

*Avaliação ergonômica do desconforto
muscular causado pelo uso de cadeira de
rodas*

**Ergonomic evaluation of muscular discomfort caused by
the use of wheelchair**

Ivan Luiz de Medeiros¹

Bruna Brogin²

Eugenio Andrés Dias Merino³

Gilson Braviano⁴

Vilson Batista⁵

ISSN: 2316.7963

Resumo

Subir rampas é uma atividade difícil para muitos usuários contínuos de cadeira de rodas, sendo a avaliação do desconforto nesta situação o objetivo deste artigo. Para tanto foram utilizados alguns instrumentos: Máquina de Termografia Digital, Mapa de Desconforto Muscular e Frequência Cardíaca. Após a subida da rampa verificou-se que o desconforto do cadeirante concentra-se nos músculos dos ombros, antebraços, cotovelos e mãos. O uso da cadeira de rodas em situação real apontou a dificuldade de subir rampas com cadeira de propulsão manual, ainda mais em se tratando de rampas com inclinação superior a permitida por lei. Verificaram-se problemas relacionados à roda e ao freio das cadeiras analisadas.

Palavras-chave: Desconforto muscular; cadeira de rodas; termografia digital.

Abstract

To climb ramps is a difficult activity for many continuous wheelchair users, being the evaluation of the discomfort in this situation the purpose of this article. For this were used some instruments: Digital Thermography Machine, Muscular Discomfort Map and Heart Rate. After a manual rising ramp has been found that the discomfort of wheelchair used focuses on the muscles of the shoulders, forearms, elbows, and hands. The use of the wheelchair in real situation pointed out the difficulty of climbing ramps with manual propulsion wheelchair, even when dealing with ramps with inclination exceeding the permitted by law. There were problems related to the wheel and the brake in the analyzed wheelchairs.

Key-words: Muscle discomfort; wheelchair; digital thermography.

1 Ivan Luiz de Medeiros
Doutor em design Universidade Federal de Santa Catarina, SC – Brasil
ivan.medeiros75@gmail.com

2 Bruna Brogin
Mestranda de Gestão do Design na Universidade Federal de Santa Catarina
UFSC - Brasil
brunabroggin@hotmail.com

3 Eugenio Andrés Dias Merino
Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Professor associado IV da Universidade Federal de Santa Catarina UFSC SC – Brasil eugenio.merino@ufsc.br

4 Gilson Braviano
Doutor em Matemática Aplicada pela Université Joseph Fourier (Grenoble-França), Professor do Departamento de Expressão Gráfica da UFSC, atuando no Mestrado e Doutorado em Design Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, SC – Brasil
gilson@cce.ufsc.br

5 Vilson Batista
Doutor em Engenharia, Professor Convidado da Universidade do Rio Grande do Sul UFRGS, RS – Brasil
Vbatista19@gmail.com

Introdução

Segundo Cook e Hussey (2008) a tecnologia utilizada para melhorar a autonomia e a qualidade de vida das pessoas com deficiência é chamada de Tecnologia Assistiva (TA), um exemplo dessa tecnologia são as cadeiras de rodas. Askari et al., (2013) afirmam que as cadeiras de rodas de propulsão manual proporcionam independência e mobilidade para os seus usuários, no entanto são causadoras de inúmeros problemas nos membros superiores devido ao uso excessivo dessa musculatura. Colaborando, Samuelsson (2009) afirma que a cadeira de rodas pode ser geral ou específica, prescrita para cada usuário a partir de exames e acompanhamento médico. Possui diversos elementos e acessórios que conferem maior ou menor conforto ao usuário, como ajuste de assento, encosto, entre outros. Samuelsson (2009) afirma que usuários de cadeira de rodas sofrem de dores nas costas, pescoço, realizam movimentos de forma restrita, e podem adquirir úlceras de pressão. Estes são alguns problemas e desconfortos associados ao fato de estarem sentado por longos períodos.

Para melhor compreender a relação homem-máquina a *International Ergonomics Association* (2000) defini a ergonomia como uma disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, compreende aspectos da antropometria, ou seja, das medidas do corpo humano, e da biomecânica, os estudos dos movimentos do corpo com o objetivo de melhorar o rendimento e reduzir a sobrecarga.

Segundo a ISO 9241-11 (1998) a usabilidade esta diretamente relacionada com a efetividade, eficiência e satisfação dos usuários em relação com os produtos. Essa abordagem pode ser traduzida, respectivamente, para alcance dos objetivos propostos, realização dos objetivos com destreza, e conforto. Jordan (1998) coloca que usabilidade é um conceito que diz respeito a grau de facilidade de uso de um produto, é um fator que depende do usuário, e por isso é intrinsecamente relacionado à interação entre um usuário, um produto e uma tarefa a ser realizada; por isso é dada relevância as características do usuário e do contexto de uso. Tanto a ergonomia como a usabilidade possuem foco no ser humano, e levam em conta a tecnologia e o ambiente, sendo este conjunto o contexto de uso, que pode ser visto na figura 1.



Figura 1: Contexto da Pessoa com deficiência.

Fonte: Adaptado de Cook e Hussey (2008, p.36).

