

## RELAÇÃO ENTRE A FORÇA DE PREENSÃO MANUAL E A CIRCUNFERÊNCIA DO ANTEBRAÇO DE OPERÁRIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO

### RELATIONSHIP BETWEEN HANDGRIP STRENGTH AND FOREARM CIRCUMFERENCE OF CIVIL CONSTRUCTION WORKERS: A CASE STUDY

Leandro Martinez Vargas\* E-mail: [leandro.vargas@uol.com.br](mailto:leandro.vargas@uol.com.br)

Luiz Alberto Pilatti\* E-mail: [lapilatti@utfpr.edu.br](mailto:lapilatti@utfpr.edu.br)

\*Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, PR

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi relacionar a  $F_{max}$  de preensão manual ( $F_{max}$ ) com a circunferência do antebraço de operários da construção civil e detectar se houve perda significativa de  $F_{max}$  após a jornada de trabalho. 21 operários da cidade de Ponta Grossa – Paraná participaram do estudo. O teste de preensão consistiu na manutenção da força isométrica máxima em um dinamômetro de preensão manual durante 3 segundos. A circunferência do antebraço foi mensurada seguindo padronização de Pompeu (2004). Para análise dos dados, utilizou-se o programa de estatística MiniTab 15.1.1. Para correlacionar a  $F_{max}$  com as medidas antropométricas foi utilizada a equação de correlação de Pearson. Para analisar a significância da perda de  $F_{max}$  entre os três momentos, foi utilizado o teste t pareado. Ambas as circunferências do antebraço dominante (CAD) e oposto (CAO) apresentaram correlação com a porcentagem de perda de  $F_{max}$  no fim da jornada de trabalho. A maior correlação observada foi com a circunferência do antebraço do lado dominante ( $r = -0,74$ ). Uma diferença significativa entre as forças produzidas pelo mesmo lado nas três avaliações foi observada ( $P < 0,05$ ). A  $F_{max}$  registrada antes do trabalho, em relação aos resultados registrados durante e depois do trabalho, mostrou-se significativamente superior para ambos os lados anatômicos. Pôde-se detectar que aqueles operários que apresentaram menor percentual de perda de força manual eram os que possuíam maior circunferência do antebraço. Os resultados deste estudo indicam que a circunferência do antebraço pode servir como ótimo parâmetro de predição de força de preensão isométrica manual.

**Palavras-chave:** Força de preensão manual. Antropometria. Operários. Construção civil.

**Abstract:** The aim of this study was to relate the handgrip strength ( $F_{max}$ ) with the circumference of the forearm of construction workers and detect if there was significant loss of  $F_{max}$  after the workday. 21 workers of the town of Ponta Grossa – Paraná participated in the study. The test consisted in to maintain isometric grip strength in a handgrip dynamometer for 3 seconds. The circumference of the forearm was measured following standardization of Pompeu (2004). For data analysis, we used the statistical program Minitab 15.1.1. To correlate  $F_{max}$  with the anthropometrics measure was used the Pearson's correlation equation. Paired t test was used to analyze the significance of  $F_{max}$  loss. Both dominant forearm circumferences (CAD) and opposite (CAO) correlated with the percentage of loss of  $F_{max}$  at the end of workday. The highest correlation was observed with the circumference of the forearm on the dominant side ( $r = -0.74$ ). A significant difference between the forces produced by the same side in the three assessments was observed ( $P < 0.05$ ). The  $F_{max}$  recorded before work, in relation to the results recorded during and after work, was significantly higher for both anatomical sides. The results detect that those workers who had the lowest percentage of loss of hand force were those who possessed the largest circumference of forearm. The results of this study indicate that the circumference of forearm can serve as a useful tool for predicting isometric hand grip strength.

**Keywords:** Handgrip strength. Anthropometry. Workers. Civil construction.

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o bem-estar, saúde e segurança do indivíduo em suas atividades laborais, sejam elas leves ou pesadas, vem aumentando nos últimos anos. Quando a preocupação com as condições do trabalho representa apenas uma obrigação ou necessidade, a situação é desfavorável tanto para o empregador quanto para o empregado (GRANDJEAN, 1998). No Brasil, a indústria da construção civil possui indicadores econômicos que em geral apontam vantagens, todavia, as condições de trabalho são motivo de preocupação em relação ao campo da saúde ocupacional (RODRIGUES et al., 2009).

Assim como em outros ramos da indústria, a construção civil ainda apresenta condições de trabalho muito aquém do que seria aceitável e muito distante do ideal. Grande parte dos postos de trabalho neste setor são móveis, pouco estruturados e muitas das tarefas são executadas sob intempéries meteorológicas.

