

ação ergonômica volume 9, número 1

APLICAÇÃO DE MÉTODOS ERGONOMICOS NA AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS PRODUZIDAS E UTILIZADAS POR HOMENS NA PRÉ-HISTÓRIA

Mariana Menin

UNESP/Bauru

mariana_menin@yahoo.com.br

José Carlos Plácido da Silva

UNESP/Bauru

placido@faac.unesp.br

Danilo Corrêa Silva

UNESP/Bauru

danilo@idemdesign.net

Luis Paschoarelli

UNESP/Bauru

paschoarelli@faac.unesp.br

Resumo: Estudar artefatos pré-históricos pode contribuir para o entendimento do passado do desenvolvimento de artefatos e, também, da Ergonomia. Este estudo tem como objetivo averiguar e identificar os tipos de pegas/empunhaduras de duas ferramentas líticas brasileiras (um raspador/furador e uma lesma) com aproximadamente 5000 anos por meio do uso de luvas com sensores e mapas de contato da face palmar da mão explorando assim o melhor método para a investigação da ergonomia na pré-história. E assim colaborar para a discussão de uma parte da história da Ergonomia até hoje pouco explorada.

Palavras Chave: ergonomia, apreensão, instrumento lítico

Abstract: The study of prehistoric artifacts may contribute to understand the development of these artifacts, and also of ergonomics. This study aims to investigate and identify the types of grips of two Brazilian stone tools (scraper / piercer and a slug) approximately 5000 years old through the use of gloves with sensors and contact maps of the hand palm, exploring the best method for research of ergonomics in prehistory. Hence it can contribute to the discussion of a part of the ergonomics' history that remains underexplored.

Keywords: ergonomics, hold, stone-tool

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais atrativos de estudar materiais feitos por nossos antepassados é de entender a nossa própria história. Desde os primórdios até os dias atuais o Homem necessita de instrumentos e ferramentas para desenvolver suas atividades cotidianas e assim lhe garantir a sobrevivência. Durante a trajetória da humanidade, este foi obrigado a desenvolver objetos para suprir sua fragilidade corporal em relação aos outros animais, Childe (1975) explica que o homem desenvolveu ferramentas, armas, roupas, tradições para suprir a falta de garras, pêlos, presas e instintos. Ou seja, a debilidade do homem em relação à natureza e sua a necessidade de sobrevivência foram os principais motivos para o ser humano ter iniciado a utilização e fabricação de ferramentas e até os dias atuais o Homem necessita de instrumentos e ferramentas para desenvolver todas as suas atividades cotidianas.

As primeiras ferramentas feitas pelo Homem datam em torno de 2 milhões de anos, eram feitas de madeira, ossos e pedra e serviam para uma infinidade de finalidades, mas com o tempo o homem foi aperfeiçoando suas técnicas e desenvolvendo artefatos específicos para cada operação/atividade. Os instrumentos que são comumente encontradas hoje por meio de escavações arqueológicas são as de pedra e/ou ossos, pois segundo Prous (2006) estes materiais são mais facilmente preservados.

Especificamente sobre as ferramentas de pedra, também chamada indústrias líticas, sabemos que eram muitos os tipos produzidos e utilizados pelo homem na pré-história. Para produzi-las estes utilizavam de diferentes técnicas como o lascamento (pedra lascada), com a qual produziam furadores, raspadores, buris, lemas, plainas, pontas de flecha, e o polimento (pedra polida) produzindo machados, mão de pilão, tembetá etc. Muitas destas ferramentas eram peças aguçadas para acomodar-se as mãos, assim, afirmamos que a ergonomia já estava presente em tais peças, Lida (2005, pg. 314) salienta que “a adaptação ergonômica de produtos tem uma longa história”.

O Brasil apresenta uma rica diversidade de indústrias líticas espalhadas por sítios arqueológicos em todo o território nacional, e esta será o objeto de estudo desta pesquisa. Mais precisamente, neste estudo vamos focar instrumentos brasileiros de pedra lascada, especificamente um raspador/furador e uma lesma com idade aproximada de 5.000 anos. Sendo o objetivo deste estudo averiguar e identificar os tipos de pegas/empunhaduras que estas duas ferramentas proporcionam, explorando assim a melhor metodologia para a investigação da ergonomia na pré-história. E assim colaborar para a escrita de uma parte da história da Ergonomia até hoje pouco explorada.

