

COMPARAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO ENTRE MODELOS DE ANDADORES DURANTE A MANOBRA DE TRANSFERÊNCIA

Ana Paula Xavier, Instituto Nacional de Tecnologia, ana.xavier@int.gov.br

Carla Patricia Guimarães, Instituto Nacional de Tecnologia, carla.guimaraes@int.gov.br

Cézar Silva de Oliveira, Instituto Nacional de Tecnologia, cezar.oliveira@int.gov.br

Diego dos Santos Costa, Instituto Nacional de Tecnologia, diego.costa@int.gov.br

Liliane Campos Monção Ribeiro, Instituto Nacional de Tecnologia, liliane.campos@int.gov.br

Marcos Garamvolgy, Instituto Nacional de Tecnologia, marcos.garam@int.gov.br

Julio Cezar Augusto da Silva, Instituto Nacional de Tecnologia, julio.silva@int.gov.br

Resumo. Este artigo apresenta um levantamento comparativo da força de reação do solo (FRS) durante as manobras de se erguer e se sentar com auxílio de dois modelos de andadores, um típico disponível no mercado e outro em desenvolvimento pela DIDIN-INT, que incorpora funcionalidades para auxiliar o erguimento do usuário. Quatro indivíduos jovens e saudáveis realizaram três tentativas dos movimentos sobre uma Plataforma de Força (AMTI modelo OR6-6-OP-2K-CTT) no Centro de Estudo do Movimento (CEMOV) instalado na Vila Olímpica da Mangueira. Os valores foram normalizados pelo peso corporal e foi realizado o teste t pareado com nível de significância de 0,05 através do software SPSS v.20. Não foram encontradas diferenças significativas para os valores da FRS no movimento de se erguer com auxílio dos andadores, porém na manobra de sentar foi encontrada diferença significativa, ou seja, com o modelo em desenvolvimento os indivíduos exerceram menor FRS.

Palavras chave: Andador. Plataforma de Força. Força de Reação do Solo. Tecnologia Assistiva.

1. INTRODUÇÃO

Os equipamentos que auxiliam pessoas com deficiência a prevenir, compensar e controlar perdas ou manter as funcionalidades corporais são conhecidos como Tecnologia Assistiva (TA). O Comitê de Ajudas Técnicas, grupo de especialistas instituído pela Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, responsável por propostas de políticas públicas para pessoas com deficiência, definiu TA como:

Uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT, 2006).

Em alguns casos, uma limitação motora é considerada severa quando impossibilita completamente a marcha. Para estas pessoas, a única tecnologia disponível para manter algum grau de mobilidade é a cadeira de rodas. Já os casos das pessoas que apresentam alguma dificuldade de locomoção ou deficiência no equilíbrio, mas que ainda conseguem manter-se em pé, é possível manter a funcionalidade da marcha amparada por outros equipamentos que auxiliam na manutenção do equilíbrio e redução o peso descarregado sobre os membros inferiores. Como exemplos, podem ser citados andadores, muletas e bengalas.

Embora fundamental para restituir parte da mobilidade e independência a pessoas sem nenhum controle motor nos membros inferiores, o uso prolongado de cadeira de rodas pode provocar diversos malefícios para saúde. Dentre outros, se destacam problemas no sistema cardiovascular, obesidade, ulcerações, etc. (Quintana e Neiva, 2008; Buchholz e Bugarestti, 2005; Souza e França, 2008).

Por todos estes riscos e limitações, a prática corrente, entre os profissionais da área saúde que trabalham no tratamento, é prescrever cadeira de rodas apenas quando não há outra possibilidade para auxiliar o deslocamento; sempre que possível, indicam andador, muleta ou bengala. Portanto, estimular o uso destes tipos de equipamentos sempre que possível contribui para a saúde, qualidade de vida e bem estar do indivíduo, além de ser uma estratégia de saúde pública.

Em entrevistas informal realizada com profissionais da área de fisioterapia, terapia ocupacional e pacientes em reabilitação pelo grupo da DIDIN/INT apontaram que a manobra de transferência é a mais crítica do uso de andadores.

