



ESTUDO E PROJETO DO PRODUTO PARA A VIABILIDADE ERGONÔMICA DE UMA CADEIRA DE RODAS COM SISTEMA DE INCLINAÇÃO

Ana Carolina Russo^{1*}

Luis Henrique Suda Rodrigues²

Thomas Steinhauser³

Resumo

Pode-se entender que pessoas com limitações, fazendo – se necessário o uso de uma cadeira de rodas, além de possuírem restrições de mobilidade e problemas de saúde derivados da permanência na posição sentada, dependem diariamente do auxílio de cuidadores para diversas atividades. O objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade ergonômica e econômica para o projeto de produto de uma cadeira de rodas com sistema de inclinação. Para isso, foram mapeadas as inclinações ergonomicamente e fisiologicamente ideais do seu assento e do encosto e as adaptações necessárias para trazer benefícios em termos de acessibilidade, mobilidade, saúde e segurança. Por intermédio de pesquisa teórica, contato e entrevistas com cadeirantes, médicos e profissionais da área, foi possível adquirir conhecimento teórico e prático para uma melhor aplicabilidade possível da ideia. Após a imersão no problema e análise das necessidades e requisitos do público-alvo, foi projetada uma cadeira de rodas contendo as melhorias sugeridas, visando atender as necessidades do cadeirante de acordo com o seu estágio clínico. A ergonomia do produto projetado foi analisada em combinações angulares do assento e do encosto que comprovam uma melhor distribuição de pressão sanguínea do cadeirante, reduzindo enfermidades provenientes da permanência excessiva na cadeira. Concluiu-se, por fim, que o trabalho teve seu objetivo alcançado, pois foram evidenciadas melhorias posturais para o paciente em comparação à uma cadeira de rodas convencional, redução de risco na remoção do cadeirante pelo cuidador.

Palavras-chave: Cadeira de rodas; Ergonomia; Cuidador; Inclinações; Acessibilidade.

STUDY AND DESIGN OF THE PRODUCT FOR THE ERGONOMIC FEASIBILITY OF A WHEELCHAIR WITH TILT SYSTEM

Abstract

It can be understood that people with limitations requiring the use of a wheelchair besides having mobility restrictions and health problems as consequence of staying on a sitting position for extended periods of time, also depend on the daily help of caregivers for various activities. The objective of this study was to evaluate the ergonomic and economic viability of a tilt system wheelchair project. To achieve it, the optimal ergonomical and physiological inclinations of the seat and back support were mapped, as well as required changes that resulted accessibility,

¹ Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO.

*ana.russo@fundacentro.gov.br.

² Centro Universitário, Instituto Mauá de Tecnologia – IMT.

³ Centro Universitário, Instituto Mauá de Tecnologia – IMT.



mobility, health and safety benefits. Through theoretical research and interviews and conversations with wheelchair users, doctors and professionals in the area, it was possible to obtain theoretical and practical knowledge for the best possible application of the idea. After deep immersion in the problem and analysis of the needs and requirements of the targeted niche, a wheelchair containing the suggested improvements was designed, aiming to meet the needs of the users according to their clinical stage. The ergonomics of the designed product have been evaluated through angled seat and backrest combinations analysis, which have proven a better distribution of wheelchair blood pressure, reducing illnesses from excessive sitting. In conclusion, the work had its objective achieved, because when compared to a conventional wheelchair, postural improvements and risk reduction in the removal of the patient by the caregiver were evidenced.

Keywords: Wheelchair; Ergonomic; Caregiver; Tilts; Accessibility.

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do Censo Demográfico do IBGE, mais de 45 milhões (23,9% da população total) de brasileiros declaram-se com alguma deficiência visual, auditiva, mental ou motora, sendo a deficiência motora equivalente a aproximadamente 7% dos habitantes (cerca de 30% dos deficientes) no país (IBGE, 2010; IBGE EDUCA, [s.d.]).

Para suprir uma deficiência motora (temporária ou permanente), pode ser necessária a utilização de uma cadeira de locomoção, que deve proporcionar o melhor conforto ergonômico e fisiológico para a saúde do indivíduo, reduzindo assim as enfermidades derivadas do seu quadro inicial.

A remoção do paciente pelo cuidador também deve ser analisada, visando reduzir riscos em todas as atividades envolvidas a uma cadeira de rodas.

Metodologias ergonômicas como RULA e REBA podem ser utilizadas para analisar a ergonomia do cadeirante e do cuidador pois analisam, respectivamente, a postura do paciente no equipamento e o risco envolvido na atividade de remoção do paciente pelo cuidador, justificando a realização desse trabalho.

A Cadeira de Rodas com sistema de inclinação não define as inclinações ergonomicamente ideais para o paciente, somente a posição sentada e inclinações definidas pelo próprio paciente ou cuidador. Inclinações incorretas podem acarretar complicações de saúde, decorrentes por exemplo da falta de circulação sanguínea, atrofia muscular ou problemas posturais pela escolha de uma posição ruim.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo propor uma intervenção e realizar uma análise ergonômica em uma Cadeira de Rodas com sistema de inclinação. O projeto visa



garantir que o produto seja capaz de proporcionar a ergonomia necessária tanto para indivíduos com restrição de movimento ou doenças que limitem sua movimentação quanto para seus respectivos cuidadores.

2. METODOLOGIA

Para a definição das perguntas que foram apresentadas no questionário, utilizou-se a metodologia de elaboração de questionário e as técnicas de comportamento propostas por Iida e Buarque (2016). Esta metodologia contempla: (1) planejamento: quais objetivos, prazos e confiabilidade; (2) definição da amostragem: avaliada considerando o público-alvo, tamanho de amostra e procedimento de amostragem; (3) construção do questionário: lista de perguntas, ordenamento, layout, processamento das respostas.

O planejamento considerou como objetivo coletar os dados de pessoas que usam cadeira de rodas ou algum momento de sua vida fez uso da mesma ou profissionais da área de saúde (fisioterapeutas e médicos), fornecendo para nosso estudo ergonômico o que realmente era necessário implementar de melhoria visando a necessidades e desejos do mercado. Com o intuito de receber respostas com maior confiabilidade, elas foram consideradas anônimas, preservando a identidade de indivíduo.

A definição da amostragem foi extremamente filtrada, com o auxílio do médico Silvio Labate Rodrigues e estudantes de medicina da UNIMES (Santos, SP) em compartilhar o questionário para pacientes e seus respectivos cuidadores em clínicas e hospitais. Sendo assim, 43 pessoas responderam ao questionário até a data de dez de junho de dois mil e dezenove.

Colocando em prática uma escala utilizada para medir atitudes e conhecer o grau de compatibilidade baseado no modelo *Likert* a construção do questionário foi ordenado estrategicamente na seguinte sequência:

- a) Idade
- b) Sexo
- c) Você é usuário, médico ou cuidador?
- d) Qual é o tipo de limitação da qual você ou seu paciente é portador?
- e) Qual o grau de sua limitação ou da limitação de seu paciente?
- f) Por que você ou seu paciente usa cadeira de rodas?
- g) Qual a frequência de uso do equipamento?



- h) Como esta cadeira foi comprada?
- i) Qual o peso da cadeira de rodas usada atualmente?
- j) Como você classifica a funcionalidade e conforto da cadeira de rodas?
- k) Como você classifica a ergonomia e segurança da cadeira de rodas?
- l) Como você classifica a questão da acessibilidade dos equipamentos de suporte (mesas, apoios, chuveiros etc.) da cadeira de rodas?
- m) A definição de mais de uma posição ergonomicamente ideal seria importante para o seu conforto ou o conforto de seu paciente?
- n) Você considera uma cadeira de rodas com sistema de inclinação um bom produto?
- o) Pessoas com limitações são tratadas com igualdade em relação as pessoas sem limitações?
- p) Quais as principais barreiras encontradas por um cadeirante?
- q) Quais sugestões de melhoria você acha relevante para tornar sua cadeira de rodas ideal?

COLETA DE DADOS

Alguns dos métodos apresentados por Iida e Buarque (2016) para coleta de dados experimentais foram aplicados nesse estudo. Observações diretas e informais foram realizadas, buscando compreender de maneira qualitativa o esforço realizado por usuários de cadeira de rodas e seus respectivos cuidadores. Além disso, um grupo de foco e entrevistas informais foram praticadas na “Feira Hospitalar 2019”, com objetivo de compreender o cenário atual do mercado de cadeira de rodas e outros utensílios fisioterapêuticos que auxiliam o paciente, reunindo informações qualitativas.

Nas avaliações qualitativas, obteve-se através de uma entrevista com o fisioterapeuta Francisco De Paula, que os pacientes muitas vezes não se importam com as posições ideais (ergonomicamente viáveis) e sim, com o conforto momentâneo dele, ou seja, muitas vezes as complicações causadas por permanência excessiva na cadeira de rodas são resultado de um mau uso do próprio paciente.