2. ANÁLISE DOS OBJETOS

Em grande parte das ferramentas atuais é possível identificar duas partes, uma relacionada ao funcionamento e outra à empunhadura, com as ferramentas arqueológicas isso não é diferente. Fogaça e Lourdeau (2006) citam que um instrumento lítico tem 3 formas de contato – contato preensivo (área adequada diretamente a mão ou por intermédio de um cabo), contato transformativo trabalhado (área que transforma o material trabalhado) e contato receptivo-transformativo (área que recebe a energia e transmite para o contato transformativo).

Sabemos que a eficácia na realização de muitas tarefas está diretamente ligada à capacidade de pega ou empunhadura dos objetos. Hoeltz (2007) destaca a importância da área preensiva de um artefato pré-histórico quando afirma que é esta área que permite ao instrumento funcionar e ainda salienta que pode até se sobrepor à área transformativa.

Lemes (2008) ressalta que os instrumentos pré-históricos eram confeccionados e utilizados pelas mãos, portanto a investigação ergonômica da relação entre as mãos e estas ferramentas se torna muito importante. E nesse estudo vamos trabalhar com a forma de contato de preensão descrita por Fogaça e Lourdeau no parágrafo acima.

Como base para este estudo utilizou-se das definições de Napier (1983) para preensão. O autor afirma que existem duas preensões básicas da mão humana: a de precisão e a de força. A preensão de precisão é realizada quando o

objeto é pinçado entre as superfícies flexoras de um ou mais dedos com o polegar em oposição, permitindo uma maior exatidão, assim como refinamento de tato (RAZZA, 2007). A preensão de força é realizada quando é necessário transmitir força para um objeto, como por exemplo, em atividades que geram a ação dos dedos e polegar contra a palma da mão (NAPIER, 1983).

Fogaça e Lourdeau (2006) acrescentam que o uso de um tipo de preensão é resultado do tipo de atividade a ser realizada e que a maneira como um objeto é mantido nas mãos é os movimentos permitidos por este são definidos pelo design do objeto. Silva et al. (2008) destaca que durante uma tarefa de preensão, o contato da superfície palmar com a superfície do objeto não é uniforme e que a distribuição de força pode depender da área de contato, da geometria e das características do objeto, e da natureza da tarefa a ser desenvolvida.

É importante ressaltar que a área de preensão de um objeto deve ser planejada segundo alguns critérios como as dimensões do usuário, precisão, força, conforto e segurança, quesitos esses utilizados e recomendados pela ergonomia.

A partir do exposto observou-se que a mensuração de forças de preensão é importante na realização de avaliações de instrumentos manuais, possibilitando qualificar a usabilidade destes. Portanto utilizaremos destes conceitos para a análise da ergonomia de instrumentos de pedra lascada pré-históricos.

Para análise ergonômica da área de preensão de instrumentos confeccionados pelo homem na pré-história, utilizaremos ferramentas plano-convexas utilizadas para raspar, ralar, igualar, aplainar etc, ou seja, para retirar películas finas paralelamente à superfície de materiais como couro, madeira entre outros, além de furadores, os quais são ferramentas que apresenta uma ponta muito bem delimitada (Laming-Emperaire, 1967) e como o nome sugere, utilizado para furar matérias como, por exemplo, o couro ou pele de animal para confecção de roupas.

As peças selecionadas são (figura 01A): peça 01 é uma lesma feita com a matéria-prima Arenito Silicificado, pesa 125,0 gramas, tem 105,75 mm de comprimento, 36,22 mm de largura e 30,93mm de espessura e pode ser utilizados

tanto para raspar como para plainar. A peça 02 é uma ferramenta com duas funções, é um raspador/furador, apresenta duas pontas em extremidades oposta com a finalidade de furar e as suas duas laterais podem ser utilizadas para raspagem, confeccionado em Arenito Silicificado pesando 56,7 gramas e com dimensões de 89,45 mm de comprimento, 33,74mm de largura e 20,19mm de espessura. São peças de dimensão pequena se comparadas a outros instrumentos da mesma época, provavelmente utilizadas para trabalhos mais delicados. Essas peças têm em torno de 5.000 anos e foram encontradas em sítios arqueológicos no interior do Estado de São Paulo e pertencem a coleções particulares do Museu Municipal de Jahu.

Foram utilizadas cópias de tais ferramentas. Sendo necessária a reprodução mais fiel possível das ferramentas originais, principalmente quanto as variáveis peso e textura, as cópias foram confeccionadas em resina de poliéster com a adição de carga (areia e microesferas de ferro fundido).