A atenção ao contexto é necessária para garantir o estabelecimento individual e social das pessoas com deficiência como cidadãos, e assim garantir a Inclusão Social; esta é definida como:

A inclusão é um processo muito mais amplo que diz respeito à mudança de olhar sobre o mundo, sobre as relações, sobre os direitos; a inclusão diz respeito à percepção interna de cada indivíduo. A diversidade passa a ser vista como valor. A sociedade se modifica e a pessoa com deficiência também, para que todas possam viver em condições de equiparação de oportunidades. (CAMBIACHI; YOUSSEF 2007, p. 34)

Neste sentido percebe-se que Inclusão Social é possibilitar que todos possam desfrutar das mesmas oportunidades. Seu conceito é diferente de integração onde se incorpora um indivíduo externo a uma sociedade e é responsabilidade deste adaptar-se. Na inclusão ambos os lados se adaptam para proporcionar condições de que o sujeito com deficiência possa conviver na sociedade onde esta inserido. Este conceito estimula a acessibilidade física aos locais, e produtos que atendam com maestria seus usuários; questões estas que motivam este estudo.

Como é o meio que por vezes promove ou reprime a inclusão do sujeito com deficiência Alonso et al., (2013) realizaram pesquisas que mostram que muitos ambientes, áreas de circulação e acessos não são acessíveis ou são parcialmente adaptadas às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, não apresentando adequação às normas e leis vigentes.

Os conceitos de Design Universal e Inclusivo também permeiam esta pesquisa. O primeiro é abordado segundo Story, Muller e Face (1998, pg.2) que colocam que "O Design universal pode ser definida como o design de produtos e ambientes para ser usado na maior medida possível, por pessoas de todas as idades e habilidades" [tradução dos autores].

A partir deste conceito o Centro de Design Universal da Universidade da Carolina do Norte definiu 7 princípios que devem reger a produção de produtos e ambientes, são eles: igualitário, adaptável, óbvio, conhecido, seguro, sem esforço e abrangente.

O Design Inclusivo, segundo o *Norwegian Design Council* (2010) baseia-se em um projeto centrado em usuários líderes, que graças a sua diversidade representam um segmento de pessoas: são grávidas, pessoas com deficiência, crianças, pessoas que portam objetos, idosos, obesos, entre outros. Esta abordagem acredita que projetando para os extremos as soluções propostas são mais abrangentes, atendem a diversidade das pessoas, e estão focadas no ser humano.

A problemática desta pesquisa baseia-se nas colocações de Maeda et al., (2003), que concordam que a cadeira de rodas é a extensão do corpo de seu usuário, porém sua eficiência, eficácia e satisfação muitas vezes deixam a desejar, causando desconforto. Sendo assim, esta pesquisa consiste em avaliar o desconforto muscular de cadeirantes de uso contínuo em uma atividade de ascensão de rampa. Os objetivos específicos são: (1) Identificar as variáveis relacionadas aos aspectos físicos dos cadeirantes; (2) Analisar o uso da cadeira de rodas e situação real; (3) Identificar as fragilidades do uso da cadeira de rodas movida a propulsão manual no teste proposto.

A delimitação da pesquisa se concentra na avaliação das relações de usabilidade e ergonomia no uso de cadeiras de rodas de uso contínuo por sujeitos (usuários permanentes) em atividade de ascensão em rampa. Os sujeitos avaliados foram escolhidos pela sua disponibilidade em realizar o teste proposto, sendo determinado pelos pesquisadores que deveriam ser todos do mesmo gênero, sendo assim, 3 homens.

Procedimentos Metodológicos

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA

Segundo Silva e Menezes (2005) esta pesquisa possui natureza aplicada, pois tem por objetivo aplicar um teste de avaliação do desconforto de cadeirantes em um percurso estipulado, visando o levantamento de dados a respeito do conforto. A forma de abordagem é qualitativa na avaliação dos Mapas de Desconforto Muscular, porém, é quantitativa na medida em que avalia as fotos digitais termográficas e a frequência cardíaca.

Quanto aos objetivos, são exploratórios. Desenvolveram-se por meio de levantamentos bibliográficos, onde se visou proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito, e a confirmar a hipótese de desgaste muscular e térmico em atividade de ascensão de rampa com uso de cadeira de rodas. Para a realização desta pesquisa envolveram-se pessoas em situação de experiências práticas com o problema pesquisado.

Quanto aos procedimentos técnicos, estes são Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Experimental e Levantamento. Ainda segundo Silva e Menezes (2005), isto se dá, pois para iniciar o trabalho foi realizada a pesquisa bibliográfica a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros e artigos de periódicos. A pesquisa experimental se deu por meio da determinação do objeto de estudo, variáveis capazes de influenciá-lo, formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. O levantamento deu-se por meio de interrogação direta das pessoas cujo comportamento deseja-se conhecer, de questionários de identificação, fotos digitais termográficas, medições de Frequência Cardíacas, aferição do período de tempo no percurso do teste, aplicação de Mapa de Desconforto Muscular.