Outro aspecto levantado na conversa foi a de que grande parte dos cuidadores, por fazerem movimentos repetitivos e estarem 24 horas com o paciente, acabam tendo complicações principalmente na lombar ao manejar/transportar o mesmo da cadeira de rodas para uma cama, mesa, banheiro entre outros.



ANÁLISE ERGONÔMICA

A análise ergonômica do trabalho objetiva avaliar, compreender e corrigir uma situação real de trabalho através dos conhecimentos da ergonomia, ramificando-se em análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico e recomendações (IIDA, 2005). Segundo a legislação brasileira na Norma Regulamentadora 17 (BRASIL, 1978), para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicológicas e fisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho, devendo ela abordar, no mínimo, as condições de trabalho. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos, às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho (COUTO, 1996).

O presente trabalho usou ferramentas ergonômicas para simular o usuário de cadeira de rodas, diferentemente de um posto de trabalho, mas, devido a permanência excessiva no equipamento, suas atividades puderam ser interpretadas de maneira similar à todas as ferramentas utilizadas no projeto (Dassault-Ergonomics e Ergolandia –Métodos RULA E REBA).

Com um público-alvo de praticamente 50% de idosos, foi levado em conta que, a partir dos 50 anos, há uma diminuição devido ao envelhecimento na antropometria estática, na qual 3cm são perdidos até os 80 anos, resultando numa postura cada vez mais longe do ideal e facilitando demais complicações. A análise ergonômica que o trabalho propõe é justamente para evitar esses problemas decorrentes da permanência excessiva na cadeira de rodas.

Como consequência da análise ergonômica no objeto de estudo do presente trabalho, foram mapeadas 17 possíveis adaptações na cadeira de rodas, divididas estas em 4 frentes distintas (Quadro 1):



Quadro 1 - Mapeamento de melhorias

Acessibilidade e mobilidade	Segurança	Saúde	Estética
<ul style="list-style-type: none"> • Porta Acessórios • Porta Copo • Adaptador de Guarda-chuva • Mesa “Multiuso” • Cadeira dobrável • Suporte dos braços dobráveis para facilitar a remoção/inserção do paciente • Possibilidade de migrar os “controles” do lado direito ou esquerdo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da distância entre aro e rodas Sistema de freio (para o paciente e para o cuidador) • Sistema antiqueda localizado nas rodas • Cinto de Segurança (Tronco/Pernas/Braços) 	<ul style="list-style-type: none"> • Almofadas com colchão Casca-de-ovo • Massageador nas pernas • Adaptador de tanque de oxigênio • Adaptador/Suporte para gancho de soro/sangue etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bloco Único/Estrutura Única (Assento/Encosto/Pernas) • Customização de Calotas e outros acessórios •

Fonte: Autores

FORMULAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

O diagnóstico busca encontrar a razão que acarreta o problema mencionado na análise da demanda, da tarefa e da atividade (ABRAHÃO et al., 2009). Diante das respostas colhidas foi possível perceber que as reclamações por parte dos cuidadores tratam exatamente no quesito fadiga e lesões na lombar por conta das constantes movimentações e do período excessivo do expediente. No ponto de vista dos usuários, a maior reclamação é decorrente do período excessivo na cadeira de rodas, resultando em úlcera de pressão e trombose, que podem a médio e longo prazo trazer novas complicações para ele, diminuindo diretamente em sua qualidade e expectativa de vida. Além da apresentação dos dados coletados, utilizou-se o Software *Ergonomics* para a formulação do diagnóstico por meio da simulação das atividades estudadas no posto de trabalho.

RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS

As recomendações presentes no estudo estão associadas ao que deve ser realizado para solucionar o problema diagnosticado, apresentando etapas bem detalhadas para a resolução do problema (IIDA; BUARQUE, 2016). É necessário um remodelamento na cadeira de rodas, contemplando todas as variáveis que interferem na movimentação, mobilidade e acessibilidade do paciente e do cuidador. Em outras palavras, trata-se de recomendações pela avaliação da micro e macro ergonomia com o objetivo de apresentar soluções viáveis ao estudo de caso avaliado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

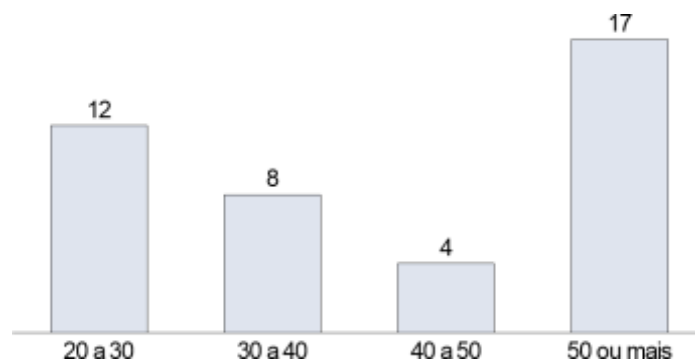


A pesquisa via Survey foi realizada com o objetivo de entender o perfil de indivíduos que usam cadeira de rodas, buscando compreender suas necessidades, motivo do uso, atributos e limitações do equipamento, com o intuito final entender a ergonomia do equipamento e possíveis melhorias a serem implementadas.

A análise foi dividida em seis blocos, sendo o primeiro um censo, para entender as características dos respondentes da amostra, que contou com 41 respostas.

A Figura 1 mostra a distribuição das respostas por faixa etária. Considerando a faixa etária, é possível perceber que a maior concentração encontra-se na faixa de 50 anos ou mais, com destaque também para pessoas de 20 a 30 anos.

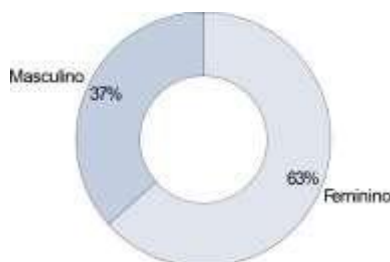
Figura 1 - Faixa etária



Fonte: Autores

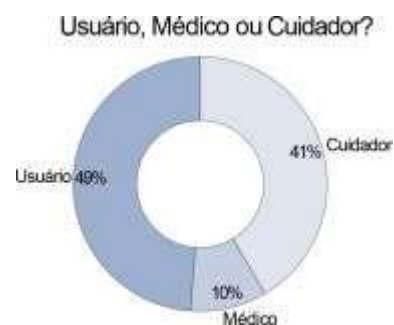
A distribuição de sexo por sua vez, aponta que o sexo feminino representa 63% dos respondentes, enquanto o sexo masculino aponta um percentual menor (37%). Pode-se notar que a distribuição amostral encontra-se segmentada de maneira semelhante entre usuários (49%) e cuidadores (41%) quando comparamos o perfil do respondente. Médicos por sua vez, representaram 10% das respostas (4 respostas), conforme mostrado na Figura 2 e Figura 3, respectivamente.

Figura 2 - Sexo



Fonte: Autores

Figura 3 - Respondente



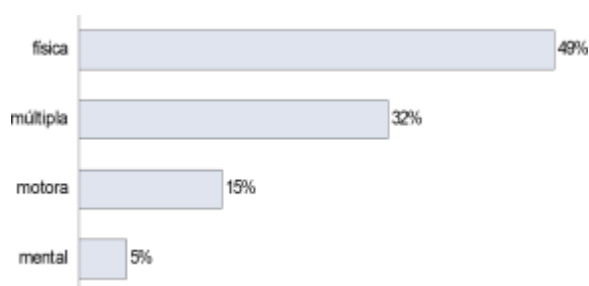
Fonte: Autores



O segundo bloco de respostas tem como objetivo entender o tipo e grau de limitação bem como o motivo do uso do equipamento pelo usuário ou paciente atendido pelo cuidador.

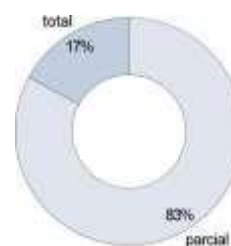
A limitação física abrange quase 50% dos respondentes, sendo o principal foco de análise e implementações de soluções, seguida pela deficiência múltipla, que atinge 31,71% dos entrevistados. Limitações motoras e mental possuem uma representatividade de 14,63% e 4,88%, respectivamente. As respostas podem ser observadas na Figura 4. A Figura 5, que avalia o grau de limitação mostra que a limitação parcial representa a maioria amostral, contemplando 34 respostas. Sete entrevistados possuíam limitação total ou cuidavam de pessoas com esse grau de limitação.