Como transferência se entende a manobra de sair da posição sentada para de pé, no qual o usuário se ergue de cadeiras, leitos ou sofás, bem como o retorno à posição sentada. A transferência exige mais força nos membros inferiores e maior controle motor e equilíbrio do que a marcha. É nesta etapa que ocorrem com mais frequência acidentes e quedas. Também é a manobra que exige mais tônus muscular e equilíbrio por parte do usuário.

A capacidade de realizar a transferência é crítica porque uma parcela considerável de pessoas apresenta tônus muscular suficiente para realizar a marcha, mas não para erguer o corpo a partir da posição sentada. Os profissionais entrevistados na pesquisa ressaltam que aqueles indivíduos que não se mostraram capazes de se erguer de forma autônoma após o treinamento, não farão a evolução do uso de cadeira de rodas para andador, ou seja, receberão a prescrição de uso

definitivo de cadeira de rodas, ainda que apresentem tônus muscular e equilíbrio suficientes para realizar marcha. Os profissionais concluem que projetos de andadores que apresentem funcionalidades para auxiliar e facilitar a transferência são muito relevantes, uma vez que possibilitam o uso destas TAs ao invés de cadeira de rodas, o que proporciona não só a autonomia do paciente como também a realização de atividade física.

Diante deste cenário, e observando que os andadores disponíveis no mercado não apresentam a funcionalidade de auxílio à transferência, a equipe de pesquisadores da Divisão de Desenho Industrial do Instituto Nacional de Tecnologia DIDIN-INT, iniciou uma pesquisa para o desenvolvimento de novos modelos de andadores com esta funcionalidade, visando permitir que mais pessoas possam manter a autonomia sem o uso de cadeira de rodas. As alternativas de solução desenvolvidas no âmbito deste projeto precisam ser validadas para confirmar sua adequação ou fornecer dados para revisão do projeto. Um dos testes a serem realizados é a análise da Força de Reação do Solo (FRS), realizada por diferentes usuários, no uso comparativo entre dois modelos de andador para avaliar se as soluções propostas cumprem seu objetivo de facilitar a transferência.

Estudos demonstram a relação entre as características das FRS durante as manobras de sentar e levantar-se com a potência e força dos membros inferiores em idosos (Tsuji, Tsunoda, Okura, 2012). Dessa forma, se faz importante conhecer a FRS envolvida nas diferentes situações enfrentadas pelos usuários de andadores para levantar informações que melhorem a usabilidade, ergonomia, segurança e funcionalidade do equipamento, a partir do correto posicionamento e dimensionamento dos elementos em relação ao usuário e ao mobiliário.

O objetivo do presente estudo é comparar a FRS durante a manobra de transferência com o auxílio de dois modelos de andador: um andador disponível no mercado, modelo típico, e um andador em desenvolvimento na Divisão de Desenho Industrial do INT, aqui denominado modelo Shift, que incorpora funcionalidades para auxiliar a transferência. A transferência foi avaliada em suas duas etapas: o ato de se levantar e de se sentar. Os modelos de andador utilizados podem ser visualizados na Fig. (1) abaixo.



Figura 1. Modelos de andador utilizados no presente estudo.

2. MÉTODO

Para realizar a comparação entre os dois modelos de andador, 4 indivíduos jovens e saudáveis do sexo masculino com idade média de $37 \pm 9,70$ anos, estatura média de $173 \pm 7,35$ cm e massa corporal média de $70,25 \pm 6,90$ kg participaram deste estudo piloto, uma vez que o modelo ainda está em fase de desenvolvimento e a quantidade da amostra já seria suficiente para se conhecer o padrão da curva de força.

Os participantes estavam sentados sobre uma cadeira com os pés apoiados sobre uma plataforma de força da marca AMTI, modelo OR6-6-OP-2K-CTT e realizaram a manobra de se erguer se apoiando nos andadores, repetindo o movimento três vezes. O movimento se iniciava com o sujeito sentado na cadeira, em repouso, com os pés sobre a plataforma, e terminava com o indivíduo de pé, coluna ereta, mãos sobre o andador e pés na plataforma. A mesma sequência, em ordem inversa, foi realizada na manobra de sentar-se.

