica humana. Foi nessa tentativa de encontrar respostas de natureza tecnológica ou organizacional para as mais

diversas situações de trabalho que, avançando na história, encontra-se relatos da origem da ergonomia moderna associados as duas grandes guerras do início do século XX (ABRAHÃO, et al., 2014).

Naquele período de guerra, em que havia a significativa necessidade de desenvolver armamentos rapidamente, muitos desses equipamentos não eram adaptados à operação dos seres humanos que os manejavam, causando graves erros e acidentes (SILVA, et al., 2010). Frente às dificuldades encontradas pela indústria bélica em desenvolver produtos seguros, de fácil manuseio e adaptados à utilização dos soldados, a Inglaterra criou em 1915 um comitê formado por engenheiros, médicos e fisiologistas, que tinham como objetivo desenvolver e modificar projetos de equipamento visando a adaptação aos operadores. Nesse momento a ligação entre a indústria e a ergonomia se consolidou, e devido aos sucessos dos resultados obtidos o comitê foi transformado em um Instituto para Pesquisa da Fadiga Industrial, que apoiou a indústria inglesa (VIDAL, 1994).

Seguindo a necessidade de promover o desenvolvimento de novas pesquisas e tecnologias, foi criado em 1930 o Instituto Nacional de Estudos do Trabalho e Orientação Profissional (INETOP). Essa fundação publicou em 1933 o material de suas pesquisas na revista “O Trabalho Humano”, com o subtítulo “Conhecimento sobre o homem tendo em vista a utilização judiciosa de sua atividade”. Tendo como mecanismos de estudo do funcionamento do motor humano a fisiologia e a psicologia, o INETOP publicou na primeira edição um artigo que avaliou as aptidões fisiológicas e psicológicas de pilotos de aviões, mas ainda seguindo um enfoque seletivo, onde os pilotos eram escolhidos pelas características físicas e as propostas para modificações do ambiente e do trabalho eram modestas (SILVA, 2010).

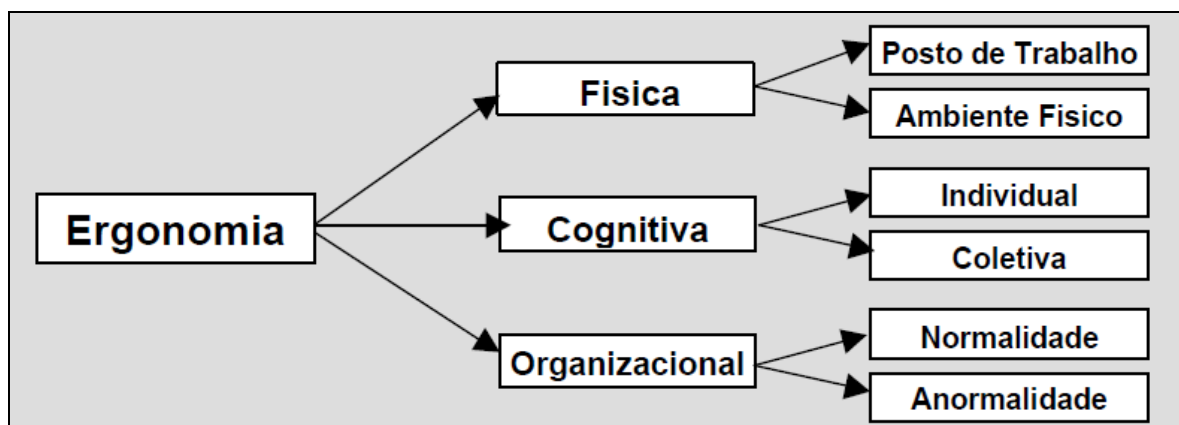
A visão de “ache o homem para este trabalho”, que faz referência a adequar o homem ao trabalho, se manteve até o início da década de 1960, momento em que os sindicatos de trabalhadores tomaram força e começaram a reivindicar melhores condições de trabalho, muitas delas de caráter ergonômico (ABRAHÃO, et al., 2014). Nesse mesmo período iniciaram os estudos da ergonomia na América Latina, em países como a Argentina, o Chile e o Brasil, sendo que este último vem se destacando como o mais consolidado do bloco com as pesquisas desenvolvidas pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (ONOFRE, et al., 2010).

A ergonomia buscou acompanhar o desenvolvimento tecnologico desde o surgimento como ciência até a década de 1980, porém com a renovação produzida

pela informática a preocupação com os fatores humanos não acompanhou esse progresso. Durante esse período na elaboração dos projetos de computadores e sistemas informatizados, os desenvolvedores focaram apenas no funcionamento eficaz da equipamento, ficando a interação entre a máquina e seu usuário desconsiderada (MORAES & MONT'ALVÃO, 2010). Nesse período a ergonomia passou a ser considerada, não mais como apenas a ergonomia física, mas também a cognitiva e a organizacional, tornando assim mais vasta essa disciplina.

O profissional de ergonomia deve ter um amplo entendimento do escopo da disciplina, pois ele deve abranger três domínios da ciência (VIDAL, 1994): ergonomia física, que trata das características anatômicas, fisiológicas e biomecânicas, relacionadas à atividade; ergonomia cognitiva, que tem como foco os processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora; e ergonomia organizacional, que visa aperfeiçoar as estruturas sociotécnicas da organização, da política e dos processos (INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 2017).

Figura 1 - Domínios da ergonomia contemporânea



Fonte: VIDAL (1992)

Apesar da importância dos três domínios da ergonomia, será abordada nesse estudo a ergonomia física, pois o presente trabalho consiste em realizar uma proposta de adequação ergonômica de uma estação de trabalho de um engenheiro eletrônico que realiza atividades em *home office*. A atual estação de trabalho é improvisada e não leva em consideração a antropometria para garantir o melhor desempenho das tarefas, prejudicando assim a postura e a saúde do trabalhador.

Segundo Abrahão (2009) a ergonomia física:

Interessa-se pelas características da anatomia humana, antropométrica, fisiológica e biomecânica e sua relação com a atividade física. Nessa categoria podemos situar o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esquelético relacionados ao trabalho, projetos de posto de trabalho, segurança e saúde.

Segundo Vidal (1992) é incontestável que o trabalho, ao longo das jornadas diárias e da vida laboral, exerça no corpo do trabalhador esforços de várias maneiras e exige de seu corpo. O papel da ergonomia física é entender as limitações humanas e adequar às condições homem-máquina, para isso deve-se avaliar as situações de trabalho.

Para realizar a avaliação de uma situação real do ambiente de trabalho a ergonomia emprega varias técnicas, mas o ponto em comum e mais importante é a observação da atividade praticada, sendo também crucial coletar informações com o trabalhador, pois elas complementam e corrigem os dados levantados anteriormente sobre a atividade e o posto de trabalho (ABRAHÃO & PINHO, 1999).

Durante levantamento de campo, é essencial a verificação da postura e do movimento do trabalhador, pois esses dois itens são de suma importância para a ergonomia, e são determinados pelo posto de trabalho e a atividade realizada. É fundamental adequar o posto de trabalho, os equipamentos/utensílios e outros elementos às dimensões do trabalhador, pois apesar dessas proporções não causarem diretamente distúrbios musculoesqueléticos, a inadequação antropométrica do posto de trabalho pode ocasionar desequilíbrios posturais que acarretem ou agravem doenças musculoesqueléticas (FRANCESCHI, 2013).

2.1.1 Postura

Durante atividades estáticas ou dinâmicas, vários músculos, articulações e ligamentos estão em operação para que possamos manter uma postura ou realizar um movimento. Trabalhando em conjunto de maneira complementar e ordenada os músculos são responsáveis por fornecer a força necessária para a realização de um movimento ou mesmo para manter uma postura estática, adicionalmente os ligamentos exercem função auxiliar, e as articulações permitem os deslocamentos de partes do corpo em relação às outras (FRANCESCHI, 2013)

A postura mais adequada ao trabalhador de acordo com Brasil (2001),

[...] é aquela que ele escolhe livremente e que pode ser alterada ao longo do tempo. A concepção dos postos de trabalho ou da tarefa deve beneficiar a variação de postura, principalmente a alternância entre a postura sentada e em pé. O tempo de manutenção de uma postura deve ser o mais breve possível, pois seus efeitos nocivos ou não, serão função do tempo durante o qual ela será mantida.

Segundo Motta (2009) durante uma jornada de trabalho um trabalhador pode adotar inúmeras posturas, que demandam e/ou esforçam diferentes músculos e partes do corpo. Como reflexo podem ocorrer no futuro doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho (DORT). Pode-se utilizar como exemplo os problemas ocasionados pelo crescente uso de computadores, como o desajuste posturais e as lesões por esforço repetitivo (LER). Como resultado das discussões sobre as enfermidades relacionadas à postura pode citar a NR 17 (Norma Regulamentadora 17) em seu item 17.1 que visa estabelecer: “parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente” (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2008).

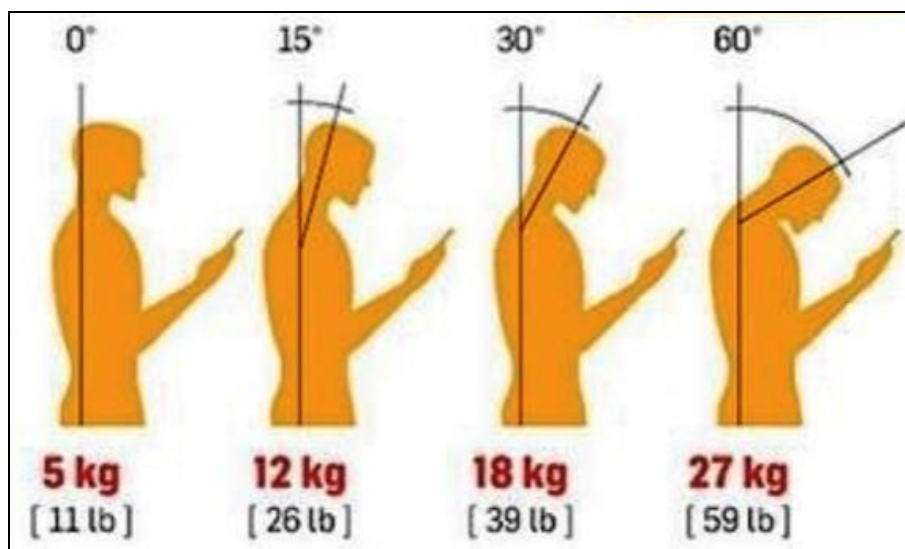
Em muitos casos a posição sentada é a mais confortável, porém várias mudanças ocorrem no funcionamento dos músculos e no esqueleto de uma pessoa quando ela se senta. Há alteração na pressão entre os discos da coluna vertebral; os esforços que os músculos do dorso e pescoço são submetidos também mudam, e até mesmo os tecidos e a circulação sanguínea sofrem significativas alterações, conforme listado abaixo (GOMES, 2010):

A circulação sanguínea, na posição sentada também sofre uma alteração importante: o retorno de sangue das veias até o coração se torna mais difícil. Quando se está andando, o sangue volta ao coração ajudado pela compressão das veias determinada pelos músculos das pernas quando se está parado, este retorno fica dificultado pela própria pressão da coluna líquida. (COUTO, 1995, p-262).

A coluna sofre grande esforço quando a cabeça é projetada para frente, de tal forma que quanto maior a angulação da linha do pescoço e cabeça em relação

ao eixo central da coluna, maior a força equivalente necessária para sustentar a cabeça, conforme ilustrado pela Figura 2.

Figura 2 - Pressões suportadas pela coluna segundo o ângulo de inclinação da cabeça.



Fonte: JUSBRASIL (s/d).

Para as atividades em postos de trabalho informatizadas a inclinação da cabeça é um dos principais pontos a serem avaliados, sendo necessário ajustar a altura do monitor para que o trabalhador não projete a cabeça para frente ou para trás, reduzindo assim os esforços excessivos na parte superior da coluna vertebral.

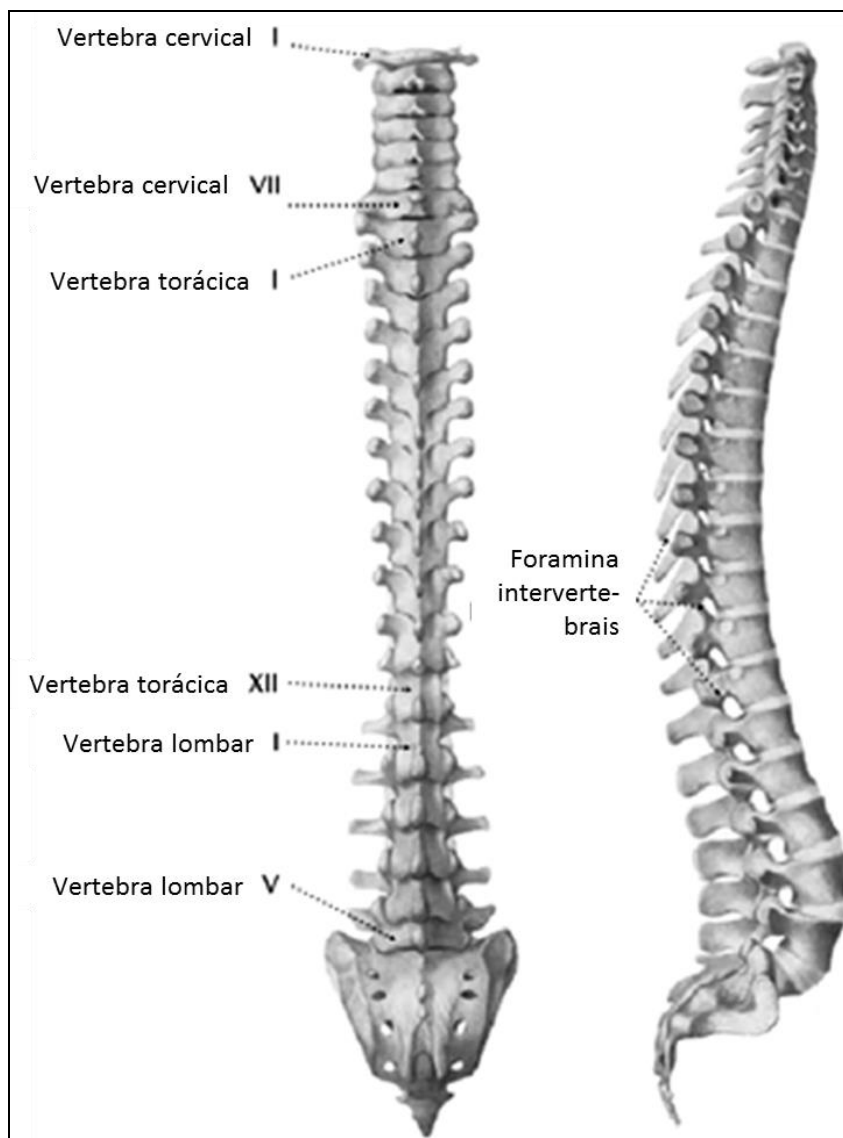
2.1.2 Coluna Vertebral

A grande maioria das pessoas sentem dores nas costas em algum momento de suas vidas, e no geral é difícil identificar as causas das dores. Devido ao grande número de ocorrência, às incertezas dos diagnósticos e as dificuldades no tratamento, os desligamentos por enfermidades da coluna vertebral representam a maior causa de afastamentos definitivos do trabalho no mundo (NATOUR, 2004).

A coluna vertebral é constituída por 33 vertebrais, sendo que são 24 móveis pré-sacrais (7 cervicais, 12 torácicas e 5 lombares), 5 vértebras fundidas que formam o sacro e 4 vértebras rudimentares fundidas entre si que compõem o cóccix (Figura 3), esses conjuntos são interligados e formam o eixo central esquelético do corpo. Os segmentos são interligados por músculos que mantêm sua estabilidade, mas permitem a flexibilidade. Apesar de ser tratada como um sistema puramente

esquelético, a coluna vertebral é constituída por ossos, nervos, músculos, vasos e fibrocartilagens intervertebrais (VASCONCELOS, 2004).