Figura 4 - Tipo de limitação



Fonte: Autores

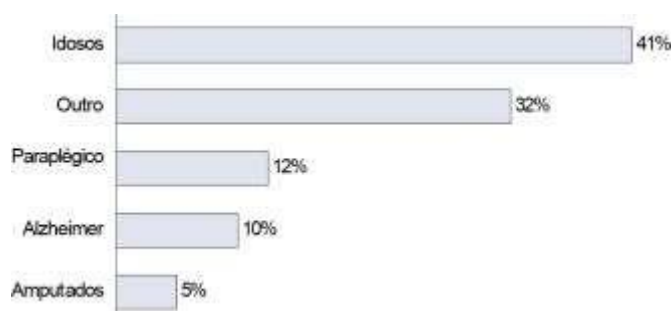
Figura 5 - Grau de limitação



Fonte: Autores

Avaliando o motivo de uso da cadeira de rodas, é notável que as limitações derivadas da idade representam o principal motivo de uso das cadeiras de locomoção, com representatividade de 41,46% do grupo estatístico (Figura 6). Outras doenças também possuem alta relevância, com 13 respostas entre os 41 entrevistados e as demais categorias somadas possuem 11 respostas (26,83%).

Figura 6 - Motivo de uso



Fonte: Autores



O terceiro bloco visa analisar as generalidades da cadeira de rodas para os respondentes, tendo como objetivo entender as funcionalidades gerais do equipamento e mapear o seu respectivo processo de compra e frequência de uso.

A partir da análise da Figura 7, é possível perceber que mais da metade da amostra adquiriu a cadeira de rodas com recursos próprios (56,10%). O recebimento gratuito por meio de doações de algum órgão público também possui grande representatividade (12,20%), enquanto as demais opções (Aluguel, Família e amigos, campanha social, empréstimo ou financiamentos) somam 31,7%.

Figura 7 - Como comprou

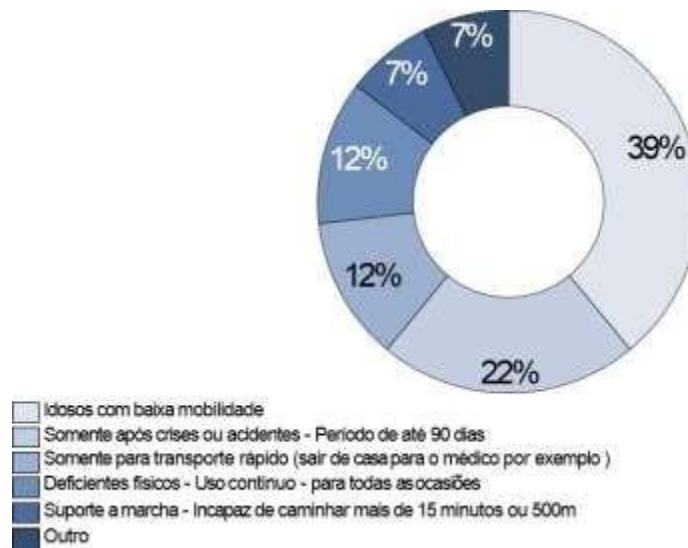


Fonte: Autores

A frequência de uso demonstra que dentre os 41 entrevistados, 39% (16 pessoas) responderam que ou são idosos com baixa mobilidade, ou cuidam de idosos. Uso contínuo e uso somente para transporte rápido apresentam 12,10% das respostas, com 5 pessoas cada (Figura 8).



Figura 8 - Frequência de uso

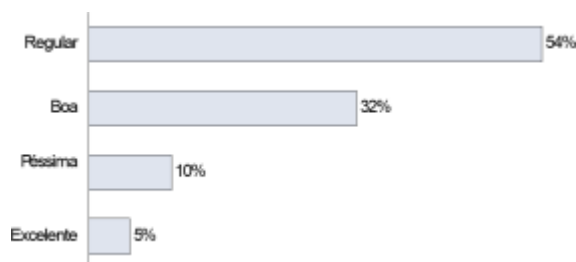


Fonte: Autores

Em termos de funcionalidade da cadeira de locomoção, a Figura 9 mostra que, somadas as categorias regular e péssima, 63,42% dos entrevistados admitem que o equipamento possui algum problema. Vale ressaltar também que menos de 5% classificam sua cadeira como excelente.

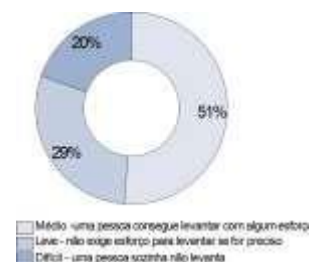
A Figura 10 mostra que peso por sua vez, não representa o principal gargalo na avaliação do equipamento, uma vez que 29,27% o consideram leve e 51,22% entendem que uma pessoa consegue levantar a cadeira de rodas com algum esforço.

Figura 9 - Funcionalidade do equipamento



Fonte: Autores

Figura 10 - Peso do equipamento



Fonte: Autores

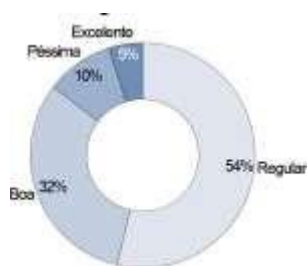
O quarto bloco objetiva entender a ergonomia do produto, visando mapear a acessibilidade e qualidade ergonômica do produto, além de entender a importância de implementação de um sistema de inclinações ideais.

A Figura 11 mostra que, somadas as classificações Regular (53,66%) e péssima (12,20%), é notável que para a maior parte da amostra, a ergonomia da cadeira de rodas



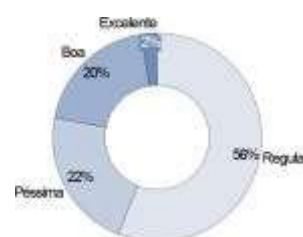
necessita de melhorias. Quando analisamos a acessibilidade dos equipamentos de suporte para o cadeirante, presentes na Figura 12, 21,95% os classificam como péssimo e 56,10% como regular, representando, portanto, um dos principais gargalos do produto e conseqüentemente, um foco de atuação deste trabalho. Para ambos os critérios, apenas 2,44% consideram a cadeira de locomoção Excelente.

Figura 11 - Ergonomia da cadeira de rodas atual



Fonte: Autores

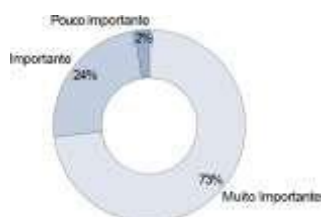
Figura 12 - Acessibilidade dos equipamentos de suporte



Fonte: Autores

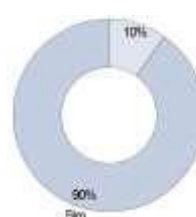
Quanto à implementação de um sistema de inclinações e a definição de posições ideais, pode – se perceber que o tema inclinação representa um grande fator de atenção e implementação de melhorias para um cadeirante. Conforme mostrado na Figura 13, Apenas 2,44% da amostra não considera importante o sistema de inclinação em uma cadeira de rodas, enquanto 73, 17% consideram o atributo muito importante. Tendo em vista a definição de posições ergonomicamente ideais, 90,24% das pessoas entrevistadas consideram importante a definição de mais de uma posição ergonomicamente ideal, entendendo que esse sistema pode trazer benefícios (Figura 14).

Figura 13 - Importância do sistema de inclinações.



Fonte: Autores

Figura 14 - Relevância de um sistema de inclinações

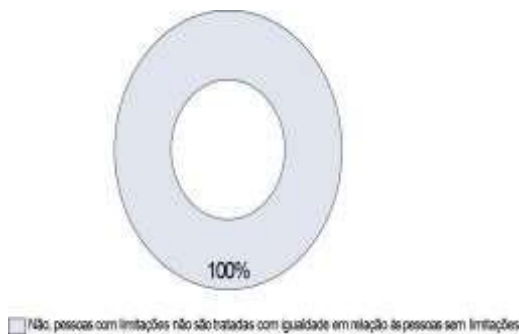


Fonte: Autores



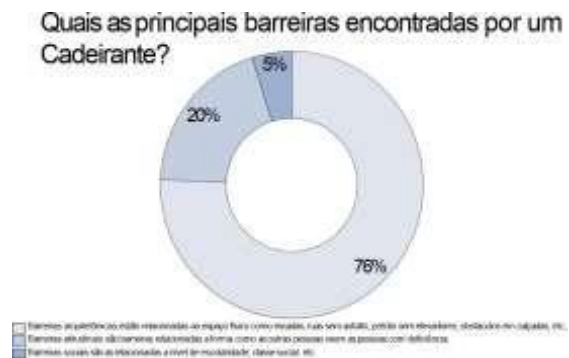
O quinto bloco de respostas busca analisar a integração social do cadeirante na sociedade. A Figura 15 mostra que 100% da amostra entende que pessoas com algum tipo de limitação não são tratadas de maneira igual a pessoas sem limitação enquanto a Figura 16 mostra que, no caso dos cadeirantes, 31 respondentes (75,61%) vê nas barreiras arquitetônicas o principal problema a ser solucionado.