A plataforma registrava o peso descarregado sobre as pernas, indicando, portanto, o quanto o andador contribui para a redução do esforço sobre os membros inferiores.

Na Fig. (2) pode-se visualizar o ambiente de coleta de dados, no qual foi utilizada uma cadeira regulável em altura, apoiada para que não houvesse instabilidade durante o movimento.



Figura 2. Ambiente de coleta de dados da manobra de transferência com auxílio de andador.

Os dados foram coletados através do software NetForce (AMTI) e processados através do software Origin v.5. Os valores de FRS de cada tentativa foram divididos entre quatro momentos tanto para se levantar quanto para se sentar. Ao se levantar os quatro momentos foram: pés apoiados sobre a plataforma (Apoio pés), pico de força exercida sobre a plataforma na subida (Pico de subida), momento de transferência do peso corporal (PC) sobre o andador (Apoio andador) e apoio sobre a plataforma ao termino do movimento de se levantar (Em pé). Ao se sentar os quatro momentos foram: indivíduo em pé sobre a plataforma (Em pé), pico de força exercida sobre a plataforma na descida (Pico de descida), momento de descarga de peso sobre o andador (Apoio andador) e apoio dos pés sobre a plataforma (Apoio pés).

Os valores da FRS foram normalizados pelo PC e são apresentados na forma de percentual de força exercida. Foram utilizados os valores médios das três tentativas realizadas para cada movimento de cada indivíduo. Como análise estatística, inicialmente foi testada a normalidade dos dados com o teste de Kolmogorov-Smirnov e então realizado o teste t pareado, a partir da normalidade apresentada. Os testes foram realizados no software SPSS v.20 e o nível de significância adotado foi de 0,05.

3. RESULTADOS

Os valores médios do percentual de FRS durante a transferência para a amostra em questão podem ser visualizados na Tab. (1). Não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma variável entre os modelos de andadores, sugerindo que para essa amostra de indivíduos saudável, os padrões de movimento em relação a FRS são semelhantes.

Tabela 1. % do PC da FRS (N) no movimento de se levantar com auxílio de andador.

Andador	Apoio pés	Pico de Subida	Apoio Andador	Em pé
Modelo Mercado	0.23 ± 0.06	0.80 ± 0.05	0.51 ± 0.04	0.90 ± 0.13
Modelo Shift	0.20 ± 0.04	0.62 ± 0.12	0.50 ± 0.12	0.81 ± 0.06

Demonstra-se na Fig. (3) a curva do percentual do PC da FRS do movimento de se levantar da cadeira com o auxílio do andador para um dos indivíduos analisados como exemplo do padrão da curva de força. Em ambos os modelos, em cerca de 20% da tarefa o indivíduo em questão e a maioria do grupo analisado ainda estão com o apoio simples dos pés sobre a plataforma de força. Em torno de 30% da tarefa os indivíduos realizam o pico de subida, no qual o modelo de mercado apresenta quase 80% do PC sobre a plataforma de força. Entre 50% e 70% da tarefa os indivíduos realizaram o apoio sobre o andador, diminuindo o % do PC sustentado na plataforma de força, em torno de 50% para ambos os modelos analisados. O movimento finaliza em pé sobre a plataforma entre 80% e 90% do PC, uma vez que, ao término do movimento, os indivíduos se mantinham em pé apoiados no andador.

