



# FUNDAMENTOS DE BIOMECÂNICA: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO NA LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA

---

Paula Hentschel Lobo da Costa

Paulo Roberto Pereira Santiago

Universidade Federal de São Carlos – Brasil

**Resumo:** Discussão sobre o papel da disciplina “Biomecânica” nos cursos de Licenciatura em Educação Física. Apresentação de proposições didáticas para valorizar o conteúdo dessa disciplina e torná-lo mais significativo aos graduandos, a fim de que esses efetivamente façam uso do conhecimento biomecânico em sua rotina profissional.

**Palavras-chave:** Educação Física, licenciatura, Biomecânica.

## “BASIC BIOMECHANICS”: A TEACHING EXPERIENCE IN THE SCHOOL TEACHING GRADUATION IN PHYSICAL EDUCATION.

**Abstract:** The role of the discipline “Basic Biomechanics” for the School Teaching Graduation in Physical Education is discussed. Some methodological proposals are presented in order to improve the meaning of this discipline for the students and to emphasize the effective usefulness of its contents in professional contexts.

**Keyword:** Physical Education, school teaching graduation, Biomechanics.

## INTRODUÇÃO

A disciplina de Biomecânica costuma ser alvo de críticas por parte de alunos e docentes de cursos de Educação Física. Muitos alunos julgam-na complexa demais e “aplicada de menos”, demonstrando poucos vínculos diretos com as atividades do campo profissional. Docentes da disciplina, por outro lado, esforçam-se para retirar a Biomecânica de seu “gueto acadêmico”, como apontado por Vilas Boas (2001), qual seja, de sua tendência a isolar-se das demais disciplinas da graduação e de ser isolada por estas. Estes docentes, conseqüentemente, encontram-se diante do desafio de não negligenciar o conteúdo específico e, ao mesmo tempo, torná-lo mais atraente e significativo aos seus alunos, a fim de despertar nestes o interesse pela área.

Com essa preocupação em foco, o presente ensaio tem o objetivo de discutir a importância do desenvolvimento de análises qualitativas e de práticas de laboratório, como perspectivas didáticas que proporcionem uma experiência de ensino em Biomecânica mais orientada à formação do licenciado em Educação Física.

## **CRÍTICA À CONTRIBUIÇÃO DA BIOMECÂNICA NA FORMAÇÃO DO LICENCIADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

O conhecimento em Biomecânica tem avançado rapidamente e muitos departamentos acadêmicos de Educação Física no Brasil já têm facilidades técnicas de instrumentação na área que lhes permite contribuir significativamente para esse quadro. A importância desse conhecimento à formação profissional em Educação Física é bem reconhecida, tanto que a disciplina está presente na maioria dos cursos superiores da área. No entanto, ficam algumas questões: será que nossos alunos, após cursarem Biomecânica, são capazes de usar esse conhecimento em sua rotina profissional? A Biomecânica que estudaram na universidade torna-os melhores professores, treinadores ou orientadores desportivos do que seriam sem ela? As respostas a essas perguntas parecem constranger a maioria dos docentes! A indignação diante desse fato leva-os necessariamente a um momento de reflexão sobre seus papéis nos cursos de licenciatura em Educação Física, entendidos aqui como aqueles que formam o educador/professor em cultura corporal, qualquer que seja o contexto, formal ou não-formal. Muitos docentes resignam-se diante da constatação de que, da forma como tem se apresentado nos cursos, a Biomecânica não tem contribuição a dar para a formação do professor de Educação Física. Sua linguagem matemática, complexa instrumentação e vocação para a modelagem dos fenômenos colaboram para com a sua natural exclusão curricular (VILAS BOAS, 2001).

Análises biomecânicas quantitativas não podem prescindir de equipamentos sofisticados que, felizmente, estão cada vez mais acessíveis às universidades brasileiras. Porém, abordagens quantitativas muitas vezes não fazem parte da realidade profissional da maioria dos graduados em Educação Física, excetuando-se aqueles que se encaminham à pesquisa científica e pretendem seguir carreira acadêmica.

A fim de adequar os conteúdos e os métodos de ensino da disciplina às necessidades da formação do professor, o Departamento de Educação Física e Motricidade Humana da Universidade Federal de São Carlos vem empreendendo esforços para reformular a “Biomecânica”, aproximando-a gradualmente de abordagens mais qualitativas para as análises de movimentos e colocando conceitos biomecânicos para serem compreendidos através de vivências práticas de laboratório. Trata-se, então, de uma tentativa de se elaborar alguma “Pedagogia da Biomecânica”, termo adotado de Vilas Boas (2001), com a finalidade de maximizar as contribuições da área à formação de professores de Educação Física.