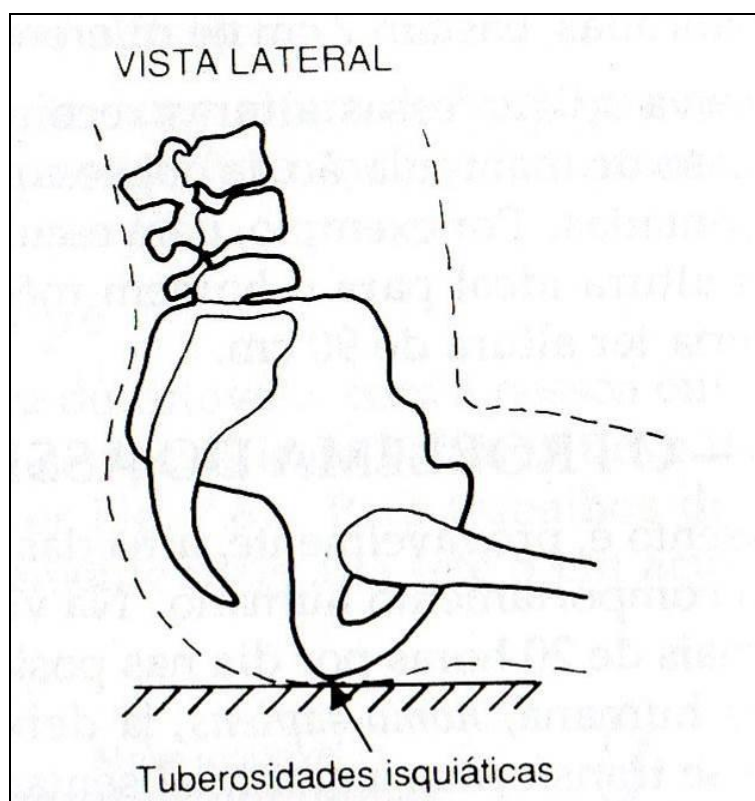
Figura 3 - Arranjo anatômico geral da coluna vertebral



Fonte: VASCONCELOS (2004)

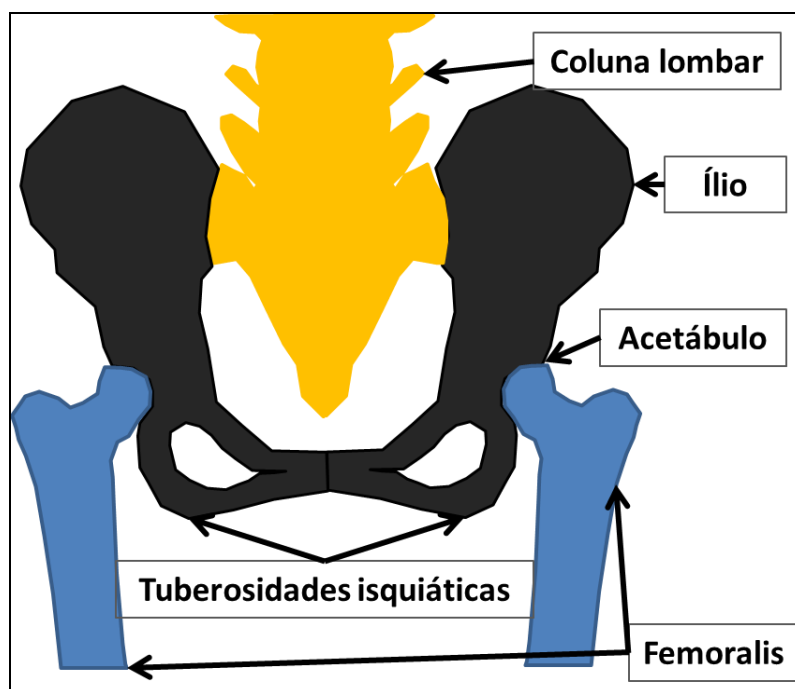
A coluna vertebral exerce um papel crucial para a postura, a locomoção, a proteção da medula espinhal e raízes nervosas, além da sustentação do peso. Na posição sentada, a coluna está apoiada sobre o quadril, e consequentemente transfere o peso para as tuberosidades isquiáticas (Figura 4 e Figura 5). Enquanto na posição ereta, o peso do corpo é transmitido para os acetábulos dos ossos do quadril e em seguida para os femoralis (Figura 5) (VERONEZ, 2012).

Figura 4 - Esqueleto humano na posição sentada



Fonte: IIDA (2002)

Figura 5 - Modelo quadril



Fonte: Adaptado de VERONEZ (2012)

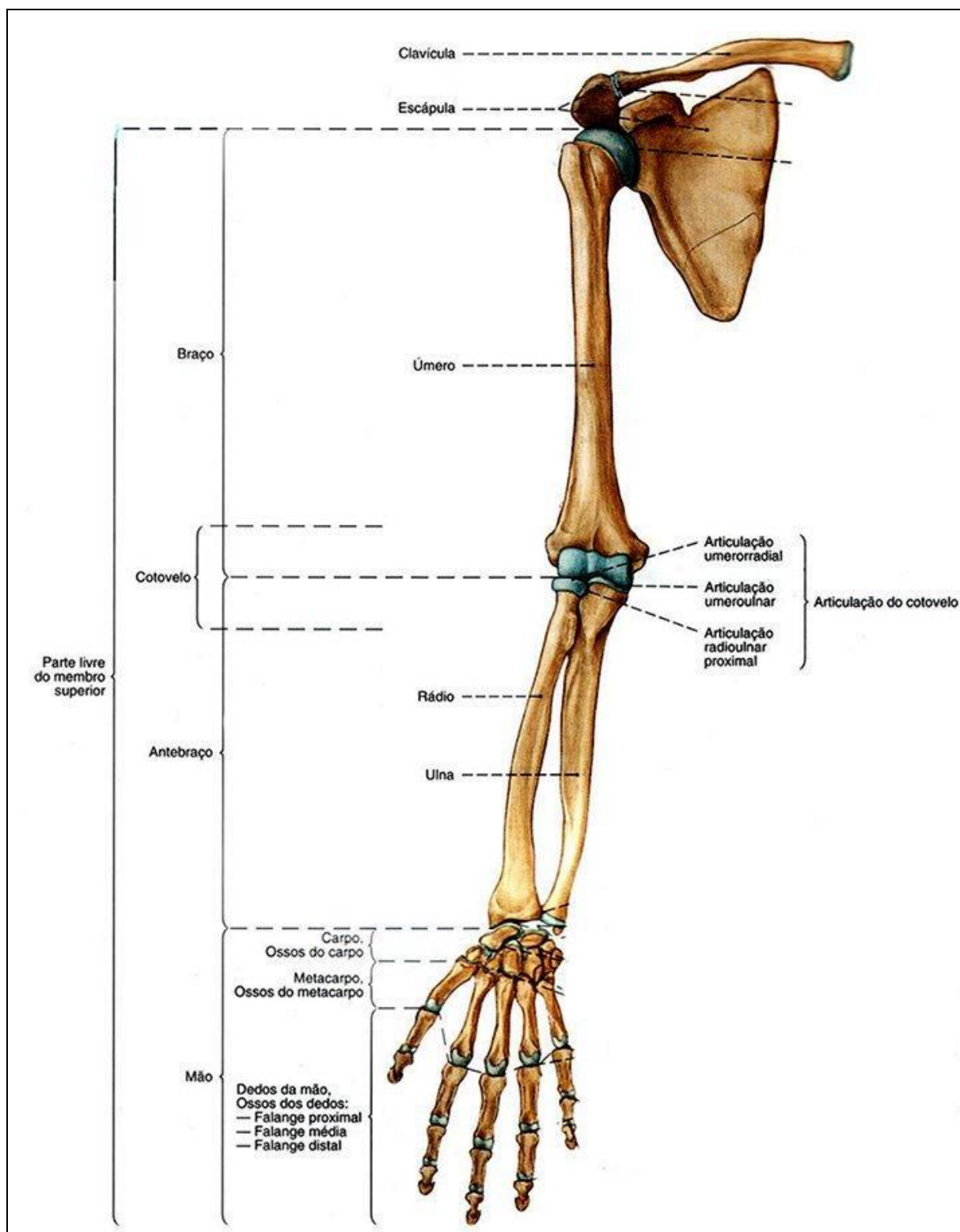
Como já mencionado anteriormente a coluna vertebral é interligada ao membros inferiores, superiores e a cabeça por esse fato serve de rota para a medula espinhal. Sendo assim o posicionamento inadequada do membros pode ocasionar em sobrecargas na coluna e aos sistemas que os interligam.

2.1.3 Os membros superiores e inferiores no trabalho

Segundo Veronez (2012) os membros superiores e inferiores são ligados ao corpo pela escápula e pela bacia, respectivamente. Os conjuntos de ossos que compõem os sistemas são chamados de esqueleto apendicular superior e inferior, conforme descrito abaixo:

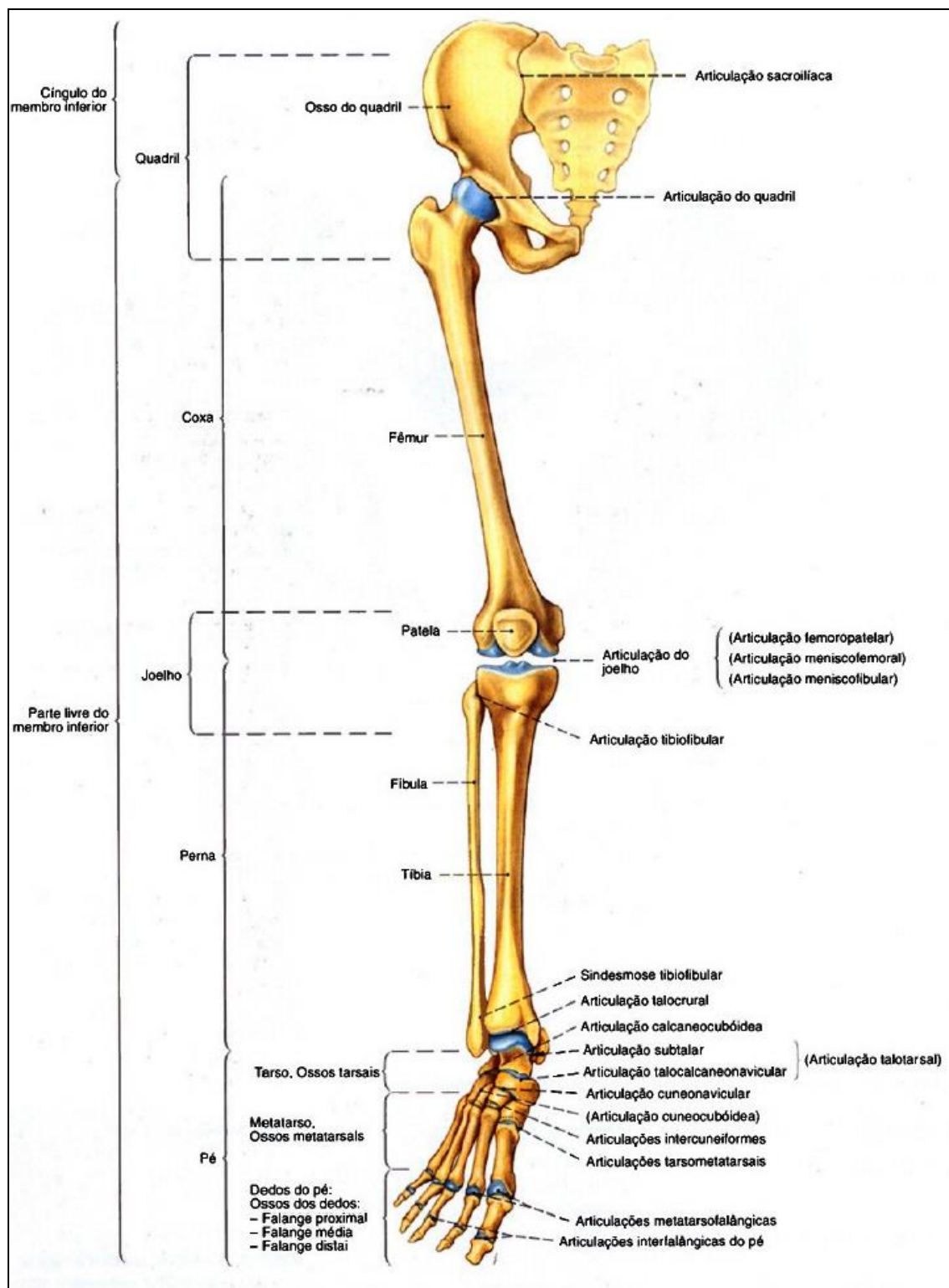
- Apendicular superiores: úmero, rádio, ulna, ossos do carpo, metacarpos e falanges proximais, médias e distais, e os ossos da cintura escapular (escápula e clavícula) (Figura 6);
- Apendicular inferior: fêmur, patela, tíbia, fíbula, tarsos, metatarsos e falanges, e os ossos da cintura pélvica (ossos do quadril) (Figura 7)

Figura 6 - Apendicular superior.



Fonte: SOBOTTA (2010)

Figura 7 - Apendicular inferior.



Fonte: SOBOTTA (2010)

Para projetar estações de trabalho mais adequadas ergonomicamente para aos trabalhadores, é necessário conhecer algumas medidas dos membros inferiores e superiores tendo em vista a redução dos esforços desnecessários.

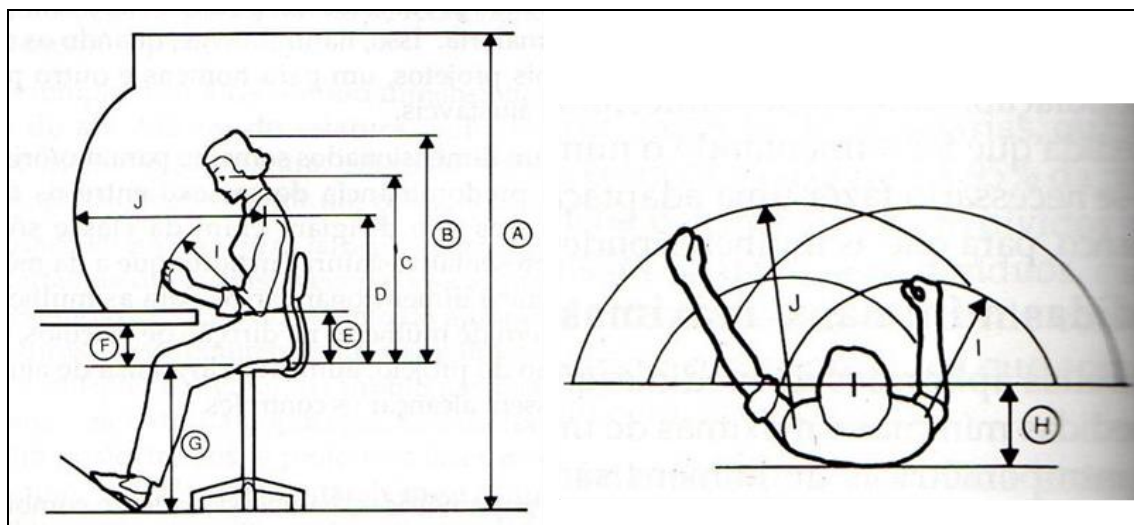
2.2. ANTROPOMETRIA E BIOMECÂNICA

A antropometria estuda as medidas das dimensões do corpo humano, e a biomecânica avalia os movimentos, os esforços exercidos e suportados pelo corpo. Combinadas, ambas as ciências possibilitam que a compreensão sobre “o volume espacial e as possibilidades de alcance de um objeto pelo movimento” (ABRAHÃO, et. al, 2014).

A expressão antropometria deriva do grego e é formado pelas palavras *anthropos*, que significa humano, e *metrikos*, que significa relacionado ou pertencente à medição (GLANER, 2004). Segundo Vidal (1994) a antropometria tem sido mais um campo de estudo do que realmente um campo de implementação, poucas ações são efetivamente implementadas pelas empresas. Se for realizado uma breve avaliação antropométrica pode-se verificar a diversidade de dimensões corporais entre indivíduos que não são contempladas em projetos base das organizações. A antropometria é capaz de adequar grande parte desses problemas osteo-articulares e desconfortos em geral.

As principais dimensões antropométricas que devem ser levantadas para compor um projeto de posto de trabalho de um trabalhador que realiza sentado a maior parte de suas atividades estão identificadas na Figura 8 (FRANCESCHI, 2013):

Figura 8 - Medidas antropométricas necessárias para dimensionamento de postos de trabalho.