Como sujeito foi escolhido uma pessoa do gênero masculino, de porte mediano e ambidestro – Napier (1983) apresenta a mão humana com um grau de extraordinário de primitivismo, este acredita que a mão hominídea primitiva tinha as mesmas proporções da do homem moderno e Leakey e Lewin (1981) afirmam que se tivéssemos nascidas há 3 milhões e meio de anos nossas mãos não teriam sido muito diferentes – que simulou a utilização das duas ferramentas como se estivesse trabalhando um pedaço de couro (Figura 01B).

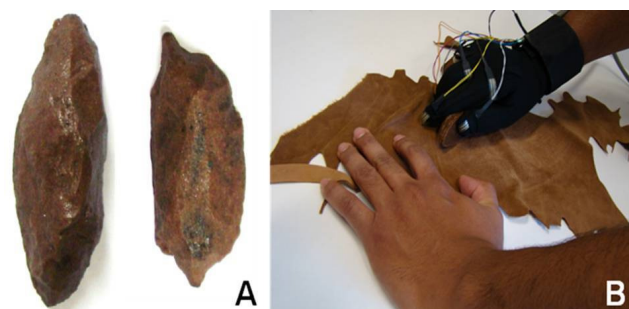


Figura 01 – A – Lesma (Peça 01) e Raspador/furador (Peça 02); B – Sujeito simulando movimento de raspar em um pedaço de couro.

Foram utilizadas duas distintas metodologias para análise das pegas: Luvas com sensores FSRs (Figura 02) para avaliação de pontos de concentração de pressão, desenvolvida por Silva et al., (2008) e mapa de contato (PHEASANT; O'NEILL, 1975) da face palmar da mão.

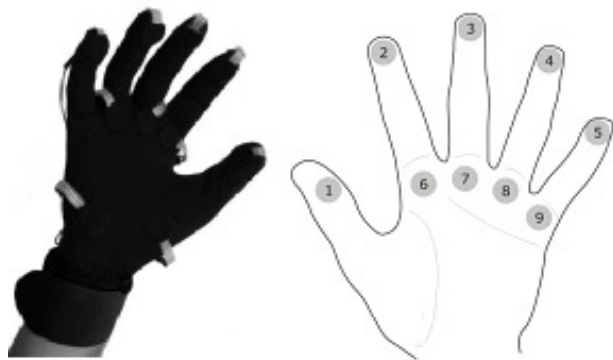


Figura 02 - Esquema da disposição dos sensores sobre a superfície palmar da mão. Sensores 1 a 5 correspondem às falanges distais e 6 a 9 à região metacarpal. Fonte: Silva et al. (2008).

A primeira etapa da coleta de dados foi realizada com a luva com sensores onde o sujeito foi instruído a utilizar as duas ferramentas para “preparar” um pedaço de couro, utilizaram então os movimentos de raspar e furar com cada uma das mãos. Esse método utiliza luvas dotadas de sensores que registram as cargas durante a simulação de uma atividade, os sensores FSRs registram durante o período de 3 segundos, numa taxa de 10 medidas de pressão exercida em cada um deles, por segundo. Vale ressaltar que o material macio e fino da luva e a flexibilidade dos sensores e o seu cabeamento pela região dorsal da mão pouco interferem na mobilidade das articulações das mãos.

Na segunda etapa, as ferramentas foram besuntadas com tinta preta e enquanto fresca foram realizadas as pegas para impressão da face palmar de ambas as mãos, gerando assim mapas de contato de preensão estática.

3. RESULTADOS

Por meio da distribuição de pressão por pedra / atividade é possível identificar o tipo de preensão utilizada. Valores mais altos nas falanges distais (falange = ossos dos dedos

(NAPIER, 1983)) e menores nos metacarpos (conjunto dos cinco ossos que formam a palma da mão (NAPIER, 1983)) indicam preensão de precisão. Caso haja valores comparáveis ou maiores nos metacarpos indicam preensão de força. É importante destacar que o polegar vai receber sempre maior pressão, pois este é oposto aos outros dedos. A comparação entre os mapas de contato e os valores obtidos com os sensores para a ferramenta 1 permite identificar que houve poucas situações em que ocorreram resultados discrepantes entre os dados imagéticos e quantitativos. Para a atividade raspar com o lado A (Figura 03), a maioria dos dados se autocompletam, pois as áreas enegrecidas das mãos resultaram nos maiores valores registrados pelos sensores. Nessa situação com o uso da mão direita, o sensor da região metacarpal do dedo anelar registrou carga onde a imagem não registrou.