O desgaste físico do trabalhador desse setor é acentuado pela pouca industrialização dos seus processos de produção. Ainda imperam nos canteiros de obras, atividades de trabalho que expõem os operários a esforços considerados extenuantes. Para Franco (1997), nos canteiros de obras há um ambiente insalubre, ausência de estrutura para atendimento das necessidades básicas dos operadores, inadequação e ausência de manutenção em equipamentos e a não utilização de equipamentos de proteção individual (EPI).

Assim como em diversas ocupações, as atividades ocupacionais realizadas na construção civil utilizam regularmente movimentos repetitivos e de força estática de prensão manual. Algumas atividades requerem movimentos de levantamento e sustentação de cargas pesadas onde também a força estática de prensão manual está presente. Para Mirka et al. (2002), Boyles et al. (2003) e Nicolay e Walker (2005), principalmente nos locais onde há escassez de ferramentas ergonômicas, as mãos e antebraços dos trabalhadores se tornam cada vez mais suscetíveis a uma variedade de trabalhos relacionados com lesões musculoesqueléticas e de traumas cumulativos, como a tendinite, síndrome do túnel do carpo, lesão em nervos, entre outros.

Na atividade de assentamento de tijolos a ação mecânica de diversas articulações corporais, principalmente da lombar e punho, está presente. Essa

situação pode indicar que, guardadas as respectivas proporções, os mecanismos responsáveis pela fadiga muscular atuam significativamente no aparecimento de doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho (DORT), devido ao elevado número de repetições e o tempo que o operário realiza determinada ação mecânica durante toda uma jornada de trabalho. Neste sentido Xavier (2009), avaliou a existência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) de membros superiores em trabalhadores terceirizados em seis canteiros de obras na cidade de Ponta Grossa, Paraná. O autor constatou que 53,33% dos trabalhadores pesquisados relataram presença de dor localizada nos membros superiores. Da mesma forma, Sporrang et al. (1999), ao analisar o envolvimento muscular dos membros superiores de operários na construção de paredes e tetos através de testes eletromiográficos, concluiu que em grande parte do tempo os indivíduos mantiveram seus braços em posições cujos níveis são considerados prejudiciais, com alto risco de adquirir doenças crônicas nos ombros e cotovelos.

Uma das variáveis que influenciam nos níveis de força de preensão manual, especialmente a força máxima ( $F_{max}$ ), é a área de secção transversa da musculatura do antebraço (FRANCHINI et al., 2003). Franchini et al. (2003), Massy-Westrop et al. (2004), Nicolay e Walker (2005), Bertuzzi et al. (2005) e Anakwe et al. (2007) identificaram forte correlação entre a  $F_{max}$  e a circunferência do antebraço. Além da ótima correlação, Massy-Westrop et al. (2004), Nicolay e Walker (2005) e Anakwe et al. (2007), afirmaram que a circunferência do antebraço representa uma ótima variável para prever força de preensão manual.

A capacidade de prever a força de preensão de forma confiável com base em medidas antropométricas ou em proporções corporais, que podem ser objetivamente medidas, torna-se uma ferramenta aos médicos para avaliar o grau de perda funcional após a lesão ou doença (ANAKWE et al., 2007). Logo, o objetivo do presente estudo foi examinar a relação entre a circunferência do antebraço e a força de preensão manual em uma população saudável de trabalhadores.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Força e sobrecarga musculoesquelética**

O esforço oriundo de demandas físicas, como a repetitividade de movimentos, posturas anômalas e o uso de força física, desencadeiam efeitos agudos e crônicos (FERNANDES et al., 2010). Um efeito óbvio agudo é a desordem traumática que ocorre sempre que o nível de força exercida abruptamente é consideravelmente superior à capacidade do indivíduo. Os trabalhadores também classificam os efeitos negativos do trabalho como fadiga (VERGARA et al., 2003), que ocorre quando o nível de força aplicada é muito menor do que no caso anterior, mas mesmo assim, continua acima da capacidade de adaptação do indivíduo. Finalmente, como um efeito mais crônico, sobrecargas musculoesqueléticas levam à ocorrência de distúrbios osteomusculares. No entanto, a relação entre a fadiga de curto prazo e longo prazo com a ocorrência de distúrbios osteomusculares ainda é incerto (SANDE et al., 2001).

Em uma extensa revisão sobre a relação entre tensão muscular prolongada, fadiga e do desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas, alguns estudos têm abordado a avaliação da duração máxima das contrações repetitivas, a fim de determinar os limites de tensão aceitável para a prevenção das perturbações musculoesqueléticas relacionadas às atividades ocupacionais (BOYLES et al., 2003; DUBROWSKI; CARNAHAN, 2004).

