

Categoria: Artigo original

ISSN: 0103-1716

TÍTULO PORTUGUÊS: RESPOSTAS AGUDAS DO DUPLO PRODUTO E DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO EM PROTOCOLOS DE CICLISMO: INDOOR E AQUÁTICO

TITULO INGLÊS: ACUTE RESPONSES OF RATE-PRESSURE PRODUCT AND PERCEIVED EXERTION BETWEEN CYCLING TRAININGS: INDOOR AND AQUATIC

Autore(s):

Grace Barros

Afiliação: Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ

Roxana Macedo Brasil

Afiliação: Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ

Andrea Ferreira

Afiliação: Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ

Ana Cristina Barreto

Afiliação: Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ

Nádia Lima da Silva

Afiliação: Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ

Endereço para Correspondência: Av. João Ribeiro N. 497, casa 42/101, Pilares. Rio de Janeiro. RJ. Brasil. CEP: 22750-094 / Tel: (21) 78196825, (21) 32714273

Data Recebimento: 22-07-2009

Data Aceite: 22-07-2009

RESPOSTAS AGUDAS DO DUPLO PRODUTO E DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO EM PROTOCOLOS DE CICLISMO: INDOOR E AQUÁTICO

ACUTE RESPONSES OF RATE-PRESSURE PRODUCT AND PERCEIVED EXERTION BETWEEN CYCLING TRAININGS: INDOOR AND AQUATIC

RESUMO

Introdução: Alguns estudos demonstram diferenças nas respostas hemodinâmicas agudas e na Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) entre exercícios realizados nos meios: aquático e terrestre. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi comparar as respostas agudas do Duplo Produto (DP) e da PSE entre um protocolo de ciclismo indoor (CI) e aquático (CA). **Métodos:** Foram analisados 10 homens ($25,40 \pm 4,67$ anos; $178,80 \pm 3,62$ cm; $81,09 \pm 8,08$ kg; $14,03 \pm 6,11$ %G; $25,33 \pm 2,01$ IMC), durante um protocolo de ciclismo de 30 minutos, divididos em seis estágios com diferentes intensidades, realizado em ambos os meios. Todas as variáveis foram verificadas antes do início do teste, em estado de repouso. A Frequência Cardíaca (FC) foi aferida por um frequencímetro (*Polar, A1, Finlândia*). O DP foi mensurado a cada 5 minutos, calculado através do produto da FC pela Pressão Arterial Sistólica (PAS). A PAS foi mensurada através de método auscultatório por um esfigmomanômetro (*Tycos, CE0050, EUA*) e um estetoscópio (*Littman, EUA*). A cadência do ciclo de movimento foi controlada por um

metrônomo (*Yamaha, QT-1, EUA*). Foi realizada análise descritiva, análise de variância (*two-way ANOVA*), o teste *post-hoc* de *TuKey* e teste de *Kruskal-Wallis* para dados não-paramétricos, foi considerado $p < 0,05$ para significância. O software utilizado foi o *Statistica 8* da *Statsoft*. **Resultados:** O DP médio, nos estágios do CI, variou entre $23.381,80 \pm 9.183,21$ mmHg.bpm e $36.083,50 \pm 7.266,58$ mmHg.bpm e, no CA, entre $17.525,60 \pm 3.333,68$ mmHg.bpm e $33.055,40 \pm 3.745,38$ mmHg.bpm. A PSE variou entre $2,05 \pm 1,01$ e $6,00 \pm 1,81$, e de $2,65 \pm 1,05$ a $6,70 \pm 2,16$, no CI e CA, respectivamente. As diferenças entre as médias não foram significativas entre os estágios para as variáveis analisadas. **Conclusão:** Conclui-se que o CA pode provocar alterações na sobrecarga cardíaca e na PSE similares às do ciclismo terrestre. **Palavras-Chave:** Exercício aeróbico, frequência cardíaca, pressão arterial, imersão.

ABSTRACT

Introduction: Studies show differences in the acute hemodynamic responses and Rating of Perceived Exertion (RPE) between exercises in water and in land.

