CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO

TALES AUGUSTO DE ASSIS RODRIGUES

APARELHO AUXILIAR PARA LEVANTAMENTO DE PESSOAS: CRIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO

BAURU
2021

TALES AUGUSTO DE ASSIS RODRIGUES

APARELHO AUXILIAR PARA LEVANTAMENTO DE PESSOAS: CRIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO

Monografia de Iniciação Científica do curso de Engenharia de Produção apresentado a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Centro Universitário Sagrado Coração.

Orientador: Prof. M.e Thiago Pignatti de Freitas.

BAURU
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Rodrigues, Tales Augusto de Assis

R696a

Aparelho auxiliar para levantamento de pessoas: criação de um protótipo / Tales Augusto de Assis Rodrigues. -- 2021.

42f. : il.

Orientador: Prof. M.e Thiago Pignatti de Freitas.

Monografia (Iniciação Científica em Engenharia de Produção.) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP

1. Envelhecimento. 2. Aparelhos tecnológicos. 3. Inclusão social. 4. Levantamento independente. I. Freitas, Thiago Pignatti de. II. Título.

Elaborado por Lidyane Silva Lima - CRB-8/9602

APARELHO AUXILIAR PARA LEVANTAMENTO DE PESSOAS: CRIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO

Tales Augusto de Assis Rodrigues[1]; Thiago Pignatti de Freitas[2]

[1]Centro de Ciências Exatas e Aplicadas – Centro Universitário Sagrado Coração – taldrodrigues@gmail.com
[2]Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação – Centro Universitário Sagrado Coração – thiago.freitas@usc.br

Tipo de pesquisa: Iniciação Científica Voluntária
Agência de fomento: Não há
Área do conhecimento: Exatas – Engenharia de Produção

Atualmente a questão demográfica brasileira, semelhante ao que ocorreu em muitos países da Europa durante o século XX, é de envelhecimento populacional. Resultante de vários avanços tecnológicos e medicinais, a preocupação com os idosos é cada vez mais relevante, especialmente a respeito de tombos. Os obesos e deficientes físicos, sendo estes últimos indivíduos de preocupação com a inclusão social, também estão sujeitos às necessidades de levantamentos de quedas. Assim, este projeto objetiva satisfazer premências humanas quanto ao auto levantamento, especialmente de pessoas idosas, obesas e carecidas de auxílio através do uso de aparelhos tecnológicos. Sua importância não se dá apenas no auxílio ao desempenho de funções corporais delimitadas, mas também como meio de promover maior liberdade e autonomia para esses grupos populacionais, revelando-se como uma proposta de inclusão social. Através de um estudo inicialmente exploratório, trata-se de uma pesquisa que se caracteriza por revelar um embasamento não só para satisfazer limitações de alguns grupos populacionais, mas também para fornecer um embasamento que possa ser utilizado na construção de um aparelho e contribuir com as necessidades sociais desses grupos, auxiliando no levantamento independente do indivíduo.

Palavras-chave: Envelhecimento. Aparelhos tecnológicos. Inclusão social. Levantamento independente.

ABSTRACT

Currently the Brazilian demographic issue, similar to what occurred in many European countries during the 20th century, is one of population aging. Resulting from various technological and medicinal advances, concern for the elderly is increasingly relevant, especially regarding falls. The obese and the physically handicapped, the being these individuals a social inclusion concern, are also subject to the need for lifting fall. Thus, this project aims to satisfy human preemences regarding self-lifting, especially of the old, obese and needy of assistance through the use of technological devices. Its importance is not only in helping to perform delimited bodily functions, but also as a means of promoting greater freedom and autonomy for these population groups, revealing itself as a proposal for social inclusion. Through an initially exploratory study, this is a research that is characterized by revealing a basis not only to satisfy limitations of some population groups, but also to provide a foundation that can be used in the construction of a device and contribute to the social needs of these groups, assisting in the independent survey of the individual.

Keywords: Elderly. Technological devices. Social inclusion. Independent survey.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da expectativa de vida no Brasil 10
Figura 2 – Protótipo em criação – modelo inicial 22
Figura 3 – Gráfico Custo energético (x basal) X Tempo 23
Figura 4 – Maquete eletrônica no Vectary 33
Figura 5 – Vista Frontal no AUTOCAD 34
Figura 6 – Vista Lateral Esquerda no AUTOCAD 35
Figura 7 – Vista Superior no AUTOCAD 35
Figura 8 – Vista Isométrica SO no AUTOCAD 36
Figura 9 – Vista Isométrica NO e componentes do equipamento.....37
Quadro 1 – Manual do Teste de Tinneti.....15
Quadro 2 – Tipos de sistemas (gastos, vantagens e desvantagens) 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de IMC e suas faixas de classificação 14
Tabela 2 – Valores antropométricos (população alemã) 20
Tabela 3 – Valores antropométricos (população norte-americana adulta, anos 90) ...20
Tabela 4 – Valores antropométricos (população norte-americana adulta, anos 60) ...21
Tabela 5 – Valores antropométricos (conjunto mesa-cadeira escolar para crianças) .22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 09

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO 16
2.1 QUESTÕES BIOLÓGICAS 16
2.2 QUESTÕES ERGONÔMICAS 20
2.3 A FÍSICA DO PROTÓTIPO 22
2.4 CONTRIBUIÇÕES 29

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....29

4. MATERIAIS E MÉTODOS 30

5. PLANO DE TRABALHO 30

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....33

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....37

REFERÊNCIAS.....38

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico mundial é um evento relativamente recente. Seu ritmo começou a aumentar a partir da Revolução Industrial ocorrida na Europa. Isso provocou transformações não apenas no ambiente de trabalho, mas também no modo de vida da população, em seus hábitos alimentares e culturais (LUCCI, BRANCO, MENDONÇA, 2017).

Outros fatores históricos que se destacam são os conflitos internacionais, especialmente a Segunda Guerra Mundial. Apesar de, no caso desta última, a estimativa de mortes chega a 85 milhões (sendo 50 milhões civis), o desenvolvimento tecnológico desencadeado em busca dos ideais nacionalistas e imperialistas é imensurável. Trata-se do desenvolvimento de tecnologias, inicialmente voltadas para a guerra e que hoje estão incluídas no cotidiano vital de bilhões de seres humanos: avanços na saúde e na medicina, o recrudescimento da química radioativa (que também foi aproveitada pela medicina), a inclusão de técnicas ergonômicas, o aprimoramento do setor aeroespacial, entre muitos outros.

É evidente que o Brasil sofreu repercussão desses fenômenos mundiais. Com isso, a partir da década de 1950, assim como os outros países denominados emergentes, o país começou "a registrar elevadas taxas de crescimento populacional, fenômeno que ficou conhecido como explosão demográfica" (LUCCI, BRANCO, MENDONÇA, 2017, p.136). Paralelamente a isso, esse crescimento populacional esteve acompanhado do desenvolvimento nacional e, portanto, de melhorias das condições de vida da população.

Notoriamente, de acordo com a teoria da transição demográfica, todos os países, em um determinado momento da história, tendem a estabilizar o seu crescimento demográfico. De fato, "a simples passagem por um período de bônus demográfico não irá garantir os desejados efeitos benéficos sobre a oferta de trabalho, a poupança ou o capital humano" (RIGOTTI, 2012, p.470). As atitudes das pessoas mudaram: as famílias passaram a realizar um planejamento familiar, a mulher buscou meios de se inserir no mercado de trabalho e a aposentadoria passou a ser uma questão relevante.

Segundo o Censo Demográfico de 2016, a expectativa de vida da população brasileira corresponde a 75,51 anos. Paralelo a isso, tendo em vista o decréscimo das taxas de natalidade, mortalidade e fecundidade, percebe-se um alargamento da

pirâmide etária na faixa dos mais idosos, ou seja, a população brasileira está vivenciando o processo de transição demográfica e, decorrente disso, desponta assim o seu envelhecimento. Seus reflexos estão constatados a seguir:

> O envelhecimento populacional é um fenômeno mundial que reflete avanços técnicos e científicos, em especial no campo da saúde, e mudanças culturais e melhorias nas condições de vida, tais como a redução da taxa de fecundidade, a queda da mortalidade infantil e da mortalidade geral, maior expectativa de vida, hábitos alimentares mais saudáveis e maior cuidado com a saúde (LUCCHESI, 2017, p. 43).

Figura 1 – Evolução da expectativa de vida no Brasil

Fonte: Adaptado de: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016).

Evidentemente, o envelhecimento da população traz novos focos para o governo: a preocupação de seus investimentos começa a ser direcionados a setores relacionados à saúde e à previdência social. Peculiarmente, considerando o primeiro caso, observa-se que muitos são os fatores dessa inquietação, entre eles os próprios fatores naturais da espécie humana, a redução da quantidade de água no organismo – uma redução que pode corresponder a cerca de 30% – de acordo com Paula Schmidt Azevedo, Filipe Welson Leal Pereira e Sergio Alberto Rupp de Paiva (2015-2018), o enfraquecimento dos ossos, problemas nas articulações dentre muitos outros fatores que poderão se apresentar como risco para a vida de muitas pessoas.

Outro grupo de pessoas que também apresenta risco para quedas são os obesos. Um estudo transversal descritivo desenvolvido no município de Barreiras-BA concluiu que indivíduos mais obesos apresentaram pior desempenho no teste TUG (*Time Up and Go*) – teste utilizado para medir o risco de quedas. Com outras palavras, constatou-se que obesos possuem maiores riscos para quedas (NERI, JÓIA,

KAWANO, 2014?). Segundo análises da Revista Exame (2019), a obesidade está associada ao sedentarismo e maus hábitos alimentares que constituem a rotina dos brasileiros.