Sande et al. (2001) descreveram cinco possíveis mecanismos envolvidos neste processo. O primeiro deles, relacionado ao controle motor, decorre do entendimento de que o controle de força muscular é realizado por meio do recrutamento de unidades motoras. Este recrutamento é seletivo e, no caso de um trabalho monótono, poucas, e sempre as mesmas unidades motoras, com baixo limiar de ativação, estão continuamente ativas. A sobrecarga nestas fibras, conhecidas como fibras de Cinderela, tornam-se mais suscetíveis a ferimentos e lesões. Além disso, estudos através de biópsias de indivíduos que possuíam distúrbios osteomusculares mostraram alterações nas células musculares, incluindo fibras vermelhas ásperas, que são particularmente unidades responsáveis pelas contrações lentas (SANDE et al., 2001).

O segundo mecanismo relacionado aos distúrbios causados por sobrecarga são as forças mecânicas internas (tração, cisalhamento e fricção) presentes nos músculos, tendões e tecido conjuntivo. Quando estas forças excedem à capacidade de resistência dos tecidos, um grave ferimento pode ocorrer. No entanto, se a força

for suficientemente superior para permitir a continuação do trabalho, porém for exercida por um período prolongado, pode desencadear o aparecimento de micro rupturas nas fibras, especialmente no trabalho muscular excêntrico (SANDE et al., 2001). Se esta situação se mantiver por longos períodos, o processo de cura torna-se ineficiente, ocasionando mudanças estruturais nos tecidos musculoesqueléticos.

Além desses dois mecanismos, três outros mecanismos foram descritos: aumento da pressão intramuscular, redução do fluxo sanguíneo e alterações metabólicas decorrentes da contração muscular excessiva (SANDE et al., 2001).

Os mesmos DORTs que são reversíveis no estágio inicial da lesão, podem se tornar irreversíveis quando a situação se tornar crônica. Uma sequência de eventos inflamatórios e reparação de tecidos pode desencadear, entre outras alterações, modificações no sistema nervoso motor periférico e sensorial. Dentre as alterações motoras, existem relatos de mudanças na propriocepção, redução da força muscular e falta de equilíbrio entre grupos musculares antagonistas e agonistas. As alterações sensoriais incluem uma diminuição no limiar de dor e hiporreflexia (diminuição dos reflexos) (EKSIOGLU, 2004).

## **2.2 Experimentos sobre força de preensão manual**

Segundo Vergara et al. (2003), posturas forçadas de membros superiores que podem ocasionar DORT são os principais problemas de natureza ergonômica a nível mundial. Para tanto, avaliações na força de preensão manual podem ajudar a identificar os indivíduos que possuem riscos de apresentar DORT nas mãos e antebraços, o que proveria benefícios ao trabalhador no tratamento e prevenção.

Entender a atividade do posto de trabalho permite identificar as demandas físicas, especialmente quanto às tarefas repetitivas e o ritmo acelerado de trabalho. Desta maneira é possível compreender o uso do corpo no trabalho, de forma a contribuir para o controle dos DORT através de intervenções sensíveis às singularidades de cada situação (FERNANDES et al. 2010).

Dada a variedade de atividades ocupacionais que requerem movimentos de aperto e a importância do movimento no dia a dia das pessoas, pesquisas na área

da saúde pública surgem com o objetivo de analisar biomecanicamente a relação entre as demandas físicas e o corpo humano.

Nos diversos postos de trabalho existentes, as atividades laborais envolvendo preensão manual são representadas por diversas tarefas contínuas, que vão desde os movimentos dinâmicos, que envolvem contrações musculares concêntricas e excêntricas, como por exemplo, usar uma chave de fenda ou digitar no teclado de um computador, até tarefas relativamente estáticas, que exigem a aplicação de uma força contínua, constante, onde normalmente se produz uma contração isométrica por um período de tempo razoavelmente prolongado (por exemplo, carregar um mobiliário ou utilizar uma lixadeira orbital) (NEVILL; HOLDER, 2000).

A maioria das análises ergonômicas sobre força de preensão manual utiliza como instrumento de coleta de dados os dinamômetros hidráulicos ou eletrônicos. Esses equipamentos fornecem dados confiáveis e precisos. O tipo de teste realizado varia entre três tipos diferentes e todos são utilizados para determinar a força de preensão manual através de dinamômetros. Segundo Nicolay e Walker (2005), os testes são:

- 1) teste de força máxima voluntária: inclui a medida de força absoluta (100%) do movimento de aperto de mão;
- 2) teste de 10 repetições: mensura a resistência muscular dinâmica, onde o músculo é exigido a realizar contrações repetidamente para gerar força e, portanto, possui algum tempo para relaxar entre as contrações;
- 3) teste de preensão estática por 30 segundos: avalia a resistência estática, onde o músculo é usado para gerar uma força contínua.