## **ÊNFASE NA ABORDAGEM QUALITATIVA E NAS VIVÊNCIAS DE LABORATÓRIO**

Quando se realiza descrições quantitativas detalhadas de um movimento a partir de procedimentos biomecânicos, têm-se acesso a um volume grande de informações que, se não forem interpretadas para a compreensão do fenômeno, nunca passarão de um conjunto de números. Também Amadio e Serrão (2004) destacam que, dada a natureza das tarefas de movimento, o relacionamento entre os parâmetros estruturais do movimento faz-se presente, na prática, através da real interdependência entre os parâmetros qualitativos e quantitativos.

Assim, pode-se dizer que a compreensão do movimento não termina com a obtenção de resultados quantitativos sobre sua estrutura, mas ela inicia-se nesse momento. Ou seja, análises biomecânicas quantitativas não são suficientes, pois estas não prescindem de uma avaliação qualitativa. O que significa dizer que o analista não pode apenas medir variáveis com rigorosos métodos pré-estabelecidos, mas precisa ser capaz de “dissecar visual e conceitualmente o movimento” (KNUDSON e MORRISON, 2001). Assim, descrever o movimento não é suficiente para compreendê-lo à luz dos conceitos e princípios biomecânicos.

Uma abordagem qualitativa para a “Biomecânica” tem o objetivo de valorizar seu caráter de instrumental teórico para a compreensão do comportamento motor humano, nos âmbitos da educação, do treino, da saúde, do trabalho e do lazer, ampliando as competências analíticas dos graduandos. Nesse caso, a ênfase é colocada nos conceitos biomecânicos necessários ao desenvolvimento de competências profissionais para a observação sistemática do movimento, para o julgamento de sua qualidade, a fim de detectar erros, identificar causas, administrar a melhor intervenção, propor adequações, monitorar mudanças e, enfim, aperfeiçoar o desempenho motor. Iniciativas nessa direção já existem e sugere-se aqui como referências as obras de Knudson e Morrison (2001), Kreighbaum e Barthels (1996), Ginnis (1999).

Complementando essa abordagem qualitativa, as aulas práticas de laboratório têm um papel essencial. Ora, seria de se esperar que os alunos do curso de Educação Física tivessem adquirido na sua formação escolar de ensino fundamental e médio o conhecimento necessário de Física e Matemática, para que então, pudessem aplicá-los nas aulas de Biomecânica. Porém, como estas disciplinas muitas vezes foram motivos de frustrações e até mesmo traumas, além de não serem utilizadas durante os primeiros anos do curso de Educação Física, a compreensão dos princípios básicos da Biomecânica pode se tornar um entrave para os alunos.

Assim, desenvolver materiais didáticos para as aulas práticas de Biomecânica apresenta-se como uma ferramenta facilitadora, que permite retomar esses conceitos, a fim de despertar o interesse dos alunos, e assim, permitir uma melhor compreensão dos conteúdos a serem abordados. As aulas de laboratório não têm mais o caráter de demonstração de procedimentos de pesquisa, mas sim de vivências facilitadoras da compreensão de conceitos abordados teoricamente.

Deste modo, foram desenvolvidos materiais experimentais para dois pontos de aula. O primeiro material foi o desenvolvimento de uma rotina (apêndice) em ambiente Matlab para se determinar o centro de massa (COM) em imagens digitais. Os graduandos podem obter as imagens das mais variadas formas (internet, fotografia digital ou analógica digitalizada) e dos diversos tipos de movimentos humanos (esportivos, tarefas do cotidiano, reabilitação, dança, atividades laborais, etc).

A rotina desenvolvida inicialmente já desperta o interesse dos graduandos, pois nela são utilizados outros conceitos abordados em aulas, além do centro de massa, como: definição de sistema de coordenadas e operações de soma, subtração, multiplicação e divisão de vetores. Porém, a finalidade principal da rotina é de facilitar e reduzir o tempo gasto para a determinação do COM.

Um exemplo do resultado obtido pela rotina pode ser visto na figura 1, na qual foi calculado o COM em uma imagem do salto triplo do Prof. Dr. Nelson Prudêncio (docente da UFSCar) nas Olimpíadas de 1968 no México.