No entanto além dos idosos e obesos, há outros indivíduos que também se apresentam em riscos de saúde e dificuldades. Já é mais que tarde proclamar que os deficientes físicos devem e cada vez mais serem incluídos na sociedade. Calçadas rebaixadas com acesso a cadeirantes, banheiros construídos para esse fim que, inclusive, alguns possuem até um botão para ser pressionado (caso o indivíduo caia), o qual envia um sinal em chamada de socorro, além de outros dispositivos que já estão presentes em alguns locais da civilização.

De acordo com o Programa de Desenvolvimento Profissional Continuada, redigido pelo ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva et al (2007, p.11), “no paradigma da inclusão, talvez um dos maiores problemas enfrentados no contexto brasileiro seja a escassez de recursos e serviços que assegurem condições de acessibilidade às pessoas com necessidades educacionais especiais”.

Considerando tudo o que foi dito anteriormente e também o contexto brasileiro, será que inexiste a alternativa de produzir novas ferramentas e equipamentos para idosos e carecidos a fim de responderem às necessidades desses indivíduos?

Indubitavelmente, a evolução da expectativa de vida da população e o recrudescimento da necessidade de inclusão social resultam no despontar de novas tecnologias e ações para aumentar a qualidade de vida das pessoas. Segundo o Programa de Desenvolvimento Nacional Continuada,

> As pessoas cegas e com baixa visão que dependem de terceiros para identificar ruas, endereços, itinerários de ônibus, avisos, obstáculos e outras referências visuais transitam com dificuldade por vias públicas em geral e ficam expostas a constantes situações de risco (SILVA et al, 2007, p. 22-23).

Sendo assim, investigar a inovação de novos aparelhos auxiliares que possam contribuir para satisfazer as necessidades humanas é essencial. Vale salientar que isso não serve apenas de apoio físico para a realização de funções corporais delimitadas, mas também representa a liberdade e a autonomia que essas pessoas adquirem por poderem realizar determinadas funções por conta própria com o auxílio da tecnologia, ainda mais que isso significa mais um avanço em termos de inclusão social tanto de idosos, como também de deficientes físicos e obesos.

Para tanto, este trabalho visa satisfazer necessidades fundamentais humanas, com foco nas locomotoras, especialmente de pessoas idosas, obesas e carecidas de auxílio através do uso de aparelhos tecnológicos.

Diante disso, muitos são os objetivos específicos a serem desenvolvidos durante a realização deste projeto como demonstrar a importância de satisfazer necessidades físicas e locomotoras; assegurar maior domínio a pessoas obesas de seus movimentos corporais e contribuir na inclusão social de idosos, obesos e deficientes físicos; avaliar como a idade e a massa corpórea influencia na dificuldade de realizar determinados movimentos corporais e denotar a influência do uso de um artefato tecnológico; desenvolver uma maquete eletrônica do protótipo que simule o levantamento de indivíduos após o sofrimento de quedas, além de assegurar um modelo para a construção de um protótipo futuramente; e, por fim, promover melhor qualidade de vida para a população, sobejamente idosos, obesos e deficientes físicos.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Primordialmente, sabe-se que várias são as condições a serem analisadas quando se faz menção ao levantamento de cargas. Evidentemente, deve haver um cuidado ainda maior quando essas “cargas” são pessoas. É importante destacar também a influência das características físicas de cada indivíduo, isto é, identificar a(s) influência(s) que a idade e a massa corpórea revelam durante o levantamento de carga. Ademais, ressaltar as questões ergonômicas envolvidas – inclusive os aspectos ambientais – e a física da mecânica existente no processo são fatores indispensáveis quando se diz respeito ao levantamento de cargas. Afinal, segundo Mauro Gonçalves (1998, p. 1), “o ato de levantar um peso está incluído muitas vezes nos movimentos que realizamos durante todo o dia”

2.1 QUESTÕES BIOLÓGICAS

Desde o nascimento, o corpo humano sofre inúmeras transformações. À medida que o indivíduo vai crescendo e se desenvolvendo, a quantidade de água em seu interior e a massa corpórea sofrem diversas alterações. Fazendo-se menção sobre a quantidade de água, 70% do corpo de um adulto é formada por esta

composição química, valor ainda maior em recém-nascidos. Contudo, nos idosos esta taxa varia de 40% a 50% (MORGAN, 2014).

É válido frisar que água possui várias funções no organismo humano: ela auxilia a boa composição estrutural das células, uma vez que estas necessitam de água para manter sua estrutura e o bom funcionamento. Além disso, melhora o amortecimento dos impactos durante a deambulação e, no caso das mulheres, protege o feto no interior do útero por meio do líquido amniótico. Ela também serve como lubrificante, caso da saliva e do sangue, por exemplo. É na água que estão dissolvidos os sais minerais, eletrólitos e outros elementos químicos essenciais para o bom funcionamento do organismo humano. Como solvente, ela serve de meio para que ocorram as reações químicas que irão proporcionar a manutenção vital. Este meio ainda proporciona o transporte de nutrientes, a remoção de metabólicos e o fluxo sanguíneo. Por fim, é importante citar seu aspecto de manutenção da temperatura corporal, seja pela absorção de calor provenientes dos processos metabólicos, ou senão pela eliminação deste por meio do suor. Com isso, torna-se evidente que há uma grande quantidade de aspectos fisiológicos que são afetados pela redução de água no organismo (AZEVEDO; PEREIRA; PAIVA, 2016).

A massa corpórea, segundo as bases teóricas de Quetelet, o fundador da "ciência social quantitativa moderna", juntamente com as atribuições de Keys et al, fornecem o necessário para a prática do IMC (Índice de Massa Corporal), isto é, um índice que indica o peso-estatura de adiposidade ideal (GRECCO, 2012). Trata-se de um critério que visa avaliar se um indivíduo está em seu peso ideal ou não. A seguir está expressa a relação para o cálculo do IMC e seus respectivos parâmetros de avaliação:

$$IMC = \frac{Peso\ (kg)}{Altura^2\ (m^2)}$$

Tabela 1 – Taxa de IMC e suas faixas de classificação

IMC	CLASSIFICAÇÃO
Abaixo 18,5	Abaixo do Peso
18,5 – 24,9	Peso Normal
25 – 25,9	Sobrepeso
30 – 34,9	Obesidade Grau I

35 – 39,9	Obesidade Grau II
Maior ou Igual a 40	Obesidade Grau III ou Mórbida

Fonte: Modificado a partir de Centro de Fisiologia Digestiva de Piracicaba (2018).

No caso da população idosa, muitos fatores são responsáveis por acarretar alterações nutricionais, entre eles as transformações fisiológicas e sociais, uso de diversos tipos de medicações, doenças crônicas eventuais, fatores depressivos, as dificuldades em se alimentar e em se movimentar. Muitas vezes este último fator pode por ocasionar dependência funcional. Há diversas causas que podem ser levantadas em relação à sua nutrição alimentar, entre elas a perda de autonomia para comprar os alimentos; a redução da capacidade de preparação de refeições e de se alimentar; a perda do apetite – também relacionado à redução da capacidade olfativa –, da sensação de sede e percepção da temperatura dos alimentos; a redução da capacidade visual, o que dificulta a seleção, o preparo e consumo dos alimentos; a restrição do consumo de determinados alimentos devido à alguma doença ou fator que incentive o corte de alimentos, tais como diabetes, hipertensão, e até mesmo regime para perda de peso; a dificuldade da mastigação também pode ser considerada como outra causa.

Enfim, outro fator importante que diz respeito principalmente à pessoa idosa – mas também aos obesos – é a questão da mobilidade. De acordo com o Ministério da Saúde (2006), “A grande propensão da pessoa idosa à instabilidade postural e à alteração da marcha aumenta o risco de quedas e, por essa razão, equilíbrio e marcha devem ser sempre avaliados”. Disfunções motoras de sensopercepção, equilíbrio ou déficit cognitivo estão entre os principais motivos das quedas e alterações da mobilidade.

A Universidade Federal de Pelotas (2016) destacou a importância da prevenção de quedas no ambiente doméstico: “As quedas representam um sério problema para as pessoas idosas, sendo o ambiente residencial um dos locais que podem aumentar o risco de quedas e deve ser incluído na programação de avaliação da pessoa idosa.”. Dentre os principais motivos foram listados os fatores ambientais, tais como os obstáculos encontrados no meio do caminho – degraus, tapetes, pisos lisos, entre outros –; armários altos ou baixos demais, uma vez que incentiva o idoso a, respectivamente, utilizar bancos ou apoios e se esticar demasiadamente para alcançar os objetos, aumentando o risco; a má iluminação, sobejamente no período noturno. Ademais, outro fator contribuinte para as quedas é a obesidade, uma vez que

para manter o equilíbrio postural a articulação do tornozelo necessita realizar um torque maior devido ao acúmulo de gordura na região do abdômen, propiciando um maior risco de quedas comparado a indivíduos com peso normal.

Na Escala de Tinneti, no Brasil reconhecida por POMA-Brasil, há um quesito de avaliação do equilíbrio orientada pelo desempenho. Com esse teste se faz possível analisar as condições de equilíbrio de um indivíduo sentado e ao se levantar, o que é imprescindível de analisar neste projeto. A seguir consta um modelo de quadro com as instruções de preenchimento baseado no Teste de Tinneti.

