

---

**BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

---

**VANESSA LUZIA BARROS DE ANDRADE**

**O CONTROLE DE PREENSÃO EM PINÇA  
EM ADULTOS JOVENS: EFEITO DA  
POSIÇÃO DO PUNHO**



Rio Claro - SP  
2010

VANESSA LUZIA BARROS DE ANDRADE

O CONTROLE DE PREENSÃO EM PINÇA EM ADULTOS JOVENS:  
EFEITO DA POSIÇÃO DO PUNHO

Orientadora: Profª Drª. Ana Maria Pellegrini

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Biociências da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita  
Filho” - Campus de Rio Claro, para obtenção do  
grau de Bacharel em Educação Física.

Rio Claro - SP  
2010

620.82 Andrade, Vanessa Luzia Barros de  
A553c O controle de preensão em pinça em adultos jovens:  
efeito da posição do punho / Vanessa Luzia Barros de  
Andrade. - Rio Claro : [s.n.], 2010  
39 f. : il., figs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação  
Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de  
Bióciências de Rio Claro

Orientador: Ana Maria Pellegrini

1. Ergonomia. 2. Mão. 3. Força. 4. Retroalimentação. I.  
Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me dar forças quando meu corpo e mente já não suportavam mais. Aos meus pais pelo amor, incentivo e apoio em qualquer situação. A meu pai, João Tadeu, pela força e “pulso firme”. À minha mãe, Beth, por superarmos tantas adversidades não só como mãe e filha, mas também como grandes amigas. A meus irmãos, Vinicius, João Luiz e Andressa, por todos esses anos de amizade e companhia.

Obrigada Prof. Pellegrini pela paciência e dedicação sempre, não só como orientadora e professora, mas também como amiga. Obrigada Cynthia por me auxiliar com a estatística, foi extremamente essencial para a conclusão deste trabalho. Aos demais integrantes do LABORDAM, Angélica, Marcela, Daniel, Pâmela, Juliana, Fernanda, César e Muryllo, pelo conhecimento compartilhado, companheirismo e risadas.

Às minhas irmãs de coração: Paty Pivete, a roqueira mais doce e meiga do universo por tantas aventuras dentro de casa, cada faxina, festa, almoço, “prévias” e ressacas; Ná Araras, a garota mais corajosa, guerreira e pró-ativa do mundo pelo seu coração de ouro, pronta para ajudar e aconselhar a qualquer momento, pelos grupos de estudo e trabalhos; Carol Bauru, a “mina” mais empolgada e “prafrentex” pelos finais de semana, treinos e lanches na madrugada; Joy, forrozeira de alma e coração pelos passeios, sorvetes e baladas.

Às Repúblicas: Descontroladas, Azul Calcinha, Caipirinhas e Maria Cuervo pela convivência, festas, prévias e “almoços em família”. Às Repúblicas Santa Pirikita e Catota, pelas cervejadas, música e animação sempre.

A todo BLEF 2005, pela convivência, festas, cervejadas, baladas, aulas, trabalhos, grupo de estudo de bioquímica, etc. Ao extinto Clube dos Manés – Damian, Gil (Ernane), Bulute (Luis Carlos) e James – por tantas risadas, me ensinar a jogar basquete, pingas, churras e claro... manezadas. Ao Joe (Jonas) e seu possante pura emoção. Little Potato, ou Batatinha (Rosângela), sempre solícita, meiga e amiga, Nath por tantas tardes de bate-papo na Zero Grau.

Ando (Anderson), Léo, Everton, obrigada pelos finais de semana, jogando vôlei, baralho, passeios de carona na moto e comendo deliciosos quitutes. Marcelo pela amizade e por ceder sua imagem para as fotos.

Aos corajosos organizadores dos INTEREF's e INTERUNESP's por proporcionarem ótimos momentos de lazer e integração. As equipes UNESP Rio Claro, pela garra, empenho e animação em todos os jogos. À equipe feminina de Voleibol, pela companhia e diversão nesses quatro anos de treino. Às Delíder's pelo empenho em nossa missão de alegrar, divertir e encantar a torcida. À bateria pela dedicação nas apresentações animando os jogos. Também à Cia. Éxciton por proporcionar bons momentos de cultura e entretenimento.

A você caro colega de balada, cervejada, carona, e demais momentos essenciais à sobrevivência de um estudante universitário. Todos vocês que passaram por minha vida durante estes anos de graduação foram muito importantes para meu crescimento pessoal e profissional, são muitos momentos especiais que não cabem neste papel. Muito obrigada!!!!

## RESUMO

A mão humana tem sido foco de estudo de muitos cientistas devido à sua funcionalidade e peculiar mobilidade. O homem é capaz de executar tarefas manuais muito além das possíveis a qualquer outro animal. Esta vasta capacidade motora se deve ao íntimo contato da superfície polpuda do polegar em oposição à dos demais dedos. Evidências na literatura mostram que a posição do membro superior influencia na capacidade de produção de força da mão. Especificamente, a posição do punho tem grande influência sobre a produção de força em pinça. O objetivo principal deste estudo foi investigar a influência da posição do punho na preensão em pinça com o polegar em oposição ao dedo indicador. Participaram do estudo 21 universitários dos quais 10 eram homens e 11 mulheres. Os participantes realizaram uma tarefa de preensão em pinça em três posições do punho: flexão máxima, extensão máxima e neutra em duas condições de força – 20% e 40% da contração voluntária máxima (CVM). A CVM foi mensurada, por um período de três segundos, em duas tentativas de produção de força em cada das três posições do punho e a tentativa de melhor resultado foi usada como parâmetro para a realização das tarefas. Em cada uma das condições de posição do punho, os participantes mantiveram a produção de força, por um período de 10 segundos. Todos os participantes executaram cada condição da tarefa quatro vezes, sendo que a primeira foi utilizada para familiarização com a tarefa e descartada das análises. Em todas as tentativas foi fornecido *feedback* visual em tempo real. Os resultados mostram que homens e mulheres apresentam variabilidade semelhante de produção de força. Os homens são consistentemente mais fortes que as mulheres e ambos produzem, em média, mais força na posição neutra do punho do que em extensão ou flexão. Na posição de extensão os participantes foram significativamente menos variáveis que nas posições neutra e de flexão. Ainda, resultado de correlação positiva entre peso e produção de força em pinça na posição neutra foi significativo. Deste modo, os resultados do presente estudo confirmam a literatura na área e ampliam as informações sobre a influência da posição do punho em tarefa de preensão em pinça.

**Palavras-chave:** mão, punho, preensão, força, retroalimentação.

## ABSTRACT

The human hand is the focus of innumerable research studies. Human individuals are capable of performing manual tasks beyond the ability of any other animal. Such large motor ability is due in part to contact surface of the pulp thumb in opposition to the other fingers. Evidences in the literature show that the position of the upper limb influences the ability of hand strength and control. Specifically, the position of the wrist has great influence on the production of pinch strength. The main objective of this study was to investigate the influence of wrist position on the pinch grip with the thumb in opposition to the index finger. Participants of the present study were 21 undergraduate students, 10 men and 11 women. Participants performed a pinch grip task in three wrist positions - maximum flexion, maximum extension and neutral - on two force conditions - 20% and 40% of maximum voluntary contraction (MVC). MVC was measured in two attempts in each of the three positions of the wrist for a period of three seconds, and the trial of the best result was used as the parameter for task performance. In each trial participants maintained the force production at position for 10 seconds. All participants performed each test condition four times, and the first was used as a familiarization trial and discarded from further analysis. In all trials visual *feedback* online was provided. Results of both group gender showed variability was similar for force production. Men were stronger than women, but this difference was not significant and both produced on the average more strength in the neutral wrist position than in flexion or extension. In the extended position participants were significantly less variable than in the flexion and neutral positions. We obtained a significant positive correlation between weight and pinch force production in the neutral position. Thus, the results of this study confirm the literature and expand the information on the influence of wrist position on pinch grip task.

