

Biofotogrametria Computadorizada: Aplicação na Avaliação Postural Fisioterapêutica e sua Contribuição para o Design Ergonômico.

Computerized Biophotogrammetry: Applied to the Physiotherapeutical Postural Evaluation and this Contribution to Ergonomic Design.

Marisa de Castro Pita

Especialista em Morfofisiologia Aplicada a Educação Corporal e à Reabilitação
PPGDI - FAAC – UNESP / Bauru – marisapita@oi.com.br

Luis Carlos Paschoarelli

Doutor em Engenharia de Produção
PPGDI - FAAC – UNESP / Bauru – lcpascho@faac.unesp.br

José Carlos Plácido da Silva

Doutor em Ciências
PPGDI - FAAC - UNESP / Bauru – placido@faac.unesp.br

Biofotogrametria Computadorizada, Avaliação Postural Fisioterapêutica, Design Ergonômico.

O artigo descreve a biofotogrametria computadorizada como um recurso de integração e quantificação de informações obtidas na avaliação postural musculoesquelética. O método pode ser utilizado pelo fisioterapeuta na realização do diagnóstico clínico e também na elaboração do projeto de design ergonômico com o objetivo de evitar futuros danos posturais.

Computerized Biophotogrammetry, Physiotherapeutical Postural Evaluation, Ergonomic Design.

The article describes the computerized biophotogrammetry as a means to integrate and quantify the information obtained through postural evaluation of the musculoskeletal. The method can be used by the physiotherapist in order of conceive clinical diagnosis and also on elaboration of ergonomic design aiming to prevent future postural damage.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Biofotogrametria Computadorizada
 - 2.2. Evolução da Postura e da Biofotogrametria
 - 2.3. Avaliação Postural
 - 2.4. Design e Ergonomia
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS
4. BIBLIOGRAFIA

1. Introdução

O design ergonômico apresenta diferentes métodos de avaliação e análise de produtos, e para isto, baseia-se em métodos e ferramentas de outras áreas do conhecimento científico. Entre os mais variados métodos, destacam-se aqueles de ordem paramétricos, os quais, normalmente, resultam em dados de análise direta.

Este estudo procura revisar as características da biofotogrametria computadorizada como segmento aplicativo na Fisioterapia,

apresentando também alternativas de uso nas análises ergonômicas.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Biofotogrametria Computadorizada

“A biofotogrametria computadorizada desenvolveu-se pela aplicação dos princípios fotogramétricos às imagens fotográficas obtidas em movimentos corporais. A essas imagens foram aplicadas bases de fotointerpretação, gerando uma nova ferramenta de estudo da cinemática” (RICIERI, 2000). A

fotointerpretação é realizada através das regiões corporais como referências ósseas e articulares e suas relações com os planos e eixos, e através dela, obtém-se o planejamento e construção de um mapa planimétrico condizente com a realidade que se pretende refletir sobre o segmento corporal a ser estudado.

Na avaliação postural que precede um tratamento, requer registros fotográficos que servirão de parâmetro no decorrer da evolução do tratamento até os resultados finais. Com os métodos convencionais registra-se a postura por fotografia e colhe-se todos os outros dados separadamente de forma manual, de difícil quantificação muitas vezes, pois trazem conceitos muito relativos do tipo bom, mal e ruim que não revelam com exatidão a real situação do paciente, e esses dados são colhidos para posterior análise. Com isso leva-se muito tempo e não se tem uma avaliação postural com os dados sincronizados e quantificados sob um mesmo plano de estudo.

Através do fotograma de um movimento, transportado para o programa de computador, será realizado o cálculo de qualquer ângulo entre segmentos que se deseje (Figura 01).



Figura 01: Biofotogrametria Computadorizada - software do programa ALCimage®.

Com a biofotogrametria computadorizada é possível fazer um diagnóstico rápido, preciso e confiável baseado em imagem estática como a fotografia, ou através de imagem dinâmica

como a filmagem de um movimento e quantifica-los e a análise vai depender do objetivo do estudo, pois a imagem adquirida será previamente demarcada “in loco” antes da sua aquisição. O importante na coleta de dados é que o mesmo se torna responsável direto pelo sucesso ou não do sistema de análise, pois será à base de toda análise posterior a cerca de um fenômeno observado, portanto antes de colher as imagens é necessário posicionar os marcadores de superfície corretamente de acordo com o estudo que será realizado e para posiciona-los nos pontos adequados, um conhecimento de anatomia palpatória se faz necessário.