Objective: The aim of this study was to compare the acute responses of Rate-Pressure Product (RPP) and Rating of Perceived Exertion (RPE) between indoor (IC) and aquatic (AC) cycling protocols. **Methods:** Ten men were evaluated (25.40±4.67 years; 178.80±3.62 cm; 81.09±8.08 kg; 14.03±6.11 % body fat; 25.33±2.01 BMI), during a 30 minutes of cycling protocol exercise, divided in six stages with different intensities in both environment. All the variables were verified before the beginning of the test, in rest period. The Heart Rate (HR) was checked by a monitor (*Polar, A1, Finland*). RPP was measured every 5 minutes, throughout the product of HR and the Systolic Blood pressure (SBP). The SBP was measured through auscultated method by a sphygmomanometer (*Tycos, CE0050, USA*) and a stethoscope (*Littman, USA*). The cadence of the cycle movement was controlled by a metronome (*Yamaha, QT-1, USA*). The analysis of the data was conducted using descriptive statistics, variance analysis (*two-way ANOVA*), the *pos-hoc* of TuKey test and Kruskal-Wallis test ($p < 0,05$), for no-parametric data. The software *Statistica 8* of *Statsoft* was used. **Results:** The average of RPP varied along of stages at IC between 23.381,80 ± 9.183,21 mmHg.bpm and 36.083,50 ± 7.266,58 mmHg.bpm and at AC, between 17.525,60 ± 3.333,68 mmHg.bpm and 33.055,40 ± 3.745,38 mmHg.bpm. The RPE varied between 2.05 ± 1.01 and 6.00 ± 1.81, and 2.65 ± 1,05 e 6,70 ± 2,16, at IC and AC, respectively. The differences between the

averages did not show statistically significant among the stages for the variables analyzed. **Conclusion:** Therefore, we concluded that the AC can provoke alterations in the cardiac overload and in the RPE similar to indoor cycling.

Key Words: aerobic exercise, heart rate, blood pressure, immersion

INTRODUÇÃO

As respostas cardiovasculares agudas ao exercício consistem em uma série complexa de ajustes fisiológicos para que haja um suprimento adequado de sangue à musculatura ativa. O acompanhamento da forma pela qual estas respostas reagem à implementação de cargas pode ser útil na apreciação do estresse cardiovascular relativo às intensidades do exercício. A captação de oxigênio pelo miocárdio (MVO_2) é determinada por fatores como a pressão intramiocárdica (produto da pressão sistólica no ventrículo esquerdo pelo volume diastólico, dividido pela espessura da parede do ventrículo esquerdo), a contratilidade do miocárdio e a frequência cardíaca (FC) ⁶. A MVO_2 é um fator que indica a sobrecarga cardíaca durante o exercício e pode ser estimada através do Duplo Produto (DP). O DP é considerado o melhor método não invasivo para se avaliar esta sobrecarga, pois apresenta uma forte correlação com o consumo de oxigênio promovido pelo miocárdio ¹⁴.

Recentes estudos demonstram que ocorrem diferenças nas respostas hemodinâmicas agudas entre exercícios realizados nos meios aquáticos e terrestres, tais como possível redução da FC, da Pressão Arterial (PA) e, conseqüentemente, do DP ^{7, 13, 18}. Além dessas variáveis, alterações na Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) também foram evidenciadas em exercícios praticados em imersão parcial comparados aos exercícios fora da água ^{4, 7, 11, 15}.

A mensuração e o controle destas variáveis devem ser cuidadosamente analisados, visto que discretas variações podem ditar diferenças importantes na forma de conduzir o exercício para uma prescrição adequada e bem orientada,

principalmente no que concerne a sujeitos com complicações ou restrições cardiovasculares. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas agudas do DP e da PSE entre o protocolo de ciclismo indoor (CI) e aquático (CA). A hipótese gerada neste estudo foi que o ciclismo praticado em imersão parcial amenizaria a resposta aguda cardiovascular em relação ao CI, de acordo com a maioria dos estudos revisados.

MÉTODOS

O grupo de voluntários limitou-se a 10 homens ($25,40 \pm 4,67$ anos; $178,80 \pm 3,62$ cm; $81,09 \pm 8,08$ kg; $14,03 \pm 6,11$ %G; $25,33 \pm 2,01$ IMC) de baixo risco. Como critério de inclusão os sujeitos deveriam ter no mínimo seis meses de prática de atividade física, sendo três meses de prática na modalidade ciclismo de acordo com recomendado pelo ACSM (1) para adaptação específica, e apresentar todas as respostas do Questionário Par-Q negativas. Todos foram voluntários e assinaram o termo de consentimento pós-informado de acordo com as normas internacionais de experimentação (Helsínquia de 1975).

