

**Artigo original**Renato André Sousa da Silva¹**CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DE UMA BICICLETA DE CICLISMO INDOOR COM GRADUAÇÃO DE CARGA****DEVELOPMENT AND CALIBRATION OF AN INDOOR CYCLING BICYCLE WITH LOAD GRADUATION****RESUMO**

Tem havido uma grande busca pela modalidade de Ciclismo *Indoor* (CI) em academias, o que se deve ao êxodo dos praticantes de ciclismo de rua em prol de segurança, treinamento e praticidade, além do interesse pelo potencial do CI nos processos de emagrecimento e condicionamento cardiovascular. Há poucos estudos nessa área, dentre as principais causas, está à limitação da bicicleta de ciclismo *indoor* (BCI) que não quantifica a carga utilizada e da potência produzida. Isto tem dificultado a avaliação funcional e a prescrição adequada de treinamento. Assim, a solução é implementar a uma BCI um sistema de carga. O objetivo do estudo foi construir e calibrar uma BCI que gradue a carga utilizada e a potência produzida. A metodologia foi dividida em quatro etapas: 1) fundamentação teórica; 2) desenvolvimento do protótipo; 3) construção; e 4) calibração. O projeto baseou-se na adaptação, em uma BCI, de um sistema de carga do cicloergômetro de frenagem mecânica Monark (cesto de anilha), que mensura tais variáveis e é tido como padrão ouro. Considerações finais: a BCI por ter respeitado os fundamentos básicos do modelo de referência, por ter sido construída com materiais novos e pela manutenção das dimensões do circuito Roda-Volante/Coroa/Catraca padrão Monark, parecem impedir qualquer tipo de limitação para a possível validade de constructo do protótipo, além de ter baixo custo. Portanto, a BCI construída, por possibilitar a graduação de carga e a potência produzida, pode ser classificada como um cicloergômetro, além do que, sua geometria, fiel às características das bicicletas de CI, acabou por preencher uma lacuna existente nesta área.

Palavras-chave: ciclismo *indoor*, bicicleta estacionária, calibração, construção, graduação de carga.

ABSTRACT

Indoor Cycling (IC) has considerably grown at fitness centers, due to practitioners giving-up of street cycling because of security issues as well as the trainability and practicality. IC also has the potential for helping to lose weight and cardiovascular conditioning. There are only few studies on this subject, and the main reason is the limitation of the Indoor Cycling Bicycle (ICB), which does not either measure workload or power. Therefore, functional evaluation and adequate training prescription are limited and the solution lies on implementation of an ICB with loading system. This paper has the purpose of describing the development and calibration of an ICB that actually measures workload and power. The project was based on the adaptation of a loading system from a Monark mechanical lockwire cycloergometer (basket of weight), which measurement is considered a gold standard, on an ICB. The adaptation, for having maintaining the Monark dimensions of the Flywheel/Crown/Ratchet circuit as well as for using new materials, seems not to offer any type of limitation for prototype construct validity. The ICB also had a low cost. Therefore, this ICB can be classified as a cycloergometer. The adaptation permitted to advance in this area, by both maintaining original ICB characteristics and also controlling for workload and power.

Key words: indoor cycling, stationary bicycle, development, calibration, workload control.

¹ Universidade Católica de Brasília. Laboratório de Estudos em Fisiologia do Exercício - LEFE

INTRODUÇÃO

Com a popularização dos diversos tipos de bicicleta, o ciclismo começou a ser largamente praticado ao ar livre e em recintos fechados com o uso da bicicleta estacionária. Nesse contexto, surgiram os departamentos de ergometria em academias, clínicas médicas e centros desportivos, posteriormente, surge o Ciclismo de Salão, mais conhecido pelo empréstimo lingüístico Ciclismo *Indoor* (CI); esse trata do treinamento coletivo da modalidade de ciclismo em recinto fechado, e vem apresentado crescimento vertiginoso em todo o mundo^{1,2,3}. Assim, é percebido um grande movimento em direção à prática do ciclismo *indoor*, o que pode ser explicado pelo êxodo dos praticantes de ciclismo em busca de segurança, por condições climáticas desfavoráveis, treinamento, praticidade e distanciamento do trânsito dos grandes centros urbanos^{1,4}, além do interesse por parte dos praticantes, pelo grande potencial da modalidade nos processos de emagrecimento e condicionamento físico⁵.