2.2. Evolução do Estudo Postural e da Biofotogrametria

A partir dos estudos do Dr Pierre-Marie Gagey em 1916, foi reconhecida a existência de síndromes de doenças posturais, antes sem uma denominação específica por falta de um conceito firme e consensual entre os neurologistas e que cada vez mais confirmava incontestavelmente, que a lógica topológica era ineficaz para se pensar problemas posturais e para definir o seu tratamento.

GAGEY (2006) relata que em 1970 o estudante de engenharia Nashner da Universidade de Cambridge, resolve fazer sua tese sobre o sistema de inter-relações do controle postural e constrói um aparelho que demonstrou aos médicos, o que Vierordt já havia falado sobre a postura do homem em pé, que no equilíbrio estático existe um deslocamento mínimo da massa corporal inscrita dentro de limites perfeitamente mensuráveis e mais estreitos do que os do polígono de sustentação. “Desde 1864, Vierordt, em Berlim, havia registrado esses movimentos fixando na ponta do chapéu de seus soldados uma pluma que raspava numa folha recoberta por fuligem” (GAGEY & WEBER, 2000).

Se é necessário que a projeção do centro de gravidade se situe no polígono de sustentação para que o homem permaneça em equilíbrio na posição bípede, é necessário também que exista

a administração dos deslocamentos mínimos da massa corporal, controlados por um sistema que regule a posição ortostática mantendo-a em equilíbrio, esse controle é regido por receptores externos e internos que convergem para um mesmo conjunto funcional.

SOUCHARD e OLLIER (2001) afirmam que a nossa musculatura é constituída de músculos dinâmicos (fásicos) e de músculos estáticos (tônicos) e para a manutenção da postura e coordenação motora, é necessária a presença de músculos pluriarticulares, se sobrepondo uns aos outros; daí a noção de cadeias musculares.

A organização muscular raquidiana oferece o melhor exemplo disso e os músculos da estática, são os que se opõe a força da gravidade para manter o homem na posição bípede. “O estudo através das cadeias musculares facilita o entendimento da função muscular na biomecânica da postura, bem como de suas alterações” (TANAKA & FARAH, 1997).

Entre as mais relevantes evoluções da Fisioterapia está a importância dispensada à avaliação dos pacientes, onde a subjetividade perdeu lugar para a objetividade. Os pesquisadores Ferreira e Correia da Silva da Universidade Técnica de Lisboa desenvolveram um programa experimental para computadores que permitia a delimitação de pontos e o cálculo dos ângulos formados entre esses pontos e os professores Dr Mário Antônio Baraúna e Dr^a Denise da Vinha Ricieri, aprofundaram os seus estudos com o objetivo de quantificar as amplitudes articulares de forma precisa, nas análises cinemáticas angulares dos movimentos e posturas por meio de imagens, desenvolvendo assim uma ferramenta de diagnóstico fisioterapêutico.

Para BARAÚNA e RICIERI (2006) “A fisioterapia tem que criar - e está criando - seus próprios recursos diagnósticos e terapêuticos. A biofotogrametria fala muito mais a língua da Fisioterapia do que uma radiografia e dá mais flexibilidade de opções de tratamento por parte do fisioterapeuta do que qualquer outro exame convencional”. O COFFITO no artigo 1º

confere ao fisioterapeuta elaborar o diagnóstico fisioterapêutico compreendido como avaliação físico-funcional usando metodologias e técnicas fisioterapêuticas com a finalidade de detectar e parametrar as alterações apresentadas, considerados os desvios dos graus de normalidade para os de anormalidade, portanto a principal finalidade da avaliação é determinar a presença de alterações, para que a partir disso, possa se desenvolver o tratamento mais adequado.

Cada desvio postural trás em si um músculo estático retraído ou um problema estrutural do componente ósseo. Por essa razão que o profissional precisa procurar o que é primário e o que é secundário, buscar a relação entre causa e consequência, para definir qual o método de tratamento é o mais adequado e posteriormente, utilizar os mesmos procedimentos para verificar se a terapia está sendo eficiente ou não.