ETAPAS

O estudo iniciou-se com a revisão da literatura para o tema proposto, verificando inicialmente quais os músculos mais empregados pelos cadeirantes nas atividades com a cadeira de rodas (1). Seguiu-se com a avaliação das possíveis ferramentas a serem utilizadas na pesquisa (2). Estabeleceu-se um percurso com rampa, três participantes cadeirantes e um dia para realização (3). O experimento foi realizado com a aplicação das ferramentas, seguindo de posterior análise dos dados coletados, discussão de relações entre as variáveis, escrita e conclusão desta pesquisa (4).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa e análise do conforto dos usuários contínuos de cadeira de rodas estabeleceu-se um percurso em active (rampa de acesso), um Monitor de Frequência Cardíaca, o Mapa de Desconforto Muscular (diagrama de Corlett e

Manenica, 1980) uma Máquina de Termografia Digital, máquina fotográfica e cronômetro. Um diagrama explicativo dos materiais e métodos pode ser visto na figura 2.

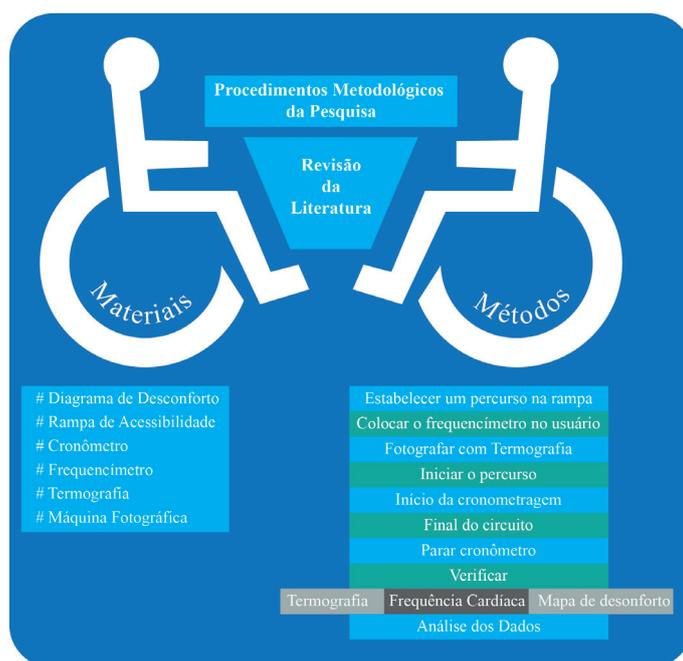


Figura 2: Diagrama de procedimentos metodológicos.

Realizou-se uma avaliação da diferença da temperatura da superfície corporal dos cadeirantes antes e após realização do circuito planejado, por meio de fotografia termográfica. A análise se deu com o comparativo das variáveis subjetivas encontradas nas respostas do Mapa de Desconforto Muscular, com relação aos valores numéricos de tempo de percurso, Frequência Cardíaca e Termografia Digital. Os sujeitos foram informados a respeito dos objetivos da pesquisa, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e preencheram uma ficha cadastral.

Pesquisa

DESCONFORTO EM CADEIRANTES

Figueiredo (2011), avaliou em qual das quatro inclinações de rampa (0°, 3°, 6° e 9°) existe maior atividade muscular. Os músculos analisados foram Bíceps direito e esquerdo e Deltóide anterior direito e esquerdo. Os resultados mostraram que os músculos estudados têm diferentes predominâncias nas quatro inclinações das rampas, e que o tempo de subida das rampas aumenta quando a inclinação também aumenta, diminuindo aí a velocidade média dos oito indivíduos avaliados.

Uzun et al., (2012), investigou a resistência muscular e fadiga em atletas de basquetebol de cadeira de rodas com danos na coluna vertebral. Verificou-se que a utilização da cadeira de rodas inclui propulsão com os membros superiores, movimentos para iniciar o movimento, parar e mudanças de direção. Essa atividade de ação repetitiva dos braços exige um equilíbrio entre força muscular e resistência. O paraplégico que possui menos controle do tronco pode necessitar de um maior esforço dos membros superiores.

Maeda et al.,(2003) objetiva esclarecer a relação entre as queixas de dores e desconforto de usuários de cadeiras de rodas e a vibração destas. Observou-se que a vibração da cadeira de rodas afeta o conforto psicológico, inclusive por diferentes superfícies, os usuários de cadeira de rodas sentem a vibração durante o uso de cadeira de rodas em locais no pescoço, costas e nádegas, a vibração vertical foi a mais perceptível.

Pedraz (2012), apresenta um estudo que objetivou avaliar atletas jogadores de basquete em cadeira de rodas, e pessoas sedentárias que também a usam, e comparar entre eles fatores como a força ou a flexibilidade do ombro. Concluíram que a flexibilidade do ombro é o que mais influi e deve ser considerado na reabilitação no sentido de trabalha-la mais que a força, e a partir dos estudos obtiveram clareza de quais os músculos que mais necessitam de reabilitação.

FERRAMENTAS EMPREGADAS

Quanto às ferramentas utilizadas nas pesquisas acima citadas, estão dispostas na tabela 1, as em destaque (vermelho) foram às escolhidas para avaliação proposta nesta pesquisa.

Ferramentas Qualitativas	Ferramentas Quantitativas
Questionários de conforto, fadiga e dor	Medição de tempo
Mapa de Desconforto Muscular	Medição de vibração na cadeira de rodas
Escalas de percepção de fadiga	Frequência Cardíaca
	Velocidade média
	Eletromiografia
	Dinamômetro
	Termografia Digital

Tabela 1: Ferramentas utilizadas nos artigos analisados.