A popularização do CI, entretanto, está sendo pouco acompanhada de estudos mais detalhados sobre o desempenho dos praticantes, tanto no âmbito da fisiologia do exercício como da biomecânica^{4,6,7}. O que se deve, dentre outras causas, as limitações da bicicleta utilizada nesta modalidade, que não possui quantificação da carga utilizada e da potência produzida.

Existe a necessidade de quantificação da carga utilizada e potência produzida por um ciclista, visto que, somente sendo conhecida esta sobrecarga imposta, é que se pode analisar a resposta fisiológica do indivíduo frente ao estímulo, o que pode ser feito com cicloergômetros devido a sua instrumentação.

No ciclismo estacionário, existem duas grandes categorias de bicicletas: as equipadas com pião livre (ergométricas verticais e horizontais) e com pião fixo, que é o caso da bicicleta de ciclismo *indoor* (BCI, na qual o controle de carga é feito subjetivamente). O pião integra a engrenagem que liga o eixo central da roda ao mecanismo de corrente e catracas. O pião livre é aquele que permite que a roda gire independente dos pedais; o pião fixo faz com que a roda gire concomitante aos pedais. Existe uma segunda subdivisão relacionada ao tipo de frenagem da roda: mecânica, magnética ou aérea. A BCI é estacionária, mecânica, equipada com pião fixo e, dentre os modelos nacionais disponíveis, nenhum mensura carga e potência.

Estudos reportam-se, prioritariamente, às bicicletas de pião livre e frenagem magnética⁸. Existindo assim, poucos estudos em bicicletas com pião fixo. Contudo, é interessante notar, que mesmo com esse tipo de carência, há uma ampla utilização desta bicicleta estacionária em programas de condicionamento físico⁹.

As BCIs, por não medirem carga e a potência, não podem ser classificadas como cicloergômetros. Nas pesquisas, isso resulta em erros metodológicos, visto que não refletem o gesto motor específico da modalidade, por utilizarem bicicletas com outras características, ou então, por negligenciarem o aspecto carga^{10,11,12,13,14,15,16}. Isto tem dificultado e limitado a avaliação funcional e a prescrição do treinamento adequada. Assim, a solução é incorporar a uma BCI um sistema de carga para realizar tais mensurações, o que terá impacto imediato na rotina da modalidade, visto as possibilidades de pesquisas que se seguirão, para o estudo da eficiência do complexo formado por ciclista-bicicleta de CI.

Pelo exposto anteriormente, é de suma importância e objetivo deste estudo, construir e calibrar uma BCI que gradue a carga utilizada e a potência produzida.

CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DE UMA BICICLETA DE CICLISMO *INDOOR*

Este é um estudo descritivo sobre o desenvolvimento de um instrumento que foi realizado em quatro etapas, sendo: a primeira destinada à fundamentação teórica, a segunda, ao desenvolvimento do protótipo, a terceira, à confecção do mesmo e, a quarta, à calibração.

O projeto fundamentou-se na adaptação de um sistema de carga em uma BCI, baseado no sistema utilizado pelo cicloergômetro de frenagem mecânica da marca Monark, que facilmente determina a potência por ele produzida e é tido como padrão ouro.

Estudos utilizando a adequação deste sistema em outros ergômetros já foram desenvolvidos. Na Figura 1, é demonstrada uma cadeira de roda instrumentada com o mesmo sistema para a graduação das cargas.



Figura 1- Cadeira de roda instrumentada com roda padrão Monark¹⁷.

1. Fundamentos Teóricos para Construção da Bicicleta de Ciclismo *Indoor*

A potência é a taxa temporal à qual um trabalho é realizado^{18,19}. O cicloergômetro é capaz de medir o trabalho produzido, mediante seus graus de

automação, no qual a potência é dada pelo produto da carga mecânica resistiva com a velocidade da roda, valendo-se da relação física: potência = força x velocidade¹⁹; sendo a velocidade mantida constante²⁰. A velocidade da roda e a carga mecânica resistiva são calculadas assim respectivamente: multiplica-se o deslocamento da roda (distância) em uma rotação completa do pedal pela frequência de rotação do pedal (ciclo), medida por um ciclo-computador; e a carga por meio do atrito provocado por uma cinta que envolve a circunferência da roda.