Quadro 1 – Manual do Teste de Tinneti

MANOBRA	**CATEGORIAS**		
	NORMAL = 3 PONTOS	**ADAPTATIVA = 2 PONTOS**	**ANORMAL = 1 PONTO**
1. Equilíbrio sentado	Estável, firme.	Se segura na cadeira para se manter ereto.	Inclina-se, escorrega-se na cadeira
2. Levantando-se da cadeira	Capaz de se levantar da cadeira em um só movimento, sem usar os braços.	Usa os braços (na cadeira ou no dispositivo de auxílio à deambulação) para se empurrar ou puxar e/ou move-se para a borda do assento antes de tentar levantar.	Várias tentativas são necessárias ou não consegue se levantar sem ajuda de alguém.
3. Equilíbrio de pé, imediato (primeiros 3 a 5 segundos)	Estável sem se segurar em dispositivo de auxílio à deambulação ou em qualquer objeto como forma de apoio.	Estável, mas usa o dispositivo de auxílio à deambulação ou outro objeto para se apoiar, mas sem se agarrar.	Algum sinal de instabilidade + positivo.
4. Equilíbrio de pé	Estável, capaz de ficar de pé com os pés juntos, sem se apoiar em objetos.	Estável, mas não consegue manter os pés juntos.	Qualquer sinal de instabilidade, independente de apoio ou de segurar em algum objeto.
5. Equilíbrio com olhos fechados (com os pés o mais próximo possível)	Estável, sem se segurar em nenhum objeto e com os pés juntos.	Estável, com os pés separados.	Qualquer sinal de instabilidade ou necessita se segurar em algum objeto.
6. Equilíbrio ao girar (360°)	Sem se agarrar em nada ou cambalear, os passos são contínuos (o giro é feito em um movimento contínuo e suave).	Passos são descontínuos (paciente apoia um pé totalmente no solo antes de levantar o outro).	Qualquer sinal de instabilidade ou se segura em algum objeto.
7. Nudge test (Paciente de pé com os pés o mais próximo possível, o examinador aplica 3 (três) vezes, uma pressão leve e uniforme no esterno do paciente; (a manobra demonstra a capacidade de	Estável, capaz de resistir à pressão.	Necessita mover os pés, mas é capaz de manter o equilíbrio.	Começa a cair ou o examinador tem que ajudar a equilibrar-se.

resistir ao deslocamento).			
8. Virar o pescoço (pede-se ao paciente para virar a cabeça de um lado para o outro e olhar para cima – de pé, com os pés o mais próximo possível).	Capaz de virar a cabeça pelo menos metade da ADM de um lado para o outro, sem cambalear ou se segurar ou sem sintomas de tontura leve, instabilidade ou dor.	Capacidade diminuída de virar a cabeça de um lado para o outro ou estender o pescoço, mas sem se segurar, cambalear ou apresentar sintomas de tontura leve, instabilidade ou dor.	Qualquer sinal ou sintoma de instabilidade quando vira a cabeça ou estende o pescoço.
9. Equilíbrio em apoio unipodal	Capaz de manter o apoio unipodal por 5 segundos sem apoio.	Capaz de manter apoio unipodal por 2 segundos sem apoio.	Incapaz de manter apoio unipodal.
10. Extensão da coluna (pede-se ao paciente para se inclinar para trás na maior amplitude possível, sem se segurar em objetos; se possível).	Boa amplitude, sem se apoiar ou cambalear	Tenta estender, mas o faz com a ADM diminuída, quando comparado com pacientes de mesma idade, ou necessita de apoio para realizar a extensão.	Não tenta ou não se observa nenhuma extensão, ou cambaleia ao tentar.
11. Alcance para cima (o paciente é solicitado a retirar um objeto de uma prateleira alta o suficiente que exija alongamento ou ficar na ponta dos pés).	Capaz de retirar o objeto sem apoiar e sem se desequilibrar.	Capaz de retirar o objeto, mas necessita de apoio para se estabilizar.	Incapaz ou instável.
12. Inclinar-se para frente (o paciente é solicitado a pegar um pequeno objeto do chão, por exemplo uma caneta).	Capaz de se inclinar e pegar o objeto; é capaz de retornar à posição ereta em uma única tentativa sem precisar usar os braços.	Capaz de retirar o objeto e retornar à posição ereta em uma única tentativa, mas necessita do apoio dos braços ou de algum objeto.	Incapaz de se inclinar ou de ser erguer depois de ter se inclinado, ou faz múltiplas tentativas para se erguer.
13. Sentar-se	Capaz de sentar-se em um único movimento suave.	Necessita usar os braços para se sentar ou o movimento não é suave.	Deixa-se cair na cadeira, ou não calcula bem a distância (senta fora do centro).
Somatória			

Fonte: Adaptado de: Universidade de São Paulo (2014).

2.2 QUESTÕES ERGONÔMICAS

No ano de 2000 a Associação Internacional de Ergonomia (IEA) definiu oficialmente a ergonomia como sendo uma disciplina científica que visa entender as interações entre o ser humano em relação a outros elementos ou sistemas que o envolve, fornecendo princípios e métodos com o intuito de contribuir com o bem estar humano e sem reduzir a eficiência do sistema como um todo (2021). Assim, “os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas,

postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas" (ABERGO, 2021).

Existem três ramos de estudo da Ergonomia que visam compreender atributos humanos específicos e aspectos das interações homem-máquina-sistemas: a Ergonomia Física, a Ergonomia Cognitiva e a Ergonomia Organizacional.

- **Ergonomia Física:** relacionada com a interação do homem e a atividade física. Desta forma, envolve aspectos anatômicos, fisiológicos, antropométricos e à biomecânica dos elementos. Considera-se a importância de analisar a postura corporal, se há excesso de movimentos repetitivos ou se há ausência muito ampla destes nos eventos estudados, propiciando a projeção de postos de trabalho mais seguros e saudáveis;
- **Ergonomia Cognitiva:** relacionada aos processos mentais, à capacidade de percepção, de raciocinar, memorizar e até à própria resposta motora de um indivíduo. Em outras palavras, é analisar os impactos mentais que as interações entre os seres humanos e elementos ou sistemas acarretam. Sendo assim, abrange os estudos sobre carga mental de trabalho, tomada de decisão, interface homem-máquina, stress, treinamentos, entre outros tópicos;
- **Ergonomia Organizacional:** analisa o homem em meio a sistemas sociotécnicos, isto é, vivenciando processos, atendendo a políticas e estruturas organizacionais. Em muitos casos acaba por abranger as atividades comunicativas, a organização temporal do trabalho, o gerenciamento de recursos, trabalho em grupo, cultura organizacional, entre outros tipos de atividades.

Segundo as classificações expressas, é evidente que, em maior parte, a questão ergonômica deste projeto está relacionada com o conceito de Ergonomia Física relatado, uma vez que a proposta almeja a prototipagem que não gere malefícios à saúde e nem comprometa a segurança do usuário, o que justifica a análise bastante minuciosa acerca deste processo de constituição do protótipo.

Então, uma vez decidido o estudo e aplicação da ergonomia em um dado elemento ou sistema, faz-se imprescindível o seguimento das diretrizes legislativas,

entre eles o que diz respeito à Norma Regulamentadora 17 – NR 17 –, que diz respeito à Ergonomia. A seguir consta uma breve definição da norma:

> Esta norma regulamentadora visa a 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 (CREMEST, 2017, p.1).

Assim, é válido frisar que a própria legislação prevê regulamentações relacionadas ao levantamento de cargas. Destarte, para a criação de um protótipo que auxilie o levantamento de pessoas, é necessário atender a essas e outras diretrizes, como é o caso da regulamentação expressa pela Constituição Federal:

> O trabalho de levantamento de material feito com equipamento mecânico de ação manual deverá ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou sua segurança (TAVARES et al, 2001, p. 12).

2.2.1 ANTROPOMETRIA

Antropometria se trata da mensuração do corpo humano e de seus respectivos membros. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde realizada pelo IBGE (2013),

> A antropometria estuda as medidas de tamanho e proporções do corpo humano. As medidas antropométricas tais como peso, altura, circunferência de cintura e circunferência de quadril são utilizadas para o diagnóstico do estado nutricional (desnutrição, excesso de peso e obesidade) e avaliação dos riscos para algumas doenças (diabetes mellitus, doenças do coração e hipertensão) em crianças, adultos, gestantes e idosos (IBGE, 2013, p. 5).

De acordo com Itiro Iida (2005), há três tipos de antropometria:

- **Antropometria estática:** medidas referentes ao corpo estático ou com poucos movimentos, além das classificações serem realizadas entre pontos anatômicos claramente identificados;
- **Antropometria dinâmica:** é aquela que mede os alcances dos movimentos de cada parte do corpo por vez, ou seja, enquanto uma partição se move, o restante do corpo se mantém parado;
- **Antropometria funcional:** trata-se daquela que mede os alcances dos movimentos relacionados com a execução de tarefas específicas. Concluindo, cada parte do corpo não se move de maneira isolada.

Uma das maiores dificuldades relacionadas à antropometria no momento de projetar um protótipo é elaborar um modelo que atenda à toda população. Por este motivo é comum construir um equipamento voltado a maior parte de seu público-alvo.

> Não se costuma projetar para todos. Os poucos indivíduos que estão em ambas extremidades da curva podem ser tão extremos que a fabricação de um design tão abrangente se torne grande demais ou cara demais. Os militares norte-americanos optaram por excluir os 5% na extremidade inferior e outros 5% na extremidade superior, dessa forma acomodando 90% da população mediana pelos padrões militares. O valor de 5% é denominado percentil 5 e o valor de 95%, percentil 95 (TILLEY, 2007. p16)

Sendo assim, faz-se necessário dois tipos de análises para adequar o protótipo à grande parte do público-alvo: investigar quais medidas – largura do assento, altura do encosto, altura dos braços, entre outras especialidades – mais se adequam a um indivíduo sentado e ao movimento de se levantar da cadeira. A seguir constam tabelas das medidas antropométricas de indivíduos sentidos das populações alemã e norte-americana que servirão de base para o estudo.