No estudo realizado por Nicolay e Walker (2005), com 51 indivíduos adultos, homens e mulheres, com idade variando entre 18 e 33 anos, ao comparar os resultados obtidos dos três testes de preensão manual com suas variáveis antropométricas, chegou-se à conclusão de que a correlação do teste de força voluntária máxima ( $F_{max}$ ) apresentou maior correlação com as medidas antropométricas do que nos outros dois testes. No entanto, as situações de trabalho que exigem esforço máximo parecem ser relativamente raras em comparação com as atividades que exigem repetições ou contrações dinâmicas e movimentos de agarrar ou contração estática (NEVILL; HOLDER, 2000).

Embora as atividades envolvendo forças repetitivas e estáticas sejam mais frequentemente encontradas no local de trabalho e, por conseguinte, podem ser as maiores contribuintes para os DORT, poucas pesquisas científicas examinam as medidas de resistência (repetições múltiplas ou contrações contínuas) (MIRKA et al., 2002). Segundo Massey-Westrop et al. (2004), dinamômetros eletrônicos permitem o monitoramento contínuo e a quantificação da força muscular durante as atividades repetitivas e estáticas, proporcionando a oportunidade de analisar estas importantes, mas pouco estudadas, variáveis da força manual.

O que leva a maioria das pesquisas nesta área a utilizarem o teste de força máxima é a sua praticidade de relacionar os dados obtidos com diferentes variáveis (idade, lateralidade, tipo físico, gênero e nível de atividade física) (MIRKA et al., 2002). Estudos sobre força de preensão manual utilizam o teste de força voluntária máxima ( $F_{max}$ ) como padrão (BOHANNON, 2001; MIRKA et al., 2002).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Visto que a força de preensão manual é amplamente influenciada pela idade, aumentando entre a trigésima e quadragésima décadas de vida e decaindo após a última, e sob o estado físico (NEVIL; HOLDER, 2000; MASSEY-WESTROP et al., 2004), este estudo limitou a amostra a uma faixa etária restrita de indivíduos saudáveis. Aqueles com histórico de problemas osteomusculares nas mãos, antebraços, cotovelos, pescoço e ombros não foram incluídos na amostra. Vinte e um trabalhadores adultos (média de idade 31,1 anos, variando entre 18 e 50 anos) foram selecionados de uma população total de cinquenta e quatro indivíduos pertencentes a uma empresa de construção civil da cidade de Ponta Grossa, Paraná. Todos os participantes eram homens. Entre os 21 operários, apenas quatro eram canhotos, os demais todos destros. O estudo foi explicado aos participantes e obtido o consentimento de todos. Todos os selecionados reportaram estarem em condições saudáveis no momento do teste. (Tabela 1).

Tabela 1 – Estatística sumária das variáveis antropométricas

<b>Variáveis</b>	<b>Homens (n= 21) Média ± DP (Min-Máx)</b>
Idade (anos)	31.1 ± 11.1 (18–50)
Altura (cm)	169.5 ± 5.0 (159-178)
Peso (kg)	74.1 ± 11.4 (56-89)
Circunferência do antebraço dominante (cm) <sup>a</sup>	28.45 ± 1.88 (26.5-32)
Circunferência do antebraço oposto (cm) <sup>a</sup>	28.0 ± 1.86 (26-32)

Fonte: Dados da pesquisa (2009)

O estudo correspondeu a uma pesquisa descritiva e exploratória. Quanto ao meio de investigação, foi caracterizado como estudo de caso, pois abrangeu 2,2% do total de operários formais registrados pelo Sindicato dos Trabalhadores da Construção Civil da cidade de Ponta Grossa, Paraná.

Os dados antropométricos foram todos coletados com equipamentos devidamente aferidos e calibrados antes da realização da coleta. A estatura dos operários foi medida com uma fita métrica metálica fixada a uma parede. A massa corporal total (MCT) foi mensurada através de uma balança digital marca Britânia, com capacidade de 150 kg. A circunferência do antebraço foi mensurada a cinco centímetros da prega do cotovelo por meio de uma fita métrica normal emborrachada. A medida foi realizada com o avaliado na posição ortostática, com os braços estendidos e relaxados, conforme padronização sugerida por Pompeu (2004).