“O aspecto de maior relevância para o uso de sistemas em cinemetria como ferramentas para a análise biomecânica dos movimentos repousa na possibilidade de estabelecer relações quantificáveis entre a atitude motora, individualmente, e o conjunto de respostas por ela providas pelo sistema locomotor, como um todo” (RICIERI, 2005).

2.3. Análise Postural

A evolução das patologias estáticas, portanto, está ligada ao crescimento do tecido conjuntivo e muscular, onde a tensão do alongamento ósseo é responsável pelo crescimento dos mesmos. “Por outro lado, sabemos que o tônus não é uma função inata. Ele só é adquirido progressivamente, na medida das necessidades estáticas. É fácil entender que, se a musculatura tônica se forma em condições normais na maioria das crianças, ela também pode formar-se sobre desequilíbrios” (BIENFAIT, 1993).

Sabemos que a retração muscular gera as patologias nos músculos tônicos. A necessidade de estudar o movimento e seus desequilíbrios estáticos é uma preocupação constante na fisioterapia moderna e com a sua

expansão desde o final da década de 60 ocorreu à motivação em buscar recursos e instrumentos de medidas que servissem para quantificar os movimentos corporais com finalidades exclusivamente terapêuticas. “As alterações morfológicas, ou simplesmente os desvios posturais, não se organizam por segmentos isolados, ao contrário, quando se instalam, intervêm, modificando e desorganizando toda harmonia corporal, acarretando uma série de comprometimentos posturais relacionados ao sistema músculo esquelético” (CASTRO & LOPES, 2003).

As medidas do comportamento corporal atualmente são realizadas por câmeras fotográficas ou filmadoras comerciais, goniômetros, eletroneuromiógrafos, plataformas de força, testes de funções manuais musculares, escalas e sistema de análise, medidas antropométricas, indicadores e questionários.

Através dos estudos da biomecânica foi possível o intercâmbio entre tecnologia e conhecimento na área do movimento classificado como normal e anormal. Por volta da década de 80 com os computadores pessoais sendo utilizados em larga escala, a tecnologia vem agregar-se aos conhecimentos do estudo da análise do movimento, através dos dados da cinemática descrevendo o movimento do corpo e os da cinética descrevendo as forças e momentos que produzem esse movimento e o uso da cinemática passa a incorporar-se como uma ferramenta no processo de diagnóstico mais preciso e eficiente. “A técnica da biofotogrametria computadorizada revelou-se ser segura e fidedigna, permitindo a mensuração e comparação dos valores obtidos entre as crianças analisadas, assim como a verificação de detecção de alterações posturais nos respiradores bucais” (LIMA *et al.*, 2004).

2.4. Ergonomia e Design

“A origem do termo “ergonomia”, no entanto, remonta a 1857, quando o polonês W. Jastrzebowski deu como título para uma de suas obras “Esboço da ergonomia ou ciência do trabalho baseado sobre as verdadeiras

avaliações das ciências da natureza” (MORAES, 1999). Após a II Guerra Mundial a ergonomia surge como disciplina quando se agrava o conflito entre homem e a máquina, pois descobriram que muitos dos mesmos erros de projeto que prejudicavam os soldados, aviadores e marinheiros existiam nas fábricas, estradas, sinalização urbana, automóveis e se estendiam aos utensílios domésticos, provando que tais projetos são inadequados e incompatíveis ao sistema homem-tarefa-máquina justamente pela falta de adaptação as características dos usuários. “Os constrangimentos posturais e os desconfortos posturais gerados pelo trabalho, são situações que podem atingir qualquer indivíduo que segue um padrão de trabalho onde as atividades e tarefas são “mal realizadas”, em virtude da má utilização do ambiente e da rotina de trabalho as capacidades e características individuais de cada trabalhador” (MORAIS, 2002).

Toda atividade profissional que solicita o trabalho dos mesmos grupos musculares por meses ou anos a fio constitui um campo fértil de lesões e entre as posturas que mais comprometem a saúde, é a postura sentada que pode originar uma série de dores e complicações devido à pressão exercida na coluna sobre os discos intervertebrais, que pode ser de até 50% comparando com a postura em pé.