Tabela 2 – Valores antropométricos (população alemã)

Medidas de antropometria estática, resumidas da norma alemã DIN 33402 de 1981. Origem: Alemanha						
Medidas de antropometria estática (cm)	**Mulheres**			**Homens**		
	5%	**50%**	**95%**	**5%**	**50%**	**95%**
Altura da cabeça, a partir do assento, tronco reto	80,5	85,7	91,4	84,9	90,7	96,2
Altura dos olhos, a partir do assento, tronco ereto	68,0	73,5	78,5	73,9	79,0	84,4
Altura dos ombros, a partir do assento, tronco ereto	53,8	58,5	63,1	56,1	61,0	65,5
Altura do cotovelo, a partir do assento, tronco ereto	19,1	23,3	27,8	19,3	23,0	28,0
Altura do joelho, sentado	46,2	50,2	54,2	49,3	53,5	57,4
Altura poplítea (parte inferior da coxa)	35,1	39,5	43,4	39,9	44,2	48,0
Comprimento do antebraço, na horizontal, até o centro da mão	29,2	32,2	36,4	32,7	36,2	38,9
Comprimento nádega-poplítea	42,6	48,4	53,2	45,2	50,0	55,2
Comprimento da nádega-joelho	53,0	58,7	63,1	55,4	59,9	64,5
Comprimento nádega-pé, perna estendida na horizontal	95,5	104,4	112,6	96,4	103,5	112,5
Altura da parte superior das coxas	11,8	14,4	17,3	11,7	13,6	15,7
Largura entre os cotovelos	37,0	45,6	54,4	39,9	45,1	51,2
Largura dos quadris, sentado	34,0	38,7	45,1	32,5	36,2	39,1

Fonte: Modificado a partir de Ergonomia: Projeto e Produção (IIDA, 2005).

Tabela 3 – Valores antropométricos (população norte-americana adulta, anos 90)

Dimensões antropométricas de adultos norte-americanos (Kromer et. Al. 1994)		
Medidas (cm)	**Mulheres**	**Homens**

	5%	50%	95%	D.P.	5%	50%	95%	D.P.
Altura da cabeça, sentado, a partir do assento	79,53	85,20	91,02	3,49	85,45	91,39	97,19	3,56
Altura dos olhos, sentado, a partir do assento	68,46	73,87	79,43	3,32	73,50	79,20	84,80	3,42
Altura dos ombros, sentado, acima do assento	50,91	55,55	60,36	2,86	54,85	59,78	64,63	2,96
Altura do cotovelo, acima do assento	17,57	22,05	26,44	2,68	18,41	23,06	27,37	2,72
Comprimento da nádega-joelho, sentado	54,21	58,89	63,98	2,96	56,90	61,64	66,74	2,99
Comprimento nádega-poplítea, sentado	44,00	48,17	52,77	2,66	45,81	50,04	54,55	2,66
Altura das coxas, acima do assento	14,04	15,89	18,02	1,21	14,86	16,82	18,99	1,26
Largura dos quadris, sentado	34,25	38,45	43,22	2,72	32,87	36,68	41,16	2,52

Fonte: Adaptado de: Ergonomia: Projeto e Produção (IIDA, 2005).

Tabela 4 – Valores antropométricos (população norte-americana adulta, anos 60)

Medidas de antropometria estática da população norte-americana, baseadas em uma amostra de 52.744 homens de 19 a 79 anos e 53.343 mulheres de 18 a 79 anos, realizada entre 1960 e 1962 (US Public Health Service Publication n.1000 - Série 11, 1965). Origem: EUA

Medidas (cm)	Mulheres			Homens		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Peso (kg)	47,2	62,1	90,3	57,2	75,3	96,2
Estatura, corpo ereto	149,9	159,8	170,4	161,5	173,5	184,9
Altura da cabeça, sentado a partir do assento, ereto	78,5	84,8	90,7	84,3	90,7	96,5
Altura do cotovelo, a partir do assento, natural	18,0	23,4	27,9	18,8	24,1	29,5
Altura do joelho, sentado	45,5	49,8	54,6	49,0	54,4	59,4
Altura polítea (parte inferior da coxa)	35,6	39,9	44,5	39,3	43,9	49,0
Comprimento da nádega-poplítea	43,2	48,0	53,3	43,9	49,0	54,9
Comprimento da nádega-joelho	51,8	56,9	62,5	54,1	59,2	64,0
Altura das coxas, a partir do assento	10,4	13,7	17,5	10,9	14,9	17,5
Largura entre os cotovelos	31,2	38,4	49,0	34,8	41,9	50,5
Largura dos quadris, sentado	31,2	36,3	43,4	31,0	35,6	40,4

Fonte: Adaptado de: Ergonomia: Projeto e Produção (IIDA, 2005).

Com esses dados, pode-se tirar várias conclusões a respeito das medidas ideais para o protótipo. Uma delas é a altura do braço: como geralmente há uma variação aproximada de 10 cm entre a menor e a maior altura do cotovelo, a partir do assento, entende-se que projetar os braços da cadeira com regulagem de altura seria o mais indicado, primeiro por atender uma maior demanda de pessoas, segundo porque os braços da cadeira são fundamentais para garantir a segurança e auxiliam no levantamento do indivíduo. Outra conclusão é a sobre a largura mais apropriada

para o assento: observa-se uma variação de mais de 12 cm se for comparados os homens com menor quadril e as mulheres com maior quadril. Evidentemente, tal fato comprova a necessidade de um assento largo para que atenda o público-alvo.

Em um estudo de caso que teve o intuito de conhecer as medidas antropométricas ideais a fim de projetar conjunto mesa – cadeira escolar foram reveladas as medidas que atenderiam 95% da população da amostra, faixa média de 12 anos de idade (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores antropométricos (conjunto mesa-cadeira escolar para crianças)

Variáveis para Dimensionamento de mobiliário escolar	**Medidas Mínimas e Máximas (centímetro)**	
Altura do tampo	42	68
Altura para movimentação das coxas	41	59
Profundidade do espaço para as pernas	44	57
Profundidade do assento	32	47
Largura do assento	22	39
Altura do assento	34	45
Altura do vão entre a superfície do assento e a base do encosto	10	37

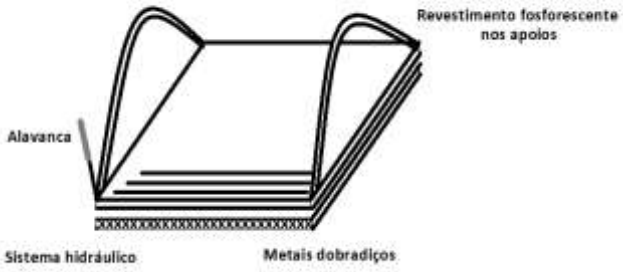
Fonte: Medidas antropométricas para projetar conjunto mesa-cadeira escolar (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ, 2009).

2.2.2 BIOMECÂNICA GERAL

Trata-se dos movimentos corporais e forças relacionados ao trabalho. (Iida, 2005) Neste caso, deve ser o estudo dos movimentos e forças relacionadas à utilização do protótipo que há de ser elaborado.

A seguir, na Figura 2, consta a representação inicial do projeto. Diante disso, é válido frisar sobre a existência de vários critérios que podem ser aperfeiçoados, entre eles aspectos ergonômicos e econômicos, sendo este último no que diz respeito aos materiais e métodos utilizados.

Figura 2 – Protótipo em criação – modelo inicial

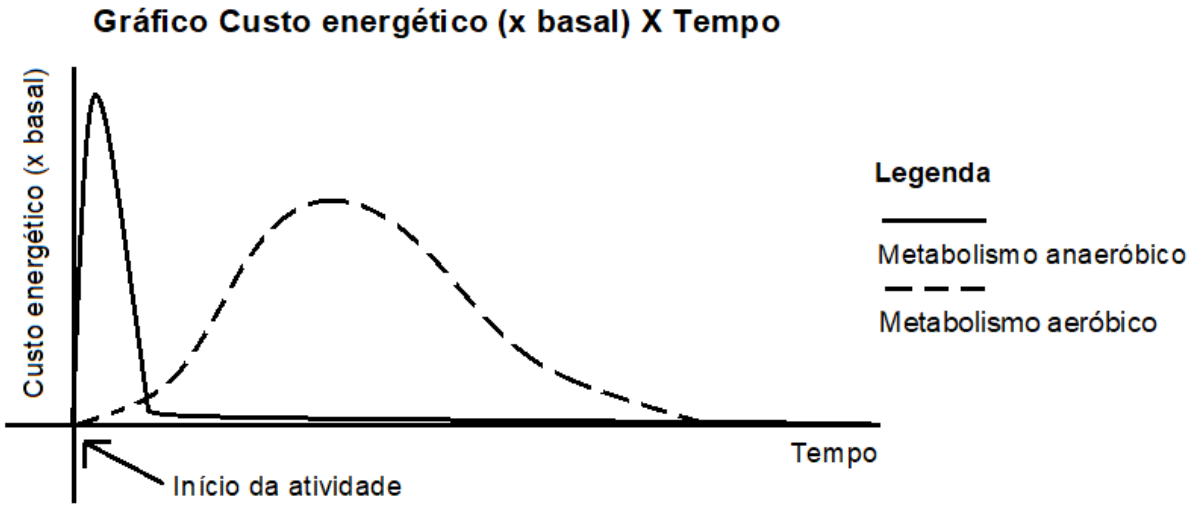


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quanto aos aspectos ergonômicos, pode-se mencionar algumas alterações que devem ser efetuadas para a constituição do futuro modelo, além do protótipo: uma delas é a modelagem do assento da cadeira, que deve assumir um formato específico que será confirmado na fase de testes. A outra é o formato, largura, espessura e altura dos braços da cadeira – discutiu-se a possibilidade de gerar braços com regulagem de altura, item que também deverá passar por testagem e análises comparativas. A altura mínima e máxima que a cadeira deverá assumir é mais um fator que envolve aspectos ergonômicos e exigirão, como as outras, estudos e análises experimentais.