**Key words:** hand, wrist, strength, feedback.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pinça fixada ao pedestal de ferro adaptado, utilizada nas tarefas de preensão.....	21
Figura 2: Posição neutra, Posição de extensão e Posição de flexão.....	22
Figura 3: Esquema da mesa de teste com os aparelhos. ....	23
Figura 4: Média e desvio padrão do erro constante nas três posições do punho.....	27
Figura 5: Média e desvio padrão do Erro Constante dos dois gêneros.....	27
Figura 6: Média e desvio padrão do Coeficiente de Variação das três posições do punho nos dois níveis de força. ....	28



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Biomecânica da mão e do punho.....	10
2.2 Produção de força.....	13
2.3 Fatores que influenciam a produção de força da mão .....	14
3. OBJETIVOS .....	18
4. HIPÓTESES.....	19
5. MÉTODO .....	20
5.1 Participantes .....	20
5.2 Materiais .....	20
5.3 Procedimentos .....	21
5.4 Análise dos dados.....	24
5.5 Tratamento Estatístico .....	25
6. RESULTADOS.....	26
6.1 Erro Constante (EC).....	26
6.2 Erro Absoluto (EA) .....	27
6.3 Coeficiente de Variação (CV).....	28
6.4 Correlação de Pearson .....	29
7. DISCUSSÃO .....	30
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
10. ANEXOS.....	35
ANEXO A.....	35
ANEXO B.....	37
ANEXO C.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

Compreender o funcionamento da complexa estrutura da mão humana é objeto de pesquisa de muitos cientistas. A superior capacidade de nossa mão em executar diversas tarefas, além daquelas possíveis para os demais animais, permite ao homem criar, desenvolver e expressar-se de maneira única em seu meio ambiente. A extensa capacidade da mão humana em se amoldar ao formato dos objetos desempenha papel fundamental na execução de tarefas como manusear uma escova de cabelos ou dental, escrever, cortar a unha com alicate, costurar ou bordar a mão, esculpir, pintar, pegar um 'pen-drive', ou dar a partida no carro. Estes são exemplos de tarefas executadas frequentemente no nosso dia-a-dia que expressam a necessidade de um aparelho motor tão especializado como a mão humana. A mão do homem é capaz ainda de produzir gestos e assim destacar ideias e/ou sentimentos.

A oposição do polegar aos demais dedos é a característica que define a capacidade de execução desta gama de tarefas. Dado que alguns primatas também têm o polegar em oposição aos demais dedos, então eles são capazes de realizar tarefas semelhantes às dos seres humanos. O acoplamento entre as forças de preensão e de carga nas pontas dos dedos segue o curso do desenvolvimento humano. O reflexo de fechamento da mão emerge no nascimento. Em seguida, emerge a preensão voluntária, por volta dos dois a três meses de idade. A oposição de polegar se inicia entre 10 meses e um ano de idade. Levantar objetos com um controle preciso emerge por volta dos dois anos de idade. O desenvolvimento dos demais padrões de coordenação entre os dedos e a formação da mão evolui durante a primeira década de vida (SHIEBER; SANTELLO, 2004).

Existem diferentes maneiras de segurar objetos com os dedos e uma delas é identificada como 'em pinça'. A preensão em forma de pinça pode ser executada com diferentes posições do punho. O objetivo principal desta pesquisa foi explorar a contribuição das diferentes posições do punho nas atividades manuais.

Em específico, este estudo foi projetado para verificar a produção de força na execução de tarefa de prensão em forma de pinça por adultos jovens.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

A mobilidade e a estabilidade do ombro, do cotovelo e do punho, todos operando em planos diferentes, possibilitam à mão se movimentar em um grande volume de espaço de modo a alcançar todas as partes do corpo com relativa facilidade (NORDIN; FRANKEL, 2003). Organizar documentos, escrever ou digitar relatórios, desenhar um protótipo de um produto, manusear equipamentos elétricos e eletrônicos são tarefas executadas na produção e desenvolvimento do sistema de vida humano e exigem capacidade e habilidade motora singular. Ainda, com intuito de mostrar e desenvolver ao máximo sua habilidade, as atividades esportivas põem à prova capacidades do homem, tais como lançar, arremessar, pegar, segurar, agarrar bolas e/ou raquetes. Para realizarmos eficientemente tais tarefas, precisamos desta vasta capacidade de nossos membros superiores, em especial, da precisão das extremidades (dedos).

A revisão de literatura contemplará, em um primeiro momento, nas características gerais da mão e do punho, incluindo suas capacidades e funções e, em um segundo momento, a produção de força do ponto de vista dos funcionamentos neural e biomecânico do ser humano será apresentada.

### **2.1 Biomecânica da mão e do punho**

A complexa arquitetura da mão desafia a compreensão das estratégias de controle feitas pelo Sistema Nervoso Central (SNC). Esta arquitetura dá suporte à coordenação dos movimentos e responde pelas forças necessárias para uma grande variedade de tarefas motoras dos dedos, tanto em movimentos que exigem a participação de um único ou de múltiplos dedos. Para a execução de tais tarefas, o SNC lida com um número de possibilidades disponíveis no sistema maior do que as

realmente necessárias para a execução da tarefa, o que é classicamente conhecido como redundância motora (LI; LATASH; NEWELL; ZATSIORSKY, 1998).

A capacidade do ser humano para executar tarefas manuais é superior a de qualquer outro animal. O arranjo único envolvendo a mobilidade peculiar de 19 ossos e 14 articulações da mão do homem propicia a base estrutural para sua extraordinária adaptabilidade funcional (NORDIN; FRANKEL, 2003). O homem é hábil em segurar objetos de diversos tamanhos, formas e texturas e em diferentes posições, escrever, pintar, esculpir, tocar instrumentos musicais. Esta é uma característica fundamental da evolução do controle central dos dedos progredindo em paralelo com mudanças no instrumento neuromuscular periférico, propiciando uma movimentação cada vez mais independente dos dedos (SHIEBER; SANTELLO, 2004).

A principal função da mão humana é pegar objetos através de movimentos coordenados dos dedos em conjunto, denominados pinça e preensão. Para executar estas funções é fundamental a oposição entre o polegar e os demais dedos, boa mobilidade das articulações, contato preciso entre as polpas dos dedos e ainda força eficaz dos músculos flexores (NAPIER, 1983).

De modo geral, a capacidade de movimentos da mão pode ser resumida em duas classes de movimentos: a preênsil e a não preênsil. Os movimentos de preensão são aqueles em que um objeto, fixo ou solto, é agarrado por uma ação de apertar ou pinçar entre os dedos e/ou a palma. Os movimentos não preênsis da mão toda incluem empurrar, levantar, bater, dedilhar, pontear e tapar (NAPIER, 1983; DEMPSEY; AYOUB, 1996)

A oposição polegar-dedo consiste de um movimento pelo qual a superfície polpuda do polegar é colocada diretamente em contato com as almofadas terminais de um ou de todos os dedos restantes – ou diametralmente em oposição a estes. A posição neutra do polegar – polegar em abdução formando ângulo com a palma da mão – é o ponto de partida para a descrição do movimento de oposição. A partir desta posição, o polegar desloca-se na direção ulnar em um movimento de flexão e rotação até parar, em oposição total. O dedo indicador completa o movimento, flexionando-se em todas as suas articulações até entrar em contato com a ponta do polegar (NAPIER, 1983).

Embora a oposição do polegar seja uma das características que identificam o homem, este movimento não é exclusivo dele, pois, alguns primatas

como o gorila, o chimpanzé, o babuíno e o gibão, possuem habilidades manipulativas semelhantes ao homem. O que é único no homem é a vasta área de contato íntimo entre as polpas das pontas dos dedos, ou seja, maior alcance da pele papilar altamente sensível tornando mais eficaz e precisa a manipulação de objetos pequenos e delicados (NAPIER, 1983). As forças na preensão da pinça são geradas pelas atividades principalmente dos músculos intrínsecos, que são mais fracos, porém de maior precisão quando comparado com as forças geradas pelos músculos extrínsecos (ARAÚJO, M.; ARAÚJO, P.; CAPORRINO; FALOPPA; ALBERTON, 2002).