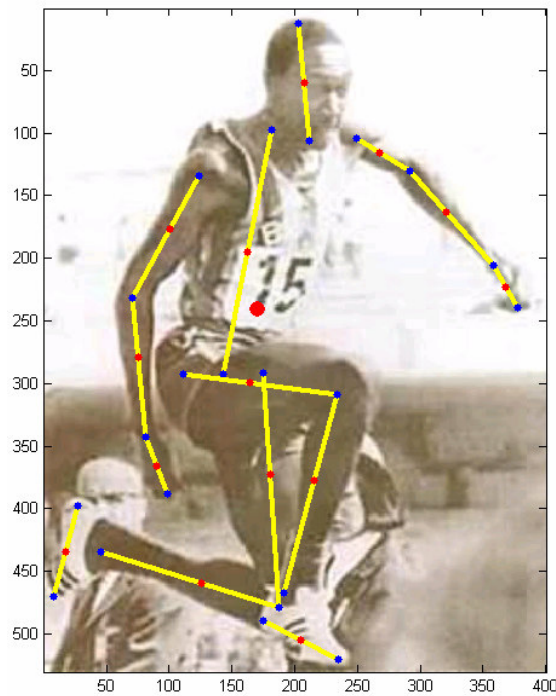


Figura 1. COM para cada segmento corporal (pontos vermelhos menores) e COM total (ponto maior vermelho) em uma imagem do salto triplo.

O segundo material foi o procedimento manual da reconstrução tridimensional da posição de um objeto dentro da sala de aula. Para isto, são utilizados materiais simples como um rolo de barbante, uma trena, três folhas milimetradas, dois tacos pequenos de madeira retangular e duas peças de plástico transparente. Uma peça de plástico transparente é fixada perpendicularmente em cada taco de madeira, para simular uma suposta câmera de vídeo.

A finalidade deste experimento é descobrir a posição tridimensional do objeto utilizando apenas as coordenadas das câmeras e dos pontos que representavam suas respectivas projeções nos planos formados pelas paredes do laboratório. Para isso, os graduandos podem utilizar apenas os materiais disponíveis (trena, barbante e a folha milimetrada). A questão que se coloca é: quais são as coordenadas reais do objeto, ou seja, onde está ele?

Uma representação esquemática do experimento pode ser vista na figura 2.

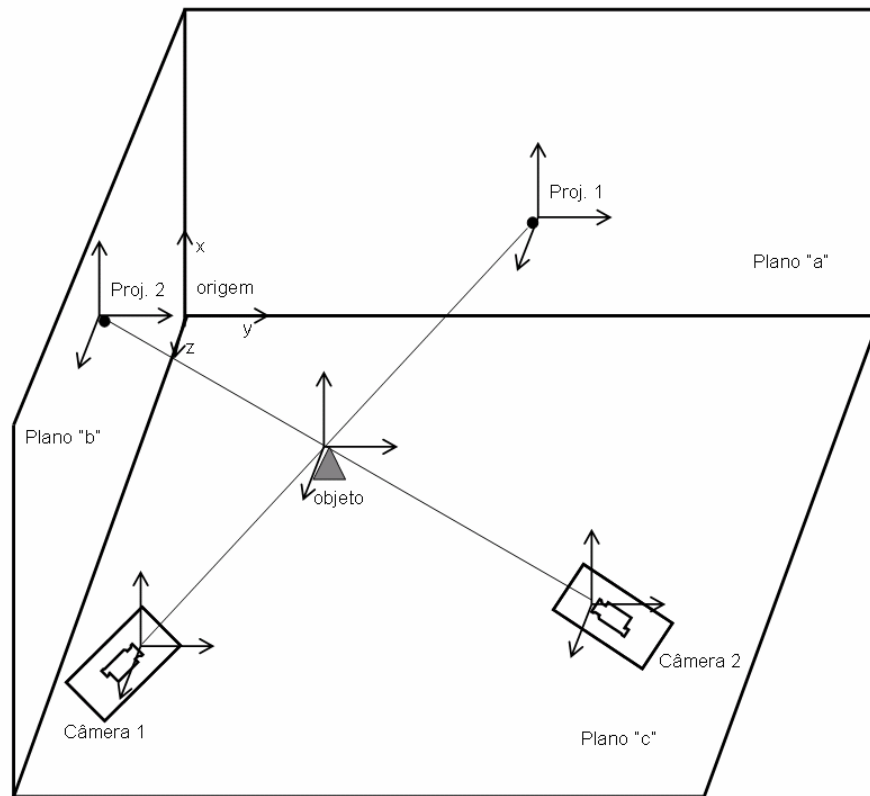


Figura 2. Representação esquemática do experimento de reconstrução tridimensional do objeto.