Figura 15 - Tratamento dos cadeirantes



Fonte: Autores

Figura 16 - Principais barreiras encontradas



Fonte: Autores

O sexto e último bloco de respostas busca perceber quais são as melhorias mais relevantes em termos de acessibilidade e funcionalidade para que a cadeira de rodas atenda às necessidades do cadeirante e do seu respectivo cuidador. A análise das respostas da Figura 17 mostrou 16 melhorias possíveis a serem implementadas, tendo como principais destaques a definição de inclinações ideais via controle remoto, mesa multiuso, suporte dos braços dobrável ou removível, cinto de segurança e sistema anti-queda.

Figura 17 - Pesquisa Survey: Melhorias necessárias



Fonte: Autores



Após a imersão e análise realizadas através das respostas do questionário, foi verificada a ergonomia da cadeira de rodas convencional e o impacto da remoção do apoio de braços para facilitar o transporte do paciente pelo cuidador.

ANÁLISE DA CADEIRA DE RODAS CONVENCIONAL

O modelo de cadeira de rodas a seguir descrito na Figura 18 (cadeira de rodas convencional nos padrões da ABNT) foi analisado pelo software *Ergonomics* provindo do *CATIA*, utilizando a metodologia RULA como referência.

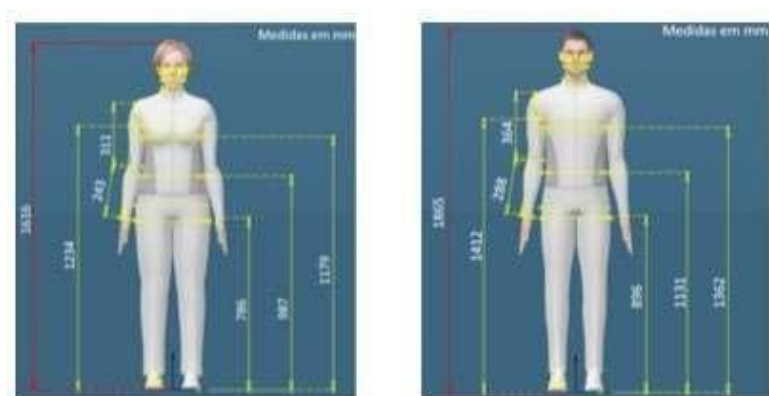
Figura 18 - Cadeira de rodas convencional



Fonte: Autores

Foram testados dois tipos de manequins para elucidar diferenças de estatura e peso entre a população em geral. Para efeito de parametrização do estudo, escolhemos um manequim de sexo feminino e outro do masculino. Suas dimensões são mostradas na Figura 19.

Figura 19 - Dimensões dos manequins



Fonte: Autores

Primeiramente foi feita a análise com o posicionamento do manequim de sexo feminino (Figura 20) no equipamento.



Figura 20 - Posicionamento do manequim

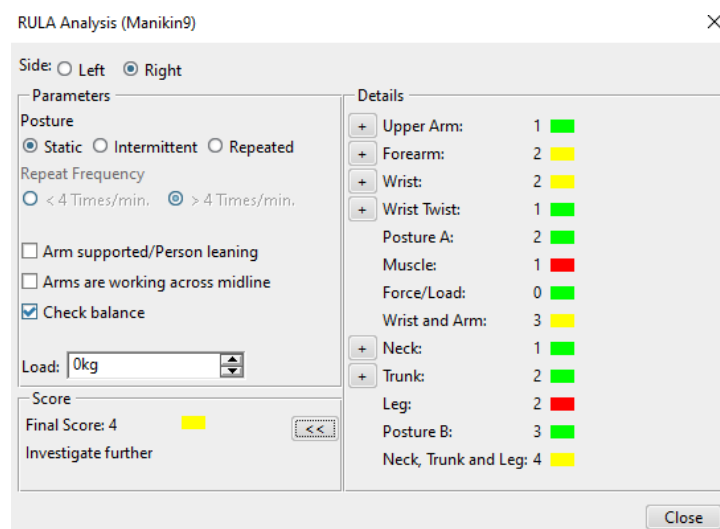


Fonte: Autores

Podemos observar que, como decorrência da sua estatura, o manequim fica impossibilitado de alocar a suas pernas e pés de maneira correta, pois não alcança os suportes destinados para os pés. Ao analisarmos a posição dos braços, é nítida a distância entre o apoio dos braços da cadeira de rodas e a alocação ideal do braço, o que acarreta também em perdas ergonômicas na postura

do manequim. Os resultados obtidos pela aplicação da metodologia RULA no manequim são apontados na Figura 21.

Figura 21 - Resultado - Metodologia RULA para a cadeira convencional



Fonte: Autores

A análise é feita sob a circunstância de que o manequim está estático na posição. As indicações que demonstram a cor verde explicitam que o posicionamento do braço superior,



torção do punho, pescoço e tronco. Os três membros analisados separadamente estão em um nível ergonomicamente aceitável segundo a metodologia RULA. Os índices em amarelo, aparentes no antebraço e punho separadamente, adjunto de todo braço combinado com o punho demonstram que, pela falta de apoio correta do manequim, acarretou pontuações 2 e 3, respectivamente. Por fim, a análise combinada das pernas, tronco e pescoço anunciam a má adaptabilidade da cadeira perante o corpo do manequim de sexo feminino, resultando em esforços desnecessários e conduzindo para que o resultado de toda análise resulte num nível 4, onde a metodologia RULA que “podem ser necessárias mudanças”.

Em seguida foi analisado a cadeira de rodas com o manequim de sexo masculino, conforme a Figura 22.

Figura 22 - Posicionamento do manequim

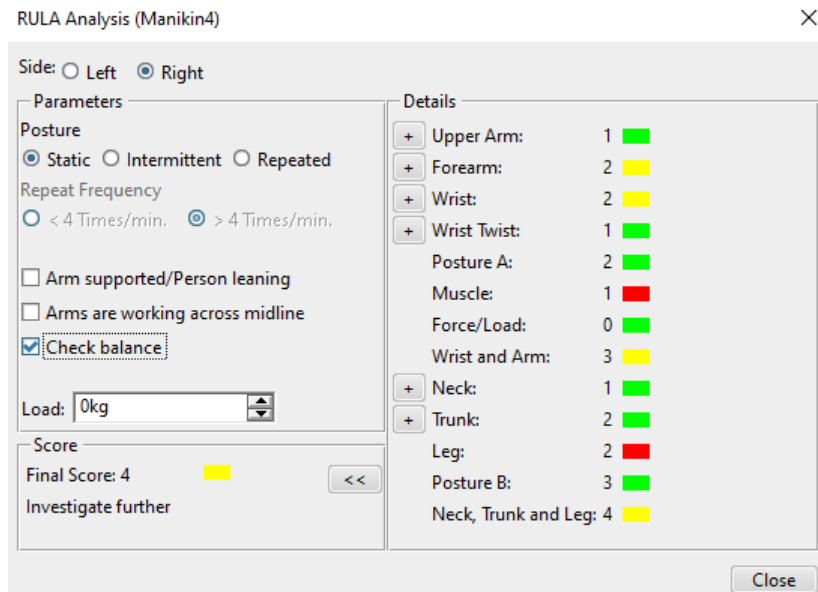


Fonte: Autores

Pode-se observar que, por sua estatura, o manequim fica impedido também de acomodar os cotovelos e toda extensão do braço (devido à falta de regulagem na altura dos apoios braços para diferentes tipos de usuários). Suas pernas se acomodam no suporte para os pés, mas somente com certa angulação das pernas, tendo como consequência postural a alocação não

ideal no apoio dos glúteos e comprimento da perna. Os resultados obtidos pela aplicação da metodologia RULA no manequim são apontados na Figura 23.

Figura 23 - Resultado - Metodologia RULA para a cadeira convencional



Fonte: Autores

Os resultados são bem próximos dos encontrados pelo manequim de diferente estatura e sexo, sendo classificados também pela metodologia RULA como grau 4, que tem como intervenção consequente a realização de observações e a possibilidade de mudanças.

REMOÇÃO DO PACIENTE PELO CUIDADOR

Com o objetivo de melhorar a ergonomia no processo de remoção do paciente pelo seu respectivo cuidador, foi sugerida a remoção do apoio de braços. Para verificar a efetividade da ação, foi aplicada a metodologia REBA, utilizando o software *ergolandia*, indicando os resultados da Figura 24 e Figura 25.