“A ergonomia estuda a adaptação do trabalho ao homem” (IIDA, 2005). Esse estudo é feito de forma integrada e interdisciplinar, abrangendo toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva, portanto, tem um conceito mais amplo daquele que se preocupa apenas com máquinas e equipamentos. Essa visão ampla estuda os diversos fatores que influenciam no desempenho do sistema produtivo, procurando reduzir as conseqüências nocivas sobre o trabalhador, como fadiga, estresse, erros e acidentes, abrange as atividades que ocorrem antes, durante e após o trabalho ser realizado como o planejamento, projeto, controle e avaliação. Sua preocupação principal é a saúde, a segurança e a satisfação do trabalhador visando o desempenho eficiente, confortável e

seguro. O design dentro desse contexto refere-se tanto a idéia de plano quanto à de configuração da estrutura, uma atividade que gera projetos segundo” (DENIS, 2000).

Na história do design, o inglês John Ruskin apontava o modo de organizar o trabalho como sendo o principal fator pelas deficiências de projetos, ele foi um dos pioneiros em defender a ‘qualidade total’ na indústria. Segundo Ruskin “a qualidade do objeto fabricado deveria refletir tanto a unidade de projeto e execução quanto o bem-estar do trabalhador” (DENIS, 2000). O industrialismo trouxe uma série de problemas e desafios desde cedo, já que a industrialização era percebida por muitos como sendo uma ameaça ao bem estar comum e aos valores mais elevados da sociedade e foi justamente através das críticas sociais e morais ao industrialismo, que nasceram as primeiras propostas de fazer o uso do design como agente de transformação.

No Brasil, como no mundo, a nova sociedade organizou-se em torno de ideais como indústria e civilização e o design nessa configuração da vida social, contribuiu para projetar a cultura visual e material da época. O designer Williams Morris deu prosseguimento a uma série de empreendimentos comerciais para divulgar a importância do design de forma inédita e foi o reconhecimento proporcionado pelo consumidor moderno, que impulsionou o design para a linha de frente das considerações industriais.

O design ergonômico cumpre o seu papel de projetar produtos que atenda certas necessidades humanas para que esses produtos funcionem bem em suas interações com os usuários. Postura e movimentos são fundamentais para a realização da maioria das atividades e interferem na produtividade e na saúde dos trabalhadores. A ergonomia e o design caminham juntos para favorecer a melhoria da qualidade de vida do indivíduo, tanto no seu local de trabalho quanto nas suas atividades de vida diária.

3. Considerações Finais

A importância de uma boa postura no trabalho tem sido recomendada desde o início do século XVIII e desde então, muitos pesquisadores tem descrito as consequências danosas das condições posturais inadequadas no trabalho podendo evoluir para DORT (Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho).

A biofotogrametria computadorizada tanto na Fisioterapia quanto no Design Ergonômico, é uma ferramenta simples e rápida de coleta de dados sem precisar de um conhecimento específico de informática, com base nas informações coletadas, o fisioterapeuta terá os dados quantificados da análise da postura corporal e dos movimentos, poderá ser usado para escolher o melhor tratamento e acompanhar a sua evolução e no Design Ergonômico, poderá ser aplicada para fazer estudos individualizados para avaliar produtos e para elaborar projetos ergonômicos mais funcionais, possibilitando ao usuário uma melhor postura evitando futuros problemas, considerando todos os fatores de conforto e segurança que o produto precisará ter para atender a sua finalidade.

O estudo da biomecânica aplicada ao sistema de imagem e sua quantificação sob um mesmo plano de estudo, é uma ferramenta de diagnóstico não-invasivo, simples e de fácil acesso compondo um sistema de análise baseado em evidências. A biofotogrametria computadorizada por ser uma linguagem de fácil interpretação e reprodutividade de resultados favorece um intercâmbio entre profissionais de diversas áreas.

“É urgente que todos os procedimentos clínicos para a elaboração de diagnóstico sobre o bom ou mau alinhamento postural sejam reunidos, discutidos, admitidos e aplicados por todos os profissionais que se dedicam ao movimento como meio de expressão artística, de prevenção de distúrbios do aparelho cardiorespiratório e musculoesquelético, ou como terapias que tentam recupera-los ou aprimora-los” (SANTOS, 2001).