Para mensurar a Fmax foi utilizado um dinamômetro manual hidráulico com capacidade de 0 a 100 Kgf. As medidas foram realizadas na mão dominante e mão oposta de cada sujeito, na posição ortostática, mantendo-se os braços estendidos ao lado do corpo. Durante a apreensão não foi permitido apoiar o equipamento no corpo.

O teste de uma repetição requer máxima contração dinâmica de apreensão em um único movimento. Os participantes foram orientados a apertar o dinamômetro manual a 100% de sua força máxima ao longo de 3 segundos, tempo suficiente para o pesquisador coletar os dados no dinamômetro. A Fmax foi estabelecida pelo maior valor gerado em três tentativas. Foi considerado como lado dominante aquele que o sujeito utilizava para realizar a maioria de suas tarefas cotidianas. Se nenhuma



preferência especial fosse alegada, a mão usada para escrever seria identificada como dominante. Foram feitas três avaliações, a primeira antes do trabalho, onde teoricamente o indivíduo estaria descansado, a segunda antes do almoço, após quatro horas de trabalho, e a terceira após a jornada de oito horas de trabalho.

Os dados foram analisados por meio do programa de estatística MiniTab 15.1.1. Nenhum dos dados apresentou desvios significativos da normalidade. Como as observações foram feitas nos mesmos indivíduos, as diferenças entre os perímetros do antebraços e das Fmax foram avaliados pelo teste t pareado (TRIOLA, 2005). Para tal, foi adotado o nível de significância de  $P < 0,05$ . O nível de associação das medidas antropométricas (circunferências dos antebraços) com a variável funcional (Fmax) dos indivíduos foi analisado mediante o coeficiente de correlação de Pearson.

#### **4 RESULTADOS**

A tabela 2 resume os resultados da Fmax das mãos dominante e oposta em cada um dos momentos através de médias e desvio-padrão. Uma diferença significativa entre as forças produzidas pelo mesmo lado nas três avaliações foi observada. A Fmax registrada antes do trabalho, em relação aos resultados registrados durante e depois do trabalho, mostrou-se significativamente superior para ambos os lados anatômicos ( $P < 0,05$ ). Antes do trabalho, a média de força máxima produzida pelo lado dominante (37.9 Kgf) foi significativamente maior que a média produzida durante o trabalho (32.5 Kgf; teste t pareado,  $P = 0,000$ ). A diferença entre força máxima produzida pelo lado dominante depois do trabalho em relação à antes do trabalho também foi significativa (35.8 Kgf; teste t pareado,  $P = 0,045$ ). Para o lado oposto, apenas foi observada diferença significativa entre os resultados obtidos antes e durante o trabalho ( $P = 0,000$ ). A diminuição da força depois do trabalho não foi significativa ( $P = 0,125$ ).

Tabela 2 – Resultados sumários dos testes de Força Máxima Voluntária de Preensão Manual (Fmax) antes, durante e depois do trabalho.

Segmento	Período	Fmax (Kgf.)
		Média ± DP (Min-Máx)
Mão dominante	Antes	37.9 ± 6.2 (28-47.5)
	Durante	32.5 ± 7.7 (19.5-47)
	Depois	35.8 ± 6.9 (26.5-45)
Mão oposta	Antes	36.2 ± 5.3 (24.5-45)
	Durante	31.3 ± 4.9 (24-38)
	Depois	34.08 ± 4.2 (26-41)

Fonte: Dados da pesquisa (2009)

Na avaliação feita antes do trabalho, a força de preensão manual foi maior nas mãos dominantes do que nas opostas. A força de preensão manual do lado dominante foi maior no grupo de 18 a 30 anos de idade (média = 29,1Kgf ± 2,1Kgf) (Tabela 3). Entre os quatro indivíduos que possuíam a mão esquerda como dominante, não foram observadas diferenças significativas entre a força da mão esquerda em relação à direita. Este resultado provém do fato de que os indivíduos canhotos estão inseridos em um mundo desenhado para pessoas destros e precisam usar a mão direita (mão oposta) em diversas tarefas do dia a dia que naturalmente seriam realizadas pela mão dominante.

Tabela 3 – Circunferência do antebraço dominante (CAD) e força máxima do lado dominante por faixa etária.

Faixa etária	n	CAD (cm) (Média ± DP)	Fmax lado dominante (Kgf) (Média ± DP)
(18-30)	11	29,1 ± 2,1	39,9 ± 6,3
(31-50)	10	27,5 ± 1,1	34,9 ± 4,9

Fonte: Dados da pesquisa (2009)

Ao comparar os resultados nos três momentos da jornada de trabalho, pôde-se constatar que houve uma diminuição da força durante o trabalho em relação à antes do trabalho (21% para o lado dominante e 18% para o lado oposto). Após a jornada de trabalho, a perda de força chegou a 22% para o lado dominante e 21% para o lado oposto. As porcentagens de perda de força foram todas significativas ( $P < 0.05$ ) (Tabela 4).