Respeitando as limitações e a relativa simplicidade dos dois exemplos de experimentos apresentados, verificou-se que os graduandos são capazes de realizar tais procedimentos, cálculo do COM pelo método segmentar e reconstrução tridimensional de coordenadas espaciais, até então considerados complexos e de difícil entendimento, sem dificuldades. Antes disso, os graduandos partiam do pré-suposto de que seria necessário um profundo conhecimento de matemática e física para a realização desses exercícios de laboratório. O maior interesse pelas aulas possibilitou, também, um número maior de exemplos para as discussões que permearam os temas em questão.

Assim, aulas que supostamente seriam repletas de desenhos, cálculos e números sem sentido, tornaram-se atrativas e motivadoras, fato esse que facilitou a compreensão dos alunos do conteúdo selecionado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das proposições didáticas aqui colocadas, pretende-se ter contribuído para a discussão do papel da disciplina de Biomecânica na formação do licenciado em Educação Física. Dadas as características da disciplina, da formação prévia e dos interesses dos graduandos, bem como da natureza da atuação profissional, destaca-se aqui a ênfase por uma abordagem qualitativa sem, no entanto, prescindir do rigor científico. Algumas vivências práticas de laboratório são descritas que têm, na experiência da UFSCar, favorecido a aprendizagem e aumentado o interesse e a curiosidade dos graduandos em Educação Física pela área.

## REFERÊNCIAS

AMADIO, A. C., SERRÃO, J. C. Biomecânica: trajetória e consolidação de uma disciplina acadêmica. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.18, p.45-54, 2004.

McGINNIS, P. M. **Biomecânica do esporte e exercício**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

KNUDSON, D. V.; MORRISON, C. S. **Análise qualitativa do movimento humano**. São Paulo, Editora Manole, 2001.

KREIGHBAUM, E.; BARTHEL, K. M. **Biomechanics: a qualitative approach for studying human movement**. 4<sup>th</sup> Edition. Needham Heights, Allyn & Bacon, 1996.

VILAS BOAS, J. P. Biomecânica hoje: enquadramento, perspectivas didáticas e facilidades laboratoriais. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.1, n. 1, p. 48-56, 2001.

## APÊNDICE

% CALCULO DO CG EM IMAGEM (BIDIMENSIONAL)

% Paulo R. P. Santiago.

% Primeira versão 08/04/07.

%

% Disciplina: Biomecânica e Fund. de Biomecânica para EF - UFSCar

%

% [CG\_total,CG\_seg.] = cg2d(X)

%

% X = coordenadas bidimensionais (2D) dos pontos

% Os pontos devem ser definidos na ordem:

% 1-Cabeça distal, 2-cabeça proximal, 3-tronco distal,

% 4-ombro esquerdo, 5-ombro direito, 6-cotovelo esquerdo, 7-cotovelo direito

% 8-punho esquerdo, 9-punho direito, 10-parte distal da mão esquerda

% 11-parte distal da mão direita, 12-art. quadril esquerdo,

% 13-art. quadril direito, 14-jelho esquerdo, 15-jelho direito,

% 16-tornozelo esquerdo, 17-tornozelo direito, 18-calcâneo esquerdo,

% 19-calcâneo direito, 20-extremidade distal do pé esquerdo,

% 21-extremidade distal do pé direito

%

#####

% Tabela de massas relativas e localização dos centros de gravidade de cada

% segmento (D.Donskoi e V.Zatziorski)