Para verificação da homogeneidade da amostra foram registradas as seguintes variáveis: idade, massa corporal, estatura e o percentual de gordura segundo o protocolo de Jackson e Pollock, de três dobras cutâneas ¹⁰, que foi constatada pelo teste estatístico de *Shapiro-Wilk*.

Os voluntários foram submetidos aleatoriamente a dois protocolos de aula: ciclismo indoor e aquático. As bicicletas utilizadas em terra (*Schwin*, 2001, EUA) e na água (*Hydrorider AISI-316L*, 2001, Itália) foram ajustadas de acordo com as

características antropométricas do indivíduo avaliado. Todos os equipamentos foram aferidos e calibrados antes de cada coleta. A bicicleta aquática permitia um ajuste de altura entre 1,10m a 1,65m, de modo que o voluntário sentado permanecesse em imersão até a altura do processo xifóide. A temperatura da água foi de 30 a 31° C.

Todas as variáveis foram verificadas antes do início do teste, em estado de repouso. A variável FC foi aferida a cada 1 minuto com um frequencímetro (*Polar, A1, Finlândia*), enquanto a PA e PSE CR-10², foram verificadas a cada 5 minutos. O DP foi calculado através do produto da FC pela Pressão Arterial Sistólica (PAS). A variável PA foi mensurada por método auscultatório não-invasivo, através de um esfigmomanômetro (*Tycos, CE0050, EUA*) e um estetoscópio (*Littman, EUA*). A cadência do ciclo de movimento foi controlada através de um metrônomo (*Yamaha, QT-1, EUA*).

O mesmo protocolo, com duração de 30 minutos, foi aplicado em ambos os meios. O protocolo de exercício incluiu o Estágio um (E1), caracterizado pela fase de aquecimento (zero a cinco minutos) a uma cadência de 132 batidas por minuto (bpm), na pegada um - que consiste na aproximação das mãos apoiadas no guidom - na posição sentado. A fase principal foi dividida em cinco estágios com duração de cinco minutos cada: Estágio dois (E2) – 144 bpm, pegada dois, as mãos em alinhamento com os ombros apoiados na parte lateral do guidom, posição em pé; Estágio três (E3) – 138 bpm, pegada um, sentado; Estágio quatro (E4) – 168 bpm, pegada um, sentado; Estágio cinco (E5) – 144 bpm, pegada dois,

em pé; Estágio seis (E6) – 132 bpm, pegada um, sentado. O método de treinamento aplicado foi o Fartlek, simulando uma aula de ciclismo estacionário.

O tratamento estatístico foi composto por análise descritiva, objetivando a apreciação do perfil do conjunto de dados através de medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio-padrão - S). A análise inferencial foi realizada através do teste de análise de variância de duas entradas (*two-way ANOVA*) para identificar diferença das médias do DP, entre os meios e os estágios. Foi aplicado o teste *post hoc* de *TuKey* para identificar possíveis diferenças. O teste de *Kruskal-Wallis* foi utilizado para analisar a variável PSE, por se tratar de dados não-paramétricos. Foi calculada a correlação de Pearson entre as variáveis do estudo, DP e PSE, nos dois protocolos, CI e CA. O estudo admitiu o nível de $p < 0,05$ para a significância estatística. Foi utilizado o software *Statistica 8* fabricado pela *Statsoft*.