Os tipos de pinça mais utilizados no dia-a-dia são: pinça polpa-a-polpa, pinça trípode e pinça lateral. A pinça polpa-a-polpa é executada entre as polpas dos dedos polegar e indicador, sendo utilizada para pegar objetos pequenos e delicados. Exige mais destreza do que força e requer os mais finos padrões de coordenação manual. A pinça trípode (pinça palmar) é feita entre as polpas dos dedos polegar, indicador e médio sendo utilizada em cerca de 60% das atividades da vida diária, como pegar uma caneta ou chave de fenda. É uma pinça de força intermediária. A pinça lateral (pinça chave) é executada pela polpa digital do polegar e a face látero-radial da segunda falange do indicador, como quando se pega uma chave para introduzir na fechadura. É a pinça mais forte (ARAÚJO, M.; ARAÚJO, P.; CAPORRINO; FALOPPA; ALBERTON, 2002).

O punho é um conjunto de ossos e estruturas moles (músculos, ligamentos e tendões) que conecta a mão ao antebraço. Ele atua de forma cinemática ao permitir alterações na localização e orientação da mão em relação ao antebraço e de forma cinética ao transmitir as cargas da mão para o antebraço e vice-versa (NORDIN; FRANKEL, 2003). O complexo articular do punho consiste de múltiplas articulações dos oito ossos do carpo com a posição distal do rádio, as estruturas do espaço ulnocárpico e os metacarpianos e entre eles. Os oito ossos do carpo são divididos em fileira proximal e distal. A fileira distal - trapézio, trapezoide, capitato e hamato - forma uma unidade relativamente imóvel que se articula com os metacarpianos para formar articulações carpometacarpianas. A fileira proximal – escafoide semilunar e piramidal - mais móvel articula-se com a porção distal do rádio e forma a articulação radiocarpal. O osso pisiforme participa das duas fileiras do carpo (NORDIN; FRANKEL, 2003).

O complexo articular do punho é circundado por 10 tendões e tem como motores primários três músculos extensores e três músculos flexores. Da interação desses elementos são produzidos e controlados os movimentos de flexão, extensão, abdução (desvio radial) e adução (desvio ulnar) do punho. Quatro músculos adicionais controlam a pronação e supinação do antebraço (NORDIN; FRANKEL, 2003; PALASTANGA; FIELD; SOAMES, 2000).

Devido à configuração dos tendões do punho, o movimento de extensão facilita a flexão dos dedos por causa do encurtamento dos músculos flexores. Da mesma maneira, a flexão do punho facilita a extensão dos dedos fornecendo alongamento aos flexores (FELDMAN, 1999). A posição do punho, portanto, tem fundamental relação com a capacidade de produção de força da mão e dedos. É necessário ampliar estudos sobre a compreensão dessa relação punho-mão para podermos prevenir doenças e melhorar a condição de pessoas que já convivem com patologias nas articulações em questão.

## **2.2 Produção de força**

A força total que um músculo pode produzir é influenciada por suas propriedades mecânicas, as quais podem ser descritas examinando-se as relações musculares de comprimento-tensão, carga-velocidade, e força-tempo e ainda a arquitetura musculoesquelética. Nossos músculos trabalham criando tensão, resultante da carga, soma de forças internas (peso das partes do corpo envolvidas) e forças externas (o objeto manipulado e a gravidade), que agem contra o músculo. (FORCE, 2006; NORDIN; FRANKEL, 2003).

Um músculo consiste de fibras especiais, as miofibrilas que são filamentos proteicos formados pelas proteínas contráteis, actina e miosina, que se encontram ao longo do comprimento do músculo. Estas miofibrilas podem variar de poucos centímetros de comprimento à quase um metro. As fibras contráteis encontram-se agrupadas formando o fascículo muscular. Cada fascículo é envolvido pelo perimísio, constituído de tecido conjuntivo (NORDIN; FRANKEL, 2003; BOMPA; CORNACCHIA, 2000).

O Sistema Nervoso Central, através dos nervos motores, envia impulsos nervosos às placas motoras (terminações nervosas musculares) resultando na

contração muscular. A habilidade de se contrair um músculo e produzir força é determinada pelo seu desenho, por sua área de seção transversa, pelo comprimento da fibra e pelo número de fibras que formam o músculo (BOMPA; CORNACCHIA, 2000).

A estrutura músculo-esquelética do corpo humano é um conjunto de ossos unidos entre si por ligamentos, formando a estrutura articular (BOMPA; CORNACCHIA, 2000). Os ossos giram em torno dessas articulações através dos músculos que se conectam a uma ou várias articulações para realizar os movimentos. É comum que a musculatura produza rotações em mais de um plano em torno de uma articulação e algumas rotações influenciem em torno de mais de uma articulação. Isto exige do Sistema Nervoso Central ativar frequentemente diversos músculos para realizar um movimento relativamente simples (FORCE, 2006).

Os músculos esqueléticos, responsáveis pela contração muscular, produzem três tipos de contração: isotônica, isométrica e isocinética. Na ação isotônica a tensão muscular é a mesma em todo o movimento, e esta se subdivide em duas: concêntrica (tensão é maior que a carga, ocorre encurtamento muscular); e excêntrica (a tensão é menor que a carga, ocorre alongamento muscular). Na ação isométrica, a tensão é igual à carga (mantêm o comprimento muscular), enquanto que na contração isocinética, a ação ocorre em velocidade constante em toda amplitude articular, independente da força necessária para execução do movimento (BOMPA; CORNACCHIA, 2000; FORCE, 2006).

### **2.3 Fatores que influenciam a produção de força da mão**

Muitos fatores afetam a produção de força dos dedos, tais como: variações no comprimento muscular, flexibilidade do músculo e do tendão, condições articulares, neuropatias, tipo de preensão, largura do objeto de preensão e a configuração do corpo/articulação (LI, 2002). Qualquer patologia que afete a mão, seja ortopédica ou traumatológica, tende a diminuir a força de preensão e de pressão. A medida objetiva dessa força é de suma importância para a avaliação das



patologias da mão (ARAÚJO, M.; ARAÚJO, P.; CAPORRINO; FALOPPA; ALBERTON, 2002).

Outro trabalho relacionado às patologias de membro superior foi o de Marthur, Pynsent, Vohra e Thomas (2004) sobre influência de quadro pós-operatório da força do punho nas forças de aperto e de “pinça chave”. O resultado do estudo mostrou que há significativo decréscimo da capacidade de produção de força imediatamente após cirurgia de descompressão do túnel do carpo. A força do punho em posição de flexão decresceu significativamente mais que em posição de extensão. Essa redução da capacidade de produção de força perdura de seis meses a 12 meses após a cirurgia.

A relação da dominância manual com a capacidade de preensão tem sido estudada por alguns cientistas. A mão direita é significativamente mais forte que a esquerda em pessoas que apresentam dominância manual direita, produzindo em média 10% mais força. Esta diferença não é significativa em pessoas com dominância manual esquerda. Isto é devido à necessidade dos canhotos, em nossa sociedade, de utilizar a mão direita muito mais frequentemente que os destros utilizam a mão esquerda (GODOY; BARROS; MOREIRA; SILVA Jr, 2004).

Vários estudos focalizaram a preensão em pinça em função do gênero. Por exemplo, Araújo e colaboradores (2002), avaliando três tipos de pinça (polpa-a-polpa, trípede e lateral), obtiveram diferenças amostrais com homens produzindo mais força do que as mulheres. Em outros estudos autores têm procurado estabelecer a relação entre as forças de preensão em pinça e o tamanho do indivíduo, mas os resultados apresentados são controversos. Por exemplo, Araújo e colaboradores (2002), citado acima, verificaram que a correlação entre o tamanho do indivíduo (através do IMC) e as forças em pinças era muito fraca. Por outro lado, Dempsey e Ayoub (1996) verificaram significativa correlação entre peso corporal, comprimento e espessura da mão e os valores médios de força somente no gênero masculino.