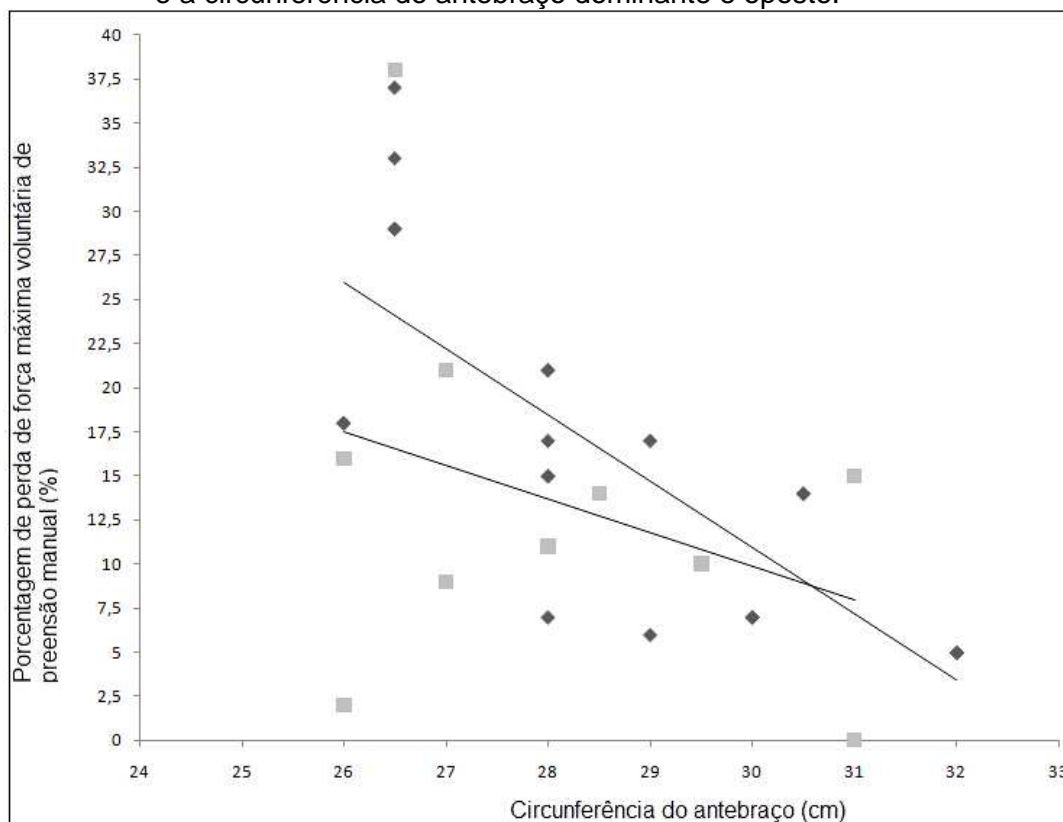
Tabela 4 – Porcentagem de perda de força máxima (Fmax) durante e após o trabalho em relação à Fmax antes do trabalho.

Durante o trabalho		Após a jornada de trabalho	
Mão dominante (Média ± DP)	Mão oposta (Média ± DP)	Mão dominante (Média ± DP)	Mão oposta (Média ± DP)
<b>Média ± DP</b>			
21% ± 0,08	18% ± 0,1	22% ± 0,12	21% ± 0,15

Fonte: dados da pesquisa (2009)

Ambas as circunferências do antebraço dominante (CAD) e oposto (CAO) apresentaram correlação com a porcentagem de perda de Fmax no fim da jornada de trabalho. A maior correlação observada foi com a circunferência do antebraço do lado dominante ( $r = -0,74$ ) (Figura 1).

Figura 1 - Nível de associação entre a perda de Fmax durante a jornada de trabalho e a circunferência do antebraço dominante e oposto.



Fonte: Dados da pesquisa (2009)

Legenda: ♦ - Correlação entre CAD e % de perda de Fmax ( $r = -0,74$ )  
 ■ - Correlação entre CAO e % de perda de Fmax ( $r = -0,34$ )

Outro fato interessante observado foi que os indivíduos que apresentaram menor percentual de perda de força possuíam maior circunferência de antebraço. No geral, o percentual de perda de força detectada nos trabalhadores variou entre 0% a 38%. Para os que possuíam maior circunferência de antebraço (> 30 cm, n= 5) a perda de força variou entre 0% e 14%.