A intensificação do atrito ocorre a partir do aumento da pressão da cinta contra a extremidade da roda, por meio de pesos ou por um tensionador acoplado a uma balança de pêndulo, que medem a diferença de força entre dois pontos da cinta^{21,22,23}. Neste estudo, foi utilizado o sistema de carga do tipo cesto de anilhas (pesos), que tem sido considerado melhor e mais preciso que o sistema pendular²⁴.

Para medir a distância percorrida pela roda no cicloergômetro Monark, parte-se do princípio de que uma rotação completa do pedal desloca um ponto qualquer da circunferência por 6,04 metros^{21,22,23}. Para tanto, é necessário que a circunferência da roda seja de 1,625 m e, que a relação de marcha seja de 52 dentes para a coroa e 14 dentes para a catraca, onde se encontra a relação: $\frac{52}{14} = 3,714$. Assim, multiplicando a circunferência da roda pela relação de marcha encontra-se o deslocamento da roda, ou seja: $1,625 \times 3,714 = 6,04m$ ²⁵.

Para testes laboratoriais é recomendado 50 rpm de cadência fixa, mesmo existindo protocolos que propõem um número maior de rotações¹⁸. Para a obtenção da velocidade da roda, calcula-se o produto da cadência pelo deslocamento da roda, sendo: $50rpm \times 6,04m$ tem-se uma velocidade de 300 m.min.⁻¹, e para o cálculo da potência, multiplica-se a velocidade por uma carga mecânica resistiva de, por exemplo, 1 kg, que resulta em uma potência de 300 kgm.min.⁻¹²⁵.

A unidade de força kilopound (kp) consiste na força que age sobre uma massa de 1 kg sob a aceleração da gravidade. Assim, 0,075 kp equivalem a 0,075 kg²⁵. O trabalho realizado, portanto, pode ser expresso em kpm (kilopound metro) e a potência em kpm.min.⁻¹ (kilopound metro por minuto) sendo que 1 Watt (W) = 6,12 kpm.min.⁻¹^{18,25}. Essa conversão faz-se necessária pela unificação do Watt como unidade de medida de potência pelo Sistema Internacional de Unidades¹⁹.

Os parâmetros citados acima norteiam a confecção de tabelas sobre a potência produzida em cicloergômetros. A Tabela 1 exemplifica os valores e cargas de trabalho produzidos (potência) obtidos em teste cicloergométrico de laboratório, com cadência fixa de 50 rpm e incrementos de 1 kp¹⁸.

Tabela 1. Cargas de trabalho produzidas em um cicloergômetro em teste com cadência fixa de 50 rpm e incrementos de 1 kp¹⁸.

Carga de trabalho	
Watts	kpm/min
50	300
100	600
150	900
200	1.200
250	1.500
300	1.800
350	2.100
400	2.400

2. Desenvolvimento/desenho do protótipo

Foi utilizado como modelo de referência um quadro de BCI disponível comercialmente, no qual foram feitas adequações angulares na geometria do quadro do protótipo, a fim de: dimensionar o aparelho, adequar os materiais utilizados e dispositivos a serem acoplados (priorizados os disponíveis comercialmente e de baixo custo), definir as dimensões e forma de fixação do módulo de sustentação do sistema de carga, para adicionar ao garfo dianteiro uma roda padrão Monark, sem alterar a largura do cubo original da roda. Entretanto, foram mantidas as características das BCIs. O desenho foi feito em software Corel Draw versão 11.0 (Figura 2).

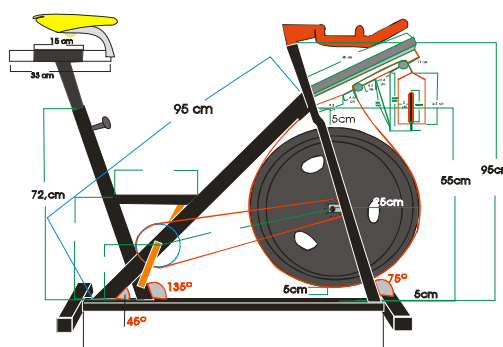


Figura 2. Desenho do protótipo.