Outro fator determinante da produção de força é a posição do membro superior. Segundo Araújo e colaboradores (2002) a medição da força é significativamente influenciada pela posição do membro superior. A posição que possibilita a obtenção dos melhores resultados quando da avaliação da produção de força é com o paciente sentado, com o ombro abduzido e em rotação neutra, o cotovelo flexionado em ângulo reto, o antebraço em rotação neutra e o punho

também em posição neutra, sendo permitido a este uma extensão máxima de 30°. Dedos não envolvidos na pinça ficam em semi flexão. No entanto, em estudo sobre a influência da posição do cotovelo em tarefas de controle de torque, Krás e colaboradores (2007) verificaram que a capacidade de produção de força é pouco relacionada com a posição do cotovelo, mas sim, principalmente, com as estratégias neuromusculares adotadas pelo SNC.

Outro trabalho relacionado à posição do membro superior foi conduzido por Carey e Gallwey (2002) sobre a relação entre as posturas desviadas do punho e sensação subjetiva de desconforto. Em tarefa de pressão com a utilização da palma da mão, este estudo mostrou que extrema flexão do punho resulta em maior desconforto que as outras posições extremas (extensão, desvio ulnar e desvio radial). Todas as posições extremas causaram significativamente maior desconforto que a posição neutra.

O fator controle da produção de força também tem sido estudado por diversos autores. Nordin e Frankel (2003) afirmam que embora todas as articulações do membro superior ajam de modo a permitir que a mão possa realizar as atividades cotidianas, a estabilidade do punho é essencial para o funcionamento apropriado dos músculos flexores e extensores dos dedos. De acordo com Li (2002) há uma substancial perda da força de preensão máxima em posições de flexão ou extensão máxima do punho. E a extensão moderada juntamente com o ligeiro desvio ulnar funcional é a posição mais importante da articulação do punho, sendo as posições extremas do punho de grande risco para as desordens de esforço repetitivo (LAMOREAUX; HOFFER, 2002).

Também relacionado ao fator controle, o estudo de Werremeyer e Cole (1997) relata que os músculos extrínsecos dos dedos que cruzam o punho afetariam o processo de acoplamento de forças de preensão com o uso da polpa das pontas dos dedos. Esta afirmação apoia-se no fato da força de preensão ter aumentado com a velocidade angular do punho durante movimento deste no plano horizontal e ter sido muito maior que o aumento tangencial da carga nas pontas dos dedos ou as forças de reação de aceleração linear do objeto em teste. Também, durante flexão do punho, os músculos do dedo indicador, na mão e antebraço, aumentaram sua atividade elétrica. Durante a extensão do punho, esta atividade elétrica aumentou pouco ou decresceu para alguns sujeitos. E a força máxima de preensão coincidiu com a aceleração máxima e a força de preensão permaneceu elevada quando o

punho foi mantido em extrema flexão ou extensão. Da mesma maneira, durante ações isométricas do punho, a força de aperto aumentou apesar das cargas nas pontas dos dedos permanecerem constantes.

Tendo em vista a revisão de literatura apresentada, as afirmações de Araújo, M.; Araújo, P.; Caporrino; Faloppa e Alberton (2002), e os resultados dos estudos de Li (2002) e Dempsey e Ayoub (1996), objetivamos verificar, no presente estudo, o efeito da posição do punho, na produção de força dos dedos na preensão em pinça polpa-a-polpa entre os dedos polegar e indicador. Em complemento, examinamos a influência das variáveis: gênero, peso e comprimento da mão na produção de força dos dedos.

### **3. OBJETIVOS**

Verificar a influência da posição da articulação do punho na realização de tarefas de preensão em pinça polpa-a-polpa.

Especificamente, examinar a diferença entre três posições do punho, neutra, extensão máxima e flexão máxima na tarefa de preensão em pinça com o polegar em oposição ao dedo indicador em diferentes níveis de força empregados na tarefa.

Examinar a influência das variáveis: gênero, peso corporal, comprimento da mão e na produção de força de preensão em pinça.

Através do resultado das investigações acima, ampliar conhecimento sobre riscos à saúde no emprego de posições extremas do punho em atividades de preensão em pinça polpa-a-polpa.

#### **4. HIPÓTESES**

H1 – A posição neutra proporciona maior capacidade de produção de força de preensão em pinça polpa-a-polpa com dedo polegar em oposição ao dedo indicador do que as demais posições.

H2 - Os homens produzem significativamente mais força de preensão em pinça polpa-a-polpa com dedo polegar em oposição ao dedo indicador do que as mulheres;

## **5. MÉTODO**

### **5.1 Participantes**

Participaram do estudo 21 universitários destros, sendo 10 homens e 11 mulheres com idade entre 18 e 26 anos (média - 21,47 anos), sem histórico de traumas ou neuropatias no membro superior. A preferência manual foi identificada através da utilização do Inventário de Preferência Manual de Edinburgh adaptado (Anexo C).

Todos os participantes receberam previamente informação sobre os objetivos e procedimento do estudo (Anexo A) e então assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B). Os procedimentos relacionados à participação no estudo seguiram as normas e instruções do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP de Rio Claro.

### **5.2 Materiais**

Para a execução das tarefas de preensão digital em pinça foi utilizada uma célula de carga construída em metal (liga de alumínio AL 7075T6) com dimensões de 100mm x 7mm x 25mm, instrumentada com extensômetros de resistência elétrica (“strain gauges”). Esta célula foi fixada e suspensa por uma presilha a um pedestal de ferro adaptado, de altura ajustável (ver Figura 1).

Os sinais elétricos emitidos da célula de carga foram convertidos de sinais analógicos para digitais através de um amplificador (MCS1000VB marca EMG System do Brasil) usando um ganho de 300 vezes e uma excitação de voltagem de 5 V (volts). O sinal amplificado foi convertido em uma placa analógico-digital de aquisição de dados, amostrados a 100 Hz em software de aquisição e análise de dados ARIEL (APASCES-DOS, 1996) e armazenados em um computador.