% #####

| % Segmento  | massas relativas | localização dos centros de gravidade de cada segmento |
|-------------|------------------|---|
| % Cabeça+P. | 0.081            | 0.500 vértex - 7ªcervical                             |
| % Tronco    | 0.497            | 0.500 c. glenohumeral - g. trocanter                  |
| % Braço     | 0.028            | 0.436 c. glenohumeral - c. art.cotovelo               |
| % Antebraço | 0.016            | 0.430 c. art.cotovelo - c. art.pulso                  |
| % Mão       | 0.006            | 0.506 c.art.pulso - c. art. 2ª falange                |
| % Coxa      | 0.100            | 0.433 g.trocanter - cond. femural                     |
| % Perna     | 0.047            | 0.433 cond. femural - maléolo                         |
| % Pé        | 0.014            | 0.500 maléolo - metatársico-fal                       |

```
function [cg_total,cg_seg] = cg2d(dat)
% image(dat);
daspect([1 1 1])

if nargin == 0; dat = ginput(21);end

[nlin,ncol] = size(dat);

% cabeça
cab_p = dat(2,:);
cab_d = dat(1,:);

cg_cab = cab_p + 0.500 * (cab_d - cab_p);

hold on
segcab = [cab_p;cab_d];
plot(segcab(:,1),segcab(:,2),'linewidth',3,'color','y')
plot(cab_p(1),cab_p(2),'.','MarkerSize',16);
plot(cab_d(1),cab_d(2),'.','MarkerSize',16);
plot(cg_cab(1),cg_cab(2),'r.','MarkerSize',16);

% Tronco
tron_p = (dat(12,:) + dat(13,:))/2;
tron_d = dat(3,:);

cg_tron = tron_p + 0.500 * (tron_d - tron_p);
```

```
segtron = [tron_p;tron_d];
plot(segtron(:,1),segtron(:,2),'linewidth',3,'color','y')
plot(tron_p(1),tron_p(2),','MarkerSize',16);
plot(tron_d(1),tron_d(2),','MarkerSize',16);
plot(cg_tron(1),cg_tron(2),',r','MarkerSize',16);

% braco
brae_p = dat(4,:);
brad_p = dat(5,:);
brae_d = dat(6,:);
brad_d = dat(7,:);

cg_brae = brae_p + 0.436 * (brae_d - brae_p);
cg_brad = brad_p + 0.436 * (brad_d - brad_p);

segbrae = [brae_p;brae_d];
plot(segbrae(:,1),segbrae(:,2),'linewidth',3,'color','y')
segbrad = [brad_p;brad_d];
plot(segbrad(:,1),segbrad(:,2),'linewidth',3,'color','y')
plot(brae_p(1),brae_p(2),','MarkerSize',16);
plot(brad_p(1),brad_p(2),','MarkerSize',16);
plot(brae_d(1),brae_d(2),','MarkerSize',16);
plot(brad_d(1),brad_d(2),','MarkerSize',16);
plot(cg_brae(1),cg_brae(2),',r','MarkerSize',16);
plot(cg_brad(1),cg_brad(2),',r','MarkerSize',16);

% antebraço
abrae_p = dat(6,:);
abrad_p = dat(7,:);
abrae_d = dat(8,:);
abrad_d = dat(9,:);

cg_abrae = abrae_p + 0.430 * (abrae_d - abrae_p);
cg_abrad = abrad_p + 0.430 * (abrad_d - abrad_p);

segabrae = [abrae_p;abrae_d];
plot(segabrae(:,1),segabrae(:,2),'linewidth',3,'color','y')
segabrad = [abrad_p;abrad_d];
plot(segabrad(:,1),segabrad(:,2),'linewidth',3,'color','y')
```



```
plot(abrae_p(1),abrae_p(2),',','MarkerSize',16);
plot(abrad_p(1),abrad_p(2),',','MarkerSize',16);
plot(abrae_d(1),abrae_d(2),',','MarkerSize',16);
plot(abrad_d(1),abrad_d(2),',','MarkerSize',16);
plot(cg_abrae(1),cg_abrae(2),'r','MarkerSize',16);
plot(cg_abrad(1),cg_abrad(2),'r','MarkerSize',16);

% mao
maoe_p = dat(8,:);
maod_p = dat(9,:);
maoe_d = dat(10,:);
maod_d = dat(11,:);

cg_maoe = maoe_p + 0.506 * (maoe_d - maoe_p);
cg_maod = maod_p + 0.506 * (maod_d - maod_p);

segmaoe = [maoe_p;maoe_d];
plot(segmaoe(:,1),segmaoe(:,2),'linewidth',3,'color','y')