As dimensões de largura e altura do protótipo foram projetadas para serem compatíveis com o perfil antropométrico de pessoas entre 1,50 mts e 1,90 mts de estatura, o que foi possível pelas medidas escalares dos ajustes antropométricos (Tabela 2).

Tabela 2. Medidas escalares dos ajustes antropométricos do protótipo.

Ajustes Antropométricos	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
Altura do guidão*	10	20
Altura do selim**	12	42
Recuo de selim***	54	66

(*) Medida da extremidade superior do guidão até o ápice da barra vertical que o sustenta. (**) Medida da extremidade superior da base de fixação do selim até o ápice da barra vertical que o sustenta. (***) Medida realizada em paralelo ao solo, da parte final da base de fixação do selim até a maior barra vertical.

3. Construção do Protótipo

Os componentes mecânicos foram todos construídos em uma fábrica de equipamentos para academias, situada na cidade de Brasília-DF, com exceção da roda volante que foi retirada de um cicloergômetro Monark original. Após as definições da etapa 1, a BCI foi construída conforme o descrito no Quadro 1. A Figura 3 apresenta a foto do protótipo.



Figura 3. Foto do protótipo da bicicleta de ciclismo indoor.

Quadro 1. Características físicas do protótipo.

INTENS E DISPOSITIVOS	CARACTERISTICAS
Ângulos do quadro	Medidos os quadros modelo referência e protótipo, com Goniômetro metálico, marca CARDIOMED.
Barras de ferro	Foram utilizadas barras de ferro verticais de 50X50mm e horizontais de 80X30mm e 80X50mm, pela necessidade de um material com grande resistência à compressão e a torção.
Base de sustentação e garfo dianteiro	Base de sustentação em formato convencional, por não haver aumento significativo da massa da bicicleta e pela manutenção da largura do quadro modelo referência. Os dois tubos verticais e também o tubo diagonal foram adaptados para o aumento do garfo dianteiro, em detrimento ao encaixe da roda volante de maior diâmetro.
Pedais e Firma-pé	O mecanismo de fixação dos pés do ciclista à bicicleta foi formado por um pedal da marca SHIMANO, modelo XERAMA dupla-face, onde em uma das superfícies há um encaixe para sapatilhas do tipo SPD e, na outra, é acoplado um firma-pé convencional com presilha de tamanho médio.
Pé-de-vela	Marca SHIMANO, modelo XERAMA, tamanho 172,5 mm.
Ajustes biomecânicos	Foram mantidos os ajustes: altura do selim, recuo antero-posterior do selim, e altura do guidão, tal como é utilizado nas BCIs convencionais, que permitem adequações proporcionais (antropométricas) para diferentes indivíduos.
Sistema de carga	Constituído por: 1) Módulo de Sustentação - sistema de roldanas (2 unidades); 2) Cesto de Anilha ou de carga (peso=500g); 3) Cinta de fricção. Demais descrições: - Anilhas de carga – 4 tamanhos com quilagens diferentes: 1 kg (5,25 cm de raio), 0,5 kg (3,75 cm de raio), 0,25 kg (2,75 cm de raio) e de 0,10 kg (2,25 cm de raio); todas em chapa de ferro com espessura padrão de 1,5 cm.
Roda volante	Utilizada uma roda original Monark- 26 cm de raio, 3,5 cm de diâmetro, 9.0 kg de massa. Foram acoplados e adaptados na roda: um pião-fixo, um pivô e dois rolamentos novos.
Relação catracas-coroa	Dimensões: coroa 52 dentes, catraca 14 dentes.
Pião-fixo	Fixado a partir de rosca original da roda.
Rolamentos	Chumbados de 08X28 mm.
Selim:	Marca GW.
Cinta	Feita em Nylon, cor preta e 1,5 cm de largura e 175 cm de comprimento.
Movimento Central	Marca Chin-haur com 122,0 mm em aço selado com rolamento.
Ciclocomputador	Para a quantificação da cadência do pé-de-vela e velocidade da roda, foi instalado e adaptado um ciclo-computador (metrônomo digital), marca Cat-Eye, modelo Astrale 8 CC-CD 100N, cujo magneto de excitação do sensor de cadência foi posicionado próximo ao eixo central da bicicleta, e o sensor de velocidade posicionado rigidamente à 5 mm do magneto da roda. O qual foi escolhido por apresentar na literatura um estudo de validação ²⁶ .
Quadro	Construído pela solda de 10 barras que somam as principais partes do quadro, com pintura eletrostática na cor branca.
Corrente	Marca TEC, C410X114L.
Protetor de corrente	Feito em ferro, chapa 18 e pintado na cor preta.