**Figura 1: Pinça fixada ao pedestal de ferro adaptado, utilizada nas tarefas de preensão.**

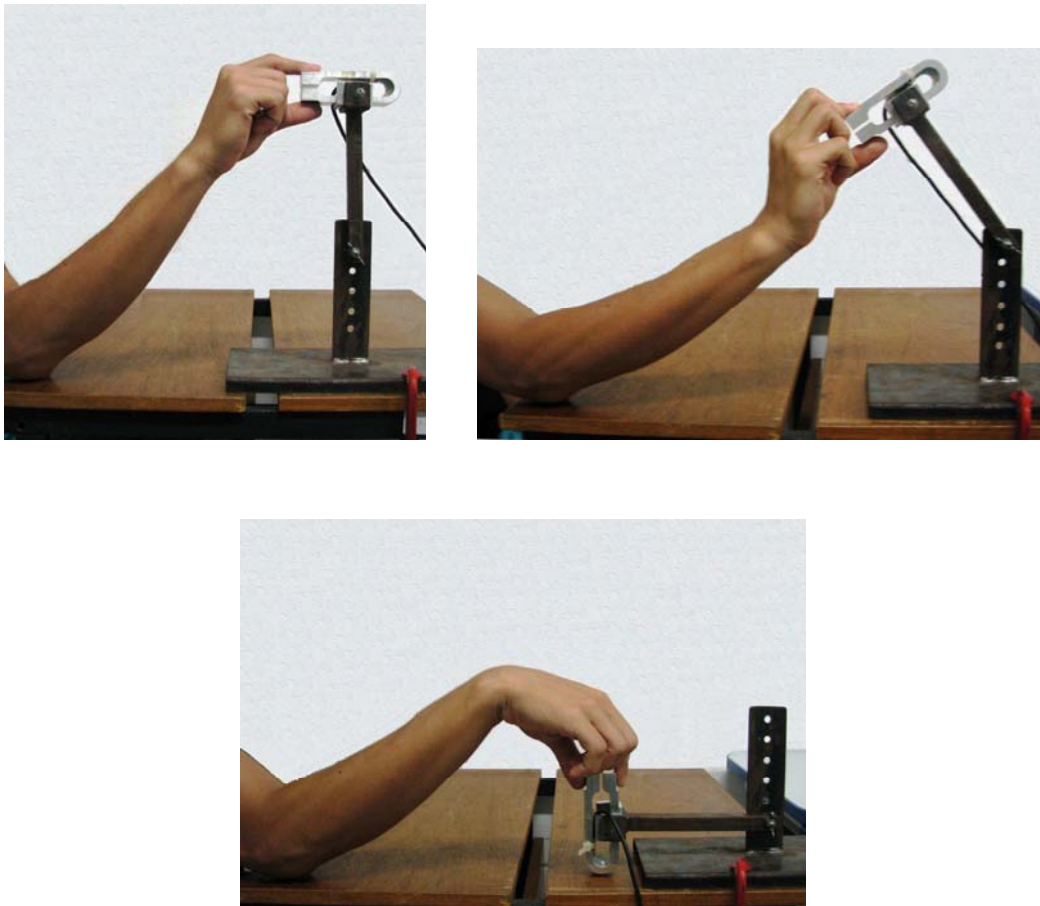
Feedback visual em tempo real foi fornecido por um osciloscópio analógico, modelo MINIPA – MO-1221S, de dois canais, com frequência de 20MHz, sensibilidade máxima de 1mV/DIV e tempo máximo de varredura de 20ns/DIV.

### **5.3 Procedimentos**

O Inventário de Preferência Manual de Edinburgh adaptado foi utilizado para identificar a preferência manual de todos os participantes. A estatura e peso dos participantes foram aferidos através de uma balança Welmy, modelo R-110. A medida do comprimento da mão direita de cada participante foi mensurada – distância entre o médio estiloidal e o ponto mais distal do dedo médio com a mão em supinação e dedos estendidos (NORTON; OLDS, 2005). Para esta mensuração foi utilizado um paquímetro Cescorf (50cm).

A tarefa de preensão em pinça foi selecionada no estudo por ser uma tarefa amplamente utilizada no dia-a-dia, e a literatura mostra que a posição do punho pode ter grande influência neste tipo de tarefa. Cada participante realizou as tarefas de preensão em pinça na posição de extensão do punho (braço em aproximadamente 45° de abdução e 45° de flexão, antebraço em 90° de flexão e punho em 40° de extensão), de flexão do punho (braço em 45° de abdução e 45° de flexão, antebraço em 75° de flexão e punho em 60° de flexão) e de posição neutra

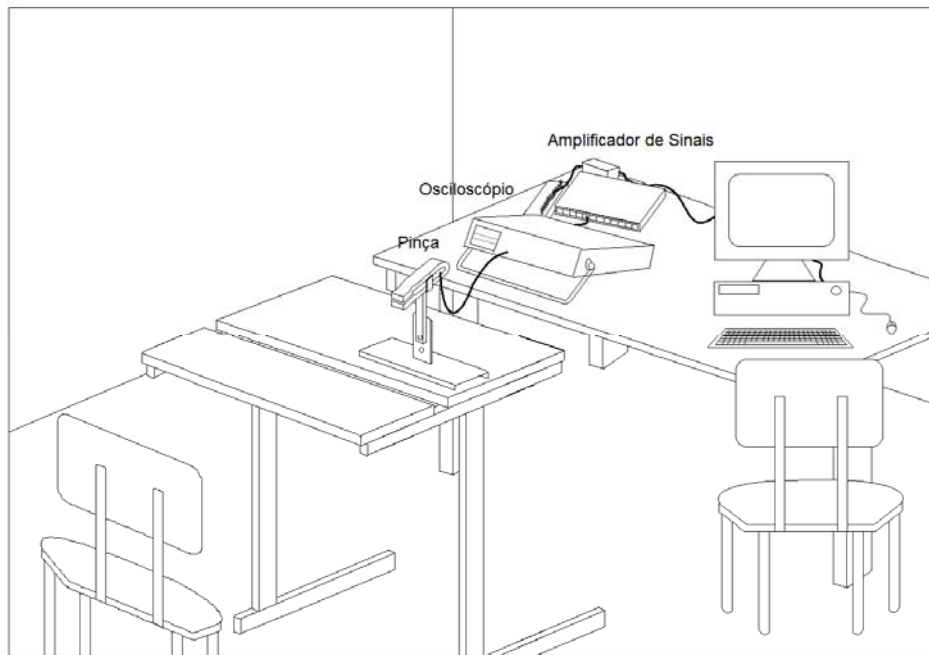
(braço em 45° de abdução e 45° de flexão, antebraço em 90° de flexão e punho em 20° de extensão) (Figura 2). Em cada posição, foram executadas duas tentativas de Força Máxima, com duração de três segundos, quatro tentativas de Controle a 20% da força máxima; e quatro tentativas de Controle a 40% da força máxima. Nas tentativas de controle, a duração da tarefa foi de 10 segundos. Em todas as posições, o cotovelo permaneceu apoiado sobre a mesa.



**Figura 2: Posição neutra, Posição de extensão e Posição de flexão.**

Os participantes executaram as tarefas sentados confortavelmente em uma cadeira com o braço esquerdo livre, descansando ao lado do corpo. Feedback visual em tempo real foi fornecido através do osciloscópio descrito acima, posicionado 50cm à frente do participante (Figura 3). A sessão do teste durou aproximadamente 40 minutos.





**Figura 3: Esquema da mesa de teste com os aparelhos.**

### 5.3.1 Experimento

Após a explicação das tarefas, o participante realizava duas tentativas de força máxima por um período de 3 segundos. Os participantes tinham aproximadamente um minuto de descanso entre estas tentativas. O melhor resultado de produção de força entre estas duas tentativas foi utilizado como parâmetro para cálculo das porcentagens de nível sub-máximo de força (i.e., 20% e 40%) para as tentativas experimentais subsequentes.

Em cada condição experimental, cada participante realizava quatro tentativas, com a mão direita (a mão preferida) sendo que a primeira era utilizada para familiarização do participante com a tarefa e descartada das análises. Os participantes eram instruídos a encostar a linha de sua produção de força na “linha-alvo”, ambas visíveis no osciloscópio (feedback em tempo real), e manter essa linha sob a “linha-alvo” durante 10 segundos.

Para iniciar cada tentativa, o experimentador dava um comando verbal “já”. Ao término da tentativa o participante ouvia um bip, e então parava de executar a tarefa e descansava o braço sobre a mesa. Entre as tentativas havia um descanso de 30 segundos para evitar fadiga muscular.

## 5.4 Análise dos dados

Os sinais de produção de força emitidos pela célula de carga (pinça) e captados pelo transdutor de força foram convertidos no processo analógico para digital através do amplificador (MCS1000VB marca EMG System do Brasil), e então foram processados pelo software de aquisição de dados ARIEL (APASCES-DOS,1996) e armazenados em um computador. A seguir, os sinais foram filtrados com um filtro do tipo passa baixa Butherworth de segunda ordem, com frequência de corte de 25 Hz e os valores adquiridos em tensão (volts) foram convertidos para valores em força (Newton) a partir de equações obtidas no processo de calibração do dia do teste.