Fonte: IIDA (2002)

- A. Estatura, em pé;
- B. Altura da cabeça;
- C. Altura dos olhos;
- D. Altura do ombros;
- E. Altura do cotovelo;
- F. Largura das pernas;
- G. Altura do assento;
- H. Profundidade do tórax;
- I. Comprimento do antebraço;
- J. Comprimento do braço.

Além das medidas corporais a Figura 8 demonstra as zonas alcance ótima e máxima, sendo a primeira o alcance das mãos na situação em que os cotovelos estão apoiados sobre a mesa, identificado pelo arco formado pela letra I, e a segunda com os braços estendidos e sem apoio, representado pelo arco formado pela letra J (IIDA, 2002).

Além do estudo das situações estáticas é importante entender as condições de trabalho em que haja movimento. A biomecânica estuda a aplicação das leis físicas mecânica nos humanos, usando também como base a antropometria para calcular as tensões incididas sobre as articulações e músculos no momento de realização de um determinado movimento ou de manter uma postura (FRANCESCHI, 2013). Para que o corpo não sofra esforços desnecessários é crucial que, durante a realização de uma atividade dinâmica ou estática, alguns fatores sejam observados:

- Manter articulações na posição neutra – garantir menores esforços sobre os músculos ou ligamentos, ou seja, que estejam esticados e/ou tensionados o mínimo possível;
- Conservar os pesos próximos ao corpo – quando o peso do corpo está mais alinhado com a coluna, menos esforço os músculos precisam realizar. Porém, ao afastar do corpo um peso o braço da alavanca aumenta e com isso o momento realizado por uma carga aumenta;

- Evitar a inclinação do corpo para frente – quando a parte superior do corpo é inclinada para frente, os músculos e ligamentos das costas são contraídos e a parte inferior do tronco é tensionada.
- Evitar a inclinação da cabeça – assim como quando o corpo é inclinado para frente, ao pender a cabeça para frente ocorre o tensionamento dos músculos do pescoço, ocasionando dores na nuca e ombros.
- Evitar torções do tronco – posturas torcidas submetem a musculatura e articulações da coluna com cargas assimétricas, além de tensionar os discos intervertebrais.
- Alternar posturas e movimentos – posturas e movimentos repetitivos não devem ser mantidos por longos períodos, para que não gerem fadiga muscular e desconforto.
- Pausar frequentemente e em intervalos curtos – para reduzir a fadiga muscular, o ideal é realizar durante a jornada de trabalho pausas curtas e distribuídas.

Segundo Abrahão (2009) o ideal é que o posto de trabalho respeite a limitação do corpo, permita a boa circulação sanguínea e não provoque estiramento das estruturas músculo-tendinosas, além disso, o posto de trabalho deve ser confortável para o trabalhador que permanecerá em posições quase estáticas a maior parte da jornada de trabalho.

Ao longo da jornada de trabalho um trabalhador não permanece em tempo integral em seu posto de trabalho, normalmente ele interage com outros sistemas e locais, esse macro ambiente.

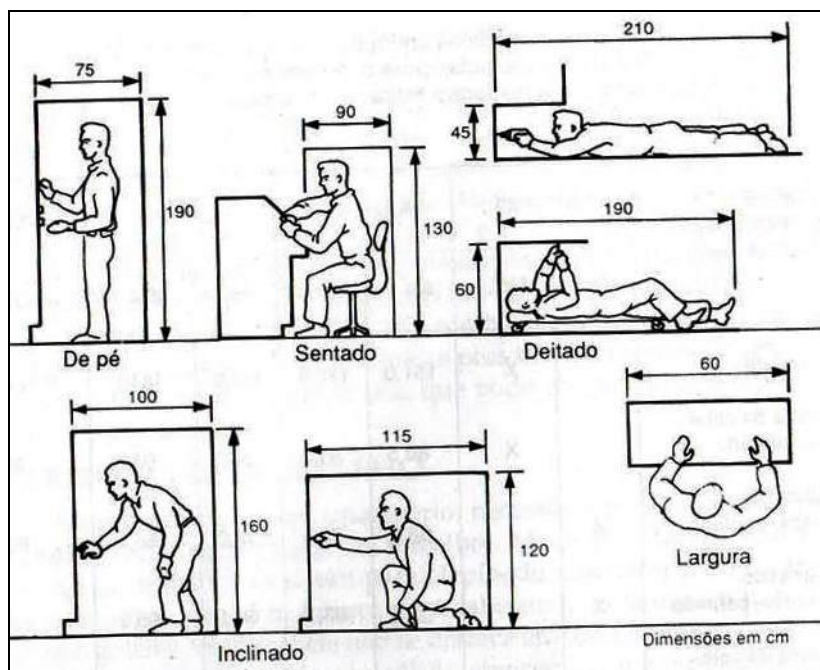
2.2.1. Espaço de trabalho

O espaço de trabalho é todo volume espacial em que um organismo necessita para realizar os movimentos para a prática do trabalho. Sendo assim, o espaço de trabalho varia em função do tipo de atividade realizada, meio e materiais utilizados (IIDA, 2002).

Na vida moderna a maioria dos trabalhadores desenvolvem as atividades laborais em espaços relativamente pequenos, nas posições em pé ou sentado, realizando mais movimentos com os membros do que com o corpo inteiro. Nesse

cenário devem ser considerados vários fatores, como: postura (Figura 9) e tipo de atividade (RODRIGUEZ-AÑEZ, 2001).

Figura 9 - Posições típicas de espaços de trabalho



Fonte: IIDA (2002)

Dos diversos tipos de execução de atividades realizadas em pé ou sentado, os mais comumente encontrados são os realizados sobre superfícies horizontais, isso se deve ao fato de que esse tipo de plano garante a possibilidade de apoio, tanto para os braços quanto para os equipamentos utilizados durante a realização do trabalho.

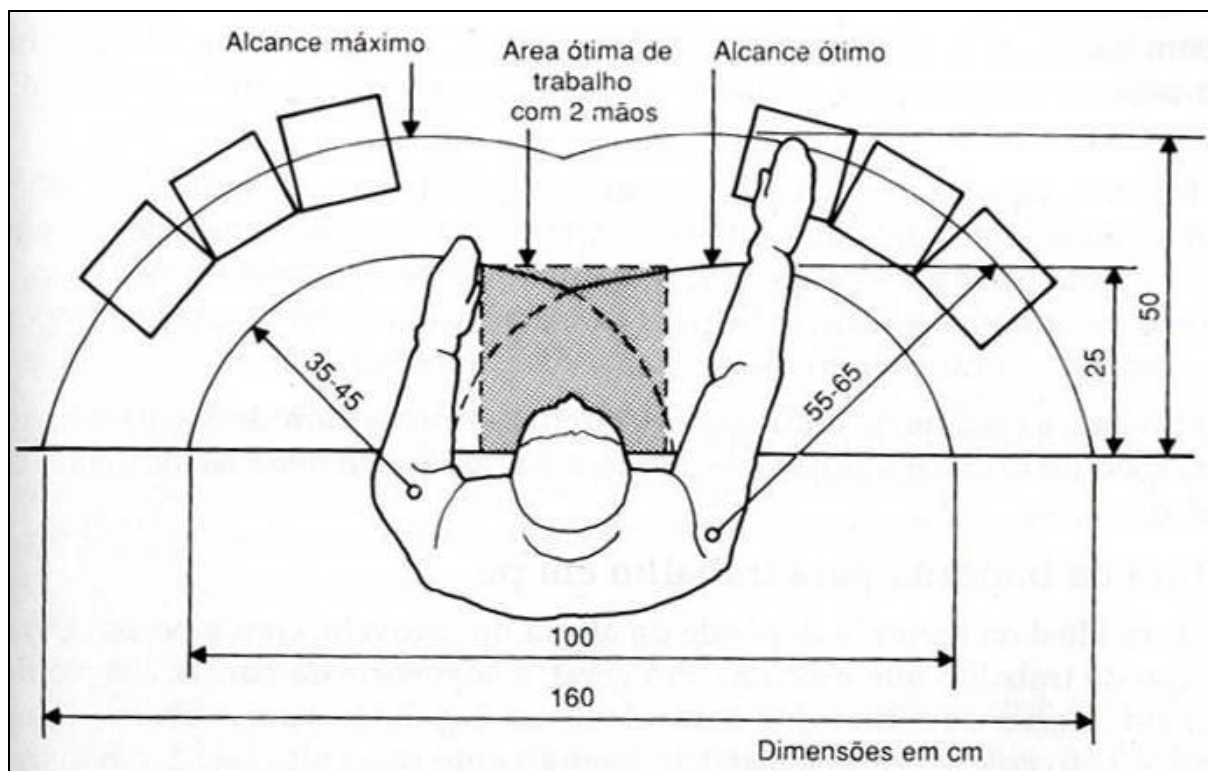
2.2.2. Superfícies horizontais

As superfícies horizontais são muito estudadas na ergonomia, pois sobre elas são realizados trabalhos de montagem, inspeção, serviços de escritório, atividades de precisão e outros. Iida (2002) divide a avaliação de uma superfície horizontal em três pontos: o alcance sobre a mesa, a altura da mesa para trabalhos sentados e da bancada para atividades em pé, como detalhado a seguir.

- Alcances sobre a mesa – a zona de alcance é subdividida entre ótima e máxima, para atividades realizadas sentadas a ótima é definida girando o

antebraço em torno do cotovelo. Ao executar esse movimento um indivíduo médio realiza um arco com raio de 35 a 40 cm. A zona de alcance máxima é definida realizando um giro em torno do ombro e com o braço esticado, formando um arco que varia de 55 a 65 cm, como é ilustrado na Figura 10 (ABRAHÃO, et al., 2014).

Figura 10 - Zona de alcance ótimo e máximo, para trabalhador sentado

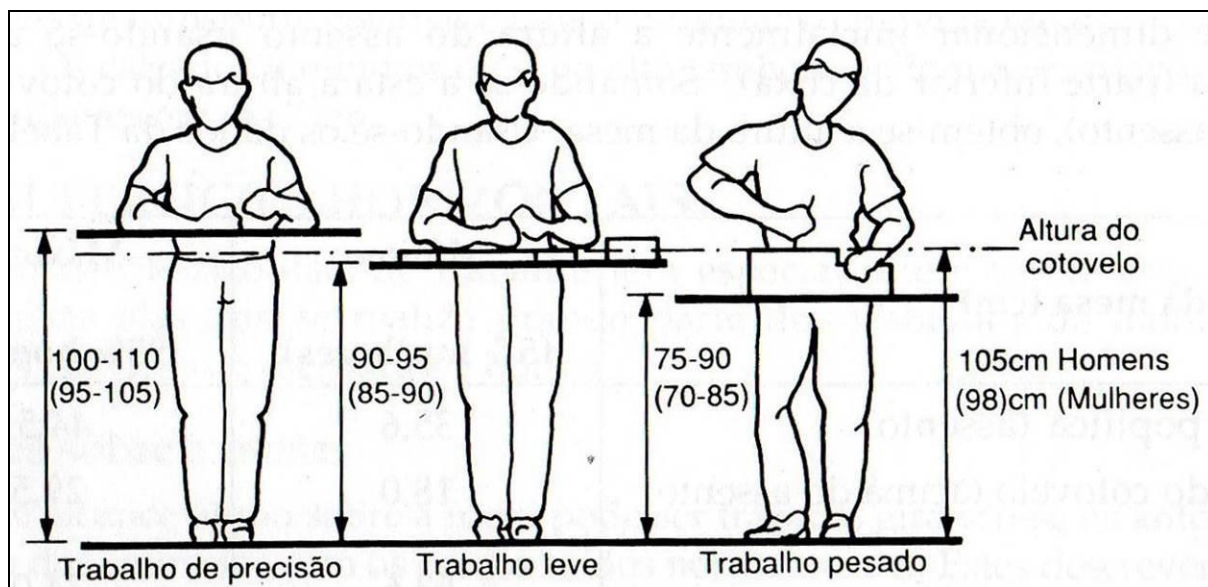


Fonte: DUL & WEERDMEESTER (2001)

- Altura da mesa para trabalhos sentados – a altura da mesa deve ser determinada pela altura do cotovelo do trabalhador na posição sentado, então antes de se definir a altura da mesa deve-se dimensionar a altura do assento, tomando como base a altura da parte inferior da coxa, conforme pode ser verificado na Figura 8 (IIDA, 2002).
- Altura da bancada para atividades em pé – assim como para o dimensionamento da altura de mesas para atividades sentadas, a definição de altura para bancada leva em conta a altura do cotovelo, mas dependendo do tipo de atividade realizada pelo trabalhador ela pode várias, sendo de 5 a 10 cm acima da linha do cotovelo para atividades de precisão, de 5 cm (KROEMER & GRANDJEAN, 2005) para atividades leves e de 30 cm para

baixo para atividades pesadas, que exigem pressões para baixo, como ilustrado na Figura 11 (IIDA, 2002).

Figura 11 – Alturas recomendadas para superfícies horizontais de trabalho em pé.



Fonte: KROEMER & GRANDJEAN (2005)

2.2.3. Assento

De acordo com a Norma Técnica 060/2001 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2001), a cadeira ideal deve ser estabelecida considerando as características da atividade desenvolvida, das condições do ambiente e organização do trabalho, e principalmente da opinião do trabalhador.

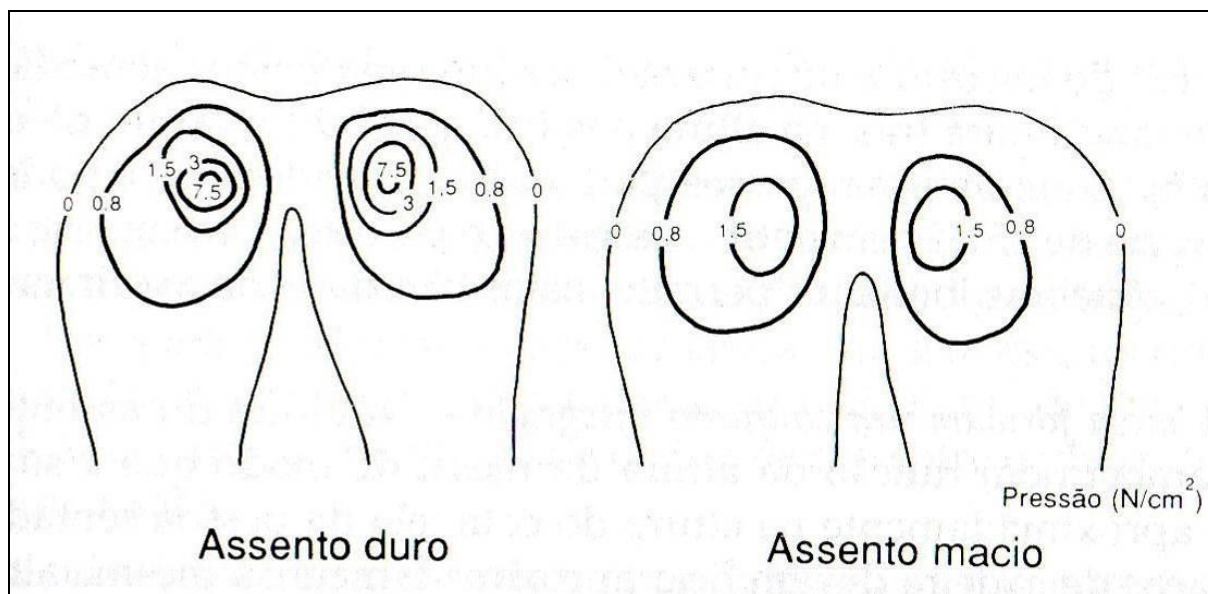
O assento deve proporcionar uma posição confortável, respeitando as necessidades do corpo e a circulação sanguínea, além de evitar contrações musculares prolongadas e excessivas. Em uma posição sentada o peso do corpo é apoiado nos pés, nádegas e na coluna lombar. A análise para escolha de um assento deve considerar quatro principais pontos (ABRAHÃO, et al, 2014):

- As pressões sobre os discos intervertebrais
- A nutrição destes discos;
- A tensão imposta à musculatura dorsal; e
- O retorno sanguíneo proveniente dos membros inferiores.