Stanton et al.,(2004) afirma que medidas de auto-relato de desconforto músculo-esquelético são amplamente utilizadas e geralmente aceitas como um indicador de fator de risco para distúrbios osteomusculares em investigação epidemiológica. Essas Medidas de Desconforto também são comumente usados para avaliar as intervenções ergonômicas, ou como ferramenta de triagem no contexto de risco para detectar exposições a estresses físicos no local da atividade. Segundo Brioschi, Abramavicus e Correa (2005) a Termografia é um procedimento seguro, não-invasivo e não envolve radiação ionizante, é útil na documentação de lesões de nervos periféricos e tecidos moles, como de estiramentos musculares e de ligamentos, inflamação, espasmos musculares e miosites. O mesmo autor conclui que o uso da imagem infravermelha é de grande valor para o estudo da dor. Conforme Boucsein e Backs (2000) apud Stanton et al.,(2004) a Termografia caracteriza-se como um método de investigação ergonômica usada para a determinação de carga de trabalho. Devido a estas colocações se escolheu a termografia digital como umas das ferramentas a serem empregadas nesta pesquisa.

Ainda, segundo Iida (2005), Guimarães (2006) e Stanton et al.,(2004) pode-se citar a popular obra de Corlett e Bishop (1976), que possui as formas mais conhecidas

de pesquisas de desconforto músculo-esqueléticas e emprego dos Mapas de Desconforto Muscular, juntamente com escalas de avaliação para avaliar atributos de desconforto em várias regiões do corpo.

Segundo Stanton et al.,(2004), como a fadiga ou esforço, o desconforto é uma construção psicológica. Como tal, a validade de uma medida de desconforto pode ser avaliada por julgar a adequação dos itens que compõem a medida (validação de conteúdo) e examinando sua associação com outras medidas que deveriam, em teoria, estar relacionados ao desconforto (construção de validação), por isso foram empregadas a medição cardíaca e a de tempo.

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Após a revisão bibliográfica de estudos já realizados com cadeirantes, e das ferramentas utilizadas por estes trabalhos, realizou-se uma experiência para avaliar o desconforto muscular de alguns cadeirantes. As variáveis escolhidas foram o tempo em um percurso determinado, a frequência cardíaca antes e após o percurso, a termografia dos músculos superiores dos cadeirantes. Os principais músculos avaliados foram: deltoides, bíceps braquiais, grande peitoral, supinadores longos, palmares maiores e radiais; que correspondem aos músculos dos ombros, braços e peitoral. Tais músculos foram citados nas pesquisas encontradas como aqueles onde se concentra o desconforto dos cadeirantes. O experimento consistia em alguns procedimentos que estão descritos na tabela 2.

Procedimento:	Finalidade:
Repouso de aproximadamente 15 minutos.	Garantir que o participante encontra-se em situação de repouso sem alteração da temperatura muscular.
Informar os procedimentos do experimento.	Dar ciência do que se esta realizando com os participantes.
Foto termográfica.	Aferir a temperatura dos músculos frontais do participante.
Preenchimento do cadastro.	Obter os dados necessários para a pesquisa, de cada participante.
Colocação do medidor de frequência cardíaca e aferição dos batimentos.	Obter o número de batimentos cardíacos anterior ao experimento.
Início da medição de tempo no cronômetro.	Iniciar a medição do tempo gasto para realizar o percurso.
Realização do percurso.	A fim de poder medir o conforto anterior e posterior ao percurso.
Parada da medição de tempo no cronômetro.	Aferição do tempo gasto no percurso.
Controle da frequência cardíaca.	Aferição dos batimentos cardíacos após a realização do experimento.
Fotografia termográfica.	Aferir a temperatura dos músculos frontais do participante após a realização do experimento.
Aplicação do Mapa de Desconf. Muscular.	Obter a opinião do participante sobre o desconforto após a realização do experimento.

Tabela 2: Procedimentos e suas finalidades detalhamento dos procedimentos de coleta.

A rampa é objeto de estudo visto que é a superfície sobre a qual o cadeirante realiza sua trajetória. Segundo Brasil (2004) a NBR 9050 regulamenta a acessibilidade a rampas, visando proporcionar à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura, limitação de mobilidade ou percepção, a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário e equipamentos urbanos. Esta NBR indica que a inclinação das rampas deve ser calculada segundo a se-

guinte equação para o calculo da inclinação (1) onde o ângulo de inclinação é obtido com o valor da altura vezes 100 dividido pelo comprimento:

$$i = h \times 100 / C \quad (1)$$

As rampas devem ter uma inclinação entre 6,25% e 8,33% relativa ao comprimento, e devem ser previstas áreas de descanso nos patamares, a cada 50 m de percurso. As imagens que seguem exemplificam o percurso de rampa onde foi realizado o experimento (figura 3 e 4).

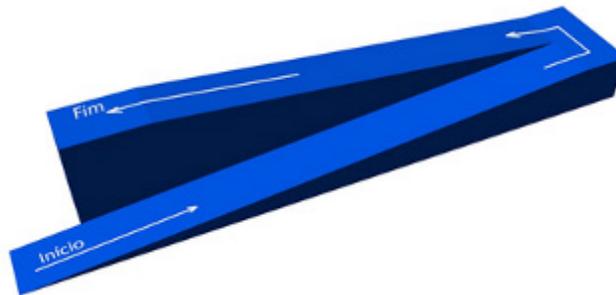


Figura 3: Percurso proposto na rampa

Ela possui dois níveis, o primeiro saindo do solo, com 25,3 metros de comprimento e o segundo após o primeiro, com 19 metros de comprimento e 2,5m de largura.