As variáveis dependentes selecionadas para o estudo foram Erro Constante (EC), Erro Absoluto (EA) e Coeficiente de Variação (CV). Para análise das variáveis dependentes da tarefa de prensão digital em pinça foram consideradas as 3 últimas tentativas de cada teste. Os primeiros 3 segundos de cada tentativa não foram analisados de forma a excluir os ajustes iniciais de alcance aos níveis de força solicitados (i.e., 20% e 40%), sendo considerados somente para análise os 7 segundos restantes de produção de força. Assim, as variáveis dependentes foram calculadas e, posteriormente, submetidas a tratamento estatístico.

Para obtenção da medida de variabilidade, foi calculada a média e o desvio padrão (DP) da força produzida para posterior cálculo do Coeficiente de Variação (CV) através do software *Matlab 7.0*. O Coeficiente de Variação é a razão entre o desvio padrão e a média de todos os dados (SCHMIDT, LEE 1998). Neste estudo, o CV foi utilizado como medida de consistência das respostas de produção de força isométrica, definido como:

$$CV = \frac{DP}{MÉDIA}$$

Equação 1

Onde MÉDIA representa a média dos dados produzidos em uma tentativa da tarefa.

Para análise da precisão nas respostas de produção de força isométrica foram utilizadas duas medidas: Erro Constante (EC) e Erro Absoluto (EA). O Erro

Constante é dado em unidades que representam a quantidade e direção do desvio relativo do alvo (SCHMIDT, LEE 1998). Neste estudo o EC é apresentado em Newton (N), e definido como:

$$EC = \frac{\sum (x_i - T)}{n}$$

Equação 2

Onde T representa o nível submáximo de força estabelecido,  $x_i$  representa os valores de força produzidos pelos participantes, e n representa o número de amostras da tentativa realizada.

O Erro Absoluto é uma medida da precisão global de desempenho. É a média absoluta de desvio, sem considerar a direção de desvio do alvo (SCHMIDT, LEE 1998), definido no estudo como:

$$EA = \frac{\sum |x_i - T|}{n}$$

Equação 3

Onde T,  $x_i$  e n foram definidos anteriormente.

Também foi utilizada Correlação de Pearson para verificar possível relação entre peso (kg) e produção de força máxima e entre comprimento da mão (cm) e produção de força máxima.

## 5.5 Tratamento Estatístico

Para o tratamento estatístico, o programa computacional Statistica 7.0 for Windows foi utilizado. Para examinar o efeito da posição do punho em diferentes níveis de força, a análise estatística foi conduzida através de Análise de Variância (ANOVA) para todas as variáveis dependentes (Coeficiente de Variação e Erro Absoluto). Para detectar as diferenças nos fatores principais foram feitos testes posteriores do tipo Tuckey HSD. Para a interação entre fatores foi realizada Análise de Variância de um fator (ANOVA *one way*). Nível de  $p < 0.05$  foi utilizado para indicar diferenças estatisticamente significantes entre as médias.

## 6. RESULTADOS

Em primeiro lugar, consideramos importante apresentar a força máxima produzida em função do gênero e, em seguida, apresentar os resultados de cada uma das variáveis dependentes: Erro Constante, Erro Absoluto, Coeficiente de Variação e Correlação de Pearson. Em termos da força máxima produzida, os participantes do gênero masculino foram, em média, consistentemente mais fortes que as participantes do gênero feminino na posição neutra (M masc. = 61,59N; M fem. = 50,44N), na posição de flexão (M masc. = 51,89N, M fem. = 50,63N) e na posição de extensão (M masc. = 55,77N, M fem. = 45,20N).

### 6.1 Erro Constante (EC)

Resultado da Análise de Variância (ANOVA) para a variável dependente EC indicou que o fator posição alcançou nível de significância  $F(2, 38) = 6.5, p < 0,05$ . A interação entre força e gênero também alcançou nível de significância  $F(1, 19) = 6.1, p < 0,05$ . Para o fator posição, os resultados indicaram que o EC foi menor em flexão (M = -0,02N), seguido da extensão (M = -0,36N) e na posição neutra os resultados indicaram os maiores valores de EC (M = 0,63N) (Figura 4). Os resultados da interação entre força e gênero indicaram que o EC no gênero masculino não foi semelhante ao gênero feminino (Figura 4).

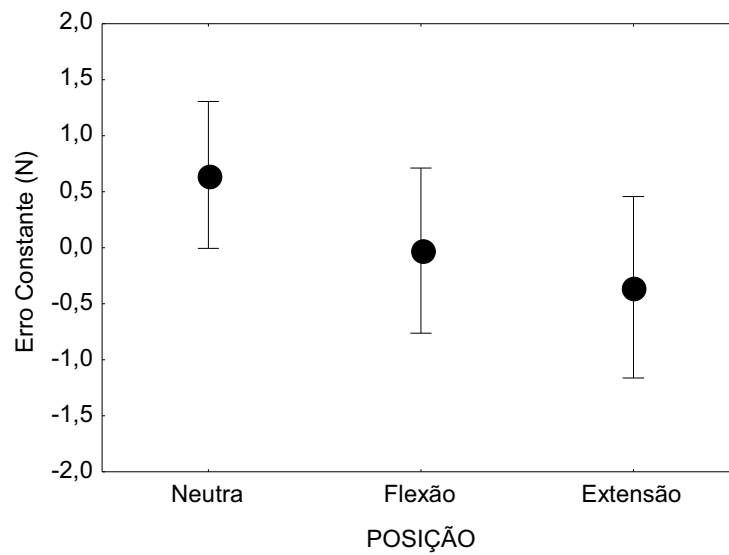


Figura 4: Média e desvio padrão do erro constante nas três posições do punho.

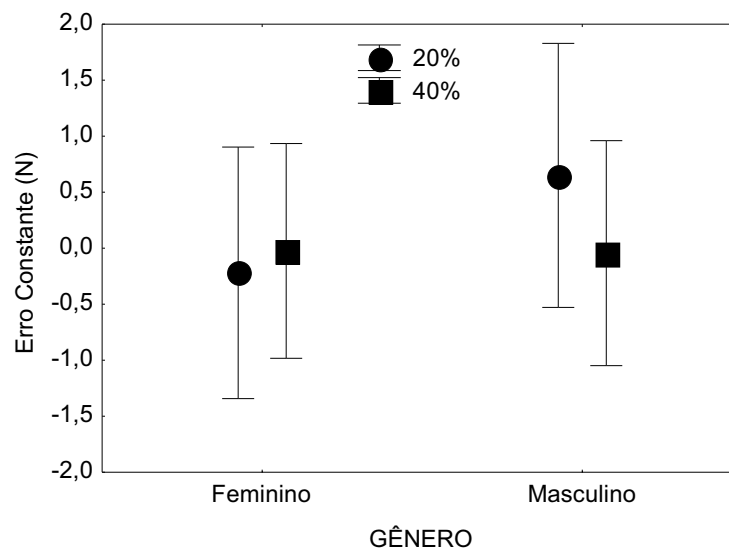


Figura 5: Média e desvio padrão do Erro Constante dos dois gêneros.