Como já discutido anteriormente, na posição sentada o corpo apoia o peso sobre a estrutura óssea das nádegas, mais precisamente as tuberosidades

isquiáticas, e também da parte posterior da coxa. Uma maneira de reduzir as pressões nas tuberosidades isquiáticas é a utilização de um estofamento macio e pouco espesso sobre uma base rígida, melhorando assim a distribuição do peso sobre as nádegas, conforme ilustrado na Figura 12 (IIDA, 2002). O ideal é utilizar um estofado com material de densidade entre 40 a 50 kg/m³.

Figura 12 - Comparação da distribuição de pressões sobre o assento.



Fonte: OBORNE (1982) apud IIDA (2002)

De acordo com Dul e Weerdmeester (2001) outro ponto importante para a escolha de uma cadeira são os ajustes. Existem muitas cadeiras com regulagens, porém um assento adequado deve permitir os ajustes mínimos listados a seguir:

- Altura do assento – deve permitir a regulagem da altura de maneira suave e contínua, não ocorrendo por “degraus”;
- Encosto da cadeira – deve ser regulável para garantir a sustentação da coluna lombar. A cadeira deve permitir a ajuste de altura e de inclinação;
- Apoio para os braços – assim como é importante regular a altura do assento para que os cotovelos estejam alinhados com a mesa, os apoios de braço também devem estar alinhados com o cotovelo.

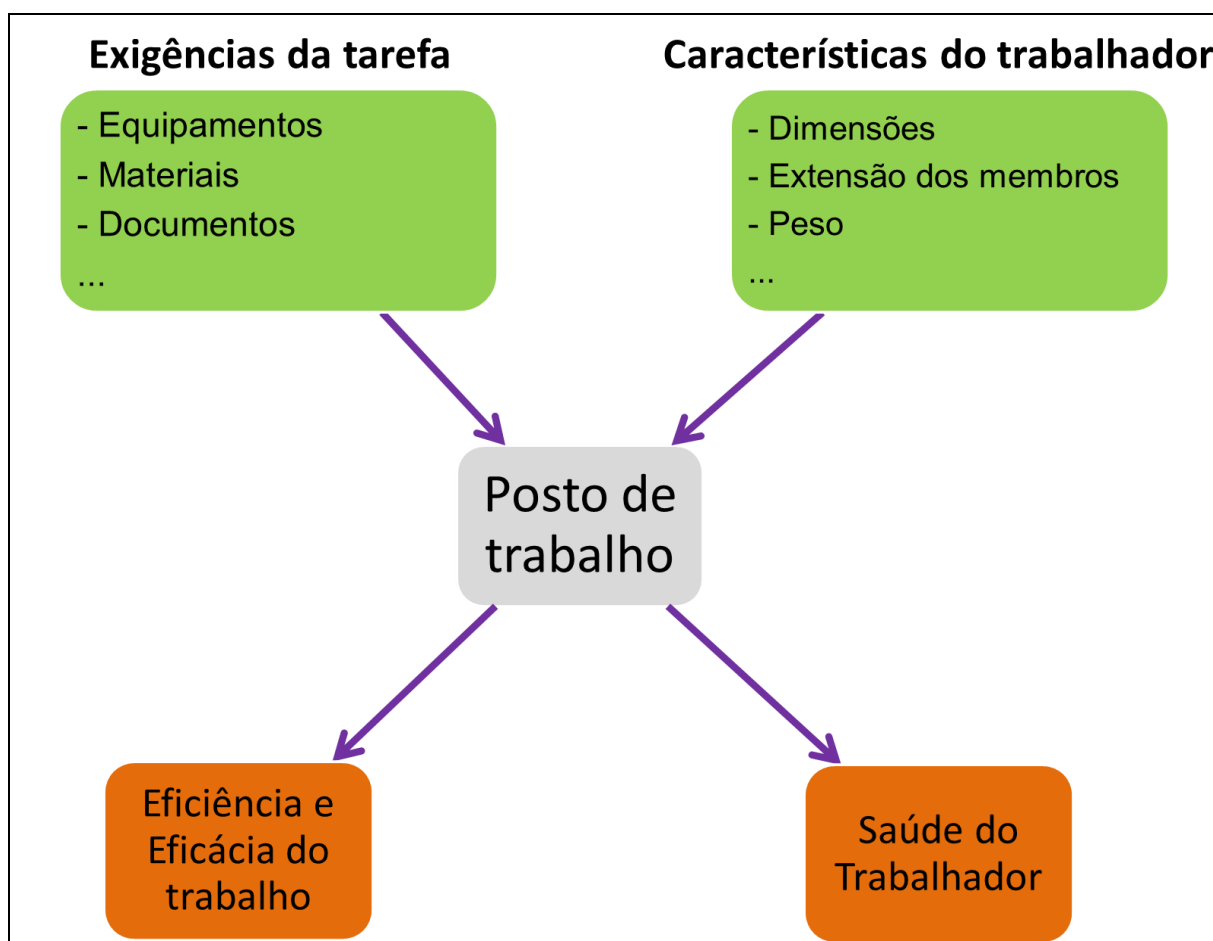
2.3. POSTO DE TRABALHO

O posto de trabalho pode ser entendido como uma unidade de produção constituída pelo conjunto de mobiliário, ferramentas e equipamentos de trabalho utilizado por um trabalhador para realização de suas atividades laborais, além do arranjo do espaço físico de todos os componentes descritos. Iida (2001) faz uma comparação com a biologia, onde um posto de trabalho seria uma célula e o trabalhador o núcleo, a combinação de células de um setor seria um órgão e de todos os setores da empresa seriam um organismo.

Na concepção de um posto de trabalho pode ser utilizado um dos dois principais enfoques, o tradicional e o ergonômico. O enfoque tradicional, que remonta ao início do século XX, tem sua base no taylorismo e fundamenta-se na economia de movimento e tempo, com objetivo principal a eficiência, visando o custo de produção. A abordagem ergonômica, além da eficiência, se propõe a atender as necessidades e limites do trabalhador, avaliando principalmente a biomecânica da postura durante a realização da atividade (IIDA, 2002).

A configuração de um posto de trabalho ergonômico deve ter como objetivo a prevenção da fadiga, de doenças do trabalho e de erros humanos, além do conforto, da eficiência e eficácia do trabalhador (Figura 13). Devem-se levar em consideração as exigências da tarefa e das características físicas do trabalhador, para tanto é preciso realizar um levantamento de dados sobre a atividade e a antropometria (ABRAHÃO, et al, 2014).

Figura 13 - Fluxo de ação ergonômica envolvendo posto de trabalho



Fonte: Adaptado de ABRAHÃO (2014)

Como pode ser verificado na Figura 13, o grande objetivo da adequação de um posto de trabalho é a eficiência e eficácia do trabalho (enfoque taylorista), assim como a saúde do trabalhador (enfoque ergonômico).

2.3.1. Arranjo físico

Com possibilidade de ajustar um espaço de trabalho, visando à eficiência, a eficácia e a saúde do trabalhador, o arranjo físico (*layout*) estuda a distribuição espacial ou do posicionamento dos elementos que compõem um posto de trabalho. Para mais fácil entendimento, pode-se descrever como sendo a distribuição dos elementos, controles de informações, que integram um posto de trabalho. Geralmente o arranjo é baseado em 6 critérios (IIDA, 2002):

- Importância – os elementos que possuem maior importância devem estar posicionados em local de destaque no arranjo do posto de trabalho. Por

exemplo: no carro o velocímetro ocupa o ponto central de destaque para o motorista;

- Frequência de uso – os componentes de maior frequência de uso também devem ocupar uma posição de destaque ou de fácil alcance;
- Agrupamento funcional – elementos que possuem funções/finalidades semelhantes entre si devem permanecer agrupados em blocos;
- Sequência de uso – quando a operação de determinados componentes possui um ordenamento operacional, a posição dos controles deve ser mantida de modo a seguir a sequência de acionamento;
- Intensidade de fluxo – os elementos, entre os quais há maior intensidade de fluxo, devem estar próximos;
- Ligações preferenciais – em vários sistemas as ligações seguem algumas conexões operacionais, no arranjo esses elementos devem estar próximos.

A escolha do critério mais relevante só é possível após análise detalhada da atividade e das tarefas. É possível também montar o posto de trabalho em blocos reajustáveis, e após reavaliar a execução da atividade realizar alterações do arranjo se necessário. Em estações informatizadas o bloco monitor, teclado e mouse, normalmente estão no ponto central do posto de trabalho, visto a sua importância nas atividades diárias.

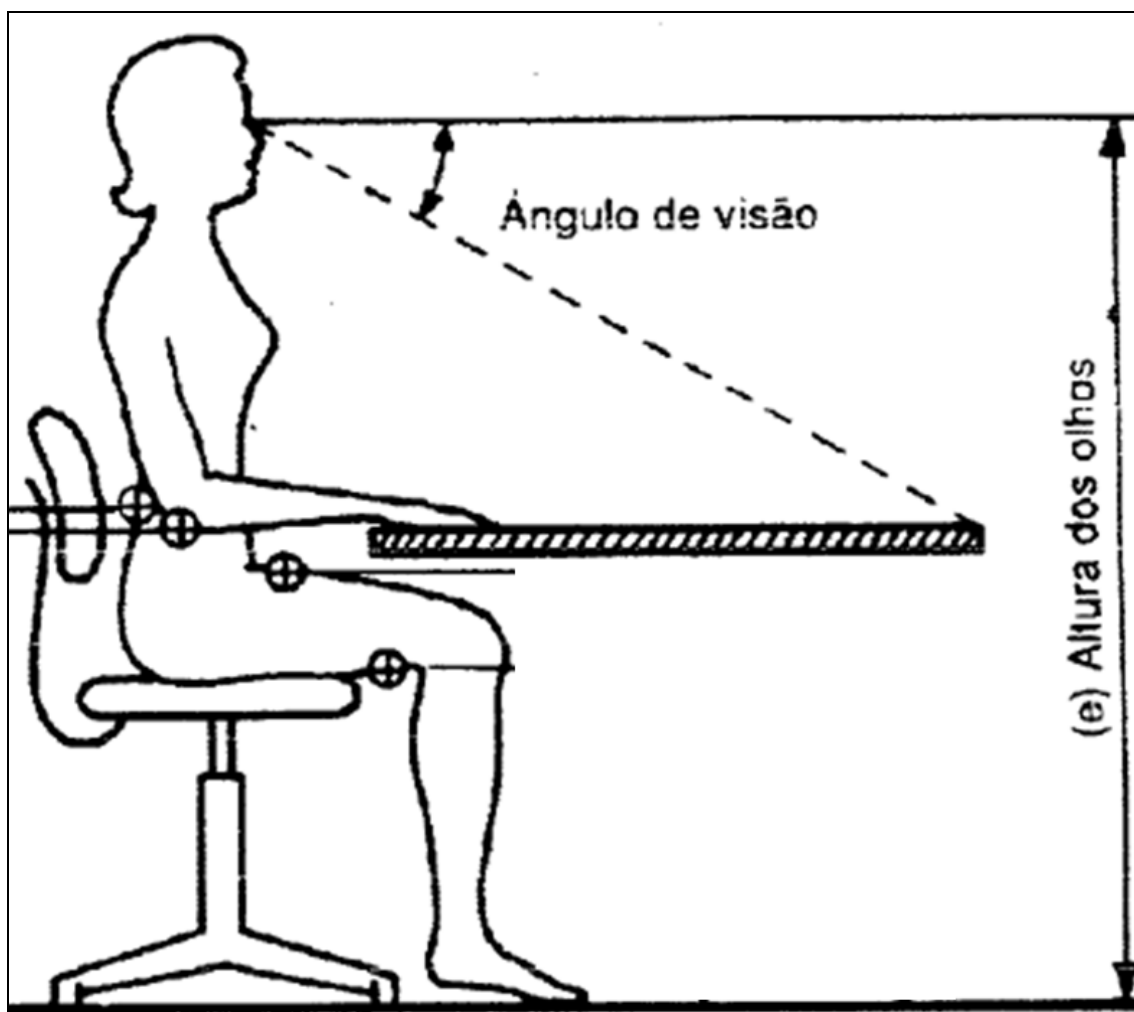
2.3.2. Terminais informatizados

Nos dias de hoje é praticamente impossível imaginar um posto de trabalho de uma indústria ou escritório sem terminais de computadores ou microcomputadores, sendo a maior parte das atividades realizadas nesses equipamentos. Devido a essa realidade tornou-se muito importante adequar as interfaces dos computadores com a ergonomia. O monitor é a principal interface entre o trabalhador e o computador, é onde se recebe todas as informações, mesmo quando o trabalhador não introduz informações através do mouse ou do teclado, como durante a leitura.

Em um posto de trabalho com computador o trabalhador permanece em uma postura quase estática por horas, com sua atenção fixa na tela. Sobre essa condição há grande probabilidade de ocorrer fadiga visual, dores musculares no pescoço e ombros (IIDA, 2002).

Segundo Abrahão (2014) a parte superior da tela deve estar alinhada com a linha dos olhos, evitando assim que o trabalhador desloque de maneira demasiada a cabeça para frente ou para traz. O ideal é que a cabeça esteja inclinada ligeiramente para frente (aproximadamente 10 graus). Já para a distância entre os olhos e o monitor deve estar por volta de 50 e 70 cm, porém essa distância pode ser maior em função do tamanho do monitor.

Figura 14 – Campo de visão de um posto de trabalho sentado



Fonte: IIDA (2002)

O monitor é a principal interface máquina-homem, mas o mouse e o teclado são os equipamentos periféricos de entrada de dados, é através deles o trabalhador interage com o computador. Por essa importância em muitas atividades de trabalho ambos devem estar localizados na zona ótima de alcance.

Conforme afirma Dul & Weerdmeester (2001) o teclado se tornou um dos controles mais importantes e sofisticados dos escritórios, desde o início da utilização de máquinas de escrever, e com o desenvolvimento e vasta utilização dos computadores o teclado invadiu praticamente todos os setores de trabalho humano.

Mesmo nas estações informatizadas de texto atuais, a postura das mãos e braços durante as atividades de digitação são similares às condições das operações das antigas máquinas de escrever. Apenas a necessidade de imprimir energia nas teclas durante a digitação ser menor nos teclados modernos, a velocidade de digitação aumentou e assim como o número de usuários, fatores esses que levam cada vez mais digitadores reclamarem de fadigas, dores nos ombros, braços e mãos (KROEMER & GRANDJEAN, 2005).

O teclado e o mouse devem ser independentes e ter mobilidade para que o trabalhador possa ajustar a posição de acordo com a tarefa a ser executada. O teclado deve ter ajuste de altura e o mouse deve ter dimensões que permitam que a musculatura da mão permaneça relaxada, os dois equipamentos periféricos devem estar em um mesmo plano e possuir apoios para os punhos (FRANCESCHI, 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo de caso avaliou separadamente dois postos de trabalho utilizados por um engenheiro eletrônico, em um deles o trabalhador constrói projetos de circuitos eletrônicos e montagem de protótipos, e o outro consiste em um posto de trabalho informatizado onde é realizada a concepção dos projetos.

A atual monografia envolve a construção de uma investigação empírica que requer a pesquisa de fenômenos dentro das circunstâncias reais em que se apresentam. Trata-se ainda de uma metodologia utilizada para retratar ou avaliar situações dinâmicas em que o elemento humano tem presença fundamental, podendo ser aplicada quando há a necessidade de descrever intervenções em determinados contextos. Mediante a adoção desta estratégia metodológica, procurou-se apreender a situação estudada em sua totalidade, identificando e analisando as diversas dimensões que envolvem o caso, e assim, construir um modelo que possa explicá-la e aprimorá-la.

Para dar suporte as análises realizadas, no início da pesquisa foram efetuadas atividades de estudo e revisão bibliográfica visando o entendimento dos conceitos basilares da ergonomia física, dos padrões de adequação ergonômica, dos métodos de análise antropométrica para postos de trabalho em atividades estáticas e das legislações pertinentes a temática. Os materiais bibliográficos consultados, como teses, livros, periódicos e normas oficiais, foram buscados nas bibliotecas da Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); revistas acadêmico-científicas como a Revista Brasileira de Gestão e Engenharia, Revista Mineira de Educação Física e Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano; sites de instituições nacionais e internacionais a exemplo da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) e da Internacional Ergonomics Association (IEA); e documentos regulamentadores disponíveis on-line. Vale ainda ressaltar que a construção teórico-metodológica apresentada ao longo deste estudo também decorreu das leituras e discussões realizadas nas disciplinas do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da USP.