Segundo as medidas tiradas pelos autores com uma trena, a rampa utilizada para o teste no primeiro active não se encontra com uma inclinação adequada, pois a mesma deveria ter no máximo, segundo as diretrizes da norma NBR 9050 (BRASIL, 2004), 4,7°, e a segunda parte da rampa deveria ter no seu valor máximo 4,8°. A figura 4 demonstra ainda os valores existentes na construção, os quais superam os valores máximos recomendados. Mesmo depois de identificada a discrepância entre a norma e as medidas existentes foi realizado o experimento com cadeirantes, devido ao fato da rampa ser um acesso no qual o usuário de cadeiras de rodas se depararia em seu cotidiano ao percorrer o local público onde ela esta localizada.

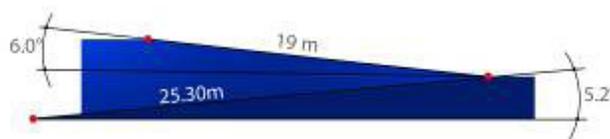


Figura 4: Diferença entre a angulação recomendada e a aferida na rampa do experimento.

Para realização do experimento alguns materiais foram necessários para: aferir a temperatura do local de realização do percurso, a frequência cardíaca, a temperatura da superfície corporal, o tempo de percurso, o desconforto na musculatura e as medidas da rampa. Os materiais utilizados estão identificados na tabela 3.

Variáveis:	Material utilizado para aferição:
Temperatura ambiente: 22°C	Consulta no site: http://www.climatepo.com.br/
Frequência cardíaca	Timex Digital Transmission – Heart Rate Monitor (bpm)
Foto termográfica	Marca Flir – Modelo E - 40
Cronômetro	Aplicativo do celular Nokia 303.
Mapa de Desconforto Muscular	Questionário Nórdico de [13]
Medidas da rampa	Trena 5 metros – marca 3M

Tabela 3: Variáveis e materiais utilizados para aferição.

Para obter as relações entre variáveis apresenta-se a tabela 4, ela indica um número para cada participante, a idade de cada um, o gênero, o peso em (Kg) de cada indivíduo, o tipo de paralisia que o sujeito possui, a medida da frequência cardíaca anterior e posterior ao percurso estabelecido em teste, o tempo para realização do percurso, e o número de vezes que realiza atividades físicas durante a semana.

Identificação	1	2	3
Idade	50	54	22
Peso (Kg)	93	90	80
Tempo na CdR	40 anos	16 anos	6 anos
Tipo de paralisia	Paralisia Infantil	Paralisia Cervical	Paralisia Cervical
Nº exercícios semanais	3	3	3
Freq. Card. anterior (bpm)	78	74	70
Tempo de percurso (min)	1:44:45	0:36:73	1:44:20
Freq. Card. posterior (bpm)	101	127	79

Tabela 4: Identificação dos participantes do estudo.

Discussão dos resultados

Na realização do experimento o participante 1 e 2 realizaram o percurso completo, porém o participante 3 realizou apenas a primeira metade do percurso devido a ferimentos nas mãos decorrente do uso da cadeira de rodas (figura 5). Para realizar metade do percurso ele apresentou tempo semelhante ao participante 1, de maior peso, porém também mais experiente no uso da cadeira, visto que um esta a 40 anos usando-a de forma contínua e outro a 6 anos. Devido a atividade do participante 3 ser realizada de forma mais lenta verificou-se menor alteração nos batimentos cardíacos, apenas 9 bpm a mais que antes de iniciar a atividade.



Figura 5: Machucado no canto da mão direita do cadeirante 3.

Por meio da medição de tempo da realização da atividade proposta pode-se verificar a agilidade do participante 2 em relação aos outros dois participantes, este realizou o percurso em $\frac{1}{4}$ do tempo dos outros. Mesmo que o peso do participante 1 e do participante 2 sejam parecidos, verificou-se por meio da observação que o participante 2 possui melhor distribuição de massa, enquanto o participante 2 tem concentração de massa na região abdominal e nos braços, notou-se que esta situação dificultou o movimento, inclusive pelo atrito dos braços com o corpo e das mãos com a cadeira. O participante 1 obteve uma variação de 28 bpm, enquanto o participante 2 obteve uma variação de 53 bpm devido a velocidade com que realizou a prova. No final do percurso observou-se o tremor nas mãos dos três participantes, um indicativo de cansaço e esforço excessivo com os músculos dos braços.

Para poder identificar o desconforto muscular percebido pelos usuários na realização da tarefa de subida de rampa foi aplicado, após o término do percurso, o Mapa de Desconforto Muscular, e foram analisados os músculos superiores do corpo, a partir do quadril. Como pode ser visualizado na figura 3, os músculos com maior indicativo de desconforto moderado no participante 1 foram os antebraços (direito e esquerdo). Por meio da figura 4 observa-se no participante 2 houve um desconforto leve nos cotovelos (direito e esquerdo), no antebraço e ombro esquerdo. No participante 3 foi identificado um desconforto leve nos ombros (direito e esquerdo), com a aplicação do mapa de desconforto ilustrado na Figura 6.