## 6.2 Erro Absoluto (EA)

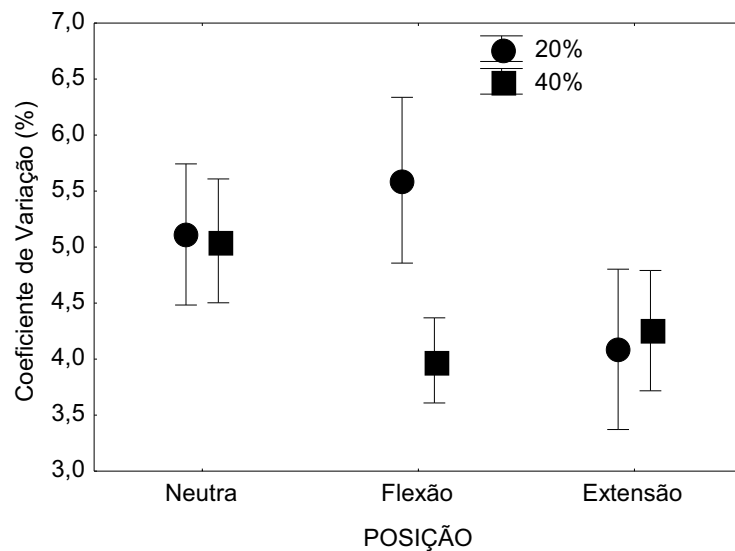
Resultado da ANOVA para a variável EA não indicou diferença significativa para nenhum dos fatores analisados e nem para interação. Para o fator gênero o resultado foi  $F(1, 19) = 0,83$ ,  $p=0,3$ ; para o fator posição foi  $F(2, 38) = 0,03$ ,  $p=0,9$  e; para o fator força foi  $F(1, 19) = 0,07$ ,  $p=0,7$ . Homens e mulheres erraram proporcionalmente em todas as posições e níveis de força estudados. O resultado

da interação posição e gênero foi  $F(2, 38) = 1.72$ ,  $p=0,1$  e; o resultado da interação força e gênero foi  $F(1, 19) = 0.3$ ,  $p=0,5$ .

### 6.3 Coeficiente de Variação (CV)

Resultado da ANOVA indicou que os fatores posição  $F(2, 38) = 6.69$ ,  $p < 0,05$  e força  $F(1, 19) = 7.64$ ,  $p < 0,05$  alcançaram nível de significância. A interação entre posição e força também alcançou o nível de significância  $F(2, 38) = 8.25$ ,  $p < 0,05$ .

Para o fator posição, o CV foi menor na posição de extensão ( $M = 4,1\%$ ) comparada com as outras duas condições (neutra  $M = 5,0\%$ ; flexão  $M = 4,7\%$ ). Para o fator força, os resultados indicaram que o CV foi menor para a condição de 40% da CVM ( $M = 4,43\%$ ) do que para a condição de 20% da CVM ( $M = 4,93\%$ ). Os resultados da interação entre posição e força indicaram que o CV na força de 20% e de 40% na posição de flexão não foi similar aos das posições neutra e de extensão (Figura 6).



**Figura 6: Média e desvio padrão do Coeficiente de Variação das três posições do punho nos dois níveis de força.**

#### 6.4 Correlação de Pearson

Resultado do teste de Correlação de Pearson mostrou correlação positiva entre peso corporal (kg) e CVM na posição neutra,  $r=.71$ . Entre peso corporal e CVM na posição de flexão correlação marginalmente positiva  $r=.59$ . Já entre peso corporal e CVM na posição de extensão a correlação foi insignificante  $r=.07$ .

Resultado do teste de Correlação de Pearson não mostrou correlação significativa entre comprimento da mão (cm) e a CVM em nenhuma das três posições do punho estudadas.

## 7. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar a influência da posição do punho na preensão em pinça polpa-a-polpa, a partir das informações da revisão de literatura sobre a importância das atividades de preensão na vida diária, sobre influência da posição do membro superior na produção de força dos dedos e sobre a influência de fatores patológicos e traumatológicos no membro superior, no intuito de agregar conhecimento na área.

Como apresentado nos resultados, o erro constante na posição neutra foi maior do que nas posições de flexão e extensão. Isto pode ser devido aos graus de liberdade da tarefa, de acordo com Li, Latash, Newell e Zatsiorsky (1998). Na posição neutra os músculos, tendões e articulações têm maior mobilidade (mais graus de liberdade) que nas posições extremas de flexão e extensão. Esta mobilidade pode ter dificultado os voluntários em manter a força alvo com precisão, na tarefa em questão, na posição neutra em relação às posições de flexão e extensão.

No presente estudo a posição neutra do punho possibilitou, em média, maior capacidade de produção de força em pinça em relação a posições desviadas do punho. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Li (2002). Esta produção de força pode estar relacionada ao erro constante dos voluntários, pois na posição neutra do punho, eles executaram a tarefa com erro, em média, sempre acima da força alvo enquanto que nas posições de flexão e extensão o erro foi, em média, sempre abaixo da força alvo.

A variabilidade da resposta na posição neutra também foi maior do que nas demais posições. Na posição de extensão, a variabilidade foi significativamente menor do que a posição neutra e de flexão, indicando que essa pode ser a posição com menor número de graus de liberdade para a execução da tarefa de preensão em pinça.



Os universitários erraram, em média, na tarefa de execução de 20% CVM constantemente acima do alvo, enquanto que na tarefa de execução de 40% da CVM o erro, em média, foi constantemente abaixo do alvo. As universitárias erraram, em média, constantemente abaixo do alvo tanto na tarefa de execução de 20% da CVM quanto na tarefa de execução de 40% da CVM. Estas informações aliadas à força máxima, em média, maior nos homens sugerem que quanto maior a força máxima, maior a tendência de o indivíduo superestimar a força alvo.

Como apresentado na revisão de literatura, em estudo de Araújo e colaboradores (2002), os homens também produziram mais força que as mulheres em nosso estudo, porém essa diferença não foi significativa para a produção de força em pinça. Homens e mulheres erraram semelhantemente, não havendo diferença significativa em nenhuma das posições estudadas.

Verificamos ainda correlação positiva entre peso corporal e produção de força de pinça em posição neutra, o que está de acordo com resultado do Dempsey e Ayoub (1996). Verificamos correlação marginalmente positiva entre peso e produção de força de pinça na posição de extensão, porém não houve correlação significativa entre peso e produção de força de pinça na posição de flexão. Não houve correlação significativa entre o comprimento da mão e produção máxima de força em pinça, diferentemente dos estudos vistos na revisão de literatura. Esta diferença pode ser devida ao número da amostra deste estudo ser pequena.

Nenhum dos voluntários possuía histórico de qualquer patologia de membro superior, mas alguns relataram relativo desconforto na produção de força nas posições de extensão e flexão do punho em relação à posição neutra. Estes relatos sugerem que permanecer em posição de extrema flexão e extensão pode gerar ou agravar doenças articulares, como apresentado por Araújo e colaboradores (2002) na revisão de literatura.

Muitos estudos focalizam a influência da posição do punho em tarefas de preensão em pinça, entretanto utilizam diferentes posturas do membro superior e diferentes níveis de força. Estes fatores diminuem a possibilidade de uma comparação objetiva dos resultados ao mesmo em tempo que mostram quão vastas são as capacidades de movimento de nossas mãos e dedos.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo focaliza a mão do ser humano que é responsável por um grande número de atividades realizadas no dia a dia. Embora a mão tenha sido foco de um grande número de estudos científicos, pouco se sabe sobre a questão da posição do punho na produção de força em pinça. A forma de preensão em pinça responde por um grande número de atividades que requerem precisão no controle do objeto na atividade realizada.

O objetivo deste estudo foi compreender o papel da posição do punho na produção de força dos dedos. Inicialmente apresentamos na revisão de literatura fatores relacionados à produção de força de preensão em pinça, destacando a influência da posição do punho em várias tarefas. Então, selecionamos a tarefa de preensão em pinça polpa-a-polpa entre os dedos polegar e indicador para fins do presente estudo.

Os resultados obtidos confirmam aqueles apresentados na literatura que indicam que a força em pinça produzida na posição neutra é maior do que nas posições de extensão e de flexão do punho. Ainda, os indivíduos do gênero masculino produzem de modo consistente mais força do que os indivíduos do gênero feminino em todas as posições do punho estudadas.

Os resultados indicam também haver significativa correlação positiva entre peso corporal e capacidade de produção de força máxima na produção de força em pinça polpa-a-polpa entre os dedos polegar e indicador. Isto significa que quanto maior o peso corporal, maior a quantidade de força produzida nesta condição.