1 - Diagnóstico do cuidador numa cadeira de rodas convencional:

Figura 24 - REBA: Resultado para a cadeira de rodas com o apoio de braços



Nome do trabalhador	Cuidador (cadeira convencional)	
Empresa	IMT	
Setor	Saúde	
Função	Auxiliar o paciente	
Tarefa Executada	Transporte do paciente	
Pescoço:	Em extensão	Opcional:
Tronco:	> 60 graus	Opcional: Tronco rotacionado ou inclinado para o lado
Pernas:	Suporte nas duas pernas, andando ou sentado	Opcional: Flexão dos joelhos maior que 60 graus
Carga:	> 10 Kg	Opcional:
Punho:	Até 15 graus	Opcional:
Braço:	Entre 45 e 90 graus	Opcional:
Antebraço:	0 a 60 graus ou maior que 100 graus	Pega: Razoável
Atividade1:		Atividade2:
Atividade3:	Mudanças posturais grandes ou postura instável	Resultado: 12

Fonte: Autores

2 - Diagnóstico do cuidador numa cadeira de rodas com inclinação e com apoio de braço removível:

Figura 25 - Resultado - Metodologia REBA: Resultado sem o apoio de braços

Nome do trabalhador	Cuidador (cadeira de rodas com inclinação)	
Empresa	IMT	
Setor	Saúde	
Função	Auxiliar o paciente	
Tarefa Executada	Transporte do paciente	
Pescoço:	0 a 20 graus	Opcional:
Tronco:	0 a 20 graus	Opcional: Tronco rotacionado ou inclinado para o lado
Pernas:	Suporte nas duas pernas, andando ou sentado	Opcional: Flexão dos joelhos de 30 a 60 graus
Carga:	> 10 Kg	Opcional:
Punho:	Até 15 graus	Opcional:
Braço:	Entre 20 e 45 graus	Opcional:
Antebraço:	0 a 60 graus ou maior que 100 graus	Pega: Boa
Atividade1:	Uma ou mais partes do corpo mantidas além de 1 min.	Atividade2:
Atividade3:		Resultado: 7

Fonte: Os autores, 2019

A partir da análise da metodologia REBA, é possível observar uma melhora significativa no processo após a remoção do apoio de braços. Inicialmente o resultado indicava pontuação 12, tendo como consequência intervenção imediata e risco muito alto. Após a proposta de remoção do apoio de braço, o processo passou a ter um risco médio, ainda com necessidade de intervenção, mas em menor grau de intensidade.

DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO



Tendo em vista o benefício ergonômico decorrente da remoção do apoio de braços e as melhorias de acessibilidade e funcionalidade mapeadas a partir do questionário realizado, foi desenvolvido no software *SolidWorks* um novo produto, com o objetivo de atender todas as sugestões propostas e ter um sistema de inclinação que defina as posições ergonomicamente e fisiologicamente ideais, utilizando para a sua viabilização o sistema *de inclinação do encosto e do assento*.

O sistema projetado tem como dinâmica sistemática alterar a orientação de alguém sentado em uma cadeira de rodas, mas mantendo os ângulos do quadril, joelho e tornozelo iguais. O principal objetivo do sistema é redistribuir pressões ou cargas no corpo, particularmente nas tuberosidades e cóccix isquiáticos ou nos ossos pélvicos distais / caudais em que os cadeirantes se sentam, reduzindo conseqüentemente problemas como úlcera de pressão, trombose e outros problemas de circulação.

Alguns dos outros benefícios que o sistema fornece são: Aumentar o fluxo sanguíneo ou regular a pressão sanguínea, melhorar a alimentação, controlar a cabeça e o tronco, melhorar a respiração, posicionar corretamente para função ou facilidade de transferência, ajustar o campo de visão, ajuda para dormir e descansar, minimizar o tônus muscular.

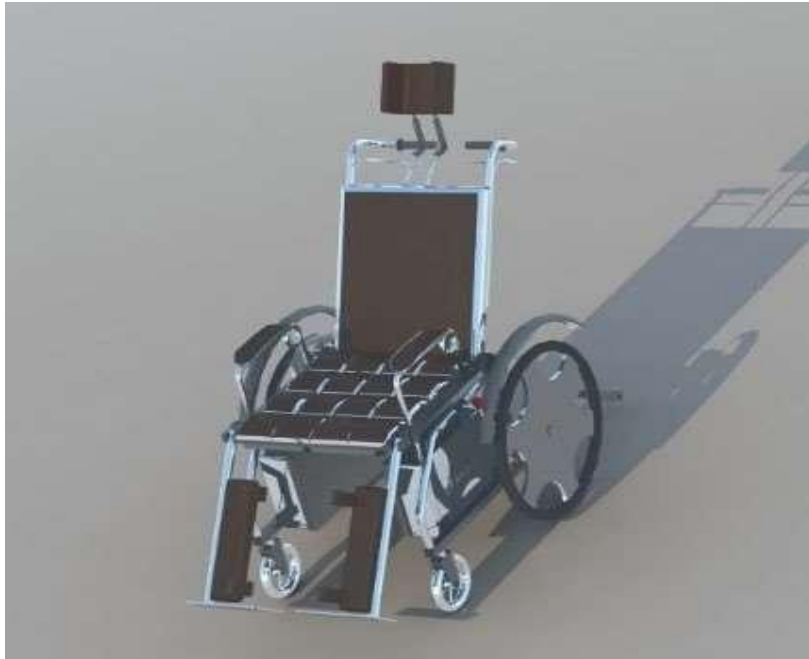
A cadeira de rodas desenvolvida visa, além de propor um sistema de inclinações ideais do assento e do encosto, atender as necessidades do paciente de acordo com o seu quadro clínico, tendo, portanto, o indivíduo tem a possibilidade de optar pelos acessórios a serem acoplados no equipamento. Para isso, o produto foi projetado seguindo o conceito de intercambialidade de peças, onde foram desenvolvidos engates rápidos intercambiáveis para que os acessórios sejam devidamente acoplados.

Sendo um projeto de produto adequado para a Engenharia de produção, desenvolvemos a partir de um dos princípios da Indústria 4.0, a modularidade. Para atender o máximo da demanda de usuários de cadeira de rodas, a cadeira foi dividida primeiramente em dois grandes blocos: bloco único (cadeira de rodas com sistema de inclinação) e o bloco de acessórios. Posteriormente, adicionando a modularidade, o projeto foi desmembrado em 3 módulos (Apoios, Saúde e Acessibilidade e Mobilidade).

A Figura 26 apresenta a cadeira com o módulo “Apoios”



Figura 26 - Modelo da Cadeira



Fonte: Autores

O módulo Apoio foi fragmentado de acordo com os membros inferiores e superiores da seguinte forma:

- Apoio dos braços (Figura 27 e Figura 28)
- Apoio das pernas (Figura 29 e Figura 30)
- Apoio dos pés (Figura 31 e Figura 32)
- Apoio de cabeça (Figura 33, Figura 34 e Figura 35)

Figura 27 – Apoio de braços com cinto



Fonte: Autores

Figura 28 - Apoio de braços



Fonte: (ORTO PONTO, [s.d.])



Figura 29 - Apoio das pernas com cinto



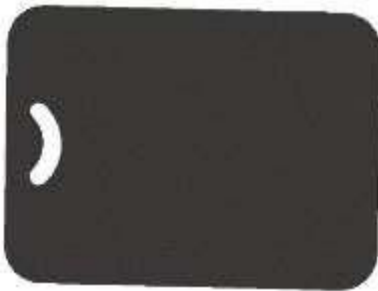
Fonte: Autores

Figura 30 – Apoio das pernas e pés



Fonte: (SOS MATERIAIS HOSPITALARES, [s.d.])

Figura 31 – Apoio dos pés



Fonte: Autores

Figura 32 - Apoio dos pés



Fonte: (SOS MATERIAIS HOSPITALARES, [s.d.])

Figura 33 – Apoio para cabeça 1



Fonte: (IMPORTS BABY, [s.d.])

Figura 34 - Apoio para cabeça 2



Fonte: (MEDICAL EXPO, [s.d.])

Figura 35 - Apoio para cabeça 3



Fonte: Autores



A Figura 36 apresenta a cadeira com o módulo “Saúde”.

Figura 36 - Cadeira de rodas: Saúde



Fonte: Autores

O módulo Saúde contempla 3 acessórios (Figura 37, Figura 38 e Figura 39):

Figura 37 - Suporte para Soro/Medicamento/Sangu e



Fonte: Autores

Figura 38 - Suporte para tanque de oxigênio



Fonte: Autores

Figura 39 - Cinto de segurança



Fonte:
(MEDICAL EXPO,
[s.d.]

A Figura 40 apresenta a cadeira com o módulo “Acessibilidade e Mobilidade”.