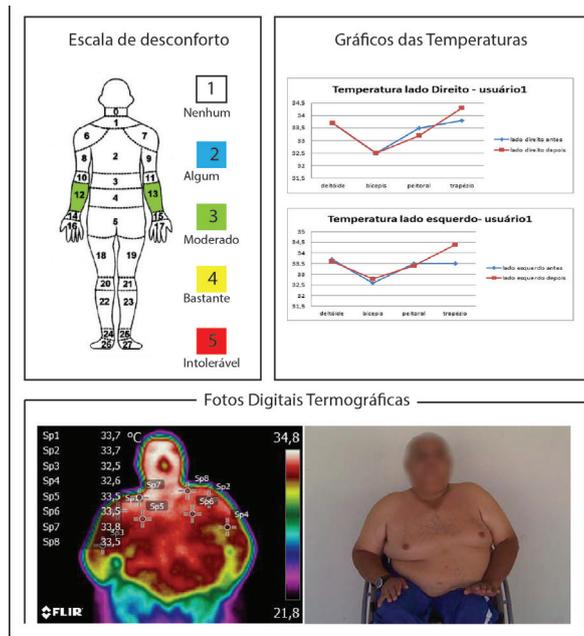


Figura 6: Mapa de Desconforto Muscular respondido pelos participantes, foto, foto termográfica, gráfico com variação de temperaturas.

Quanto à análise das fotos termográficas e dos gráficos de variação de temperatura apresentados na Figura 3, percebe-se o seguinte para o sujeito 1: manutenção dos pontos quentes em locais próximos, músculos Deltoides, no qual se pode constatar um pequeno aumento de temperatura. Os pontos mais quentes não coincidem com os pontos onde o sujeito afirma sentir desconforto após a realização do percurso.

Apresentado na Figura 7 o resultado do Mapa de Desconforto Muscular do participante 2 apontou dores no lado esquerdo do corpo: ombro, cotovelo e braço. A foto termográfica apontou diminuição da superfície da temperatura corporal para estas regiões.

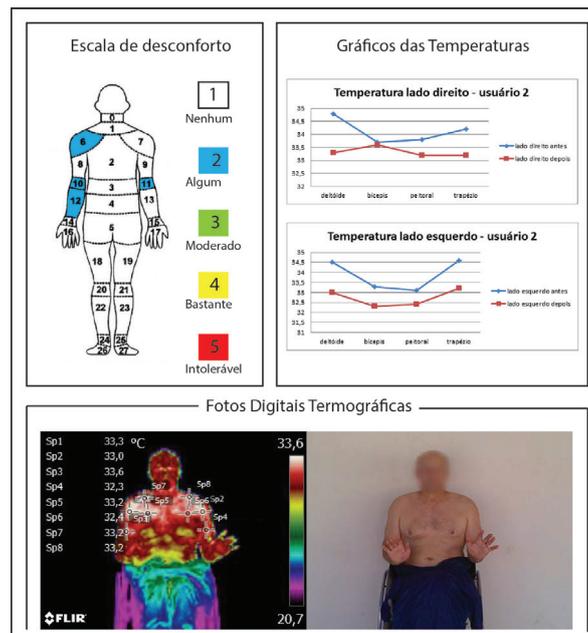


Figura 7: Mapa de Desconforto Muscular respondido pelos participantes, foto, foto termográfica, gráfico com variação de temperaturas.

Para o participante 2 o gráfico de variação de temperatura difere dos encontrados para os outros dois participantes, onde verifica-se a diminuição da maioria das temperatura depois da realização do percurso. Após análise dos resultados e busca de fatos que subsidiassem estes valores encontrou-se a resposta para o ocorrido. Fernandes et al.,(2012) afirma que: "A temperatura tende a diminuir nos momentos iniciais da execução do exercício, sendo sua magnitude dependente da duração e intensidade da atividade proposta." (Fernandes et al.,2012 p.1)

Esta citação confirma o ocorrido, visto que o tempo entre a realização do percurso e a retirada da foto termográfica, cerca de cinco segundos, é insuficiente para estabelecimento da temperatura real na superfície da pele, onde é feita a leitura pela câmera.

O fato acontece, pois houve realização de exercício realizado de forma rápida seguida da retirada simultânea de foto termográfica, não dando tempo para o corpo estabelecer a temperatura na superfície da pele do sujeito. Portanto, se acredita que estes valores não representam a realidade da temperatura que veio a se manifestar segundos após a retirada da foto na superfície da pele do participante 2. Os dados deste sujeito não foram descartados e são aqui apresentados, pois fazem parte do estudo, deixando suas contribuições para trabalhos posteriores, a fim de que atentem para um tempo maior entre a realização de uma atividade rápida e a retirada da foto termográfica.