O presente estudo amplia nossos conhecimentos sobre um aspecto importante relativo à produção de força em pinça. No entanto novos estudos são necessários para ampliar o conhecimento sobre a influência de outras posições do punho e outros níveis de força na preensão em pinça polpa-a-polpa.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M.P.; ARAÚJO, P.M.P.; CAPORRINO, F.A.; FALOPPA, F.; ALBERTON, W.M. Estudo Populacional das forças das pinças polpa-a-polpa, trípole e lateral. **Revista Brasileira de Ortopedia**. v.37, n.11/12, p.496-504, 2002.

BOMPA, T.P.; CORNACCHIA, L.J. **Treinamento de Força Consciente**: Estratégias para ganho de massa muscular. Phorte Editora, São Paulo, 1ª Ed., p. 11-18, 2000.

CAREY, E.J.; GALLWEY, T.J. Effects of wrist posture, pace and exertion on discomfort. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v.29, p.85-94, 2002.

DEMPSEY, P.G. AYOUB, M.M. The influence of gender, grasp type, pinch width and wrist position on sustained pinch strength. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v.17, p.259-273, 1996.

DEUTSCH, K.M.; NEWELL, K.M. Changes in the structure of children's isometric force variability with practice. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 88, p.319-333, 2004.

FELDMAN, R. Functional anatomy of the upper limb. **Biomechanics in Ergonomics**. p. 89-96, 1999.

FORCE production. **Badmintology**: the study of badminton. 4 fev. 2006. Disponível em: <http://www.topracket.com/Badmintology/CoreText/MotorSkills/Force.php>  
Acesso em: 11 mar. 2008.

GODOY, J.R.P.; BARROS, J.F.; MOREIRA, D.; SILVA, W.S. Jr. Força de aperto da preensão palmar com o dinamômetro de Jamar: revisão de literatura. **Efdeports Revista Digital**, Buenos Aires, nº 79, 2004.

KRÁS BORGES, C.; RODRIGUES, A.M.; LOSS, J.F.; PETERSEN, R.D.S.; OLIVEIRA, M.A. Efeito da posição do cotovelo no controle de torque de supinação do antebraço em jovens adultos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.11, n.6, p.487-493, 2007.

LAMORAUX, L; HOFFER, M.M. The effect of wrist deviation on grip and pinch strength. **Clinical Orthopedics**. n. 314, p. 152-155, 1995.

LI, Z.M.; LATASH, M.L.; NEWELL, K.M.; ZATSIORSKY, V.M. Motor redundancy during maximal voluntary contraction in four-finger tasks. **Experimental Brain Research**. V.122, p.71-78, 1998.

LI, Z.M. The influence of wrist position on individual finger forces during forceful grip. **The Journal of Hand Surgery**, v.27A, n.5, set. 2002.

MARTHUR, K.; PYNSENT, P.B.; VOHRA, S.B.; THOMAS, B. DESHMUKH, S.C. Effect of wrist position on power grip and key pinch strength tunnel decompression. **Journal of Hand Surgery**. v.29B:4, p.390-392, 2004.

NAPIER, J. **A Mão do Homem**. Anatomia, Função, Evolução. Rio de Janeiro: Ed. Zahar, p. 70-81, 1983. Tradução de: Hands.

NORDIN, M. FRANKEL, V.H. **Biomecânica Básica do Sistema Musculoesquelético**. Guanabara Koogan. 3ª ed. p.127-146, 312-336, 2003. Tradução de: Basic Biomechanics of the Muscoloeskeletal System.

NORTON, K. OLDS, T. **Antropométrica**: Um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área da saúde. Porto Alegre, Artmed, p. 74-75, 2005.

PALASTANGA, N.; FIELD, D.; SOAMES, R. **Anatomia e Movimento Humano: Estrutura e Função**. Manole. 3ª ed. p.59-62, 91-125, 2000. Tradução de: Anatomy and Human Movement: Structure and Function.

SCHMIDT, R.A.; LEE, T.D. **Motor Control and Learning**: A behavioral emphasis. Human Kinetics. 4ª ed. p.24-30, 1998.

SHIEBER, M.H.; SANTELLO, M. Hand function: peripheral and central constraints on performance. **Journal of Applied Physiology**. V. 96, p.2293–2300, 2004.

WERREMEYER, M.M.; COLE, K.J. Wrist action affects precision grip force. **Journal of Neurophysiology**. V.78; p.271-280, 1997.

## 10.ANEXOS

### ANEXO A

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Departamento de Educação Física  
IB/ UNESP/ Rio Claro

Convido \_\_\_\_\_ a participar de um estudo a ser realizado no Laboratório de Aprendizagem e Controle Motor – LABORDAM – intitulado “O CONTROLE DE PRODUÇÃO DE FORÇA ISOMETRICA SUB-MÁXIMA EM ADULTOS”, sob a responsabilidade da Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Maria Pellegrini. O objetivo do estudo é verificar a produção para a melhora do conhecimento sobre os mecanismos de controle e coordenação da mão.

Sua participação será em uma única sessão, com a duração de aproximadamente 30 minutos. A tarefa a ser realizada consiste em apertar um objeto metálico por alguns segundos. Você executará a tarefa, sentado confortavelmente. Os riscos de acidente são praticamente mínimos, o que pode acontecer é um leve cansaço nos músculos da mão, mas isso será prevenido com os intervalos de descanso entre as tentativas. Será respeitada a recusa dos voluntários em participar do estudo em qualquer momento da pesquisa, seja qual o motivo, reconhecendo que todos têm dignidade independente da idade, do grau de capacidade e de autonomia, conforme as disposições da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os benefícios estarão embutidos na melhora do conhecimento sobre os mecanismos de controle de força e coordenação da mão

#### **Dados da Pesquisa:**

Título do estudo: o controle de produção de força isometrica sub-máxima em adultos.

**Dados do pesquisador responsável:**

Nome: Profa. Dra. Ana Maria Pellegrini

DEF – Instituto de Biociências – Unesp, Rio Claro ,SP.

E-mail: anapell64@gmail.com

Telefone: 19-3526-4323

**Local da pesquisa:** Laboratório de Desenvolvimento e Aprendizagem Motora.  
Unesp – Rio Claro.

**ANEXO B****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, \_\_\_\_\_ estou suficientemente esclarecido quanto aos objetivos, procedimentos, benefícios e riscos envolvidos no estudo. Recebi respostas satisfatórias às minhas indagações relativas ao estudo e estou consciente de que posso retirar-me do experimento a qualquer momento e por qualquer razão. Assim, eu aceito participar do estudo desde que os dados coletados sejam utilizados somente para fins de ensino e pesquisa assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido elaborado em duas vias, sendo que uma cópia ficará para mim e outra para o pesquisador responsável.

Rio Claro, de \_\_\_\_\_ de 2008.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

**Dados do Participante**

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_/\_\_/\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

## ANEXO C

## INVENTÁRIO DE PREFERÊNCIA MANUAL DE EDINBURGH

Nome completo: \_\_\_\_\_

Código no estudo: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_\_

Por favor, indique as suas preferências no uso de suas mãos nas atividades seguintes colocando + na coluna apropriada. Onde a preferência for tão forte que você nunca tentaria usar a outra mão, a menos que fosse forçado, coloque ++. Se, em algum caso você for realmente indiferente coloque + em ambas as colunas.

Algumas das atividades requerem a utilização de ambas as mãos. Nestes casos, a parte da tarefa ou objeto requeridos para definir a preferência manual é indicado entre parênteses.

Por favor, tente responder todas as questões e somente deixe em branco se você realmente não teve experiência em qualquer objeto ou tarefa.

	Tarefa motora	Esquerda	Direita
1	Escrever		
2	Desenhar		
3	Lançar		
4	Tesouras		
5	Escova de dente		
6	Faca (sem garfo)		
7	Colher		
8	Vassoura (mão superior)		
9	Dando a partida (partida)		
10	Abrindo a caixa (tampa)		

Deixe estes espaços em branco

Q.L.		Percentil	
------	--	-----------	--

\*Q.L. = Quociente de Lateralidade