Figura 40 - Cadeira completa: Acessibilidade e Mobilidade



Fonte: Autores

Figura 41 - Porta
Guarda-chuvas



Fonte: Autores

Figura 42 - Rodas



Fonte: Autores

Figura 43 - Porta
copos



Fonte: Autores

Figura 44 - Mesa
multiuso



Fonte: Autores

Figura 45 - Roda
dianteira



Fonte: Autores

Figura 46 - Porta
acessórios

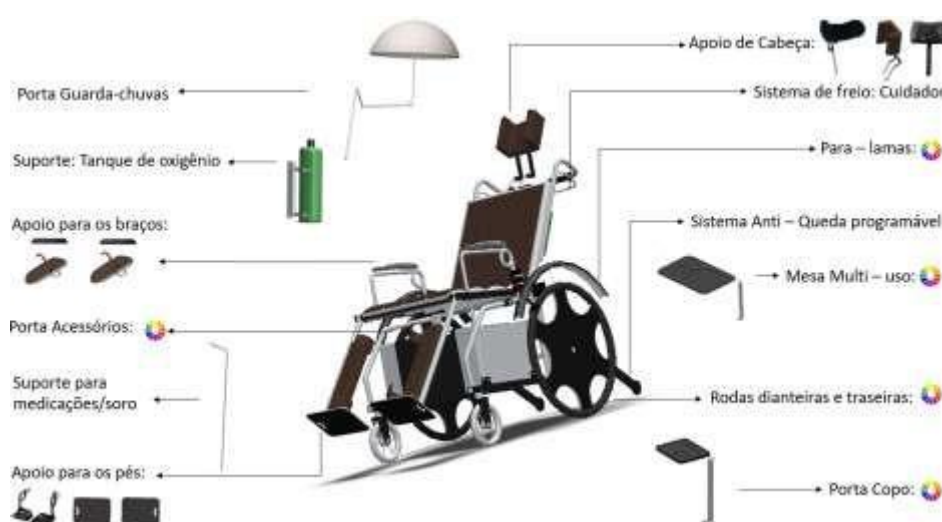


Fonte: Autores



Os acessórios de suporte foram desenvolvidos seguindo o conceito *folding de design*. Segundo Jackson (2011), o conceito *folding* remete à utilização de técnicas de dobragem em equipamentos, visando a criação de novos produtos que atendam necessidades produtivas, de transporte, de armazenamento e de utilização flexível. Assim sendo, acessórios como porta – soro, porta guarda-chuvas, mesa multiuso, porta copos e adaptador de tanque de oxigênio podem ser dobrados para facilitar a armazenagem no porta-acessório, localizado na parte interna da cadeira de rodas, que pode ser visualizada (com todos os seus componentes e acessórios) nas figuras Figura 47.

Figura 47 - Cadeira de rodas projetada.



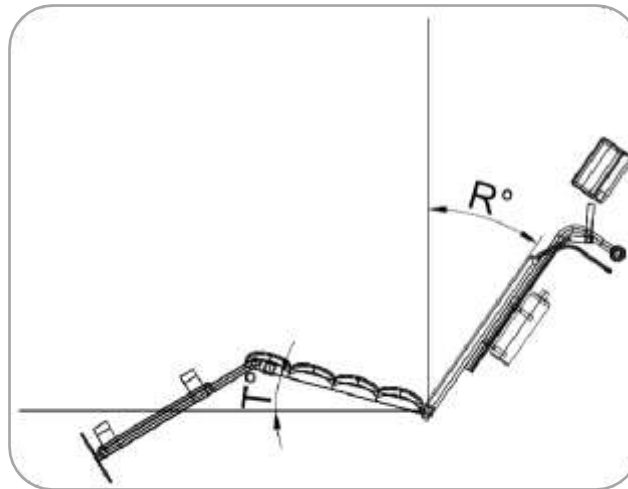
Fonte: Autores

ANÁLISE ERGONÔMICA E FISIOLÓGICA DA CADEIRA DE RODAS PROJETADA

Segundo um Estudo publicado pelo Instituto de Biomecânica de Zurich (ZEMP et al., 2019), cadeiras de rodas que incorporam funções de inclinação do assento e do encosto, denominadas como “*tilt n space*” são prescritas rotineiramente para redistribuir a pressão arterial e melhorar problemas de circulação. No estudo, cinco ângulos diferentes de inclinação do assento (5 °, 15 °, 25 °, 35 ° e 45 °), descritos como *ângulo T*, foram avaliados em combinação com três ângulos diferentes de reclinção do encosto (5 °, 15 ° e 30 °), descritos como *ângulo R*. O esboço das inclinações pode ser visto na Figura 48.



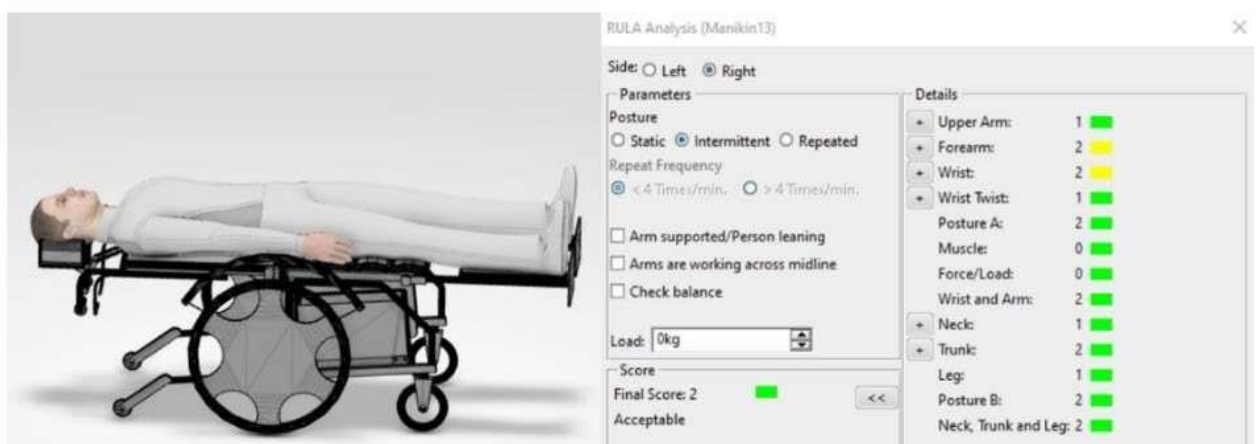
Figura 48 - Inclinações do encosto e assento.



Fonte: Autores

Embora o benefício fisiológico seja evidente para a combinação angular proposta, não foi avaliado o comportamento ergonômico do sistema. Assim sendo, além da posição sentada e deitada, a combinação de cinco ângulos diferentes dessa inclinação do assento (5° , 15° , 25° , 35° e 45°) foram avaliados em combinação com três ângulos diferentes de reclinção do encosto (5° , 15° e 30°), com o objetivo de verificar se existe melhoria ergonômica no produto projetado. A ferramenta utilizada para a análise foi o software Ergonomics, presente ambiente da Dassault Systemes, 3DEXPERIENCE.

Para que a comparação e validação da hipótese seja efetiva, foram avaliados os mesmos manequins utilizados na análise da cadeira de rodas convencional, evidenciados nas imagens a seguir. Foi aplicada a metodologia RULA e os resultados obtidos encontram-se ao lado de cada uma das posições sugeridas, conforme Figura 49 à Figura 80.

Figura 49 - Cadeira na posição 0° T e 90° R



Fonte: Autores

Figura 50 - Cadeira na posição 0° T e 90° R



Fonte: Autores

Figura 51 - Cadeira na posição 5° T e 10° R



Fonte: Autores

Figura 52 - Cadeira na posição 5° T e 10° R



Fonte: Autores



Figura 53- Cadeira na posição 5° T e 20° R



Fonte: Autores

Figura 54 - Cadeira na posição 5° T e 20° R



Fonte: Autores

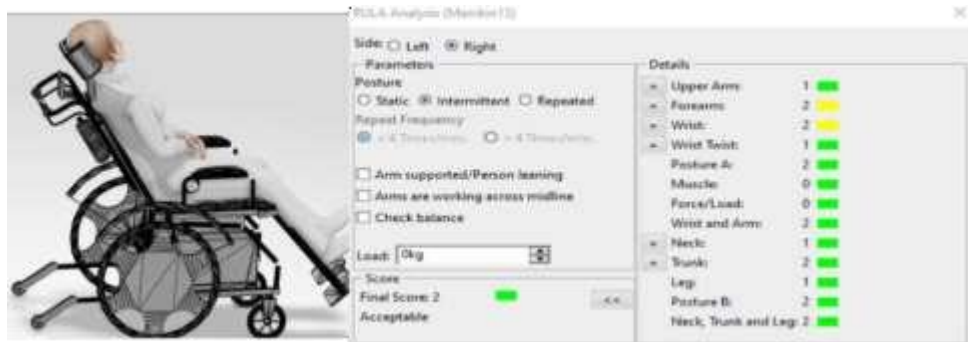
Figura 55 - Cadeira na posição 5° T e 30° R