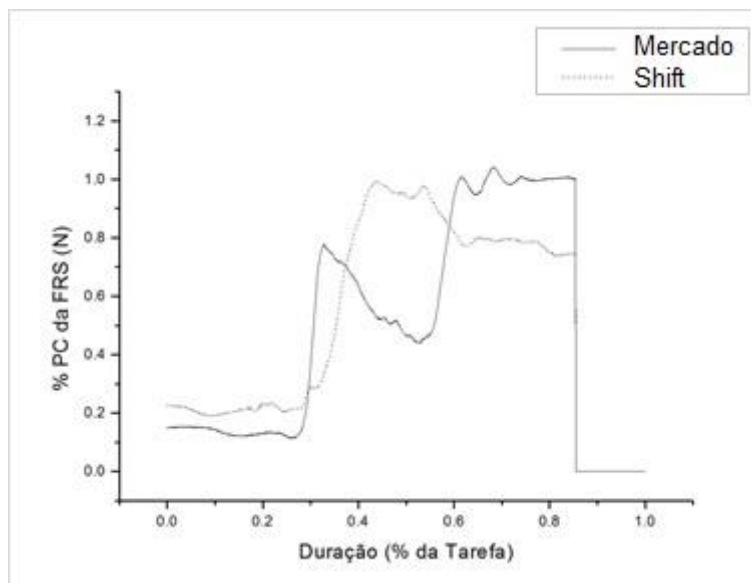


Figura 3. Curva do % do PC da FRS (N) para o movimento de se levantar de uma cadeira com auxílio de andador de um dos indivíduos analisados.

Os valores médios do percentual da FRS durante o movimento de se sentar para a amostra em questão podem ser visualizados na Tab. (2). Na comparação entre os modelos de andador durante o movimento de se sentar na cadeira, houve diferença significativa no momento em que os indivíduos realizaram o apoio no andador, embora tenha apresentado essa diferença estatística, devido a quantidade pequena de amostras analisadas e indivíduos participantes, os dados foram interpretados com cuidado. No modelo disponível no mercado, os indivíduos ao se sentarem, exerceram sobre a PF 72% do seu PC, enquanto no modelo Shift em desenvolvimento pelo INT os indivíduos exercem 58% de seu PC sobre a PF.

Tabela 2. % do PC da FRS (N) no movimento de se sentar com auxílio de andador.

Andador	Em pé	Pico de Descida	Apoio andador	Apoio pés
Modelo Mercado	0.92 ± 0.05	0.54 ± 0.19	0.72 ± 0.11	0.13 ± 0.06
Modelo Shift	0.80 ± 0.14	0.51 ± 0.12	$0.58 \pm 0.11^*$	0.14 ± 0.05

*p=0,01.

A Fig. (4) demonstra a curva do percentual do PC da FRS do movimento de se sentar com auxílio do andador para um dos indivíduos analisados como exemplo do padrão da curva de força, ou seja, todas as curvas foram muito próximas desse formato. O início do movimento apresenta os indivíduos imprimindo sobre a plataforma de força de 80% a 92% do PC, uma vez que já apresentam o apoio das mãos sobre o andador. Entre 20% e 40% da tarefa ocorre o pico de descida, sendo o apoio entre 51% e 54% do PC dos indivíduos. O apoio maior no andador ocorre entre 50% e 70% da tarefa, momento em que houve diferença significativa entre os modelos analisados. O movimento finaliza com o apoio simples dos pés sobre a plataforma de força sendo em torno de 13% a 14% do PC dos indivíduos.

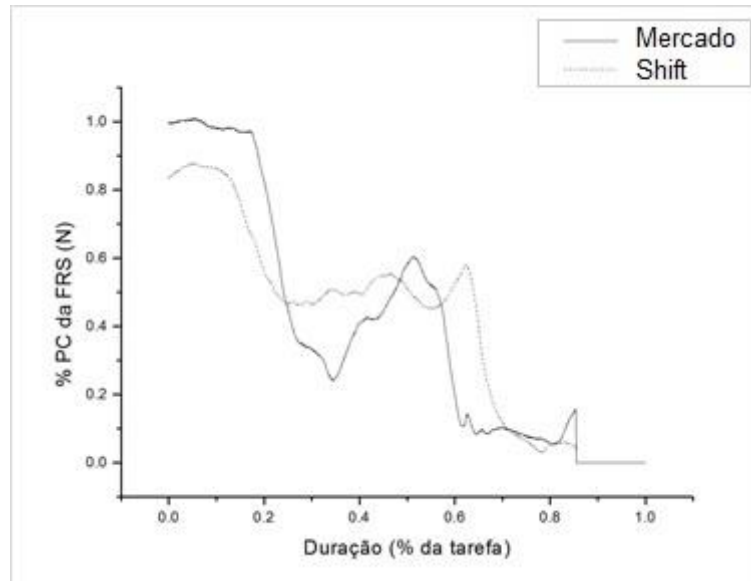


Figura 4. Curva do % do PC da FRS (N) para o movimento de se sentar em uma cadeira com auxílio de andador de um dos indivíduos analisados.