Tanto a mecânica como a estrutura do aparelho devem viabilizar a operação do usuário, ou seja, capaz de se recorrer desde à fase de **adaptação** (tempo em que o indivíduo tenta adequar o metabolismo às exigências da tarefa) até a real execução da tarefa. Na figura 3, segundo estudos de Itiro Iida (2005), é possível representar a variação do custo energético em função do tempo.

Figura 3 – Gráfico Custo energético (x basal) X Tempo



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Conforme é possível notar, no início o organismo atua em condições desfavoráveis. Todavia, passando a fase de adaptação, começa-se a persistir o resultado positivo da tarefa.

Outro ponto importante é programar o movimento ascendente e, se necessário, descendente para que se dê de forma lenta a fim de evitar tonturas.

2.2.3 AMBIENTAÇÃO

A ambientação no caso deste projeto dirá respeito sobejamente à iluminação do local onde o protótipo atuará. Ele deve ser disponível para uso tanto em ambientes bem iluminados como também em ambientes mal iluminados. Por este motivo, em casos em que prevaleça a segunda condição, há necessidade do estudo das percentagens de reflectância. Reflectância é “a proporção da luz incidente refletida pela superfície” (lida, 2005, p. 460).

A necessidade de determinar a taxa mínima de reflectância de luz se deve ao fato de tornar o aparelho visível mesmo em locais onde a iluminação é rarefeita. Isso é o que justifica os apoios do protótipo possuírem um revestimento fosforescente, conforme demonstra a figura 2.

A lei da reflectância, como já foi definida, pode também ser expressa matematicamente:

$$R = \frac{L}{E} = \frac{Luminância}{Iluminamento}$$

Por sua vez, a luminância pode ser expressa pela Lei do Iluminamento:

$$E = \frac{I.\cos\alpha}{d^2}$$

onde d é a distância, E a energia luminosa ou luminância e I o iluminamento.

2.2.4 LOCALIZAÇÃO DO PRODUTO NO AMBIENTE

A localização do produto no ambiente é um fator relevante a se considerar quando se diz respeito à qualidade que um produto pode oferecer. Segundo a Universidade de São Paulo (2021), qualidade pode ser definida como a

adequabilidade do produto quanto ao uso e como as características que habilitam o produto a satisfazer uma determinada necessidade. Basicamente são três as funções de produto:

- **Função prática:** relacionada à funcionalidade do produto;
- **Função estética:** referente aos aspectos e movimentos artísticos do produto;
- **Função simbólica:** relacionadas com a interação dos padrões artísticos com seu respectivo público;
- **Função ecológica:** características do produto que promovam a sustentabilidade do meio ambiente e preservação dos recursos naturais.

Por sua vez, a localização do produto no meio ambiente está intimamente relacionada com a função prática do produto. Embora sua referência possa causar influências estéticas também, é ela um fator determinante da qualidade do produto. Assim, levantou-se a hipótese de indicar a localização do objeto no centro da casa, com o intuito de reduzir a distância do usuário – tendo em vista o local da fatalidade (queda) – com relação ao objeto. Indubitavelmente, estes dados irão ser completados em etapas posteriores.

2.3 A FÍSICA DO PROTÓTIPO

A física do protótipo a ser elaborado, no geral, deve assumir duas ramificações da Física Clássica, definidas conforme Paulo Penteado e Carlos Torres (2005):

- **Mecânica:** compreende a física que estuda o movimento e o repouso dos corpos. Neste caso, diz respeito principalmente acerca da parte da estática e de sistemas hidráulicos, sendo esses dois tópicos os mais importantes para a construção do protótipo.
- **Óptica:** ramo da física que estuda os fenômenos relacionados à luz e à visão. Sendo assim, a sua relevância, neste caso, consiste justamente na análise da incidência luminosa no ambiente em que o protótipo atuará.

2.4 CONTRIBUIÇÕES

Com base nos tópicos levantados, pode-se perceber o quanto aprofundar e relacionar conceitos ergonômicos, características fisiológicas, propriedades mecânicas, entre muitas outras podem contribuir com o desenvolvimento de inovações tecnológicas que visam o bem social. Vale lembrar que uma pesquisa científica não se trata de uma pesquisa simples rotineira, seja no âmbito escolar ou em qualquer outro departamento da sociedade (SALDANHA, 2017). Sendo assim, a pesquisa consiste em uma produção de tamanha confiabilidade capaz de servir para o desenvolvimento de outros estudos e para o despontar de novas formas de trabalho. Neste caso, ela possui seu caráter inovador por seu pioneirismo na criação de uma base de dados que pudesse iniciar a criação de uma nova ferramenta para a humanidade.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa a ser realizada terá caráter exploratório, uma vez que se apoia em diferentes conceitos para resultar na elaboração do projeto. Além dos recursos bibliográficos, usufruindo do levantamento de dados, revela-se essencialmente por ser uma pesquisa experimental, por seu intuito interventivo, finalizando com a criação de um projeto de utilidade social (MENEZES et al, 2019).

A pesquisa exploratória consiste na familiarização com o tema a ser abordado. Formula-se ideias, conceitos e uma visão geral do assunto. Por outro lado, quanto ao levantamento de dados, define-se um problema e, consequentemente, elaboram-se meios para chegar a suas conclusões (MENEZES et al, 2019). De acordo com Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa experimental tem por objetivo primordial o teste de hipóteses que dizem respeito a relações de tipo causa-efeito.

O conjunto amostral diz respeito aos idosos, deficientes físicos e todos os necessitados de auxílio para o auto levantamento. O procedimento de coleta de dados dar-se-á por fontes experimentais de pesquisa, incluindo testes para a realização das respectivas escolhas. Portanto, a análise de dados terá uma abordagem quantitativa, apoiando-se em critérios lógico-dedutivos (MENEZES et al, 2019). A abordagem qualitativa se dará sobejamente acerca das análises dos materiais e procedimentos adotados.

Quanto à pesquisa científica como um todo, pode-se mencionar, segundo Pitta e Castro (2006), três pré-requisitos: busca por conhecimento e competência no assunto a ser pesquisado, domínio da amostra e busca pela independência de terceiros para a realização da pesquisa. Esta, por sua vez, pode ser dividida em três fases:

> Cada pesquisa será composta de três fases: planejamento, execução e divulgação1. A primeira fase, o planejamento, é composta por cinco itens: a) ideia brilhante (a pergunta da pesquisa); b) plano de intenção (o resumo do projeto de pesquisa); c) revisão da literatura; d) teste de instrumentos e de procedimentos; e) projeto de pesquisa. [...] O tempo e o trabalho investidos no planejamento permitem que a segunda fase, que é a execução, seja feita sem problemas metodológicos e logísticos e transcorra sem nenhum imprevisto. No entanto, a pesquisa só poderá ser iniciada após a aprovação pelo comitê de ética em pesquisa. A execução da pesquisa é finalizada com a redação do relatório final. Na terceira fase, a divulgação da pesquisa, devemos sintetizar as informações do relatório final e elaborar um artigo original para a comunidade de leitores e pesquisadores interessados no assunto (PITTA; CASTRO, 2006, p. 1).

Com isso, através do cumprimento das etapas definidas, a pesquisa científica pode atender a proposta de satisfazer necessidades humanas essenciais, o que inclui o estudo das condições biológicas e físicas, análises e comparações entre aspectos fisiológicos, ergonômicos, entre outros, a fim de garantir uma maior qualidade de vida e o bem estar social da população, principalmente dos indivíduos a quem dizem respeito este estudo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada compõe-se de atividades de estudo que envolvem a pesquisa bibliográfica em artigos científicos, livros, além de dissertações de mestrado. Quanto à fase prática, trata-se do desenvolvimento do modelo computacional através de um programa computacional do tipo CAD para definir uma representação que pudesse auxiliar na consequente construção do protótipo, devido às suas propriedades, nível de detalhamento, entre outras funções. Além disso, previa-se a construção do protótipo nesta etapa, porém, tendo visto a impossibilidade da realização de atividades práticas que envolveria a montagem do aparelho por conta da crise sanitária de Covid-19, a pesquisa se direcionou para a coleta de dados e o

embasamento teórico consistente, a fim de garantir uma abordagem inovadora que pudesse servir como base em estudos futuros.

Na primeira etapa havia sido realizado o levantamento de dados a fim aprofundar a ciência existente que rege o protótipo. Este levantamento foi acompanhado pelo teste de algumas hipóteses a respeito do Modelo inicial do equipamento, verificando quais os aspectos a ser mantidos e quais aqueles a ser modificados. Depois levantou-se propostas alternativas ao modelo inicial sugerido seguido por seus respectivos orçamentos, vantagens e desvantagens. Evidentemente, tais conclusões não puderam ter um caráter objetivo suficientemente para expressar todos os materiais que serão utilizados, uma vez que ainda falta elaborar o modelo quanto aos critérios ergonômicos e de segurança. Por isso, assumiu-se que os itens básicos (assento, braços, entre outros) representam um custo semelhante para todos os modelos em questão, considerando-se apenas as diferenças entre os tipos de sistema adotados, conforme demonstra o quadro a seguir. Observa-se que os gastos estão descritos de maneira implícita, uma vez que os valores variam de acordo com a especificação de cada material a ser escolhido.