A partir dos ensinamentos advindos do referencial teórico e das características do caso em características do caso em particular, foi realizado num segundo momento um trabalho de

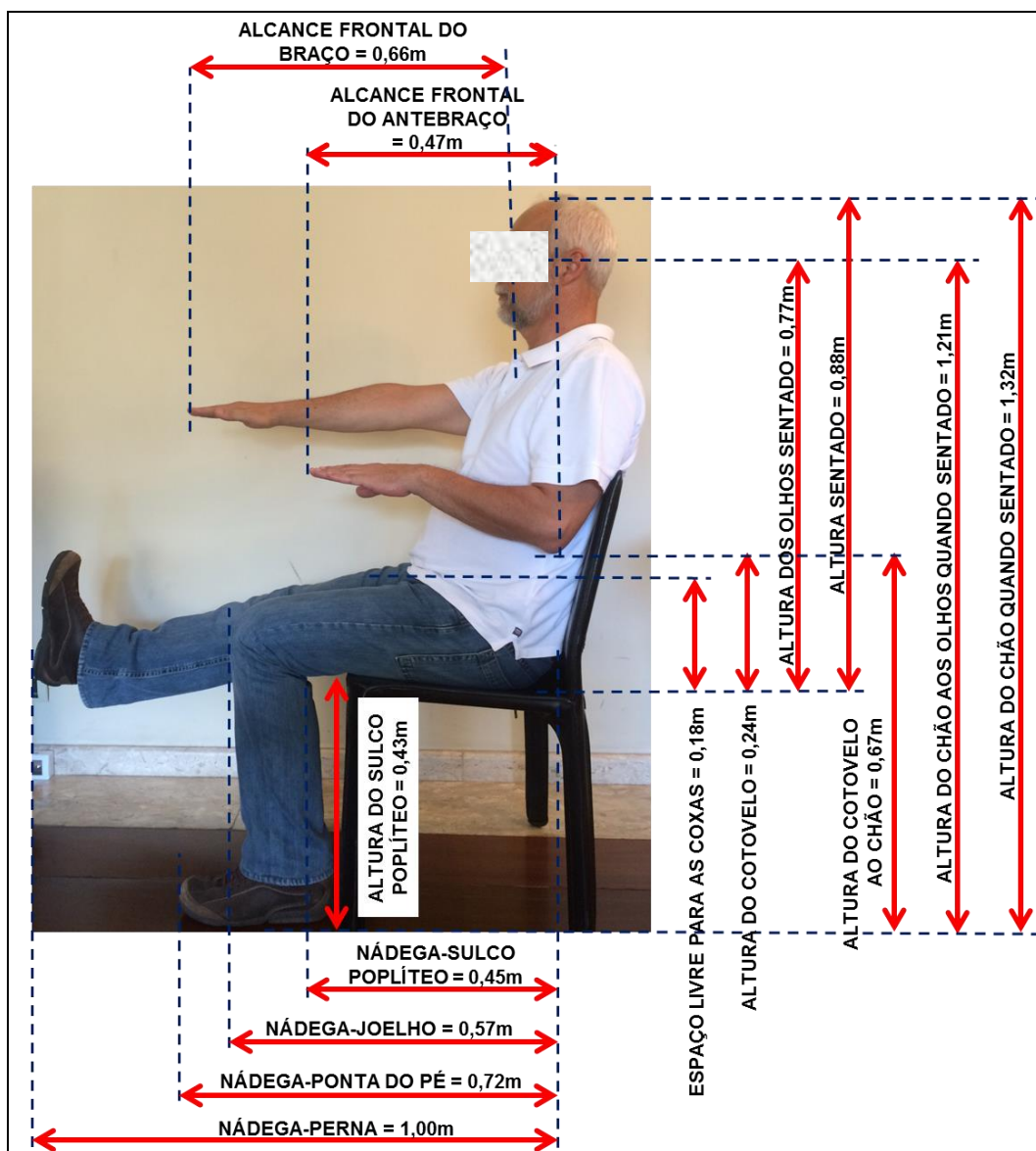
trabalho de campo para levantamentos de dados acerca do posto de trabalho em *home office* *home office* do engenheiro eletrônico avaliado nesta pesquisa, envolvendo a obtenção de obtenção de medidas antropométricas do indivíduo na posição sentado (Figura 15) e em pé

(Fonte: Arquivo pessoal

Figura 16), verificação das proporções do mobiliário utilizado nas atividades laborais e registro fotográfico das atuais condições de trabalho (Fonte: Arquivo pessoal

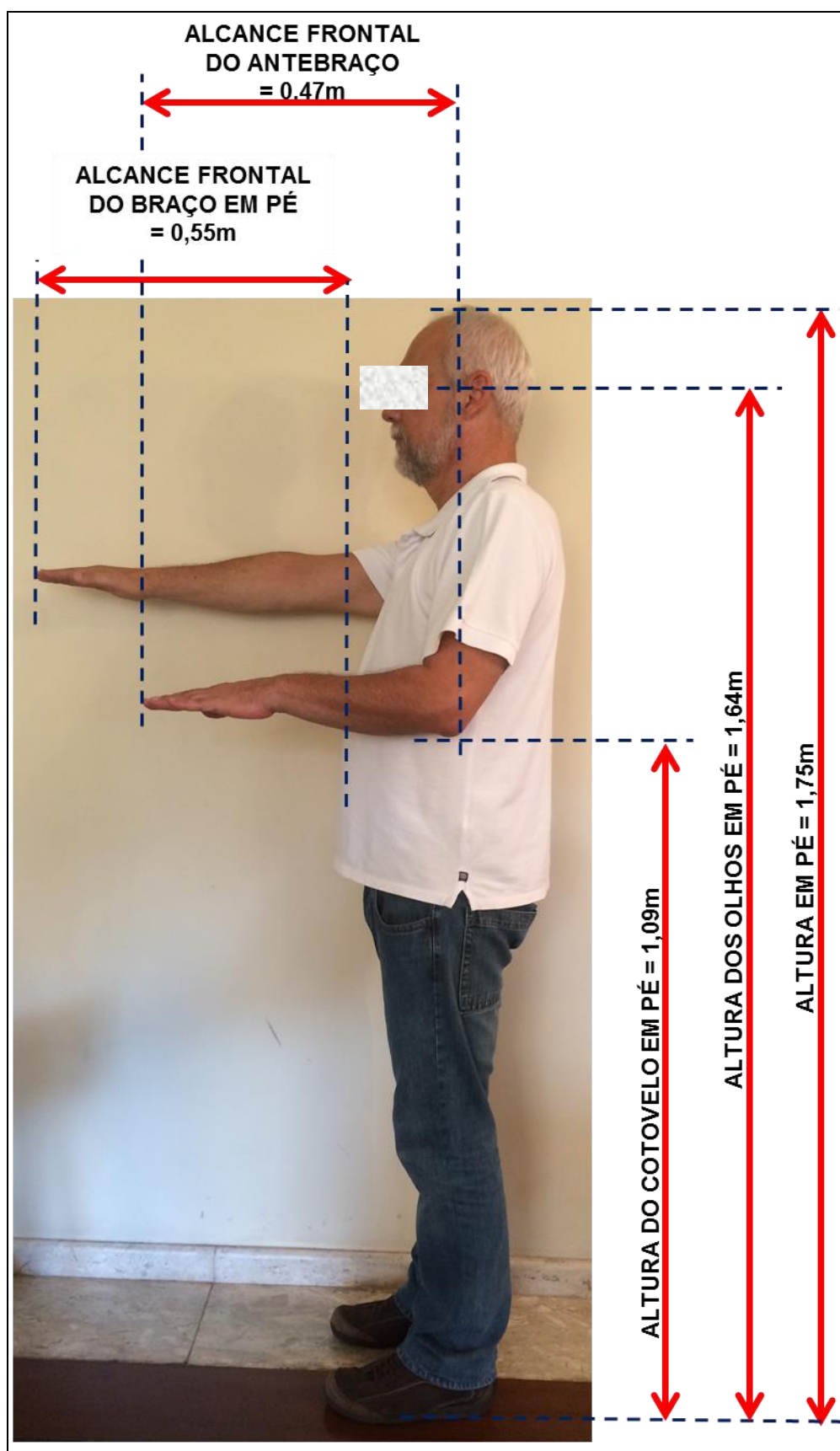
Figura 17) com o intuito de identificar as divergências existentes com relação ao padrão ergonômico. Para efetuar as medições de grandeza utilizou-se de trena e régua, para as medições angulares dos braços e pernas fez-se necessário o transferidor e esquadro, para registrar as posições do indivíduo em diferentes contextos da rotina de trabalho recorreu-se a uma máquina fotográfica.

Figura 15 - Medidas antropométricas do trabalhador sentado.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 16 -Medidas antropométricas do trabalhador em pé.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 17 - Atuais condições dos postos de trabalho



Fonte: Arquivo pessoal

No andamento da pesquisa foi preparada e efetuada uma entrevista estruturada com o engenheiro avaliado, sendo esta técnica baseada na conversação face a face executada de maneira metódica, onde o entrevistador segue um formulário previamente estabelecido, com perguntas predeterminadas (MARCONI, LAKATOS, 2003), conforme pode ser visto no Anexo I. A entrevista teve a intenção de compreender as condições em que o trabalhador se encontra; conhecer o histórico de doenças osteomusculares e as experiências positivas/negativas que teve em outros postos de trabalho; levantar as sugestões do trabalhador quanto as melhorias do seu posto de trabalho e as expectativas que apresenta com relação ao resultado da adequação ergonômica neste local (Figura 18).

Figura 18 - Vista do modelo tridimensional dos postos de trabalho



Fonte: Arquivo pessoal

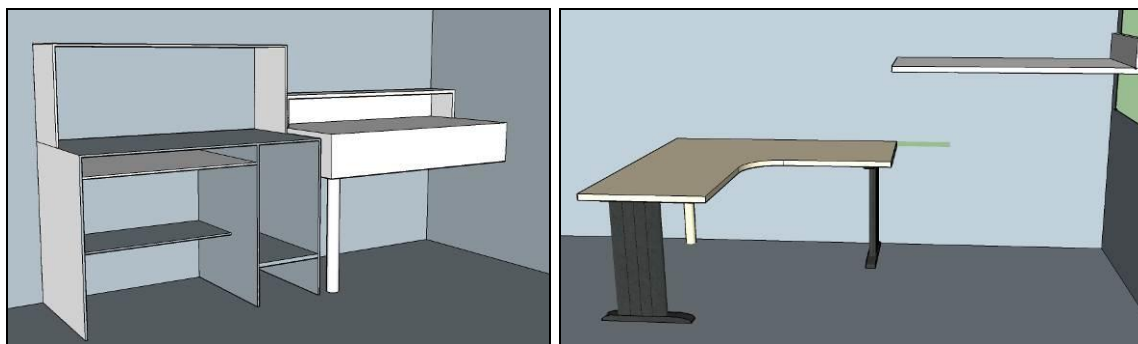
O modelo foi feito a partir da construção digital do posto de trabalho em suas proporções e da disposição dos objetos e equipamentos, sendo que alguns deles foram encontrados na plataforma denominada de “Armazém 3D” do software mencionado, a exemplo do computador, monitor, cadeiras e modelo tridimensional humano (Figura 19); enquanto outros foram criados de acordo com a necessidade como bancada e as mesas (Figura 20). Cabe ressaltar que todos os objetos presentes no modelo foram redimensionados de modo a reproduzir a realidade do ambiente de trabalho e posteriormente representar a proposta da presente pesquisa. Esta proposição centrou-se no trabalhador, tendo como finalidade reduzir seus esforços osteomusculares excessivos no momento de suas atividades e permitir uma postura confortável e ergonômica no seu posto de trabalho, priorizando sua saúde ocupacional. Entende-se que, dessa forma, haverá melhora na eficácia e eficiência de suas tarefas.

Figura 19 - Modelos obtidos no banco de dados “Armazém 3D”



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 20 - Objetos criados



Fonte: Arquivo pessoal

Com base na proposta e na realização de análises quantitativas, frente aos pressupostos da Ergonomia, foram redigidos os resultados obtidos ao longo da pesquisa na forma de uma proposta para adequação do posto de trabalho mediante as características físicas do trabalhador e as particularidades das atividades desempenhadas.

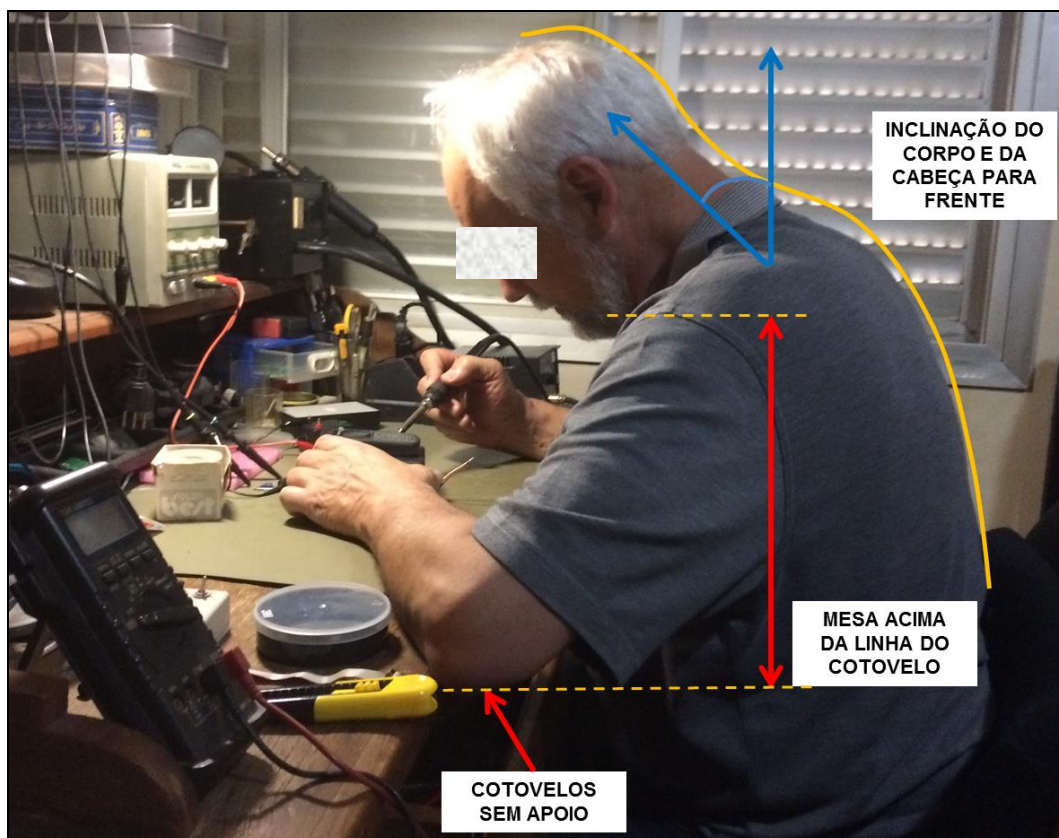
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão discutidos e apresentados os resultados obtidos no item Materiais e Métodos. Tal proposta de adequação foi elaborada levando em conta o arcabouço teórico, que forneceu, entre outras informações, os parâmetros antropométricos para o dimensionamento do mobiliário em função do tipo de atividade exercida, e as informações coletadas, que permitiram o entendimento das necessidades específicas do trabalhador para a realização das suas tarefas laborais. Diante disso, foram criados modelos tridimensionais no software SketchUp 14.0 do atual posto de trabalho e dele com as devidas propostas de mudanças na mobília e na utilização de equipamentos ergonômicos como descanso de pé e apoio de pulso, que será apresentado e discutido nos resultados.

4.1. POSTO DE TRABALHO DE MONTAGEM DE PROTÓTIPOS

Durante período de observação das atividades realizadas pelo trabalhador no posto de trabalho onde realiza tarefas de maior precisão, como soldagem de componentes e montagens de circuitos eletrônicos, verificou-se que as dimensões da mesa não permitiam que o indivíduo apoiasse os cotovelos, conforme demonstrado na Figura 21.