Para a mão esquerda o resultado foi similar, exceto para a região metacarpal do dedo indicador e médio, cujos sensores não registraram carga alguma, enquanto que o mapa identificou contato na área. No entanto, é preciso ressaltar que, o contato revelado se encontra numa região intermediária entre os dois sensores, o que pode ter influenciado suas respectivas ativações.

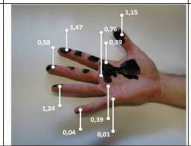
Ferramenta	Movimento Realizado	Mão Direita	Mão Esquerda
	Raspar com lado A		

Figura 03 – Peça 01/ atividade A. Análise com Sensores – números em branco / Análise de Relevografia – imagem da mão

Com a mesma ferramenta e na atividade raspar com o lado B (Figura 04), também houve boa concordância. Quanto ao uso da mão direita, o novamente o sensor metacarpal do dedo indicador não registrou carga, enquanto a imagem mostrou contato com o objeto. Para a mão esquerda, por outro lado, o sensor metacarpal do dedo mínimo registrou carga, enquanto que o mapa de contato não revelou imagem.



Figura 04 – Peça 01/atividade B. Análise com Sensores – números em branco / Análise de Relevografia – imagem da mão

Quanto ao uso da ferramenta 2, também houve boa concordância. Na atividade raspar com o lado A (Figura 05), com o uso da mão direita, o sensor metacarpal do dedo indicador não registrou carga, enquanto a imagem revelou contato. Porém, para o sensor metacarpal do dedo anelar ocorreu o oposto, sendo que não houve registro imagético, mas houve carga no sensor.

Para a mão esquerda, os sensores metacarpais dos dedos indicador e médio também não registraram cargas, enquanto a imagem revelou contato. No entanto deve-se ressaltar que a área em questão é intermediária entre os sensores, o que pode ter influenciado o resultado.

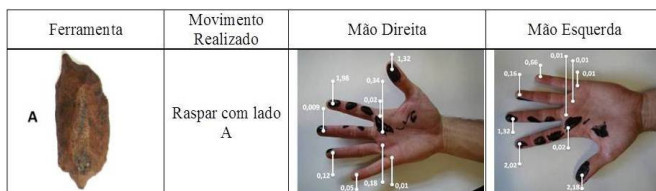


Figura 05 – Peça 02/atividade A. Análise com Sensores – números em branco / Análise de Relevografia – imagem da mão.

Para a ferramenta 2 e atividade raspar com o lado B (Figura 06), com o uso da mão direita, os sensores metacarpais dos dedos indicador e médio não registraram cargas, enquanto a imagem revelou contato com o objeto. Observou-se a situação oposta para os sensores do dedo anelar e metacarpal do dedo anelar, os quais registraram cargas, enquanto que a imagem não registrou. Para a mão esquerda, os sensores do dedo anelar e metacarpal do dedo indicador não revelaram cargas, enquanto que a imagem revelou contato.



Figura 06 – Peça 02/atividade B. Análise com Sensores – números em branco / Análise de Relevografia – imagem da mão.

Para a ferramenta 2, atividade furar com o lado C (Figura 07), e uso da mão direita, os sensores dos dedos médio, anelar e metacarpal do dedo indicador não registraram cargas, a despeito da informação do mapa de contato. Contudo houve atividade registrada para o dedo mínimo, registrada apenas com o uso do sensor.

Para a mão esquerda também não houve registro para a região metacarpal do indicador com o uso do sensor, enquanto que para o dedo mínimo houve atividade registrada apenas com o uso do sensor.



Figura 07- Peça 02/atividade C. Análise com Sensores – números em branco / Análise de Relevografia – imagem da mão.

Na atividade furar com o lado D (Figura 08), com o uso da mão direita, não houve registro de cargas em três sensores cujas áreas foram reveladas nos mapas de contato, são eles: o indicador, médio e metacarpal do dedo indicador. Porém, os sensores registraram atividade no dedo mínimo, não revelado com o uso do mapa de contato.

Para a mão esquerda, houve maior incidência de ativação dos sensores, em oposição aos dados do mapa de contato. Os sensores do dedo mínimo, e metacarpais dos dedos indicador, anelar e mínimo registraram contatos, enquanto que o mapa não registrou. Da mesma forma, porém, o sensor da região metacarpal do dedo indicador não teve atividade, enquanto o mapa revelou contato com o objeto.