Fonte: Autores



Figura 56 - Cadeira na posição 5° T e 30° R



Fonte: Autores

Figura 57 - Cadeira na posição 15° T e 20° R



Fonte: Autores

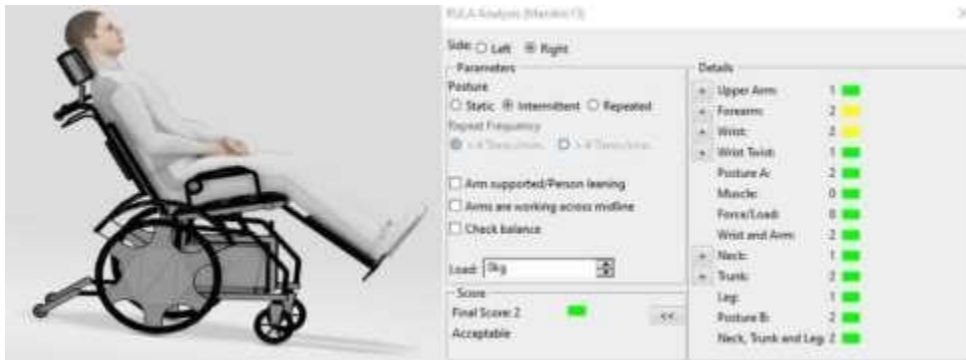
Figura 58 - Cadeira na posição 15° T e 20° R



Fonte: Autores



Figura 59 - Cadeira na posição 15° T e 30° R



Fonte: Autores

Figura 60 - Cadeira na posição 15° T e 30° R



Fonte: Autores

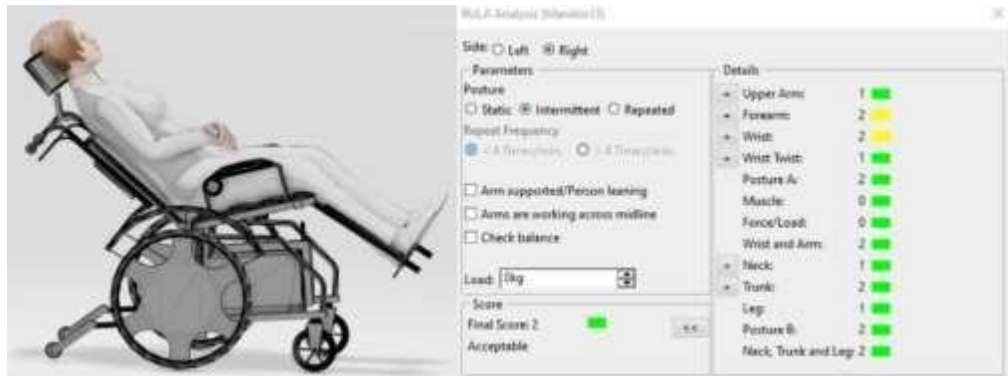
Figura 61 - Cadeira na posição 15° T e 45° R



Fonte: Autores



Figura 62 - Cadeira na posição 15° T e 45° R



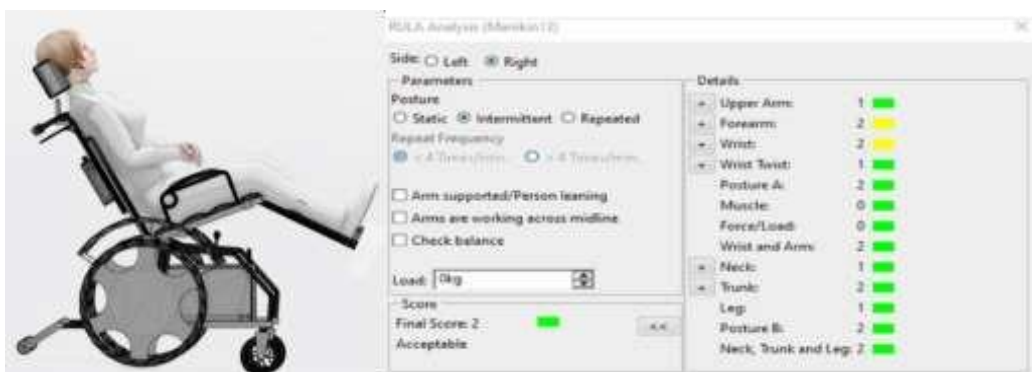
Fonte: Autores

Figura 63 - Cadeira na posição 25° T e 30° R



Fonte: Autores

Figura 64 - Cadeira na posição 25° T e 30° R



Fonte: Autores



Figura 65 - Cadeira na posição 25° T e 40° R



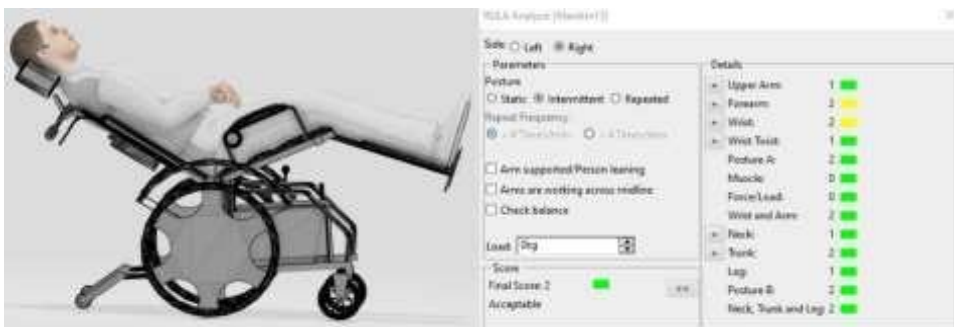
Fonte: Autores

Figura 66 - Cadeira na posição 25° T e 40° R



Fonte: Autores

Figura 67 - Cadeira na posição 25° T e 55° R



Fonte: Autores

Figura 68 - Cadeira na posição 25° T e 55° R



Fonte: Autores

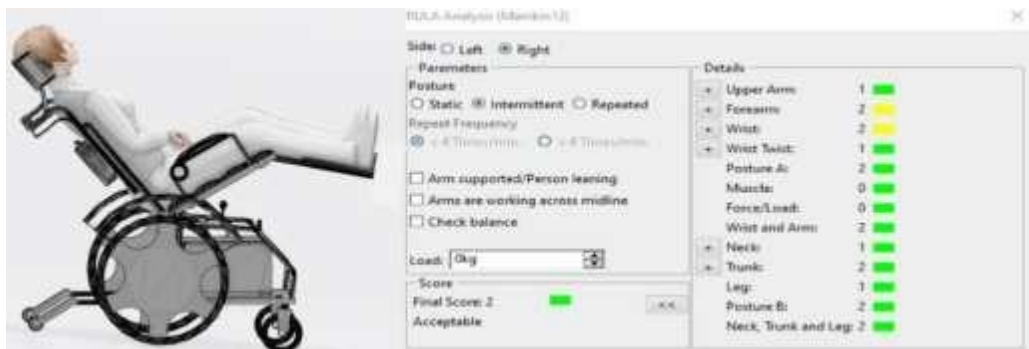


Figura 69 - Cadeira na posição 35° T e 40° R



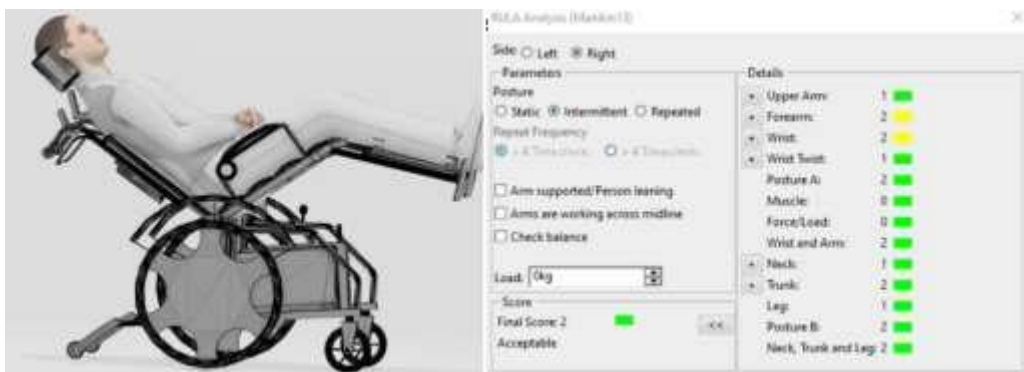
Fonte: Autores

Figura 70 - Cadeira na posição 35° T e 40° R



Fonte: Autores

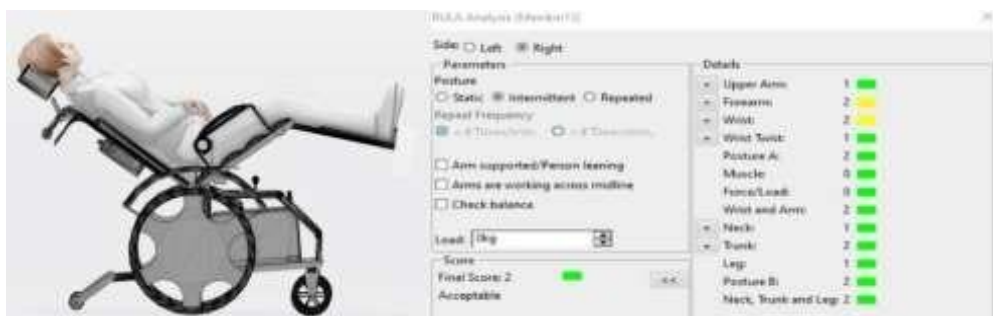
Figura 71 - Cadeira na posição 35° T e 50° R