Quanto à relação entre Fmax e as medidas antropométricas, com exceção da correlação entre a circunferência do lado oposto e a Fmax antes do trabalho, todas as análises mostraram-se fortemente correlacionadas (>0.500) (POMPEU, 2004).

Tabela 5 – Nível de correlação entre as Fmax e medidas antropométricas antes, durante e depois do trabalho.

Medidas	Fmax da mão dominante			Fmax da mão oposta		
	Antes	Após	Depois	Antes	Após	Depois
Circunferência do antebraço dominante	0.619	0.828	0.643	n/s	0.515	0.576
Altura	0.640	-	-	0,575	-	-
Peso	0.737	-	-	0,412	-	-

Fonte: Dados da pesquisa (2009)  
n/s= Correlação não significativa.

Os resultados deste estudo são amplamente condizentes com o trabalho de outros autores. Assim como Massey-Westrop et al. (2004), a faixa etária foi identificada como fator importante na determinação da força máxima. E a circunferência do antebraço dominante diminuiu com a idade (ANAKWE et al, 2007) (Tabela 3).

A posição utilizada pelos participantes no momento da mensuração da Fmax foi uma das utilizadas por Anakwe et al. (2007). Seu trabalho mostrou na posição ortostática, mantendo-se os braços estendidos ao lado do corpo, produziram-se as maiores medições de força máxima para a maioria dos indivíduos (n=190, 76%).

As médias da força de preensão coletadas em nosso estudo também foram consistentes em relação aos trabalhos de outros autores. A força de preensão média

para o lado dominante dos operários foi de 37,9 Kgf (variação 28-47,5). Isso se equipara com a população espanhola que obteve a média de força de preensão de 39,95 kg para os homens (LUNA-HEREDIA et al., 2005), com a amostra de 172 homens saudáveis do Reino Unido (48,6 Kgf) (ANAKWE et al., 2007) e com a população de indivíduos saudáveis na Dinamarca (42,9 Kgf) (JAKOBSEN et al., 2010).

A força de preensão da mão dominante foi maior do que a força da mão oposta na maioria dos casos (16 de 21 participantes, 76%). Esta diferença também foi observada no estudo de Nicolay e Walter (2005) e Anakwe et al. (2007). Entretanto, a superioridade da força do lado dominante não está de acordo com a regra do "10%" elaborado por Bechtol (1954), onde a força de preensão dominante é aproximadamente 10% maior do que a força de preensão do lado oposto. Petersen et al. (1989) analisou esta regra e descobriu que ela é válida apenas para os indivíduos que possuem a mão direita como dominante. Em nosso estudo, dos 17 participantes que possuíam o lado direito dominante, apenas seis demonstraram uma superioridade de 10% entre as forças de preensão.

A amostra deste estudo apresentou predominância de indivíduos destros em relação aos canhotos (17 destros e 4 canhotos). Da mesma forma, Massey-Westropp (2004) encontrou uma predominância similar de indivíduos destros (365 destros e 45 canhotos), assim como Anakwe et al. (2007) (n=157, 63%).

## **5 CONCLUSÕES**

Quantificar a porcentagem de perda de força de pega e relacioná-la com medidas antropométricas de indivíduos que realizam atividades predominantemente manuais mostra-se como um método eficaz de prover informações necessárias para a adoção de programas de prevenção de perdas laborais e na recuperação de trabalhadores afastados do trabalho por conta de lesões osteomusculares. Ademais, a perda de força e o surgimento de dor acarretam, entre outros fatores, diminuição do ritmo de trabalho, que é um dos índices de produtividade de qualquer setor industrial.

Os resultados apresentados reforçam a ideia de que as medidas antropométricas dos segmentos dos membros superiores, nesse estudo destacado

pela circunferência do antebraço, podem servir como bons parâmetros de predição de força de preensão, ao invés de medidas mais comumente utilizadas como altura e peso (NICOLAY; WALTER, 2005). Entretanto, utilizá-la como critério de seleção de trabalhadores para realizar determinado tipo de tarefa deve ser feito com cautela, uma vez que o desempenho físico e a produtividade do trabalhador não estão ligados apenas a fatores físicos, mas também a aspectos psíquicos, sociais e ambientais.

Para estes indivíduos saudáveis da cidade de Ponta Grossa, fica claro que a força de preensão máxima se correlaciona bem com a circunferência do antebraço. Embora exista uma variação extensa das circunferências entre os indivíduos (intervalo de 26-32 cm), a diferença entre os lados dominante e oposto para um participante nunca foi maior que 1 cm, e, para 95% dos indivíduos, foi inferior ou igual a 0,5 cm. Este grau de consistência é notável. Supondo que a seção transversal do braço seja circular, uma diferença na circunferência inferior ou igual a um centímetro implica que a diferença no diâmetro é menor que 0,3 cm.