Figura 21 - Trabalhador realizando atividades no atual posto de trabalho de protótipos



Fonte: Arquivo pessoal

Analisando a Figura 21 é possível verificar que além dos cotovelos não estarem apoiados sobre a mesa, condição que aumenta os esforços realizados pelos ombros e os músculos do trapézio, o trabalhador encontra-se com as costas e pescoço inclinados e projetados para frente devido à atividade ser de precisão e a distância da mesa. Outro motivo desse afastamento da área de trabalho pode ser verificado na Figura 22.

Figura 22 - Pernas do trabalhador no atual posto de trabalho de protótipos

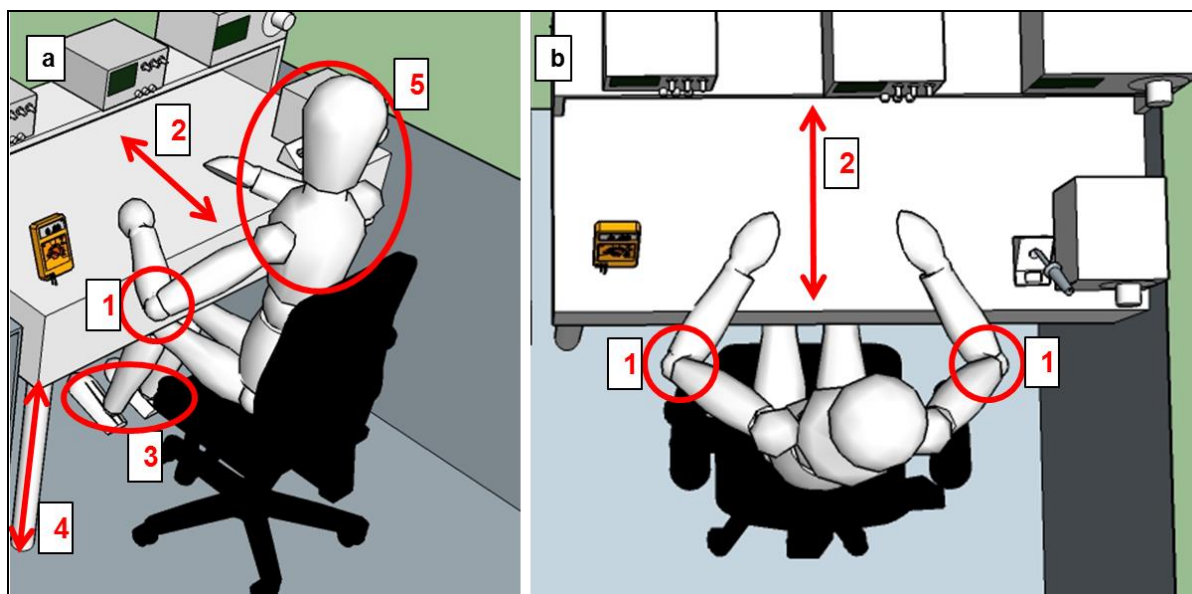


Fonte: Arquivo pessoal

A presença de objetos a frente dos pés e joelhos constata um dos motivos do trabalhador estar com o corpo afastado da mesa, mas na Figura 22 também pode-se notar que o espaço disponível para as coxas deveria ser maior, oferecendo mais conforto ao indivíduo.

Os itens identificados do posto de trabalho de protótipos que necessitam de propostas de melhoria estão apresentados na Figura 23.

Figura 23 – Pontos do posto de trabalho de protótipos que necessitam de adequação



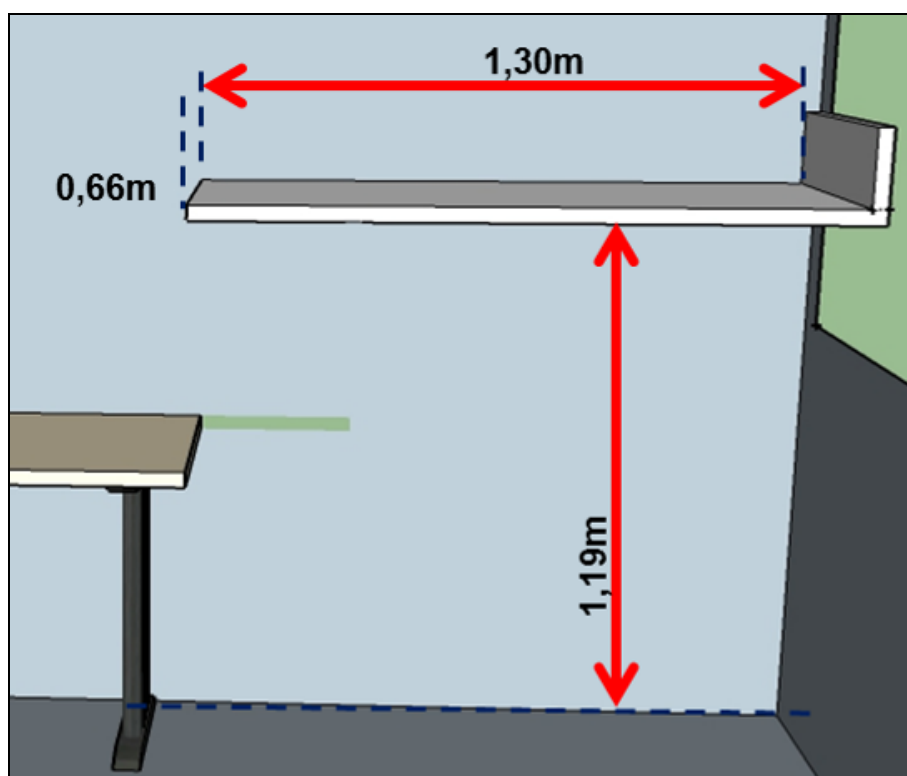
Fonte: Arquivo pessoal

1. Ajustar a altura e a profundidade da mesa, possibilitando o apoio dos cotovelos e a aproximação do corpo à mesa;
2. Analisar melhor proposta para superfícies horizontais para trabalhos de precisão;
3. Disponibilizar mais espaço para os joelhos e pés, além de suporte para os pés;
4. Adequar espaço para as coxas;
5. Encontrar alternativa para evitar que o trabalhador se inclinar para frente.

4.1.1. Proposta para o posto de trabalho de protótipos

Segundo Lida (2002), atividades de precisão devem ser realizadas em bancas altas, de modo que o trabalhador realize suas atividades em pé, isso possibilita que ele se posicione mais próximo da área em que está realizando a tarefa. É conveniente também que a superfície fique ligeiramente acima da linha dos cotovelos do indivíduo de pé, aproximadamente de 5 a 10 centímetros. Dessa forma, foi projetada uma bancada para que o trabalhador realize suas atividades em pé (Figura 24).

Figura 24 - Projeto de bancada para posto de trabalho de protótipos

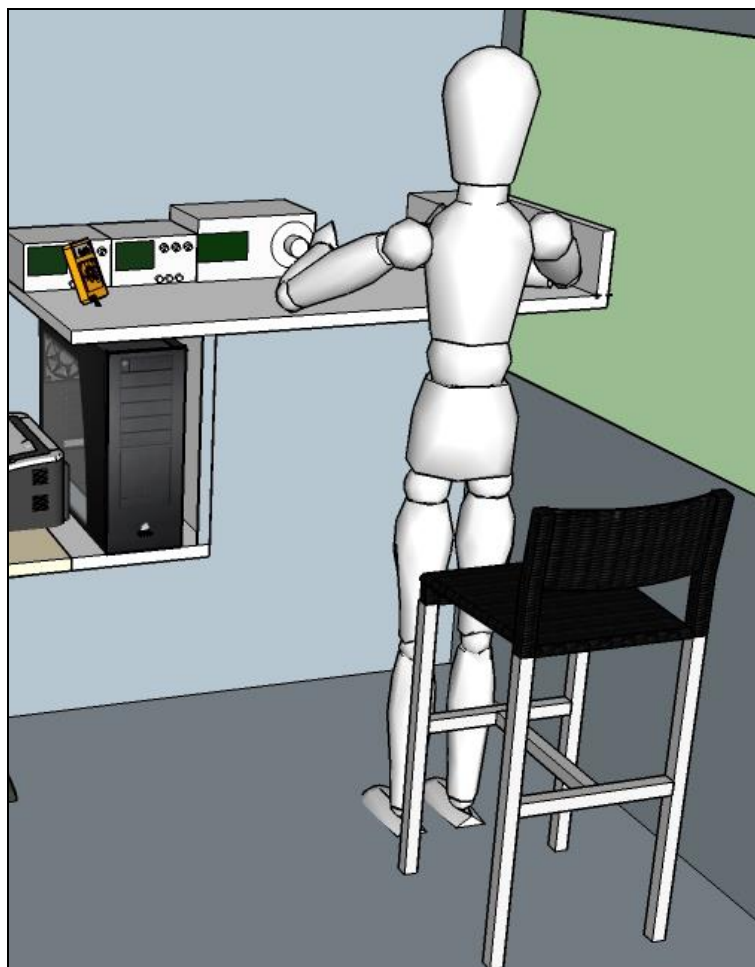


Fonte: Arquivo pessoal

O trabalhador relatou durante a entrevista que já havia realizado atividades de precisão similares em uma bancada alta e que também havia no local um banco para que pudesse se sentar quando sentisse cansaço nas pernas. Também foi mencionado que o posto de trabalho era confortável para realização desse tipo de serviço.

Considerando a análise das necessidades da atividade, juntamente com a experiência positiva citada pelo trabalhador, foi proposta, além da bancada alta, a utilização de um banco, como representado pela Figura 25.

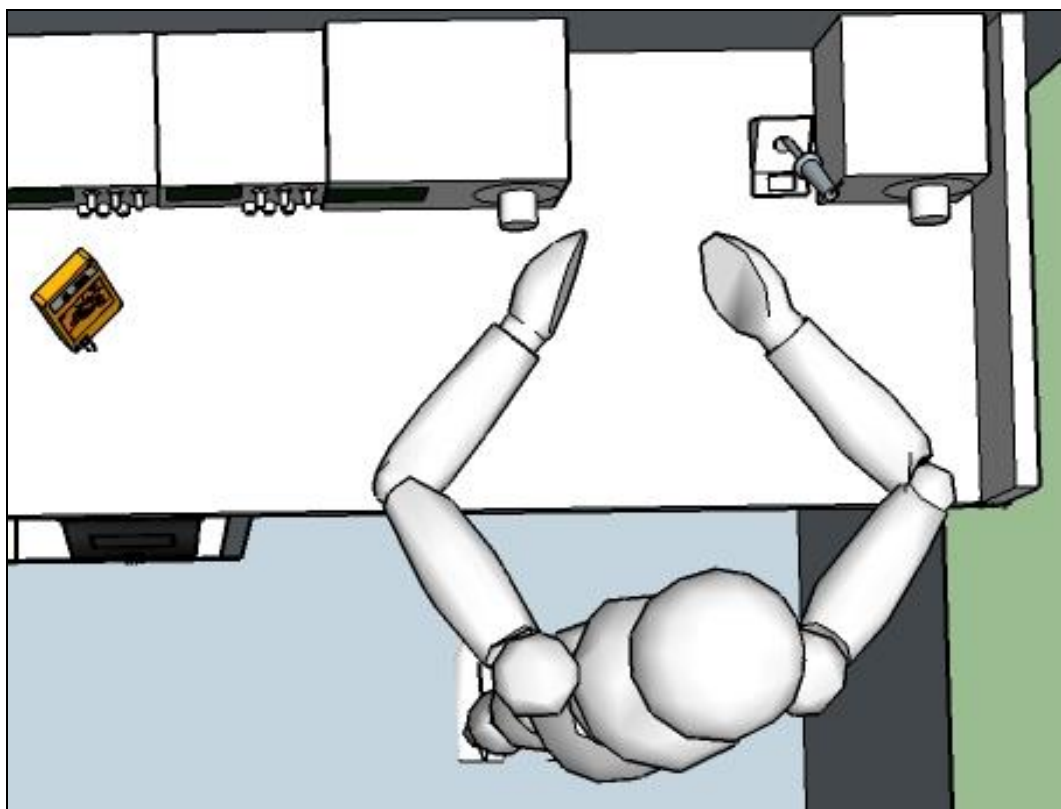
Figura 25 - Bancada para posto de trabalho de protótipos



Fonte: Arquivo pessoal

Na Figura 25 pode-se verificar que os cotovelos do trabalhador estão apoiados na bancada, situação que melhora o conforto do trabalhador. Essa condição também é demonstrada na Figura 26.

Figura 26 – Vista superior do posto de trabalho de protótipos

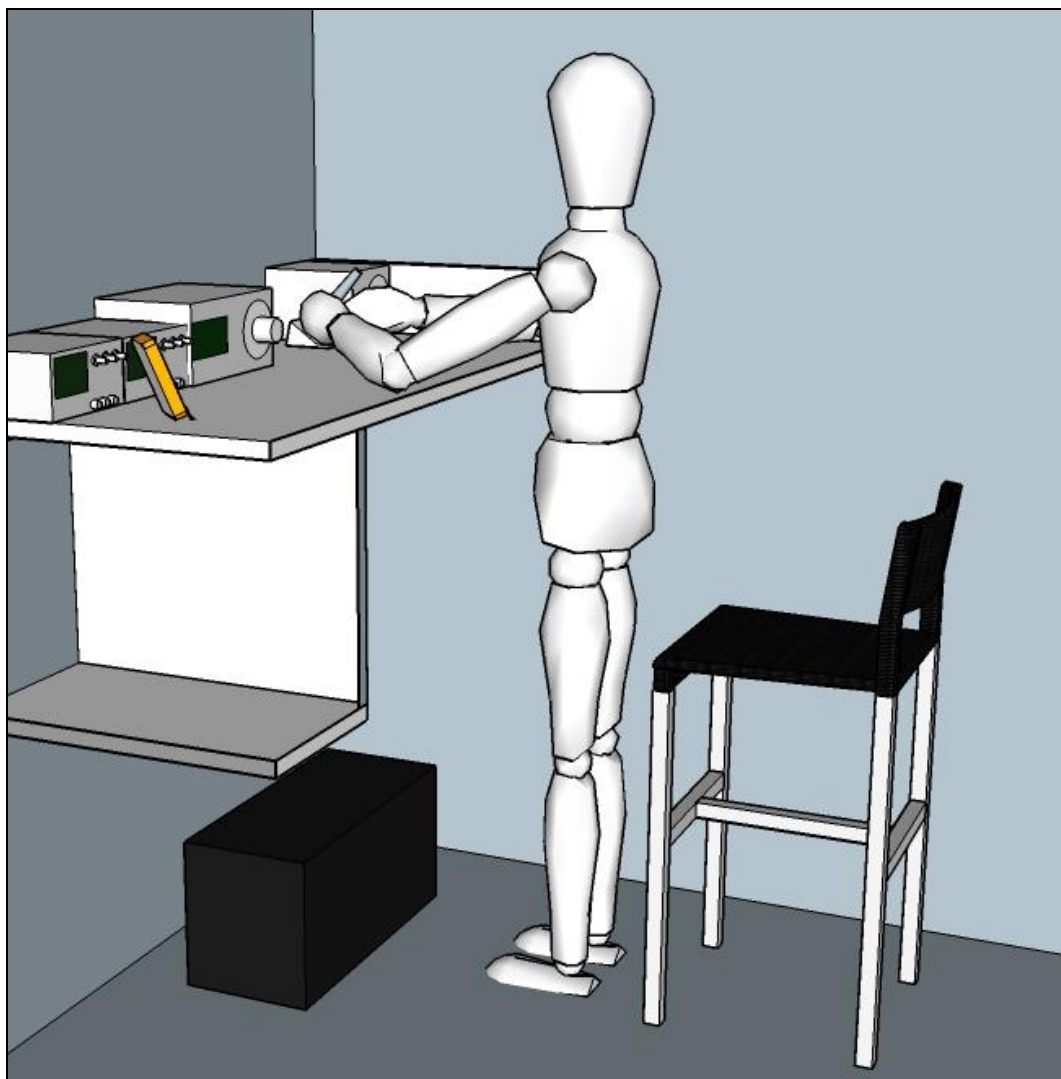


Fonte: Arquivo pessoal

A condição de distanciamento da mesa, identificado no levantamento inicial, não ocorre mais na atual conjuntura, como pode ser visto na Figura 26 o trabalhador está com os cotovelos apoiados sobre a bancada e ainda há espaço disponível para que se aproxime da área de trabalho.