Fonte: Autores



Figura 72 - Cadeira na posição 35° T e 50° R



Fonte: Autores

Figura 73 - Cadeira na posição 35° T e 65° R



Fonte: Autores

Figura 74 - Cadeira na posição 35° T e 65° R



Fonte: Autores



Figura 75 - Cadeira na posição 45° T e 50° R



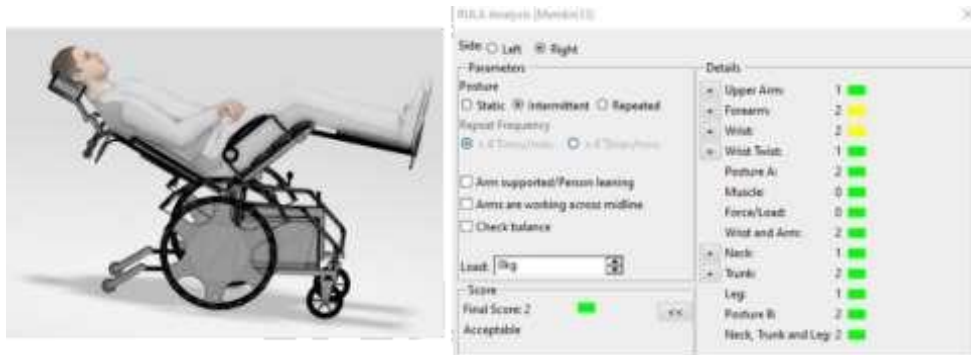
Fonte: Autores

Figura 76 - Cadeira na posição 45° T e 50° R



Fonte: Autores

Figura 77 - Cadeira na posição 45° T e 60° R



Fonte: Autores

Figura 78 - Cadeira na posição 45° T e 60° R





Fonte: Autores

Figura 79 - Cadeira na posição 45° T e 75° R



Fonte: Autores

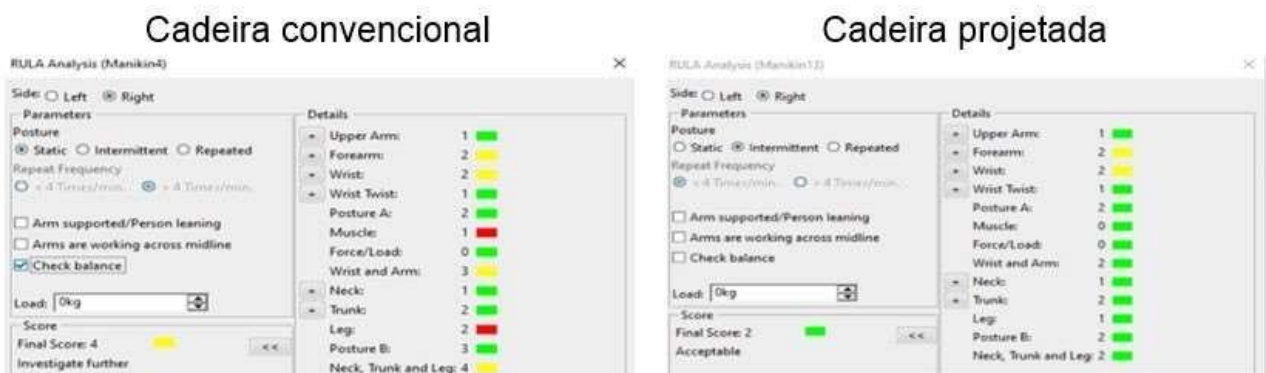
Figura 80 - Cadeira na posição 45° T e 75° R



Fonte: Autores

A partir da análise ergonômica pode – se observar que, para todas as combinações de ângulos do assento e do encosto sugeridas, bem como para a posição sentada e deitada houve um benefício ergonômico uma vez que, através da metodologia RULA, o nível de intervenção passou a ser classificado como grau 2, sendo esse descrito como “Postura Aceitável”.

A Figura 81 mostra a comparação entre a cadeira de rodas convencional e a cadeira de rodas projetada. Figura 81 - Comparação de resultados: Cadeira convencional x Cadeira projetada



Fonte: Autores



A maior diferença ocorre na atividade muscular pois, devido a intermitência na atividade, o impacto sobre os músculos do corpo é menor, pois são possíveis alterações nas inclinações ao longo do dia e, como consequência, a pontuação passa de 1 na cadeira convencional para 0 na cadeira de rodas projetada.

O posicionamento das pernas também obteve ganho significativo. A metodologia RULA classifica como pontuação 2 a ausência de apoio para as pernas e como pontuação 1 a presença do apoio e, a possibilidade de ajuste de apoio das pernas e pés de acordo com o tamanho do paciente proporcionou o encosto suficiente para a pontuação 1.

Com isso, o benefício ergonômico foi evidenciado por meio da alteração do grau de risco postural de grau 4 (Podem ser necessárias mudanças) para grau 2 (Postura aceitável).

4. CONCLUSÕES

Considerando que o objetivo do trabalho foi de propor uma intervenção e realizar uma análise ergonômica em uma Cadeira de Rodas com sistema de inclinação, pode se concluir que, de acordo com a metodologia RULA, a cadeira de rodas convencional demonstra problemas ergonômicos que podem resultar em transtornos, sobretudo na região dos braços e pernas, além de dificuldades musculares decorrentes da permanência excessiva na posição sentada.

Além disso, o processo de remoção do paciente pelo cuidador apresenta risco elevado. Como primeira solução, foi analisado o impacto de tornar o apoio dos braços da cadeira removível, com o objetivo de auxiliar a remoção do paciente pelo cuidador. A aplicação da metodologia REBA mostrou um benefício ergonômico, uma vez que a classificação de risco após tornar o apoio de braços removível foi alterada de “Risco muito Alto” para “Risco Médio”.

Após a constatação do aumento da deficiência no Brasil e da imersão e ideação realizadas após as entrevistas com o público-alvo, foi desenvolvido um produto que atenda às necessidades do cadeirante e do seu respectivo cuidador.

A análise da cadeira de rodas projetada mostra benefícios fisiológicos, tendo em vista que, quando comparada à postura de referência na posição vertical (sentado), todas as posições, exceto 15 ° encosto / 5 ° reclinção, resultam em uma diminuição significativa de pressão e melhoria da circulação, diminuindo problemas de saúde oriundos da permanência na posição sentada.

Com relação à ergonomia, a comparação de todas as combinações angulares sugeridas, bem como a postura de referência (sentada) e deitada mostraram, segundo a metodologia



RULA, alteração do grau de intervenção de “Podem ser necessárias mudanças” para “Postura aceitável”, evidenciando o benefício ergonômico da cadeira de rodas projetada.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. et al. Introdução à Ergonomia: da Prática à Teoria. [s.l.] Blucher, 2009.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 17, de 08 de junho, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2017
- COUTO, H. D. A. ERGONOMIA APLICADA AO TRABALHO : O MANUAL TÉCNICO DA MÁQUINA HUMANA. Belo Horizonte: ERGO, 1996. IBGE. Censo Demográfico. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- IBGE EDUCA. Pessoas com deficiência. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: 1980, 2005.
- IIDA, I.; BUARQUE, L. Ergonomia: Projetos e Produção. São Pau: Blucher, 2016.
- IMPORTS BABY. Karman Universal dobrável apoio para a cabeça para cadeira de rodas Tam Grande. Disponível em: <<https://importsbaby.com/produto/Karman-Universal-dobr%E1vel-apoio-para-a-cabe%E7a-para-cadeira-de-rodas-Tam-Grande.html>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- JACKSON, P. Folding techniques for designers: from sheet to form. [s.l.] Laurence King, 2011.
- MEDICAL EXPO. Apoio de cabeça - JCM Seating - para cadeira de rodas. Disponível em: <<https://www.medicalexpo.com/pt/prod/jcm-seating/product-84401-639043.html>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- ORTO PONTO. Espuma do apoio de braço SY para cadeiras Ortobras - Ortoponto. Disponível em: <<https://www.ortoponto.com.br/produto/espuma-do-apoio-de-braco-sy-para-cadeiras-ortobras-1543>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- SOS MATERIAIS HOSPITALARES. Apoio completo de panturrilha. Disponível em: <<http://www.sosmateriaishospitalares.com.br/2018/02/apoio-completo-de-panturrilha.html>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- ZEMP, R. et al. Wheelchair Tilt-in-Space and Recline Functions: Influence on Sitting Interface Pressure and Ischial Blood Flow in an Elderly Population. BioMed Research International, v. 2019, 2019.