A realização do presente estudo piloto, mesmo com indivíduos que não apresentem limitações de mobilidade, demonstra a necessidade de melhor conhecer os momentos de maior aplicação de força sobre a plataforma na manobra de transferência, conhecer os momentos em que o indivíduo que faz o uso de andadores aplica seu PC sobre o solo, proporcionando um melhor desenvolvimento dos andadores e seus elementos. Os resultados do estudo piloto corroboram com os demais estudos das forças de reação do solo nas atividades de sentar e levantar-se, de forma a gerar parâmetros importantes sobre diagnóstico da função dos membros inferiores, em população de usuários de menor mobilidade (Shen et al., 2017).

4. CONCLUSÃO

Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois modelos de andadores nos valores de FRS na manobra de se erguer, mas foram encontradas diferenças significativas no momento de se sentar. Este resultado sugere que, para essa amostra de indivíduos saudáveis, os padrões de movimento em relação a FRS são semelhantes, mas possivelmente o resultado será diferente quando for realizado um segundo teste, empregando sujeitos idosos e ou com deficiências motoras que reduzam o tônus muscular nos membros inferiores. E por isso, os próximos passos do estudo serão avaliar como as pessoas que possuem a mobilidade reduzida aplicam a FRS durante o mesmo movimento e aumentar a quantidade de medidas de cada situação por indivíduo, dessa forma, o intervalo de confiança diminuirá apresentando melhores resultados.

Estes estudos são importantes para fornecer informações confiáveis para o desenvolvimento de equipamentos de TA para indivíduos com dificuldades motoras moderadas. A falta de equipamentos com estas funcionalidades no mercado significa que uma parcela dos pacientes não será plenamente atendida e precisará empregar cadeira de rodas para seu deslocamento. Esses usuários irão sofrer as adversidades que o uso precoce de cadeira de rodas provoca. Em termos de saúde pública, o cenário apresenta o inconveniente de o Estado ter que arcar com os custos das cadeiras de rodas - mais elevados em comparação com os dos andadores¹ - além do aumento de brasileiros acometidos por condições de saúde evitáveis relacionadas ao uso precoce de cadeira de rodas.

5. REFERÊNCIAS

BUCHHOLZ, A.; BUGARESTTI, J. A review of body mass index and waist circumference as markers of obesity and coronary heart disease risk in persons with chronic spinal cord injury. **Spinal Cord**, New York, v. 43, p. 513-518, 2005.

CAT - COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE), Secretaria Especial dos Direitos Humanos - Presidência da República, ATA VII, 2006. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

¹ O Ministério da Saúde distribui cadeira de rodas e andadores a quem não tiver recursos para adquirir, através do SUS - Sistema Único de Saúde.

QUINTANA, R.; NEIVA, C. Fatores de Risco para Síndrome Metabólica em Cadeirantes - Jogadores de Basquetebol e Não Praticantes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. São Paulo, v. 14, n. 3, p. 188-191, 2008.

SHEN, S.; ABE, T.; TSUJI, T.; FUJII, K.; MA, J.; OKURA, T. The relationship between ground reaction force in sit-to-stand movement and lower extremity function in community-dwelling Japanese older adults using long-term care insurance services. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 29, n. 9, p. 1561-1566, 2017.

SOUZA, J.; FRANÇA, I. Prevalência de hipertensão arterial em pessoas com mobilidade física prejudicada: implicações para a enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**. Brasília, v. 61, n. 6, 2008.

TSUJI, T.; TSUNODA, K.; OKURA, T. The relationship between ground reaction force in sit-to-stand and incident falls, mobility limitations in community-dwelling older adults: a one-year longitudinal study. **Jpn J Test Eval Health Phys Educ**, n. 11, p. 13-23, 2012.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à FAPERJ e ao CNPQ pelo apoio financeiro para a realização desse trabalho.

RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.