Quadro 2 – Tipos de sistemas (gastos, vantagens e desvantagens)

TIPOS	**QUANTO AOS GASTOS**	**VANTAGENS**	**DESVANTAGENS**
SISTEMA HIDRÁULICO (MODELO INICIAL)	Moderado	Facilidade de instalação e inversão mais rápida dos movimentos	Alto custo inicial, riscos de incêndio devido ao óleo, construção bastante complexa e necessidade de precisão, vazamentos e segurança contra a sobrecarga
SISTEMA PNEUMÁTICO	Econômico	Quantidade, transporte, armazenagem, temperatura, segurança (inclusive contra sobrecarga), facilidade de construção	Preparação, compressibilidade, força, escape de ar e custos de implementação
SISTEMA ELÉTRICO	Econômico a moderado	Construção mais simples, potência consistente, velocidade, durabilidade, segurança, flexibilidade	Gastos com energia, inversão dos movimentos, os ajustes escalonados de velocidade são mais custosos e difíceis

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Sendo assim, concluiu-se que o sistema elétrico, por sua flexibilidade, economia e facilidade de construção – visando desnecessitar de muitas máquinas e equipamentos para a fabricação. Como não ocorreu a pesquisa laboratorial, não

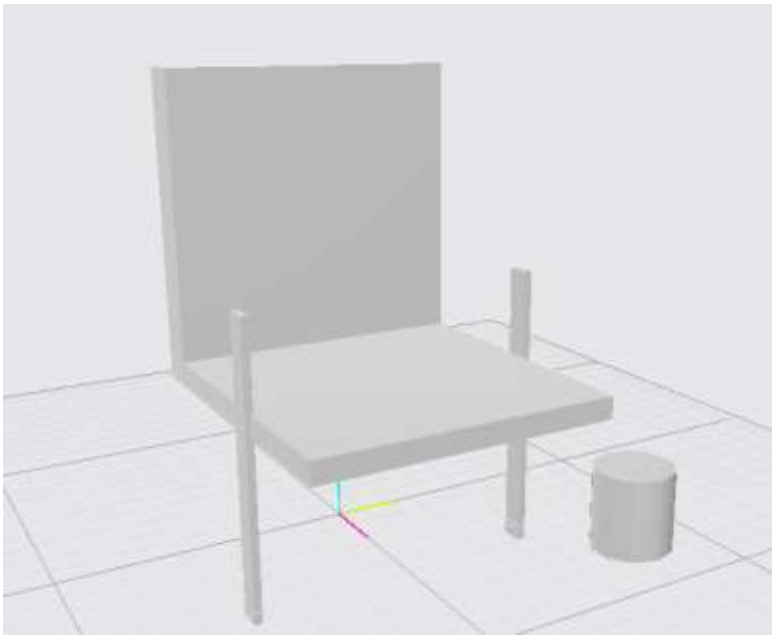
houve a necessidade da elaboração detalhada da EAP (Estrutura Analítica do Projeto), e muito menos a emissão da TAP (Termo de Abertura do Projeto), uma vez que não foram necessárias reunir certificações, locomoção para ir a laboratórios ou compra de materiais, entre outros. Considerando a sua menor complexidade, apenas se aprofundou a pesquisa de campo simultaneamente a novas análises e comparações a respeito do tema em questão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, durante a primeira etapa do trabalho foram elaboradas algumas pesquisas e projeções que serviram como base para novas ideias. No caso do levantamento de dados, os estudos sobre Ergonomia evidenciaram a importância da alteração do formato do assento – e também do tipo de sistema do protótipo, ou seja, substituir a ideia de sistema hidráulico por sistema elétrico –, fazendo-o com que promova uma espécie de “encaixe” quando o indivíduo for sentar, garantindo maior segurança. Também se ressaltou a relevância da existência de regulagem de altura dos braços, resultante das análises antropométricas, estimulando a adequação a diferentes grupos populacionais. Ademais, foi examinado qual poderia ser o local mais apropriado para garantir a qualidade do aparelho que, no caso, foi no cômodo central da habitação.

Com essas alterações, surgiu a necessidade de redesenhar o modelo do protótipo, tornando possível a identificação das necessidades estruturais, mecânicas e eletrônicas, além da consequente estruturação do Projeto. Assim, inicialmente houve a busca por softwares computacionais de acesso gratuito que pudessem auxiliar no desenvolvimento de uma maquete eletrônica do protótipo. Foi encontrada a plataforma Vectary, tendo sido utilizada para esboçar as primeiras ideias do protótipo baseadas no sistema elétrico, conforme explícito na figura a seguir.

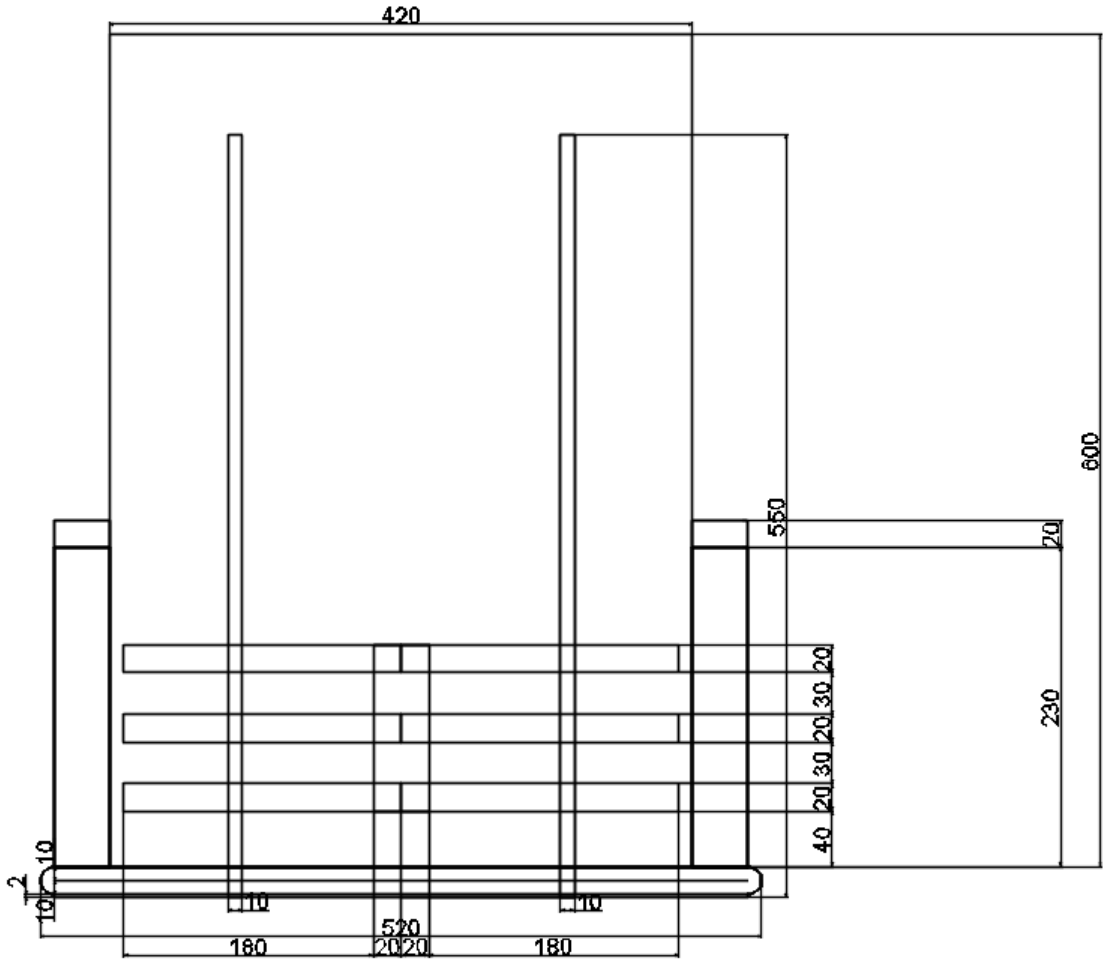
Figura 4 – Maquete eletrônica no Vectary