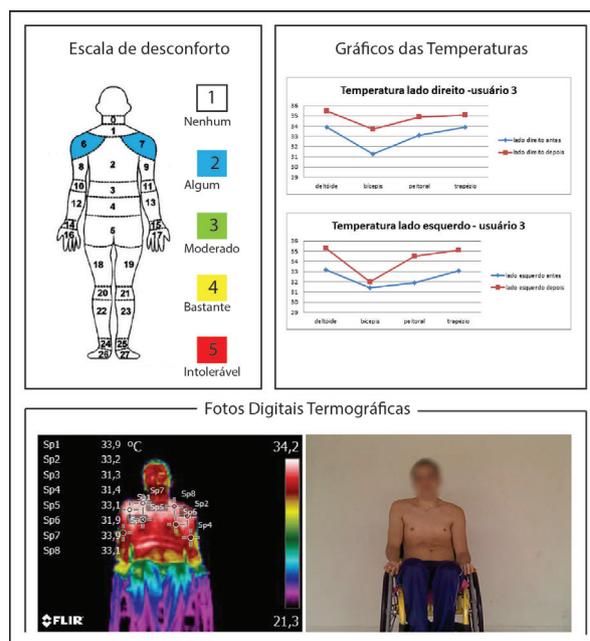


Figura 8: Mapa de Desconforto Muscular respondido pelos participantes, foto, foto termográfica, gráfico com variação de temperaturas.

A Figura 8 ilustra as informações do teste realizado com o sujeito 3, no qual verificou-se o aumento de temperatura nos locais em que foi relatado maior desconforto, nos ombros, onde ocorre uma elevação de temperatura em 0,15°C. Ainda que discreta, a elevação na temperatura confirma a reclamação do participante.

Considerações Finais

Cada sujeito cadeirante apresenta diferenças dependendo da região da coluna que foi lesionada, visto que as lesões medulares apresentam particularidades no funcionamento do corpo, alterando também a respiração, a postura, dando a possibilidade de espasmos, problemas sanguíneos, úlceras, problemas urinários, instabilidade na pressão sanguínea e arritmias cardíacas (onde é necessário verificar que são mais comuns e severas nos traumas mais graves), entre outros desconfortos intrínsecos de pessoas que sofrem de lesões na medula. Alguns destes fatores foram mais perceptíveis durante o experimento, outros nem tanto, mas é certo que todos, de uma maneira ou outra, causam desconforto no cadeirante.

Porém o presente estudo visou o desconforto muscular de cadeirantes de uso contínuo quando em situação aative de rampa, e este ocorre devido ao maior esforço que é colocado na região dos ombros, cotovelos, antebraços e mãos, como pode ser verificado por meio do Mapa de Desconforto Muscular, das fotos termográficas e da frequência cardíaca.

Quanto as variáveis relacionadas aos aspectos físicos dos cadeirantes, além da atividade intensa na musculatura, já citada, verificou-se um aumento da temperatura corporal bem como da frequência cardíaca após a realização do percurso. Quanto maior o peso do cadeirante mais difícil se torna a atividade de ascensão de rampa com a cadeira de rodas manual, devido a quantidade de massa que deve ser deslocada, sendo que o peso da cadeira de rodas também influi no peso total a ser deslocado.

A experiência com a cadeira de rodas, determinada pelo tempo de uso do produto, também é uma variável de cada participante, pois na medida em que se usa o produto, o sujeito se aperfeiçoa no uso, e aprende técnicas de como melhor manuseá-la. A fim de exemplo, um participante disse que por vezes sobe a rampa em sentido zigue-zague para diminuir a força empregada, na medida em que se diminui a inclinação. Outro participante afirmou que por vezes para no meio da rampa colocando a cadeira de rodas na horizontal, para descansar antes de continuar o percurso.

Estes fatores traduzem-se em desconforto na medida em que ocasionam fadiga muscular, transpiração, vermelhidão da face, calosidades nas mãos, e sudorese excessiva que molha as roupas. Para este último fator sugere-se avaliar as propriedades das roupas dos cadeirantes, as quais podem promover a troca de calor com o meio, minimizar os odores do suor, e secar rapidamente.

Quanto a analisar o uso da cadeira de rodas em situação real e identificar as fragilidades do uso da cadeira de rodas movida a propulsão manual na rampa, estes objetivos foram verificados para os três participantes a fim de cumprir o objetivo principal, e alguns problemas foram levantados para as cadeiras de rodas utilizadas no experimento. Foram eles: a capacidade do protetor de roda de machucar as mãos, a falta de um freio automático que impeça a cadeira de rodas de voltar para trás quando na rampa, a facilidade de machucar a mão no pneu quando manipulando os freios.

Quanto à metodologia utilizada, acredita-se que supriu os objetivos propostos e mostrou-se eficaz na medida em que promoveu dois tipos de ferramentas, qualitativa (Mapa de Desconforto Muscular), e quantitativas (foto termográfica, frequência

cardíaca, angulação da rampa, medição de tempo), possibilitando uma avaliação a partir das opiniões dos participantes, das observações dos autores e dos resultados dos testes. Percebeu-se que as ferramentas ergonômicas devem ser aplicadas juntas para se obter uma análise coerente sobre os usuários, visto que quanto mais informações sobre a atividade realizada, melhores chances de obter uma investigação ergonômica eficiente.

As ferramentas aplicadas nesta pesquisa: Observação, frequência cardíaca, temperatura muscular e Mapa de Desconforto Muscular, procuram estabelecer relações e escalas entre o usuário e o esforço muscular. As fotos termográficas confirmaram os dados do Mapa de Desconforto Corporal de apenas um dos participantes, o que leva a crer que para um diagnóstico mais preciso outras ferramentas e caminhos de pesquisa podem ser tomados.