Certas patologias associadas à dor, instabilidade funcional e diminuição da força de preensão manual podem estar relacionadas com relativa atrofia dos músculos do antebraço. Em contraste com esta população saudável, Anakwe et al. (2007), sugere que, para determinadas patologias, pode haver uma discrepância associada entre as circunferências dos antebraços maior que 2 cm. Objetivamente avaliada, essa observação pode dar credibilidade a uma aparente redução da força de preensão. Nestas circunstâncias, uma análise preditiva entre a circunferência do antebraço e a força de preensão máxima pode ser útil em uma avaliação física e médica.

## REFERÊNCIAS

ANAKWE, R. E. et al. Grip strength and forearm circumference in a healthy population. **Journal of Hand Surgery**, v. 32, n. 2, p. 203-209, 2007.

BERTUZZI, Rômulo C. de M. et al. Análise da força e da resistência de preensão manual e as suas relações com variáveis antropométricas em escaladores esportivos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 1, p. 87-93, 2005.

BOHANNON, R. W. Dynamometer measurements of hand-grip strength predict multiple outcomes. **Perception of Motor Skills**, v. 93, p. 323-328, 2001.

BOYLES, Jason L. et al. Ergonomic scissors for hairdressing. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 32, p. 199-207, 2003.

DUBROWSKIA, A.; CARNAHANB, H. Grip force when grasping moving cylinders. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 34, p. 69–76, 2004.

EKSIOGLU, Mahmut. Relative optimum grip span as a function of hand anthropometry. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 34, p. 1–12, 2004.

FERNANDES, Rita C. P. et al. Tarefas repetitivas sob pressão temporal: os distúrbios musculoesqueléticos e o trabalho industrial. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 15, n. 3, p. 931-942, 2010.

FRANCHINI, Emerson et al. Frequência cardíaca e força de preensão manual durante a luta de jiu-jítsu. **EF Deportes**, v. 9, n. 65, 2003.

FRANCO, Eliete M. A gestão do canteiro de obras na construção civil: análise dos aspectos antropotecnológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA,8.,1997. **Anais...**1997.

JAKOBSEN, Lene H. et al. Validation of handgrip strength and endurance as a measure of physical function and quality of life in healthy subjects and patients. **Nutrition**, v. 6, p. 542-550, 2010

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

LUNA-HEREDIA, E. et al. Hand grip dynamometry in healthy adults. **Clinical Nutrition**, v. 24, p. 250-258, 2005.

MASSY-WESTROP, N. et al. Measuring grip strength in normal adults: reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. **Journal of Hand Surgery**, v. 9, p. 514-519, 2004.

MIRKA, G. A. et al. Ergonomic interventions for the furniture manufacturing industry. Part II-Handtools. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 29, p. 275–287, 2002.

NEVILL, A. M.; HOLDER, R. L. Modeling handgrip strength in the presence of confounding variables: results from the Allied Dunbar National Fitness Survey. **Ergonomics**, v. 43, p. 1547-1558, 2000.

NICOLAY, C. W.; WALKER, A. L. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 35, p. 605-618, 2005.

POMPEU, Fernando A. M. S. **Manual de cineantropometria**. Rio de Janeiro: Sprint. 2004.

RODRIGUES, Patrícia P. et al. Análise dos níveis de ruído em equipamentos da construção civil na cidade de Curitiba. **Revista Produção Online**. v. 9, n. 3, p. 466-88, 2009.

SAAD, Viviane L. **Análise ergonômica do trabalho do pedreiro**: o assentamento de tijolos. 2008. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica do Paraná, Campus Ponta Grossa, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2008.

SCHLUSSEL, M. M. et al. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. **Clinical Nutrition**, v. 27, p. 601-607, 2008.

SPORRONG, K. et al. Assessment of workload and arm position during different work sequences: a study with portable devices on construction workers. **Applied Ergonomics**, v. 30, p. 495-503, 1999.

TRIOLA, Mário F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VERGARA Lizandra G. L. et al. Análise de DORT na instalação de forros térmicos através da Análise Ergonômica do Trabalho. **Revista Produção Online**, v. 3, n. 4, 2003.

XAVIER, Antônio A. P. et al. Avaliação da existência de DORT de membros superiores através de testes musculares específicos e relatos de dor em pedreiros na tarefa do assentamento de tijolos. **Revista Gestão Industrial**. v. 5, n. 4, p. 115-129, 2009.



Artigo recebido em 28/02/2011 e aceito para publicação em 07/08/2012.