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

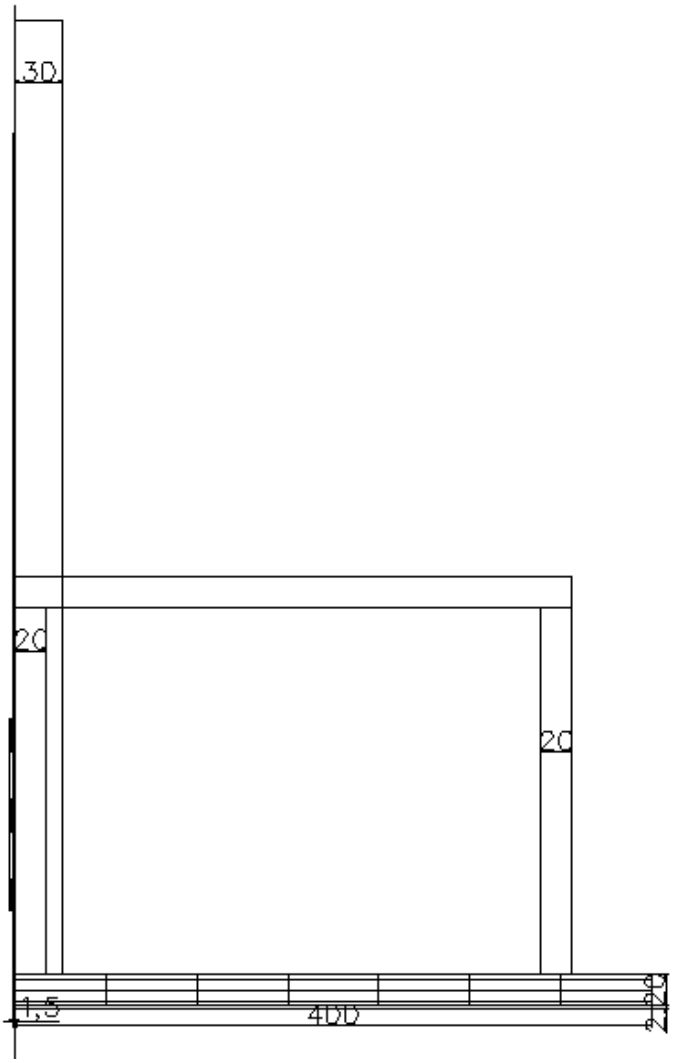
Tendo em vista as limitações quanto ao uso da ferramenta Vectary, principalmente quanto às dificuldades de esboçar com precisão o formato da cadeira e suas respectivas peças, pouco foi possível desenvolver. Por isso, tinha-se visto como essencial para a pesquisa e ao desenvolvimento do projeto a utilização de ferramentas que pudessem propiciar uma modelagem o mais próximo possível do real. Então surgiu a ideia de utilizar ferramentas CAD, como o AUTOCAD 3D, para produzir a constituição de uma maquete eletrônica, o que possibilitaria uma representação mais detalhada, além de gerar simulações dos movimentos da cadeira. Assim, após a aquisição do AUTOCAD 2019 concedida gratuitamente pela Autodesk por um período de um ano, foi possível esboçar mais detalhadamente o modelo do protótipo. A seguir há algumas representações de suas vistas frontal, lateral esquerda, superior e até mesmo a vista isométrica SO (sudoeste). Vale mencionar que as medidas projetadas foram baseadas nos estudos antropométricos das populações alemã e norte-americana explicitadas no referencial bibliográfico.

Figura 5 – Vista Frontal no AUTOCAD



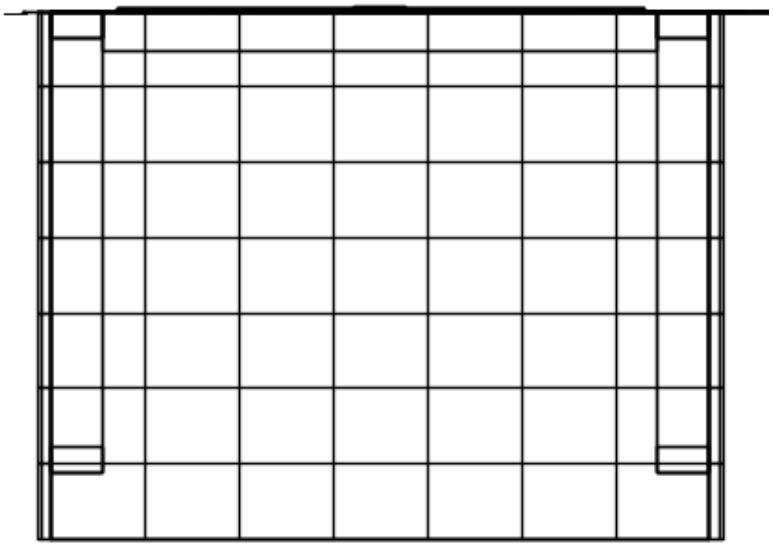
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 6 – Vista Lateral Esquerda no AUTOCAD



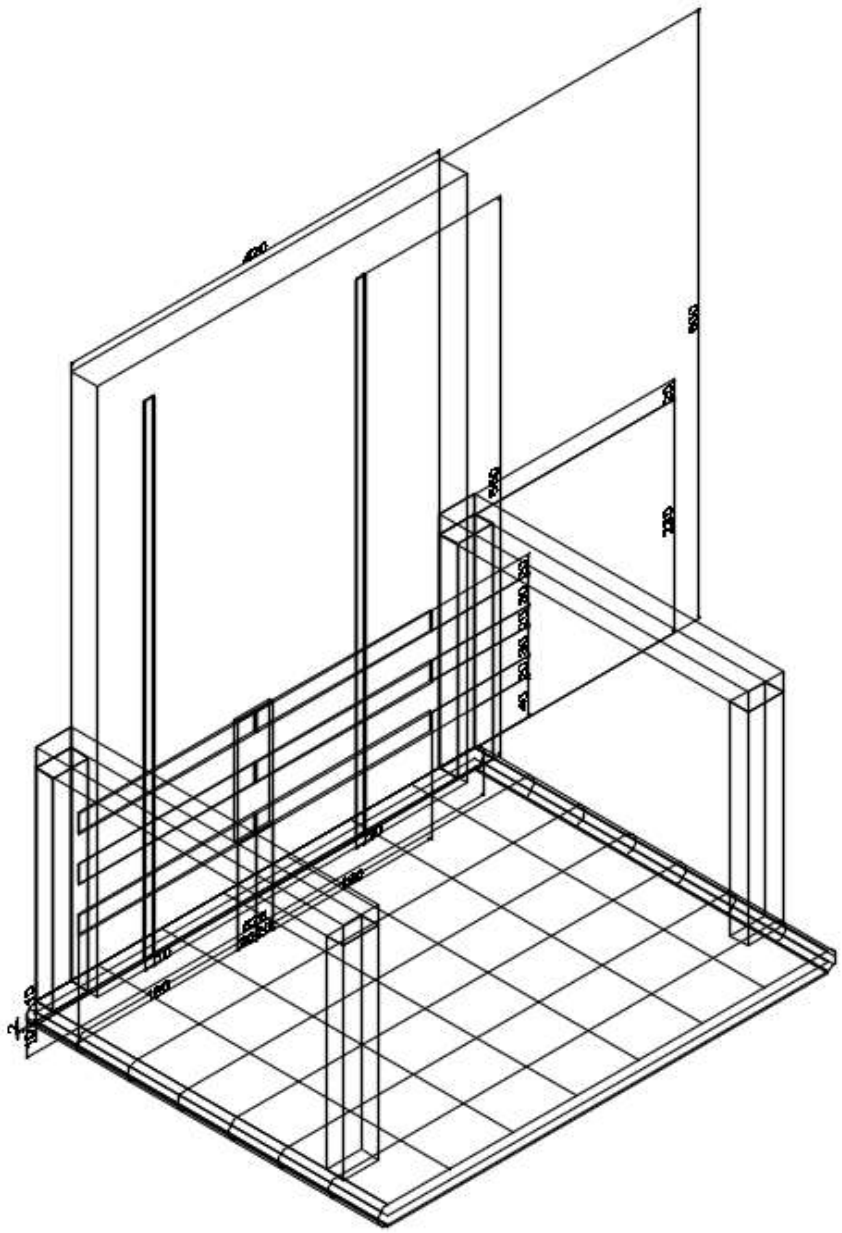
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 7 – Vista Superior no AUTOCAD



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

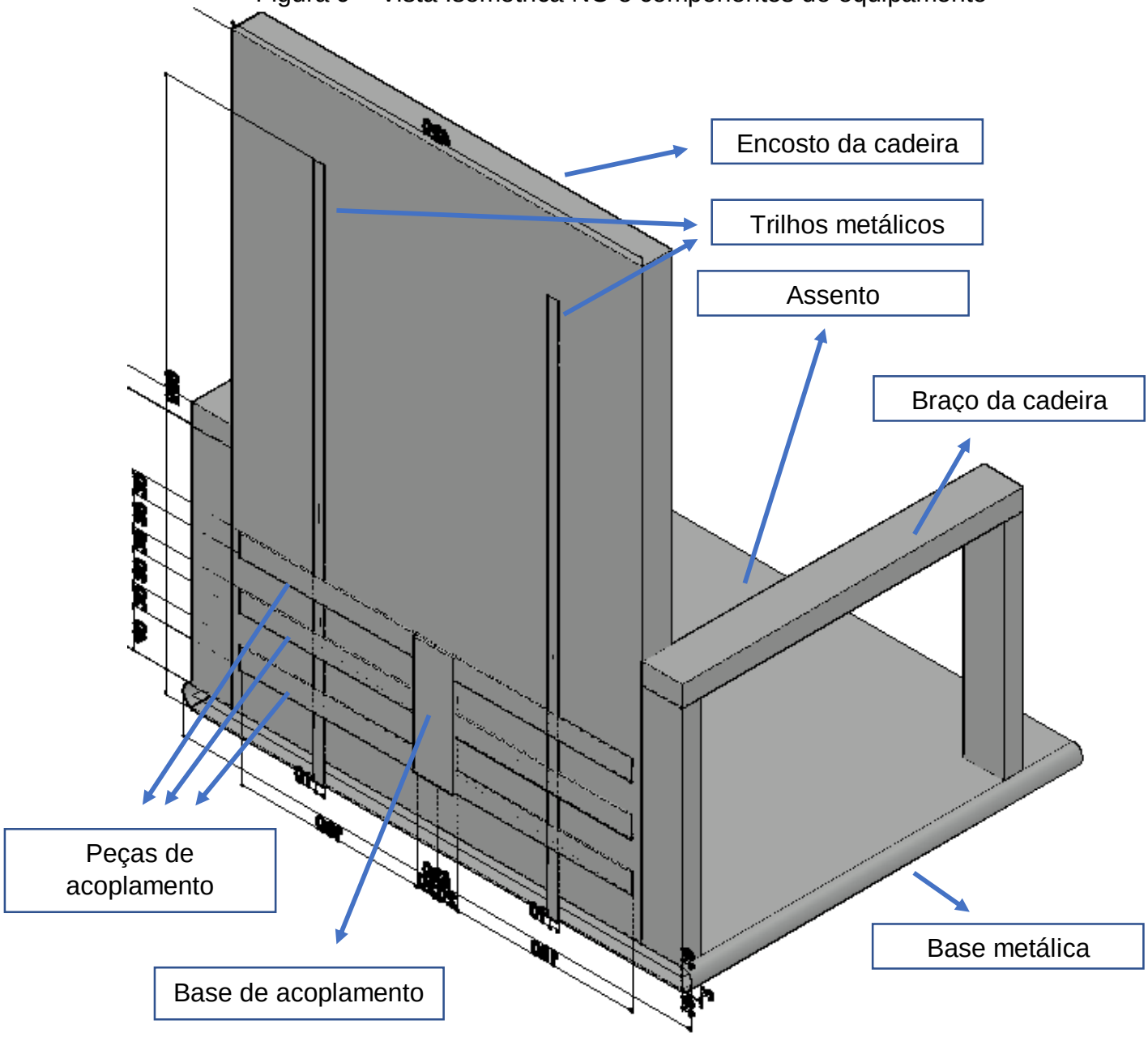
Figura 8 – Vista Isométrica SO no AUTOCAD