RESULTADOS

Na tabela 1, observa-se que os valores médios do DP variaram, durante o protocolo de CI, entre $23.381,80 \pm 9.183,21$ mmHg.bpm e $36.083,50 \pm 7.266,58$ mmHg.bpm. Estes valores, mínimo e máximo, foram alcançados no E1 e E5, respectivamente. No CA as médias de DP obtidas oscilaram entre $17.525,60 \pm 3.333,68$ mmHg.bpm e $33.055,40 \pm 3.745,38$ mmHg.bpm, apresentando estes valores extremos nos mesmos estágios, E1 e E5, encontrados no CI. Os resultados do DP apontaram seguir uma distribuição normal nos respectivos estágios em cada um dos protocolos, constatada pelo teste de *Shapiro-wilk*. Ao

analisar o efeito principal dos meios onde foram aplicados os protocolos, dos estágios e a interação entre eles não foram evidenciadas diferenças significativas (Figura 1), com $p > 0,05$ para todos os estágios (E1 - $p = 0,73$; E2 - $p = 0,76$; E3 - $p = 0,89$; E4 - $p = 1,00$; E5 - $p = 0,99$ e E6 - $p = 0,99$).

A PSE variou entre $2,05 \pm 1,01$ e $6,00 \pm 1,81$ e entre $2,65 \pm 1,05$ e $6,70 \pm 2,16$, no CI e no CA, respectivamente (Tabela 2). Corroborando os resultados do DP, o E1 foi o estágio que apresentou menor média e o E5 foi o estágio que apresentou valores mais elevados. Os resultados da variável PSE, tratados pelo teste de *Kruskal-wallis*, não demonstraram ser significativamente distintos quando comparados os estágios em função dos meios, aquático e terrestre (Figura 2), pois o valor de p foi maior que 0,05 em todos os estágios (E1 - $p = 0,30$; E2 - $p = 0,14$; E3 - $p = 0,64$; E4 - $p = 0,61$; E5 - $p = 0,39$ e E6 - $p = 0,15$).

Os níveis de correlação entre as variáveis DP e PSE foram de 0,49 no CI, e de 0,64 no CA e apresentaram significância estatística ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

A proposta deste estudo foi verificar a resposta do DP e da PSE durante um protocolo de ciclismo indoor e aquático, tendo como hipótese que as variáveis investigadas seriam mais elevadas no meio terrestre. Embora os valores médios, durante os estágios do protocolo de CI, tenham sido superiores quando comparados aos do CA, principalmente nos três estágios iniciais, não foram constatadas diferenças entre os protocolos. Apesar da grande amplitude de

valores em ambos os meios, também não houve divergência estatística entre os estágios.

O DP é considerado um importante parâmetro da função ventricular. Especula-se que valores elevados no pico de esforço (inclusive superiores a 30.000 mmHg.bpm) refletem uma boa função ventricular e ausência de isquemia ⁷. A análise dos resultados apresentados demonstra que os valores médios obtidos se inserem nos parâmetros considerados normais. À medida que a intensidade do exercício foi elevada nos cinco primeiros estágios, houve um concomitante aumento do DP, o que indica que as demandas metabólicas foram proporcionais às intensidades impostas, oferecendo subsídios do sistema cardiovascular à sobrecarga de forma possivelmente segura.

A pressão hidrostática e a tendência à flutuação do corpo, ocasionada pelas propriedades da água, facilitam o deslocamento sanguíneo para região central do corpo que se submete à imersão, aumentando o volume sistólico e diminuindo a FC e a PA ⁹. Já que o DP é dependente das modificações ocorridas na FC e na PAS, alguns autores sugerem que a redução destas variáveis, conseqüentemente, provocaria redução do DP em meio líquido ^{13,17}. No entanto, esta hipótese não foi confirmada no presente estudo. Os resultados encontrados corroboram com os achados de Ferreira *et al.* ⁵ que também não evidenciaram diferenças do DP entre um protocolo de CI e CA, apesar de constatarem maiores valores absolutos no CI.

Perk *et al.* ¹³ verificaram menores valores de DP (13000±3300 mmHg.bpm) durante um protocolo de circuito para membros superiores, com duração de 15

minutos, realizados em imersão, quando comparado à mesma atividade realizada em terra (14000 ± 3600 mmHg.bpm). Estes resultados, em termos absolutos, foram inferiores aos achados no presente estudo e corroboram a literatura que aponta que exercícios contra-resistidos provocam menor DP que as atividades aeróbicas de intensidade moderada. Isto ocorre devido ao maior tempo de contração ininterrupto e da maior massa muscular ativa envolvida nas atividades de longa duração ¹⁴.