4. Calibração do protótipo

Existem dois modelos para a calibração de cicloergômetros, o fragmentado e o dinâmico. Ambos tem objetivo de confirmar se os resultados obtidos a partir de um cicloergômetro são válidos. A calibração fragmentada (CF) é composta por calibrações independentes da velocidade da roda e da carga mecânica resistiva (CMR), que consiste na medição da circunferência da roda e de seu deslocamento em uma revolução completa do pedal e, também, na conferência do perfeito funcionamento do equipamento utilizado para medir a frequência de pedalada (cadência)²³. Já a calibração da CMR consiste na comparação do deslocamento do pêndulo da balança com a aplicação de pesos conhecidos ou mesmo pela conferência da massa das anilhas utilizadas.

Desta forma, foi seguida a sequência de calibração decrita a seguir.

4.1. Velocidade da roda:

Circunferência da roda - foi medida com uma trena metálica, marca CARDIOMED, graduada em mm, sendo por três vezes encontrado o resultado de: 1,62 m;

Deslocamento em uma revolução completa do pedal - foi utilizado um cabo de aço com 6 metros de comprimento e 2 mm de espessura, o qual foi preso por uma fita de alta aderência na face externa da roda, foi enrolado na roda com o deslocamento do pé-de-vela, sendo este girado por apenas um ciclo completo, no qual foi encontrado em momento concomitante o final do cabo e o fim do único giro completo do pedal; também foi feito um procedimento com a roda fora da BCI, em que foi marcado um ponto na lateral da roda e ao deslizar-se pelo chão, o trecho percorrido pela roda foi medido e apresentou resultado igual a 6 m;

Ciclocomputador - foi realizada a configuração do ciclocomputador mediante medida da circunferência da roda volante igual à 1,62 m.

4.2. Carga Mecânica Resistiva:

Foi realizada uma mensuração da massa das anilhas e do cesto de anilhas durante o processo de acabamento das peças no torno, onde a cada décimo de milímetro retirado da borda lateral, era feita uma pesagem individual da peça até que se chegasse ao peso objetivado (média de 08 pesagens/peça), por exemplo 500g (Figura 4). Foi utilizada uma balança de precisão da marca Filizola®, modelo MF/MF-I, com carga máxima de 6 kg, carga mínima de 25 g, resolução de 1g, frequência de 50±60 Hz e verificada pelo INMETRO.

Todas as medidas foram realizadas pelo autor deste trabalho.

Limitação do Estudo

Para o cálculo da potência é adotado que durante uma calibração dinâmica a cadência seja fixa

e que o atrito da cinta sobre a roda seja linear ao aumento da carga. Contudo, neste estudo foi realizada apenas a calibração fragmentada, que não esclarece tudo sobre a validade da medida, visto que, é capaz de calibrar apenas o dispositivo de medição e não leva em consideração a cadência e o atrito²⁷ e, principalmente, por não recorrer ao equipamento em situação real de uso.



Figura 4. Calibração das anilhas de peso com balança de precisão (500g).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A BCI pela presença do pião-fixo e por sua geometria baseada em bicicletas de ciclismo de estrada, diferencia-se dos cicloergômetros convencionais. O que, certamente, influencia no desempenho do praticante pela especificidade do gesto motor, isso, se forem analisadas as duas situações comparativamente. Isso já foi largamente demonstrado pela literatura tanto para o ciclismo de estrada como para o estacionário. São exemplos: a energia despendida pelo ciclista em condições de subida²⁸, os valores de potência produzida, as respostas da ventilação pulmonar e consumo máximo de oxigênio²⁹ e, também, no sinal eletromiográfico de membros inferiores entre dois diferentes modelos de bicicletas estacionárias⁸. Esses estudos demonstram claramente a necessidade de se especificar e validar bicicletas de ciclismo *indoor* para quantificar com maior acuracidade as respostas fisiológicas em ocorrência pertinente ao CI.