De forma complementar às melhorias já proposta foi sugerida a utilização de um apoio para os pés com altura de 40 centímetros, como ilustrado na Figura 27.

Figura 27 – Apresentação da proposta do posto de trabalho de protótipos



Fonte: Arquivo pessoal

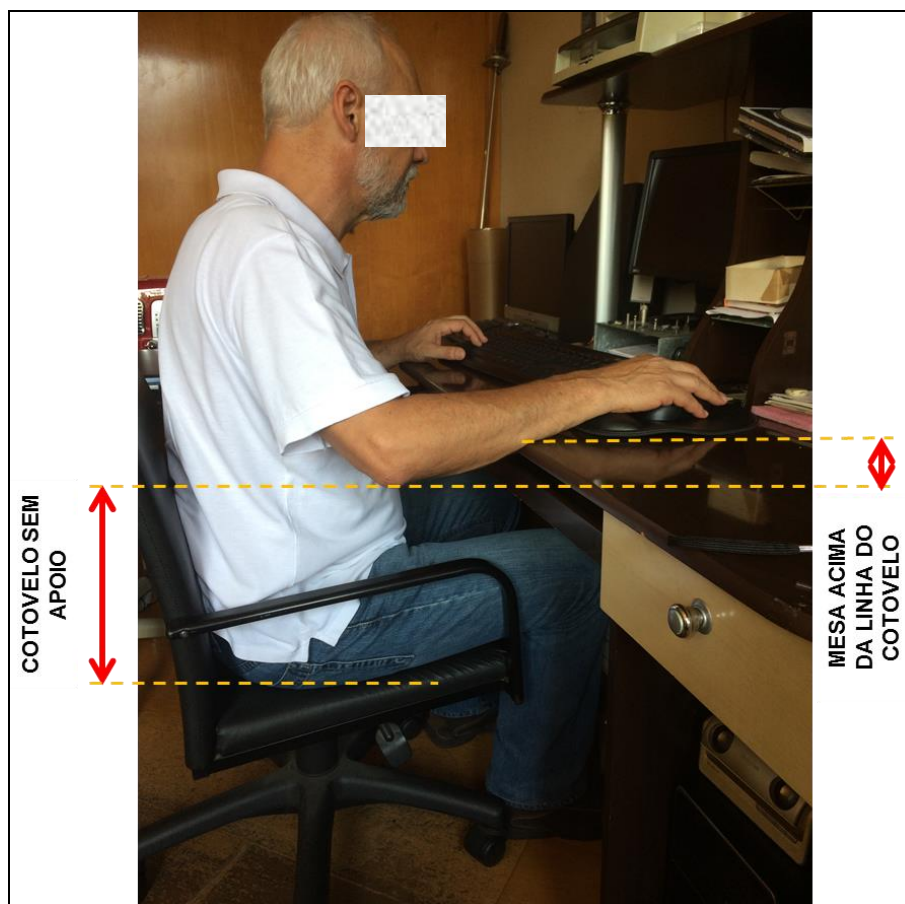
A proposta final de adequação do posto de trabalho de protótipos é apresentada na Figura 27, nessa imagem é possível verificar que o trabalhador pode se aproximar da superfície de trabalho com facilidade, além de poder apoiar os cotovelos e os pés, assim como se sentar se sentir cansaço nas pernas.

4.2. POSTO DE TRABALHO INFORMATIZADO

Durante as atividades de levantamento de campo, foram identificadas várias condições em desacordo com os padrões antropométricos, essas evidências comprovam que os incômodos relatados pelo trabalhado podem ter origem

ocupacional, como pode ser verificado na Figura 28 que apresenta o trabalhador no posto de trabalho informatizado.

Figura 28 - Trabalhador realizando atividades no atual posto de trabalho informatizado.



Fonte: Arquivo pessoal

A Figura 28 demonstra que a altura da mesa não é apropriada ao trabalhador, visto que essa se encontra acima da linha dos cotovelos, sendo assim não proporciona apoio aos braços, por consequência aumenta os esforços realizados pelos ombros. Além do fato exposto, é possível notar que o trabalhador mantém certa distância da mesa, o motivo desse afastamento pode ser visto na Figura 29.

Figura 29 – Pernas do trabalhador no atual posto de trabalho informatizado



Fonte: Arquivo pessoal

Ao examinar a Figura 29 verifica-se a presença de objetos a frente das pernas do trabalhador que, além de estar em desacordo com o espaço mínimo de 40 centímetros para os joelhos e 100 centímetros para os pés, impossibilita que o indivíduo se mantenha mais próximo da mesa. Contudo, apesar das divergências, o espaço vertical para as coxas é de 27 centímetros e está adequado com as medidas antropométricas do trabalhador sentado que foram apresentadas na Figura 15 na página **Erro! Indicador não definido..**

Devido ao impedimento de se aproximar do monitor o indivíduo tende a inclinar-se eventualmente para frente para melhor visualização das informações presentes na tela (Figura 30).

Figura 30 - Distância entre os olhos do trabalhador e o monitor

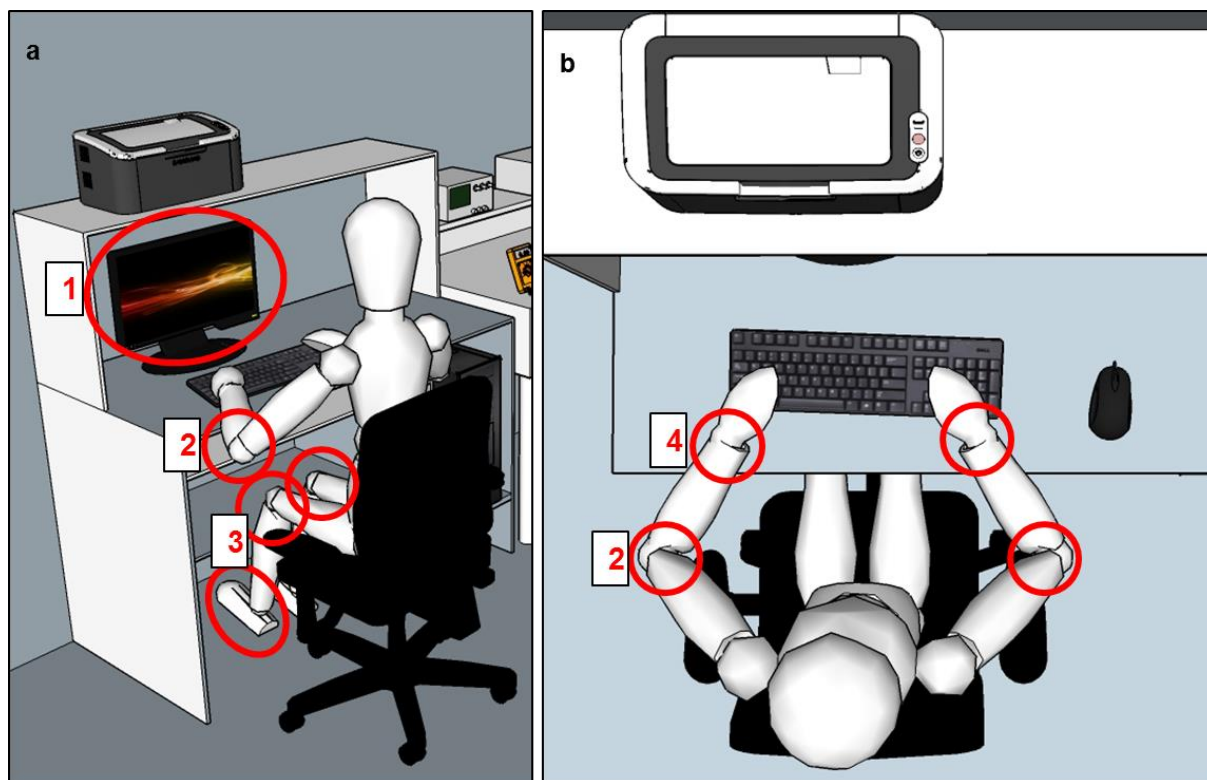


Fonte: Arquivo pessoal

A Figura 30 demonstra que os olhos do indivíduo estão a uma distância de 55 centímetros do monitor, e segundo padrões levantados na revisão literária esse espaçamento é adequado, no entanto durante a entrevista o trabalhador relatou dificuldade em visualizar o monitor e que frequentemente é preciso aproximar os olhos da tela, sendo uma de suas sugestões a utilização de um monitor maior.

O item apontado pelo trabalhador, juntamente com os pontos identificados que necessitam de propostas de melhoria estão apresentados na Figura 31.

Figura 31 - Pontos do posto de trabalho informatizado que necessitam de adequação



Fonte: Arquivo pessoal

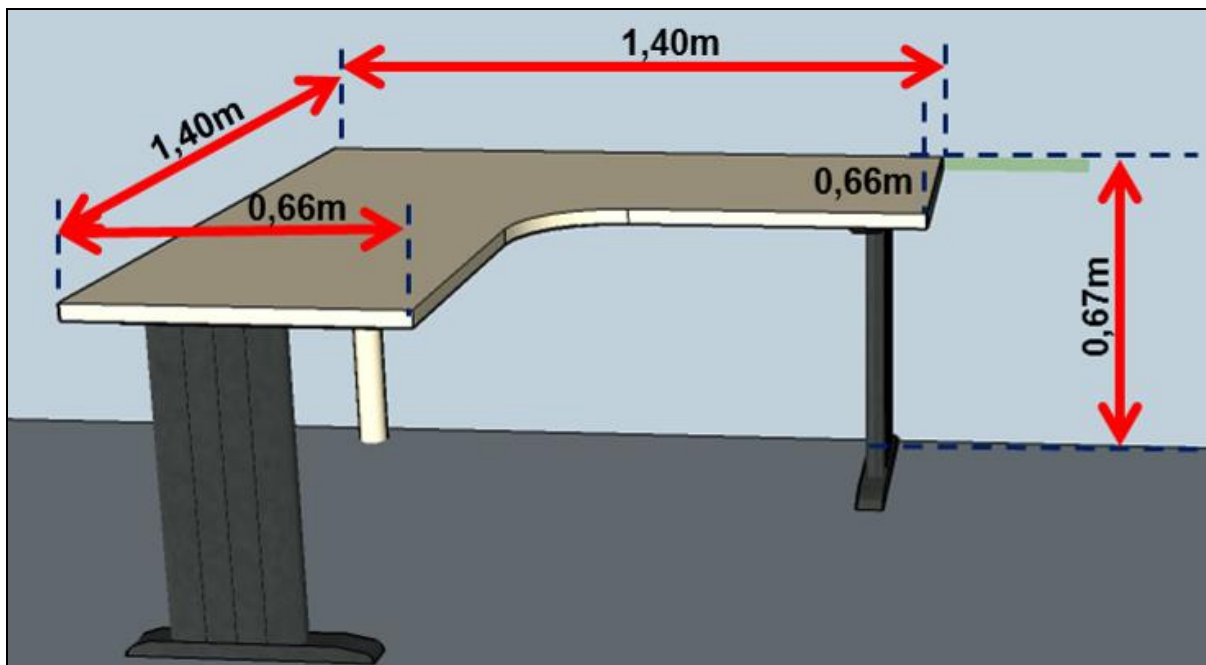
1. Substituir o monitor de 15 polegadas por um de 24 polegadas que permita o controle de altura;
2. Ajustar a altura e a profundidade da mesa, possibilitando o apoio dos cotovelos e a aproximação do corpo à mesa;
3. Disponibilizar mais espaço para os joelhos e pés, além de suporte para os pés;
4. Incluir apoios de pulso para utilização do teclado e do mouse.

4.2.1. Proposta para o posto de trabalho informatizado

Após a identificação dos itens do posto de trabalho informatizado que devem ser adequados, optou-se pela utilização de uma mesa em formato L que possibilita que o trabalhador fique cercado pela mesa e apoie os cotovelos mais facilmente do que em uma mesa retangular. O modelo também possui maior área para organização do *layout* do posto e fácil acesso aos objetos no entorno. As dimensões

da mesa foram adequadas em função das medidas antropométricas do indivíduo, conforme apresentado na proposta da Figura 32.

Figura 32 - Projeto de mesa para posto de trabalho informatizado

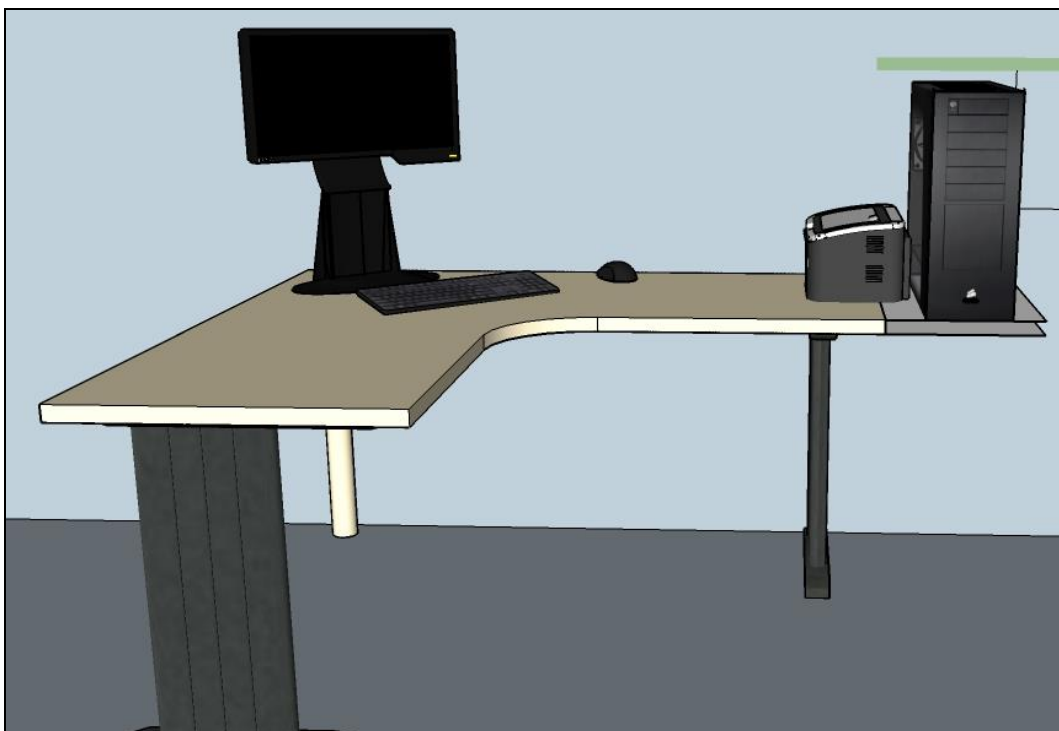


Fonte: Arquivo pessoal

Como pode ser verificado na Figura 32, a mesa foi idealizada de acordo com a altura dos cotovelos do trabalhador na posição sentado que é de 67 centímetros de altura. Também foi respeitada a zona de alcance máxima de 66 centímetros, essa condição impede que os objetos fiquem muito distantes.