Devido à dificuldade de controlar e, muitas vezes, aferir o DP durante atividade física, a PSE é utilizada como indicador relevante na prescrição de exercício, em função da sua alta correlação e linearidade com a FC ⁹. Alguns estudos sugerem que a PSE eleva-se mais durante a atividade na água em relação ao exercício realizado fora do meio líquido com uma mesma intensidade relativa ^{3, 4, 16, 17}. Esta afirmativa diverge dos achados desta pesquisa uma vez que não foram encontradas diferenças entre os meios, embora corrobore outros estudos anteriores ^{5, 12}.

Pode-se inferir que a FC e o consumo de oxigênio são semelhantes para os dois meios em uma determinada PSE ⁸. Tal fato parece ocorrer pela competição entre a ação do aumento da fadiga periférica, ocasionada pela resistência da água, e dos mecanismos fisiológicos da pressão hidrostática, que atenuam alterações no VO_2 e na FC e, conseqüentemente, na PSE do indivíduo ⁸.

Ao analisar o nível de correlação das variáveis DP e PSE, foi encontrada uma classificação de nível médio no meio terrestre, ($r=0,49$) enquanto no meio

aquático obteve-se uma estimativa de interpretação média alta ($r=0,64$), sendo significativa em ambos os meios ($p<0,05$). Estes achados inferem que a PSE possui boa correlação com variáveis cardiovasculares, assim como demonstram alguns estudos ^{8, 16} que encontraram linearidade e alta correlação da PSE com a FC, variável esta componente do DP. Estes dados reforçam a possibilidade da PSE ser utilizada para identificação da intensidade do exercício, inclusive no meio aquático ².

CONCLUSÃO

Conclui-se que não houve diferenças significativas nos valores médios de DP e PSE entre os exercícios realizados nos meios terrestres e aquáticos, nos diversos estágios. Em termos de aplicação prática, nossos resultados inferem que o ciclismo aquático pode provocar sobrecarga cardíaca e percepção subjetiva de esforço similar ao ciclismo terrestre. A PSE pode ser considerada um bom recurso para determinação da intensidade de esforço realizado, uma vez que foi encontrada uma boa correlação entre esta variável e o DP, que é um tradutor indireto fidedigno de sobrecarga cardíaca. As limitações do estudo, como o tamanho amostral, a temperatura da água, as condições climáticas e o método de treinamento utilizado, podem ser considerados variáveis intervenientes nos resultados. Sendo assim, recomenda-se que novos estudos investiguem outras combinações de variáveis independentes para reforçar as evidências ora apresentadas.

Referências Bibliográficas:

1. American College of Sports Medicine. Manual do ACSM para teste de Esforço e Prescrição de Exercício. 5ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Revinter, 2000.
2. Borg, G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido. São Paulo: Ed. Manole, 2000.
3. Broman G, Quintana M, Engardt M, Gullstrand L, Jansson E, Kaijser L. Older women's cardiovascular responses to deep-water running. *J Aging Phys Act.* 2006; 14(1): 29-40.
4. Brown SP, Chitwood LF, Beason AR, Mclemore BR. Perceptual responses to deep water running and treadmill exercise. *Percept Mot Skills.* 2006; 83(1):3 – 13.
5. Ferreira AC, Brasil RM, Sá GB, Barreto ACLG, Santos MA, Vale RGS, Novaes JS. Comparação das respostas hemodinâmicas entre ciclismo indoor e aquático. *Rev Arquivos em Movimento.* 2005; 1(2): 29-38.
6. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. Exercise Standards: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation.* 1995; 91: 580 – 615.
7. Fornitano LD, Godoy MF. Duplo Produto elevado como preditor de ausência de coronariopatia obstrutiva de grau importante em pacientes com teste ergométrico positivo. *Arq Bras Cardiol.* 2006; 86(2):138 – 144.