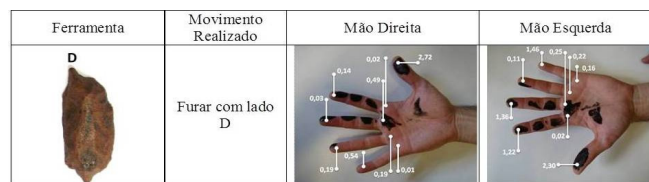


Figura 08 – Peça 02/atividade D. Análise com Sensores – números em branco / Análise de Relevografia – imagem da mão.

Quanto à distribuição das forças entre as falanges distais e a região metacarpal (palmar) das mãos, houve uma concentração nas regiões distais. Para a Peça 01 (lesma), a proporção variou de 74% a 99% da força total registrada com os sensores, dependendo da atividade e da mão utilizada (Figura 09). A análise dos mapas de contato também permite concluir que uma área relativamente pequena, entre a iminência ténar e a região metacarpal dos dedos indicador e médio entrou em contato com a interface.

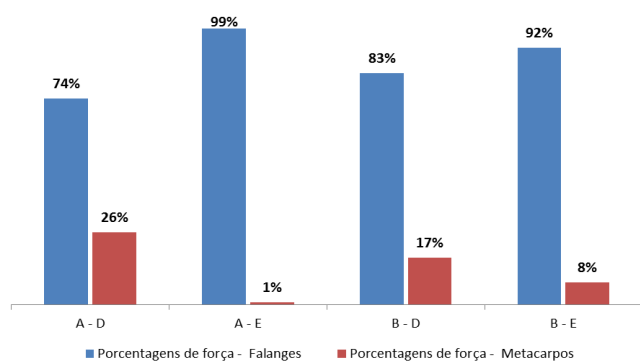


Figura 09 - Porcentagens de forças aplicadas na região dos falanges e na dos metacarpos para a Peça 01, nas atividades A ou B e com o uso das mãos direita (D) ou esquerda (E).

Para a Peça 02, também houve uma concentração de forças nas regiões distais, sendo que as proporções variaram de 77% a 99% da força total registrada com os sensores, dependendo da atividade e da mão utilizada (Figura 10). Da mesma forma que a anterior, os mapas de contato também revelaram que uma área relativamente pequena, entre a iminência ténar e a região metacarpal dos dedos indicador e médio entrou em contato com a interface.

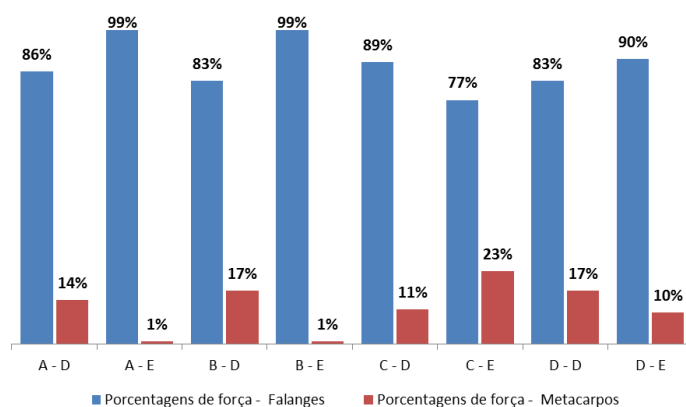


Figura 10 - Porcentagens de forças aplicadas na região dos falanges e na dos metacarpos para a Peça 02, nas atividades A, B, C ou D e com o uso das mãos direita (D) ou esquerda (E).

4. DISCUSSÃO

Os resultados apontam que as duas técnicas são complementares. O mapa de contato fornece uma melhor visualização da área de contato entre o objeto e a superfície palmar da mão. Já a utilização dos sensores permite uma melhor quantificação das cargas em cada região anatômica.

Ressalta-se que a luva utilizada não possui sensores nas falanges médias e proximais, tampouco na área central da palma da mão. Essas limitações físicas quanto ao número de sensores/área sensível não permitem uma análise completa das áreas de interface com as ferramentas, porém permitem que sejam realizadas observações quanto à concentração de cargas nas falanges distais (indicando preensão de precisão) ou na região metacarpal (indicando preensão de força).