4. Bibliografia

- BARAÚNA, M. A.; RICIERI, D. V. *Biofotogrametria – Recurso Diagnóstico do Fisioterapeuta*. Disponível em: < <http://www.fisionet.com.br/noticias/interna.asp?cod=63> >. Acesso em 10 out. 06.
- BIENFAIT, M. *Os Desequilíbrios Estáticos – Fisiologia, Patologia e Tratamento Fisioterápico*. São Paulo, Summus, 1993, p. 65.
- CASTRO, P.C.G.; LOPES, J.A.F. *Avaliação Computadorizada por Fotografia Digital, como Recurso de Avaliação na Reeducação Postural Global*. Acta Fisiátrica, São Paulo, 10(2): 84, 2003.
- COFFITO, Resolução nº 80, D.O.U. nº 93 de 21/05/1987, seção I, p. 7609. Disponível em: < <http://www.coffito.org.br/legislacao1.asp?id=30> >. Acesso em: 29. out. 06.
- DENIS, R. C. *Uma Introdução á História do Design*. São Paulo, Edgar Blücher, 2000, p.17 e 71.
- GAGEY, P. M.; WEBER, B. *Posturologia: Regulação e Distúrbios da Posição Ortostática*. 2ªed. São Paulo, Manole, 2000, p. XIII.
- GAGEY, P. M. *Histoire de la Posturologie*. Disponível em: < <http://pmsgagey.club.fr/HistoirePosturologie.htm> >. Acesso em: 09 out. 06.
- IIDA, I. *Ergonomia – Projeto e Produção*. 2ª ed. Revista e Ampliada, São Paulo, Edgar Blücher, 2005, p. 2.
- LIMA, L.C.O. BARAÚNA, M.A. SOLOGUREN, M.J.J. CANTO, R.S.T. GASTALDI, A. C. *Postural Alterations in Children with Mouth Breathing Assessed by Computerized Biophotogrammetry*. Journal Applied Oral Science. 12(3): 232, 2004. disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/jaos/v12n3/21685.pdf> >. Acesso em: 08. out. 06.
- MORAES, A. *Quando a Primeira Sociedade de Ergonomia faz 50 anos, a IEA Chega aos 40, a Sociedade Brasileira de Ergonomia Debuta com 16*. Anais ABERGO, Salvador, 1999.
- MORAIS, L.F.S. *Os Princípios das Cadeias Musculares na Avaliação dos Desconfortos Corporais e Constrangimentos Posturais em Motoristas do Transporte Coletivo*. 2002. 133 f. p. 14. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis. Disponível em < <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/8797.pdf> >. Acesso em: 09. out. 06.
- RICIERI, D. V. *Biofotogrametria – Análise Cinemática Angular dos Movimentos – A Ciência e seus Segredos*. 2ª ed. Revista e Ampliada, Curitiba, Inspirar – Centro de Estudos e Pesquisa e Extensão em Saúde, 2005, p.15 e 20.
- _____. *Validação de um Protocolo de Fotogrametria Computadorizada e Quantificação Angular do Movimento Toraco-abdominal Durante a Ventilação Tranqüila*. 2000. 220 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia), UNITMG - Centro Universitário Triângulo, Uberlândia. In: BARAÚNA et al. *Avaliação do Equilíbrio Estático em Indivíduos Amputados de Membros Inferiores Através da Biofotogrametria Computadorizada*. Rev. Bras. Fisioter. 10(1): 84, 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35522006000100011&lng=en&nrm=iso >. Acesso em: 11. out. 06.
- SANTOS, A. *Diagnóstico Clínico Postural – Um Guia Prático*. São Paulo, Summus, 2001, p. 9.
- SOUCHARD, Ph. E.; OLLIER, M. *As Escolioses – Seu Tratamento Fisioterapêutico e Ortopédico*. São Paulo, É Realizações, Mar. 2001, p. 25.
- TANAKA, C.; FARAH, E. A. *Anatomia Funcional das Cadeias Musculares*. São Paulo, Ícone, 1997, p. 33.