8. Fujishima K, Shimizu T. Body temperature, oxygen uptake and heart rate during walking in water and land at exercise intensity based on RPE in elderly men. *J Physiol Anthropol*. 2003; 22(2):83-88.
9. Graef FI, Kruehl LFM. Frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição de exercícios – uma revisão. *Rev Bras Med Esp*. 2006; 12(4):221 – 228.
10. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density. *British Journal of Nutrition*. 1978; 40: 497- 504.
11. Masumoto K, Takasugi S, Hotta N, Fujishima K, Iwamoto Y. A comparison of muscle activity and heart rate response during backward and forward walking on an underwater treadmill. *Gait Posture*. 2007; 25:222-228.
12. Nakanishi Y, Kimura T, Yokoo Y. Maximal physiological responses to deep water running at thermoneutral temperature. *Appl Human Sci*. 1999; 2: 31-35.
13. Perk J, Perk L, Bodén C. Cardiorespiratory adaptation of COPD patients to physical training on land and in water. *Eur Respir J*. 1996; 9: 248 – 252.
14. Polito MD, Farinatti TV. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão de literatura. *Rev Port Cien Desp*. 2003; 3(1):79 – 91.
15. Robertson RJ, Goss FL, Michael T, Moyna N, Gordon P, Visich P, *et al*. Validity of the Borg Perceived Exertion Scale for Use in Semi-Recumbent Ergometry During Immersion in Water. *Percept Mot Skills*. 1996; 83: 3-13.

16. Shono T, Fujishima K, Hotta N, Ogaki T, Ueda T, Otoki K, *et al.*
Physiological responses and RPE during underwater treadmill walking in women of middle and advanced age. *J Physio Anthropol Appl Human Sci.* 2000; 19(4):195-200.
17. Svedenhag J, Seger J. Running on land and in water: Comparative exercise physiology. *Med Sci Sports Exerc.* 1992; 24(10):1155-1160.
18. Tanaka H, Kiyonaga A, Terao Y, Ide K, Yamauchi M, Tanaka M, *et al.*
Double product response is accelerate above the blood lactate threshold. *Med Sci Sports Exerc.* 1997; 29(4):503 – 508.

Tabela 1. Resultados descritivos da variável DP no CI e no CA.

Estágios	Média		S	
	CI	CA	CI	CA
1	23381,80	17525,60	9183,21	3333,68
2	33463,00	27773,20	8528,14	3603,46
3	29004,60	24065,20	10020,53	4269,42
4	26688,40	25211,60	9185,50	4332,26
5	36083,50	33055,40	7266,58	3745,38
6	26426,00	23267,60	7566,62	4208,65

Tabela 2. Resultados descritivos da variável PSE no CI e no CA.

Estágios	Média		S	
	CI	CA	CI	CA
1	2,05	2,65	1,01	1,05
2	3,45	4,40	1,64	1,34
3	4,50	4,95	1,90	2,00
4	5,25	4,35	2,60	1,41
5	6,00	6,70	1,81	2,16
6	4,55	3,35	2,07	1,24

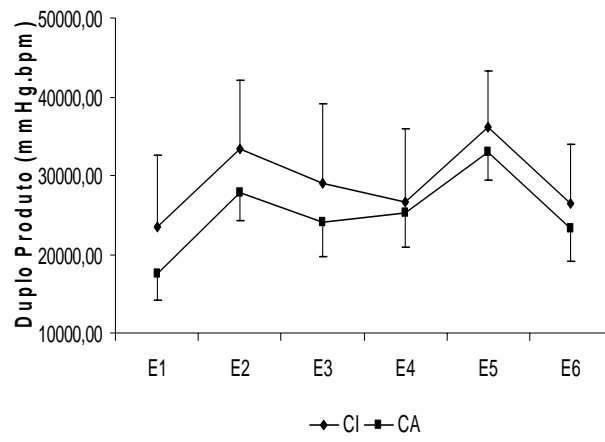


Figura 1: Comparação do DP entre o CI e o CA.

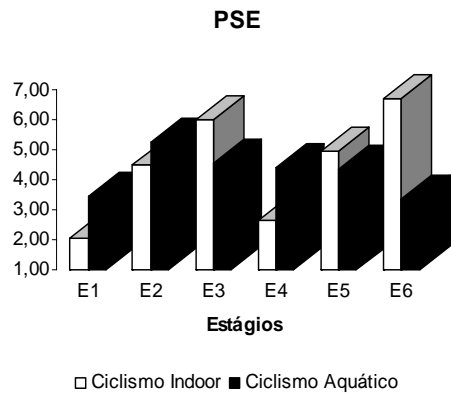


Figura 2: Comparação da PSE entre o CI e o CA.