Lima et al.²³ demonstraram a partir da calibração dinâmica indireta de um cicloergômetro construído, baseado no ciclo Monark, que a potência real produzida tende a ser menor que a calculada. Explicam o achado pela não linearidade entre o atrito e a CMR. Este, provavelmente, deve-se às adaptações do mecanismo de frenagem feitos pelo fabricante, que não seguiram as especificações do padrão Monark, tais como: fixação de lonas de freio entre a cinta e a roda volante, a forma de fixação da cinta de frenagem ao quadro do cicloergômetro e o desgaste do material. O estudo aqui proposto não apresentou estas

limitações, uma vez que a construção do protótipo (BCI) respeitou os fundamentos básicos do modelo referência e, por ter sido construído com materiais novos.

A variação da carga e a cadência são determinantes para alteração da potência, uma vez que o comprimento da cinta de frenagem é fixo³⁰. Portanto, justificou-se ter sido utilizado uma roda volante Monark original, tendo em vista que esse cicloergômetro é considerado como referência em cicloergômetros para avaliação aeróbia. Desta forma, a manutenção, no protótipo, das dimensões do circuito Roda-Volante-Coroa-Catraca padrão Monark, parecem impedir qualquer tipo de limitação para a possível validade de constructo do mesmo.

A BCI aqui desenvolvida possui: geometria anatômica, é fiel às características das BCIs e permite a graduação de carga, o que contempla o objetivo inicial do estudo e preenche uma lacuna existente até então nesta área. Também apresenta mobilidade para utilização em ambiente laboratorial, em academias, centros de treinamento e clínicas.