Para trabalhos futuros são recomendados: fotos termográficas frontais, mas também de costas dos participantes, para aferição do uso das musculaturas na parte dorsal do participante; fotos termográficas dos membros específicos aos quais se deseja analisar (no caso deste estudo fotos do ombro, braço, peitoral, mãos); uma amostragem maior; um tempo maior entre a realização da atividade e da retirada da foto; avaliação da distância ideal para retirada da foto termográfica; cadeirantes com variados tipos de paralisia e usuários de diversas marcas de cadeiras. A utilização testes de VO^2 (consumo de oxigênio), captura de movimento (por meio de aparelho XSense) e eletromiografia (atividade elétrica nas membranas) podem agregar e corroborar com este estudo.

Sobre a contribuição social deste artigo, acredita-se que à medida que são realizados testes ergonômicos com pessoas com deficiência os produtos aferidos, bem como os ambientes avaliados, passam a ser repensados para que estejam aptos a recebê-los e proporcionar um uso amigável. Desta forma o presente estudo favorece a inclusão social em ambientes públicos que devem atender aos diferentes tipos de pessoas, sugerindo a observância das normas que regulamentam a inclinação para rampas de acesso. A pesquisa promove a autonomia e independência da pessoa com deficiência na medida em que acredita que com produtos e ambientes aptos, tais sujeitos poderão sozinhos movimentar-se, sem ajuda de terceiros, consequentemente obtendo melhora na qualidade de vida.

Referências

ALONSO et al., 2013, "Inclusão e Acessibilidade em edifícios de uso coletivo: O desenho universal e o sistema de ensino de Presidente Prudente", Estudos em Design Revista online, 2, 1, p. 01-16.

ASKARI S. et al., 2013, "Wheelchair Propulsion Test: Development and Measurement Properties of a New Test for Manual Wheelchair Users", Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 94, p. 1690- 1968.

BRASIL, 2004, *NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Associação brasileira de normas técnicas.

BRIOSCHI. M. L.; ABRAMAVICUS. S.; CORRÊA. C. F., 2005, "Valor da Imagem Infravermelha na Avaliação da Dor", Revista da Dor, 6, 1, p. 514-524.

CAMBIAGHI, S.; YOUSSEF, A., 2007, *Desenho Universal: Métodos e técnicas para arquitetos e urbanista*, SENAC, São Paulo, p. 269.

COOK, A. M.; HUSSEY, S. M., 2008, *Assistive Technologies: Principles and Practices*, Mosby Year Book Inc., St. Louis, Missouri.

CORLETT, E. N., BISHOP, R.P., 1976, "A technique for assessing postural discomfort", Ergonomics, 19, 2, p. 175-182.

CORLETT, E. N., MANENICA, I., 1980, "The effects and measurement of working postures", Applied Ergonomics, 11, 1, p. 7-16.

FERNANDES, A. A. et al., 2012, "Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática", Revista Andaluza de Medicina do Desporto, 5, p. 113-117.

FIGUEIREDO M. S. C. S., 2011, "Análise electromiográfica da contracção muscular dos membros superiores de indivíduos com lesão vertebro-medular em rampas com diferentes inclinações", Dissertação de Mestre em Saúde e exercício para populações especiais - Universidade de Coimbra.

GUIMARÃES, L. B. M., 2006, *Ergonomia de Produto*, FEENG, Porto Alegre.

IIDA, I., 2005, *Ergonomia: projeto e produção*, Edgard Blücher, São Paulo.

International Ergonomics Association, 2000, San Diego, EUA.

ISO 9241-11, 1998, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)*, International Organisation for Standardisation, Gênova, Cap. 11: Guidelines for specifying and measuring usability.

JORDAN, P., 1998, *An Introduction to usability*, Taylor & Francis, Londres, p. 10.

MAEDA, S. et al., 2003, "Relationship Between Questionnaire Survey Results of Vibration Complaints of Wheelchair Users and Vibration Transmissibility of Manual Wheelchair", *Environmental Health And Preventive Medicine*, 8, p. 82-89.

NORWEGIAN DESIGN COUNCIL, 2010, *Innovating with people: the business of inclusive design*, Norsk Designrad, Noruega, p. 96.

PEDRAZ, C. G., 2012, "Pesquisa avalia as dores nos ombros dos usuários de cadeira de rodas", Valladolid, Espanha, Disponível em: <<http://www.dicyt.com/noticia/pesquisa-avalia-as-dores-nos-ombros-dos-usuarios-de-cadeira-de-rodas>>. Publicado em: 10 maio 2012. Acesso em: 5 out. 2013.

SAMUELSSON, Å. B. K., 2009, "Wheelchair Intervention: Principles and Practice", *International Handbook of Occupational Therapy Interventions*, DERBACK, I. S., eds., Springer Science + Business Media, Estados Unidos, p. 91-98.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M., 2005, *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*, UFSC, Florianópolis.

STANTON N. et al., 2004, *The handbook of human factors and ergonomics methods*, CRC PRESS LLC.

STORY, M. F.; MUELLER, J. L.; MACE, R. L., 1998, *The Universal Design File: Design for people of all ages and abilities*, The Center for Universal Design, EUA, p. 84.

UZUN, S. et al., 2012, "Evaluation of muscle fatigue of wheelchair basketball players with spinal cord injury using recurrence quantification analysis of surface EMG", *European Journal Of Applied Physiology*, 112, p.3847-3857.