Devido ao posicionamento dos sensores, as regiões laterais dos dedos, por vezes evidenciadas como áreas de interface pelo método do mapa de contato, não puderam ser avaliadas. Essa característica também influenciou a aquisição de dados em áreas intermediárias entre os sensores, pois nem sempre o contato ocorreu nas áreas centrais das falanges ou nas saliências dos ossos metacarvais (protuberância dos ossos).

Foi possível observar nuances entre as imagens e cargas registradas para as mãos direita e esquerda. Essas diferenças podem ser ocasionadas pela assimetria das

ferramentas ou mesmo por diferenças na manipulação das ferramentas. Análises mais aprofundadas sobre esses fatores devem ser realizadas para se chegar a uma conclusão definitiva.

De maneira geral, pode se observar que houve uma concentração de forças na região distal das mãos (falanges distais), similar para as tarefas de raspagem, tanto para a Peça 01 (em média 87% da força total) quanto para a Peça 02 (92% da força total). Já para a simulação da atividade “furar” houve uma concentração sutilmente menor nas regiões distais (85% da força total). Essa relativa proximidade evidencia a semelhança entre as dimensões desses artefatos, bem como das suas finalidades (raspar ou furar).

Com isso, segundo as análises realizadas, é possível inferir a utilização primordial de preensões de precisão, mesmo com a necessidade de aplicação de forças consideráveis para a realização das tarefas (furar ou raspar couro de animais, por exemplo).

Assim, podemos afirmar que as técnicas de análise ergonômicas aqui apresentadas são aplicáveis para estudo de instrumentos pré-históricos e que a utilização das duas distintas análises torna o estudo mais rico e completo.

Podemos também afirmar que os resultados apresentados neste estudo demonstram que o homem pré-histórico planejava e trabalhava as áreas de pegadas em seus instrumentos e que estas possibilitavam diferentes encaixes nas mãos e, conseqüentemente, diferentes formas de preensão necessárias para a realização de diferentes tipos de atividade.

Desse modo este artigo visou contribuir com uma parte da história da ergonomia que ainda é pouco estudada em nosso país, o período que a esta começa a ser gerada pelos nossos antepassados na confecção de seus primeiros instrumentos e ferramentas.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa contou com o apoio da CAPES e da FAPESP.

5. REFERÊNCIAS

- CHILDE, G. A Evolução Cultural do Homem. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1975.
- FOGAÇA, E.; LOURDEAU, A. Uma abordagem tecno-funcional e evolutiva dos instrumentos plano-convexos (lesmas) da transição Pleistoceno/Holoceno no Brasil central. FUMDHAMentos VII, 261-347, 2006.
- HOELTZ, S. E. Contexto e Tecnologia: Parâmetros para uma interpretação das indústrias líticas do sul do Brasil. In: BUENO, L.; ISNARDIS, A. Das Pedras aos Homens: tecnologia lítica na arqueologia brasileira. Belo Horizonte: FAPEMIG; Brasília: CAPES, 2007.
- IIDA, I. Ergonomia – Projeto e Produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- LAMING-EMPERAIRE, A. Guia para Estudo das Indústrias Líticas da América do Sul – Manuais de arqueologia nº 2. Curitiba: Centro de Ensino e Pesquisas arqueológicas, 1967.
- LEAKEY, R.; LEWIN, R. Origens: o que novas descobertas revelam sobre o aparecimento de nossa espécie e seu possível futuro. Tradução: Maria Luiza da Costa G. de Almeida. São Paulo: Melhoramentos; Brasília: Universidade de Brasília, 1981.
- LEMES, L. (2008). Sítio do Areal e a Região do Rincão do Inferno: a Variabilidade Gestual e o Modelo Locacional para a Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NAPIER, J. R. A mão do Homem: Anatomia, Função e Evolução. Tradução: Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, Brasília: Universidade de Brasília, 1983.
- PHEASANT, S.; O'NEILL, D. Performance in gripping and turning – A study in hand/handle effectiveness. Applied Ergonomics 6. 4, 205-208. 1975.
- PROUS, A. O Brasil Antes dos Brasileiros: A Pré-história de Nosso País. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

RAZZA, B. Avaliação de Forças Manuais em Atividades Funcionais Cotidianas: uma Abordagem Ergonômica, 2007. Dissertação [Mestrado] – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.

SILVA, D. C.; PASCHOARELLI, L. C.; POUSSEP, S. Utilização de luvas instrumentadas em avaliações biomecânicas da preensão da mão humana. In: Anais do 8º P&D Design, 2008, São Paulo – Congresso Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Design 2008. São Paulo. [CD-ROM].