segmaod = [maod_p;maod_d];
plot(segmaod(:,1),segmaod(:,2),'linewidth',3,'color','y')
plot(maoe_p(1),maoe_p(2),',','MarkerSize',16);
plot(maod_p(1),maod_p(2),',','MarkerSize',16);
plot(maoe_d(1),maoe_d(2),',','MarkerSize',16);
plot(maod_d(1),maod_d(2),',','MarkerSize',16);
plot(cg_maoe(1),cg_maoe(2),'r','MarkerSize',16);
plot(cg_maod(1),cg_maod(2),'r','MarkerSize',16);

% coxa
coxae_p = dat(12,:);
coxad_p = dat(13,:);
coxae_d = dat(14,:);
coxad_d = dat(15,:);

cg_coxae = coxae_p + 0.433 * (coxae_d - coxae_p);
cg_coxad = coxad_p + 0.433 * (coxad_d - coxad_p);

segcoxae = [coxae_p;coxae_d];
plot(segcoxae(:,1),segcoxae(:,2),'linewidth',3,'color','y')
segcoxad = [coxad_p;coxad_d];
plot(segcoxad(:,1),segcoxad(:,2),'linewidth',3,'color','y')
```

```
plot(coxae_p(1),coxae_p(2),','MarkerSize',16);
plot(coxad_p(1),coxad_p(2),','MarkerSize',16);
plot(coxae_d(1),coxae_d(2),','MarkerSize',16);
plot(coxad_d(1),coxad_d(2),','MarkerSize',16);
plot(cg_coxae(1),cg_coxae(2),'r','MarkerSize',16);
plot(cg_coxad(1),cg_coxad(2),'r','MarkerSize',16);

% perna
pernae_p = dat(14,:);
pernad_p = dat(15,:);
pernae_d = dat(16,:);
pernad_d = dat(17,:);

cg_pernae = pernae_p + 0.433 * (pernae_d - pernae_p);
cg_pernad = pernad_p + 0.433 * (pernad_d - pernad_p);

segpernae = [pernae_p;pernae_d];
plot(segpernae(:,1),segpernae(:,2),'linewidth',3,'color','y')
segpernad = [pernad_p;pernad_d];
plot(segpernad(:,1),segpernad(:,2),'linewidth',3,'color','y')
plot(pernae_p(1),pernae_p(2),','MarkerSize',16);
plot(pernad_p(1),pernad_p(2),','MarkerSize',16);
plot(pernae_d(1),pernae_d(2),','MarkerSize',16);
plot(pernad_d(1),pernad_d(2),','MarkerSize',16);
plot(cg_pernae(1),cg_pernae(2),'r','MarkerSize',16);
plot(cg_pernad(1),cg_pernad(2),'r','MarkerSize',16);

% pe
pee_p = dat(18,:);
ped_p = dat(19,:);
pee_d = dat(20,:);
ped_d = dat(21,:);

cg_pee = pee_p + 0.500 * (pee_d - pee_p);
cg_ped = ped_p + 0.500 * (ped_d - ped_p);

segpee = [pee_p;pee_d];
plot(segpee(:,1),segpee(:,2),'linewidth',3,'color','y')
segped = [ped_p;ped_d];
plot(segped(:,1),segped(:,2),'linewidth',3,'color','y')
```

```
plot(pee_p(1),pee_p(2),','MarkerSize',16);  
plot(ped_p(1),ped_p(2),','MarkerSize',16);  
plot(pee_d(1),pee_d(2),','MarkerSize',16);  
plot(ped_d(1),ped_d(2),','MarkerSize',16);  
plot(cg_pee(1),cg_pee(2),'r','MarkerSize',16);  
plot(cg_ped(1),cg_ped(2),'r','MarkerSize',16);
```

```
cg_total = ((0.081 * cg_cab) + (0.497 * cg_tron) + (0.028 * cg_brae) + (0.028 * cg_brad) + ...  
            (0.016 * cgabrae) + (0.016 * cg_abrad) + (0.006 * cg_maoe) + (0.006 * cg_maod) + ...  
            (0.100 * cg_coxae) + (0.100 * cg_coxad) + (0.047 * cg_pernae) + (0.047 * cg_pernad) + ...  
            (0.014 * cg_pee) + (0.014 * cg_ped)) / l;
```

```
cg_seg = [cg_cab , cg_tron , cg_brae , cg_brad , cgabrae , cg_abrad , cg_maoe , ...  
          cg_maod , cg_coxae , cg_coxad , cg_pernae , cg_pernad , cg_pee , cg_ped];
```

```
plot(cg_total(1),cg_total(2),'r','MarkerSize',28)
```

#### Contatos

Universidade Federal de São Carlos  
Fone: (16) 3351 8294  
Endereço: Rodovia Washington Luiz, Km 235 – Cep.: 13565-905  
E-mail: [paulahlc@power.ufscar.br](mailto:paulahlc@power.ufscar.br)

#### Tramitação

Recebido em: 08/07/2007  
Aceito em: 03/08/2007