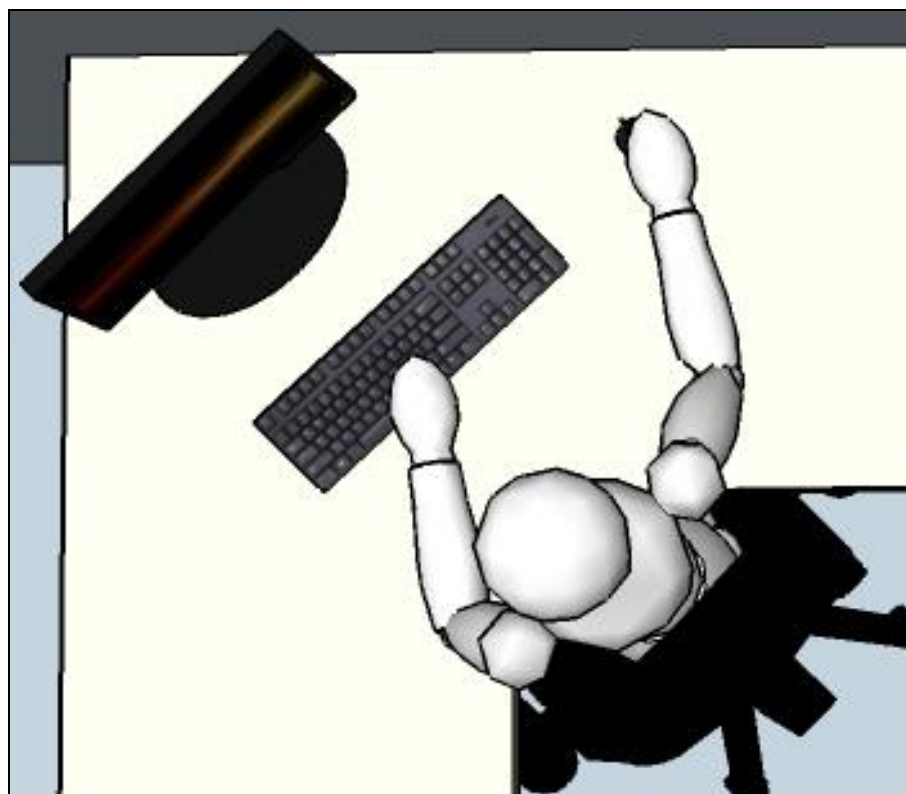
Em um segundo momento os equipamentos foram organizados sobre a mesa, de modo a manter o teclado e o mouse na zona ótima de alcance, e o monitor no centro do campo de visão, como ilustrado nas figuras Figura 33 e Figura 34.

Figura 33 – Disposição dos equipamentos sobre o posto de trabalho informatizado



Fonte: Arquivo pessoal

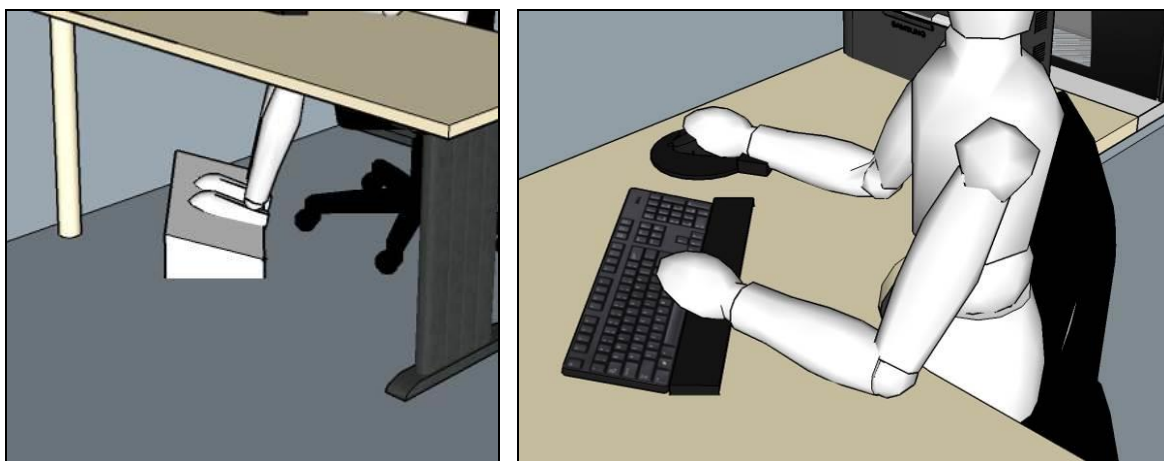
Figura 34 - Disposição de objetos na zona ótima de alcance



Fonte: Arquivo pessoal

Como complemento das propostas das figurasFigura 33Figura 34, foi sugerida a utilização de apoios para os pés, que tem por finalidade reduzir pressões na parte posterior das coxas evitando problemas de circulação sanguínea na área, e para os pulsos, tanto para o teclado quando para o mouse, que visa garantir apoio aos punhos e manter a angulação linear das mãos em relação ao antebraço (Figura 35).

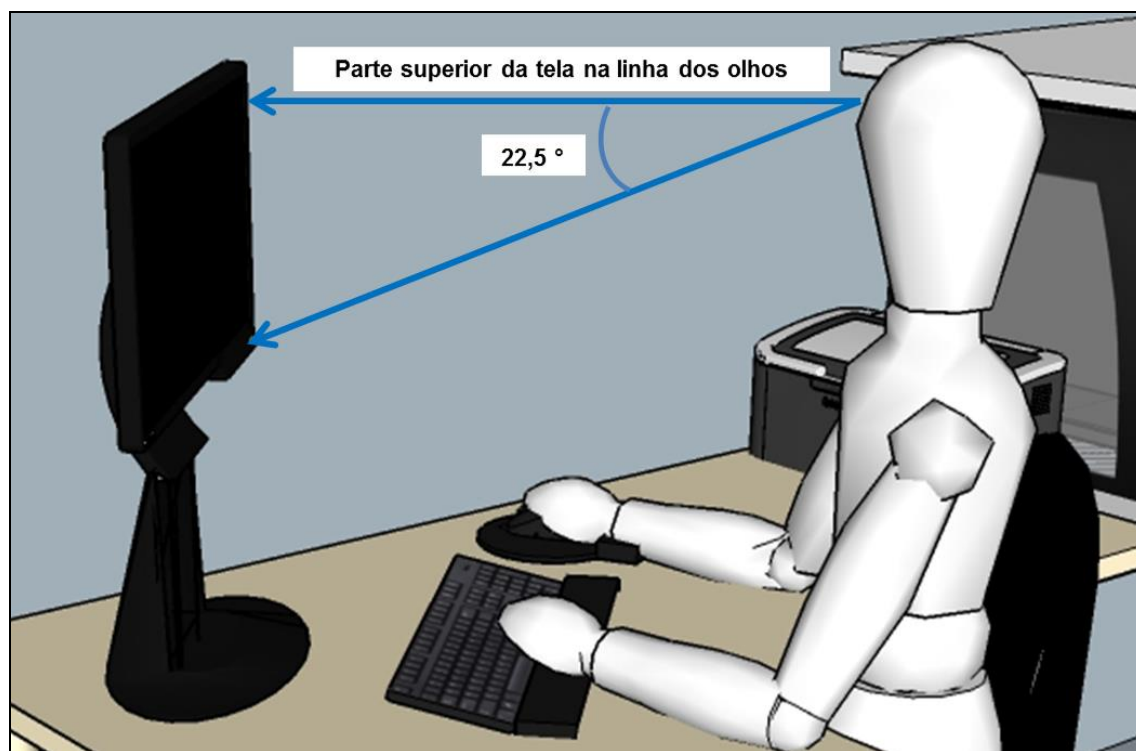
Figura 35 – Proposta de apoios para pés e pulsos



Fonte: Arquivo pessoal

Além dos apoios que visam aumentar o conforto do trabalhador que passa longos períodos no posto de trabalho, é importante que o monitor proporcione uma imagem de tamanho adequada, evitando assim que o indivíduo se aproxime demais da tela. A substituição do monitor de 15 polegadas por um de 24 polegadas foi uma sugestão do próprio trabalhador. Outro ponto importante é que a parte superior da tela esteja nivelada com a altura da linha dos olhos, como pode ser verificado na Figura 36.

Figura 36 - Alinhamento do monitor com a linha dos olhos



Fonte: Arquivo pessoal

Outro ponto importante que deve ser respeitado é a área de visão, manter uma angulação entre 10° e 25° impede que o trabalhador movimente a cabeça para cima e para baixo para visualizar as extremidades opostas da tela, essa condição permite que consiga visualizar todo o plano do monitor movendo apenas os olhos.

4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender as variáveis da ergonomia física de um ambiente de trabalho não é uma tarefa simples, pois abrange inúmeros fatores como a antropometria, a anatomia humana e a biomecânica relacionada com a atividade laboral. No entanto, faz-se necessária a análise desses aspectos para a realização de estudos sobre a postura e a concepção de projetos de postos de trabalho, além de ser fundamental para a compreensão das causas dos distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho.

Frente aos principais conceitos da ergonomia, o presente estudo demonstrou que o mobiliário do *home office* avaliado não atendia às medidas antropométricas do trabalhador, como também não fornecia as condições ergonômicas adequadas para a execução de suas atividades, o que pode ser constatado ao observar que: a mesa do posto de trabalho informatizado não permitia que o trabalhador acomodasse os cotovelos sobre a superfície horizontal devido a sua altura e profundidade; e a mesa de atividade de precisão não possibilitava que o trabalhador realizasse a tarefa em pé, que seria a condição ideal para este tipo de trabalho.

Além disso, a monografia constatou que o posto de trabalho estudado apresentava inadequações com relação: a presença de objetos embaixo da mesa, posicionados em frente aos joelhos e pés, impedindo que o trabalhador se aproximasse da superfície de trabalho e do monitor; o tamanho inadequado da tela do computador que prejudica a execução das tarefas de leitura e concepção de projeto; a inexistência de apoio para os pés, que pode ocasionar em problemas circulatórios nos membros inferiores, e de suporte para os pulsos, que acarreta o tensionamento dos músculos do antebraço.

Através da entrevista com o trabalhador pode-se levantar dados no que diz respeito a sua saúde ocupacional, quando foram destacados problemas com relação a frequentes dores nas costas, possivelmente ocasionadas pela projeção do tronco e da cabeça para a realização das atividades laborais, e incômodo nos ombros, provavelmente provocado devido a inexistência de apoios para os cotovelos.

Após levantamento de campo e da análise mencionada, foram elaboradas duas propostas para o local de trabalho em questão sendo uma delas dedicada ao posto informatizado e outra com ênfase na bancada de atividade de precisão. No

primeiro caso optou-se pela utilização de uma mesa em L que possibilita que o trabalhador esteja mais próximo da sua área de atuação e tenha conforto na sua postura; no segundo, propôs-se a utilização de uma bancada alta para realização de atividades de precisão na postura em pé. Estas soluções mostram-se apropriadas para a finalidade do estudo, pois reduzem o desgaste físico do trabalhador na execução de suas tarefas, proporciona maior conforto e melhora a sua eficácia e eficiência nas atividades laborais.

5. CONCLUSÃO

A presente monografia atendeu às intensões de analisar e propor melhorias para o posto de trabalho do engenheiro eletrônico estudado. Sugerindo soluções específicas para cada atividade laboral realizada pelo trabalhador, a de montagem de protótipo e a de atividades em posto informatizado, verificou-se que essa segmentação é a mais adequada, pois atende/respeita às características específicas de cada tarefa.

Além disso, percebeu-se ao longo do trabalho a necessidade de tratarmos os postos de trabalho em *home office* com a seriedade que eles merecem, não improvisando mobiliário nem equipamentos.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2014.

ABRAHÃO, J. I.; PINHO, D. L. M. Teoria e prática ergonômica: seus limites e possibilidades. In: PAZ, M. das G. T.; TAMOYO, A. (Orgs.). **Escola, Saúde e trabalho: estudos psicológicos**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

ATLAS. **Manuais de legislação Atlas: Segurança e Medicina do Trabalho**. ed. 75° - São Paulo: Editora Atlas S.A., 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Técnica 060/ 2001. Ergonomia – indicação de postura a ser adotada na concepção de postos de trabalho**. Brasília: MTE, 2001. Disponível em: <<http://www.ergonet.com.br/download/ergonomia-posturas-mte.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. de 2017.

COUTO, H. A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho: O manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2001.

FRANCESCHI, A. **Ergonomia**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/quinta_etapa/ergonomia.pdf>. Acesso em: 17 de fev. de 2017.

GLANER, M. F. Tópicos Especiais em Antropometria. **Revista Mineira de Educação Física**. Viçosa, v. 12, n. 2, p.143-158, 2004. Disponível em: <<http://www.revistamineiradeefi.ufv.br/artigos/arquivos/d006eeaeabc97d3a3747003fdf9feb70e.pdf>>. Acesso em: 5 de fev. de 2017.

GOMES, V. Ergonomia: Postura Correta de Trabalho. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, n. II. p. 17-29, 2010. Disponível em:

<periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia/article/download/27/20>.

Acesso em: 5 de fev. de 2017.

IBGE. **Censo 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de fev. de 2017.

ILDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. Disponível em: <<http://www.iea.cc>>. Acesso em: 22 de jan. de 2017.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MENDONÇA, M. **A inclusão dos “Home Offices” no setor residencial no município de São Paulo**. São Paulo, SP: Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo, 2010. (Tese de Doutorado).

MENEGON, N. L. et al. Pesquisa antropométrica EMBRAER. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ERGONOMIA, 7., 2002, Recife. **Anais VII Congresso Latino-americano de Ergonomia**. Recife, PE: ABERGO, 2002.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO C. **Ergonomia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB Editora Ltda., 2010.

MOTTA, F. V. **Avaliação ergonômica de postos de trabalho no setor de pré-impressão de uma indústria gráfica**. Juiz de Fora, MG: Engenharia de Produção/UFJF, 2009. (Monografia de Conclusão de Curso).

NATOUR, J. **Coluna Vertebral**. São Paulo: ETCetera Editora, 2004.

ONOFRE, C. E. L. et al. Ergonomia na América Latina: Iniciativas, Estabelecimento e Consolidação. In: SILVA, J. C. P. da; PASCHOARELLI, L. C. (Orgs.). **A Evolução Histórica da Ergonomia no Mundo e seus Pioneiros**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 81-90.

RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. A antropometria e sua aplicação na ergonomia. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 3, n. 1, p. 102-108, 2001. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/3966>>. Acesso em: 5 de fev. de 2017.

SCARPIM, A. C. et al. Patissier: Fragmentos de uma contribuição à ergonomia. In: SILVA, J. C. P. da; PASCHOARELLI, L. C. (Orgs.) **A Evolução Histórica da Ergonomia no Mundo e seus Pioneiros**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 27-36.

SILVA, C. A. D. História da Ergonomia. In: ROCHA, L. E. (Org.) **Ergonomia – Apostila TEM**. v. 1.. São Paulo, s.d. p. 4-15.

SILVA, J. C. R. P. da. et al. Desenvolvimento da Ergonomia na Rússia (Ex-Urss): Estudos Aplicados à Indústria e à Aeronáutica. In: SILVA, J. C. P. da; PASCHOARELLI, L. C. (Orgs.) **A Evolução Histórica da Ergonomia no Mundo e seus Pioneiros**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 61-72.

VASCONCELOS, J. T. S. Anatomia Aplicada e Biomecânica da Coluna Vertebral. In: NATOUR, J. **Coluna vertebral**. São Paulo: ETCetera Editora, 2004. p. 17-40.

VERONEZ, D. A. da L. **Abordagem morfológica da coluna vertebral**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/index.php/biblioteca/biblioteca-ferramenta>>. Acesso em: 21 de jan. de 2017. 20 de dez. de 2012.

VIDAL, M. C. Textos Seleccionados em Ergonomia Contemporânea. **Revisão técnica GENTE/COPPE/UFRJ**, 1994. p. 2-24.

ANEXO

Formulário de entrevista

1. Idade: _____
2. Profissão: _____
3. Tempo da jornada de trabalho (horas): _____
4. Tempo estimado em que você permanece sentado (horas): _____
5. Há quanto tempo trabalha no atual emprego?

Menos de 12 meses ()
De 13 meses a 24 meses ()
De 25 meses a 36 meses ()
6. Você se sente cansado durante o trabalho?

Sim ()
Não ()
7. Qual a tipo de cansaço?

Físico ()
Menta ()
8. Costuma sentir dores musculares ou incômodos durante ou após jornada de trabalho?

Sim ()
Não ()
9. Se sim, qual parte do corpo você sente dor durante o trabalho?

Mãos ()
Braços ()
Pernas ()
Coluna ()
Cabeça ()
Nuca / Ombros ()
Outras parte: _____
Não tenho dor ()
10. Você possui histórico de doenças osteomusculares?

Sim ()
Não ()

Se sim, qual? _____

11. Você já teve ou tem algum sintoma que considere estar relacionado ao seu trabalho?

Sim ()

Não ()

Se sim, qual? _____

12. Você realiza pausas durante o período de trabalho?

Sim ()

Não ()

Se sim, responder abaixo

Há cada quanto período de trabalho?	De quanto o é tempo da sua pausa?

13. Você considera sua cadeira de trabalho confortável?

Sim ()

Não ()

14. Qual sua sugestão para melhorar o que te desagrada no seu ambiente de trabalho.

15. Quais são suas expectativas em relação às melhorias ergonômicas em seu posto de trabalho?