A partir das adaptações feitas é possível conceituar este protótipo de BCI como um cicloergômetro. Assim, sugere-se que novos estudos sejam realizados a fim de testar a validade desta BCI em situações reais de uso, a partir da calibração dinâmica direta e/ou indireta, a fim de verificar sua repetibilidade e confiabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Villalba CB. Manual de ciclo indoor. Barcelona: Editorial Pai do Tribo; 2005.
- Domingues Filho LA, organizador. Ciclismo Indoor - guia teórico prático. Jundiaí: Editora Fontoura; 2005.
- Kang JIE, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Hoffman JR, Ratamess NA, O'connor E. Metabolic and Perceptual Responses during Spinning(R) Cycle Exercise. *Med Sci Sport Exer* 2005; 37(5):853-859.
- Mello DM. Ciclismo Indoor. Rio de Janeiro: Editora Sprint; 2004.
- Deschamps SR, Domingues Filho LA. Motivos e benefícios psicológicos que levam os indivíduos dos sexos masculino e feminino a praticarem o ciclismo indoor. *Rev Bras Cienc Mov* 2005;13(2):27-32.
- Gomes AO, Silva RA, Oliveira HB, Barbosa FP, Fernandes Filho J. Concentração de lactato sanguíneo em aulas de ciclismo indoor de intensidade sub-máxima: Um Estudo Piloto. *Lect Educ Fis Desp* [Periódico on line]. 2004; 79. Disponível em <<http://www.efdeportes.com/efd79/lactacto.htm>> [2004 dez 12].
- Lima R, Sapucahy L, Mello D, Albergaria M, Fernandes Filho J. Custo metabólico de uma aula de spinning em academias na zona oeste do RJ em mulheres de 20 a 35 anos. *Rev Min Educ Fis* 2003;11(2):108-113.
- Lopes AD, Fukuchi RK, Alouche SR, Duarte M. Análise eletromiográfica durante pedalagem em dois modelos de bicicleta estacionária. *Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica*. João Pessoa: UFPP; 2003. p. 123-127.
- Braga A, Barbosa D, Benarrós F, Braga S. Respostas fisiológicas e metabólicas durante uma aula de ciclismo indoor. *Rev Bras Ativ Fís Desempenho Hum* [periodico on-line]. 2005;1(1). Disponível em <http://phorte.com/brasileira/teor.php?pid=2&pa=1&pn=1> > [2005 nov 22]
- Flanagan K, DiFrancisco J, Chinsky A, Wygand J, Otto RM. The metabolic and cardiovascular response to select positions and resistances during spinning exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(5 Suppl):S166.
- Chinsky A, DiFrancisco J, Flanagan K, Otto, RM. A comparison of two types of spin exercise classes. *Med Sci Sport Exer* 1998;30(5 Suppl):S168.
- Robergs RA, Bereket S, Knight MA. Video-assisted cycling alters perception of effort and increases self-select exercise intensity. *Percept Mot Skill* 1998;86:915-927.
- Richey RM, Zabik, RM, Dawson ML. Effect of bicycle spinning on heart rate, oxygen consumption, respiratory exchange ratio, and caloric expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(5 Suppl):S160.
- John DH, Schuler P. Accuracy of using RPE to monitor intensity of group indoor stationary cycling. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(5):152.
- Bradford A, Scharff-Olson, Williford HN, Walker S, Crumpton S. Cardiorespiratory responses to traditional and advanced group cycling techniques. *Med Sci Sport Exer* 1999;31(5 Suppl):S113.
- Mello DB, Dantas EHM, Novaes JS, Albergaria MB. Ciclismo Indoor: alterações fisiológicas. *Fitness & Performance J* 2003;02(01):30-40.
- Finley MA, Rasch EK, Keyser RE, Rodgers MM. The biomechanics of wheelchair propulsion in individuals with and without upper-limb impairment. *JRRD*. 2004; 41(3B): 395-402.
- Åstrand PO. Tratado de Fisiologia do Exercício. Editora Interamericana: Rio de Janeiro; 1980.
- Keller FJ, Gettys WE, Skove MJ. Física - volume 1. São Paulo: MAKRON Books do Brasil Editora; 1997.
- Duarte M, Takeshita J, Vechia ED, Amadio AC. Sistema de determinação da potência mecânica humana e aferição de cicloergômetros. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Florianópolis: UFSC; 1999. p.427-432.
- Von Döbeln W. A Simple Bicycle Ergometer. *J Appl Physiol* 1954;(7):222-224.
- Gledhill N, Jamnik R. Determining power outputs for cycle ergometers with different sized flywheels. *Med Sci Sport Exer* 1995;27:134-137.
- Lima JRP, Branco FC, Ribeiro NF, Novo Júnior JM. Calibração indireta de cicloergômetro pelo consumo de oxigênio. *Rev Bras Ciên Mov* 2003;11(3):33-36.
- Paton CD, Hopkins W. Tests of Cycling Performance. *Sports Med* 2001;31(7):489-496.
- Szmuchrowski LA, Kraguljac M, Gonçalves R. Avaliação do potencial anaeróbio através da cicloergometria. In: Garcia ES, Lemos KL, Temas Atuais VI- Educação Física e Esportes. 1ed. Belo Horizonte: Ed.Health; 2001, p.142-168.
- Tavares FCJA, Rolim LGB. Resultados preliminares de um ensaio de aferição de medidas de cadência de um ciclocomputador. *Fitness & Performance J* 2002; 01(06):07.

-
27. Colucci J. Aspectos ergométricos e biomecânicos da propulsão de alta eficiência em cadeiras de rodas. [Tese de Doutorado - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo]. São Paulo (SP): USP; 1995.
28. Ryschon TW, Stray-Gundersen J. The effect of body position on the energy cost of cycling. *Med Sci Sport Exer* 1991; 23(8):949-953.
29. Welbergen E, Clijsen LPVM. The influence of body position on maximal performance in cycling. *Eur J Appl Physiol* 1990;(61):138-142.
30. Ramos J. Avaliação da capacidade física em laboratório. *Actas das Jornadas Científicas Desporto, Saúde e Bem-estar*. Porto: UP;1991, p. 221-225.
-

Endereço para correspondência

Renato André Sousa da Silva
Quadra 207, Lotes 05/07, Residencial Itália, Bloco 'B',
Apto 1201- Águas Claras
CEP: 72.926-250 - Taguatinga (DF) - Brasil
e-mail: renatoa@ucb.br

Recebido em 27/02/06
Revisado em 23/03/06
Aprovado em 03/05/06