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Outro componente que é fundamental para o projeto e que não foi representado nos desenhos acima foi o sistema eletromecânico. A proposta é de que esse sistema seja acoplado nas peças traseiras da cadeira, proporcionando os movimentos de ascensão e descensão. Da mesma forma não foram demonstrados os botões de acionamento e controle desse sistema eletromecânico. Para deixar mais evidente do que se trata cada elemento representado e suas respectivas funções, observe a figura seguinte.

Figura 9 – Vista Isométrica NO e componentes do equipamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como se pode observar, o aparelho é constituído por uma base metálica, formada por um material de alta densidade a fim de que ela possa ser fina e capaz de sustentar todo o equipamento. Logo acima, mas não unido a ela, está o assento da cadeira. Este também deve possuir uma baixa espessura a fim de minimizar ao máximo o desnível entre o protótipo e o solo, facilitando o ato do indivíduo que sofreu a queda de se sentar na cadeira. Os braços da cadeira visam facilitar a estabilização do indivíduo na cadeira, garantindo também, assim como o encosto, maior segurança para o usuário.

Além dos componentes básicos, existem as peças que devem ser utilizadas para garantir o funcionamento do sistema eletromecânico. Primordialmente, a base de acoplamento é a peça que deve ser acoplada ao motor, recebendo os estímulos e energia para permitir os movimentos de ascensão e descensão. Esta base deve ser conectada às peças de acoplamento que, por sua vez, devem estar ligadas aos trilhos metálicos. Evidentemente, estes devem ser paralelos aos movimentos executados pela cadeira.

Quanto ao principal objetivo da pesquisa, a construção do protótipo, trata-se de uma etapa que infelizmente foi impossibilitada. Devido à pandemia de Covid-19, o laboratório de soldas, imprescindível para os procedimentos de prototipação, não foi em nenhum momento liberado pela instituição aos estudantes dos cursos de graduação. Assim, o foco da pesquisa se voltou apenas ao embasamento teórico, gerando a possibilidade para que, em um estudo posterior, tendo em vista um cenário pós-pandemia e com a possibilidade da utilização dos laboratórios requisitados, o protótipo possa ser construído de fato.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após um longo período de estudos, consultas, comparações, levantamento de hipóteses e de possíveis soluções, pode-se concluir que o presente estudo atingiu as expectativas de trazer uma proposta inovadora não só para a instituição de ensino, mas também pôde contribuir para o âmbito medicinal, através do embasamento teórico capaz de propiciar novos estudos e descobertas, e para a sociedade como um todo, ao usufruir dos benefícios desta tecnologia, supondo que este protótipo seja executado futuramente a partir de estudos e trabalhos posteriores em um cenário pós-pandemia.

Mesmo sem ter sido alcançado o principal objetivo do trabalho, que se trata justamente da elaboração do protótipo voltado a atender necessidades físicas pessoais de certos grupos populacionais, o desenvolvimento dos estudos pôde contribuir com o aprofundamento de análises ergonômicas, fisiológicas, físicas, entre muitas outras. Além disso, não se pode desprezar o aprofundamento dos conhecimentos relacionados às áreas das Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, inclusive no que diz respeito à Engenharia de Produção, uma vez que o estudo

promoveu o levantamento e requerimento de conhecimentos e habilidades técnicas e teóricas indispensáveis para a formação profissional.

REFERÊNCIAS

ABERGO. **O que é ergonomia**. Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acesso em: 02 mar. 2021.

AZEVEDO, Paula; PEREIRA, Filipe; PAIVA, Sergio. **Água, Hidratação e Saúde**. Disponível em: http://sban.cloudpainel.com.br/source/Agua-HidrataAAo-e-SaAde_Nestle_.pdf. Acesso em 03 set. 2019.

CENTRO DE FISIOLOGIA DIGESTIVA DE PIRACICABA. **Índice de Massa Corporal**. Disponível em: https://www.cefidi.com.br/indice-de-massa-corporal-imc/. Acesso em: 24 fev. 2021.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ. **Medidas antropométricas para projetar conjunto mesa - cadeira escolar**. Disponível em: http://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/6094/1/Mena_Cristina_Marcolino.pdf. Acesso em: 28 fev. 2021.

CREMEST. Disponível em: https://cremest.com.br/nr-17-ergonomia/#:~:text=17.2.7.,sa%C3%BAde%20ou%20a%20sua%20seguran%C3%A7a. Acesso em: 12 maio 2021.

EXAME, Revista. **Obesidade no Brasil cresce e atinge quase 20% da população**. Disponível em: https://exame.abril.com.br/brasil/obesidade-no-brasil-aumenta-e-alcanca-quase-20-da-populacao/. Acesso em: 18 abr. 2020.

GONÇALVEZ, Mauro. **Variáveis biomecânicas analisadas durante o levantamento manual de carga**. Disponível em: https://ib.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/EducacaoFisica/labiomec/1998_goncalves_variaveis-biomecanicas-analisadas-durante-o-levantamento-manual-de-carga_motriz.pdf. Acesso em 10 mar. 2020.

GRECCO, Mirele. **Validação de Índice de Massa Corporal (IMC) ajustado pela massa gorda obtido pela impedância bioelétrica**. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17138/tde-13072012-143709/publico/Tese.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2005.

LUCCHESI, Geraldo et al. **BRASIL 2050: Desafios de uma nação que envelhece**. Disponível em: file:///C:/Users/Gustavo/Downloads/Brasil%202050.pdf. Acesso em 27 ago. 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MENEZES, Afonso et al. **Metodologia científica: teoría e aplicação na educação a distância**. Disponível em: file:///C:/Users/Gustavo/Downloads/LIVRO%20de%20Metodologia%20Cient%C3%ADfica%20(1).pdf. Acesso em: 5 set. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/evelhecimento_saude_pessoa_idosa.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

MORGAN, Carla. **Água: elemento essencial para a sobrevivência do organismo humano**. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unioeste_cien_pdp_carla_morgan.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

NERI, Silvia; JÓIA, Luciane; KAWANO, Marcio. **A obesidade abdominal pode aumentar o risco de quedas em mulheres idosas**. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/e3bc/2b545a0f97295e60b1b8971bec8b3a90822f.pdf. Acesso em: 14 mar. 2020.

PENTEADO, Paulo; PENTEADO, Carlos. **Física – ciência e tecnologia**. 1 ed. São Paulo: Moderna, 2005.

PITTA, Guilherme; CASTRO, Aldemar. **A pesquisa científica**. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jvb/a/JLH6q75Lt8ZdKcVfzrJ6NXP/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 05 out. 2021.

RIGOTTI, José. **Transição Demográfica**. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/edreal/v37n2/08.pdf. Acesso em: 03 set. 2019.

SALDANHA, Patrícia. **Iniciação científica:** um guia de orientação na Educação Básica. 1 ed. Porto Alegre: Centro Marista de Comunicação, 2017.

SILVA, Luiz et al. **Protagonismo juvenil**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2009-pdf/2183-4-inclusao-social-juvenil-pdf/file. Acesso em: 30 set. 2019.

TAVARES, Hermano et al. **Manual sobre ergonomia**. Disponível em: http://www.dgrh.unicamp.br/documentos/manuais/man_dsso_ergonomia.pdf. Acesso em: 09 mar. 2020.

TILLEY, Alvin R.; ASSOCIATES, Henry Dreyfuss. **As medidas do Homem e da Mulher:** Fatores Humanos em Design. Porto Alegre: Bookman, 2005.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Qualidade**. Disponível em: http://sites.poli.usp.br/d/pmr2202/arquivos/aulas/qualidade.pdf. Acesso em: 24 mar. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **Prevenção de quedas no ambiente domiciliar**. Disponível em: https://dms.ufpel.edu.br/static/bib/apoio/prevencao_de_quedas.pdf. Acesso em: 26 jul. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Definição internacional de ergonomia**. Disponível em: https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/748657/mod_resource/content/1/definicao_international_ergonomia.pdf. Acesso em: 11 ago. 2021.