

COMPORTAMENTO GLICÊMICO EM TREINAMENTOS DE NATAÇÃO COM CARÁTER AERÓBIO E ANAERÓBIO

Glycemic behavior in swimming trainings with aerobic and anaerobic character

Alexandre Sérgio Silva, Wivian Klart Cardoso de Azevedo

Resumo

A maior produção de lactato, bem como diferenciadas respostas metabólicas, pode induzir respostas glicêmicas distintas no treinamento anaeróbio, se comparado ao aeróbio. A monitoração destas respostas pode prover informações importantes para o treinador desportivo, em termos de volume e de intensidades ideais, ou quanto à necessidade de suplementação durante os treinos. O objetivo deste estudo foi comparar as respostas glicêmicas, em treinamentos aeróbio e anaeróbio, em atletas competitivos de natação. Cinco nadadores, com idades entre 17 e 21 anos, que treinam assiduamente e competem em nível estadual e regional, foram tomados como sujeitos do estudo. Após uma refeição controlada, tiveram a glicemia medida em repouso e em oito momentos, durante um treinamento contínuo aeróbio, com duração de 90 minutos (TC), e em um treinamento intermitente anaeróbio, consistindo de tiros de 25, 50 e 100 metros, com intensidade variando entre 85 e 100% do melhor tempo (TI). Os dados foram tratados por meio de estatística descritiva, tendo sido realizado o teste de Wilcoxon. Foram encontradas glicemias de 76.6, 72.0, 70.4, 63.8, 65.0, 61.2, 55.6 e 60.4 mg/dl (média de 65.6 mg/dl) para TC e 78.6, 76.0, 76.2, 76.2, 63.0, 60.0, 55.0 e 60.6 mg/dl (média de 68.2 mg/dl) para TI. Não foram encontradas diferenças entre TC e TI ($p = 0,407$). Conclui-se que ambos os treinamentos promovem respostas glicêmicas similares, com quedas acentuadas da glicemia, o que pode indicar a necessidade de suplementação com carboidratos durante o treinamento.

Palavras-chave: Glicemia, Natação, Treinamento Aeróbio, Treinamento Anaeróbio.

Abstract

A bigger production of lactate, as well as different metabolic responses, can induce distinct glycemic answers in the anaerobic training when compared with the aerobic one. The monitoring of these responses can provide the sport trainer with important information, in terms of volume and ideal intensities, or even with the necessity of supplementary meals during the training sessions. The objective of this study was to compare the glycemic responses, in aerobic and anaerobic trainings, of competitive swimming athletes. Five swimmers, aging between 17 and 21 years old, who train regularly and take part in state and regional competitions, were taken as the subjects of this study. After a controlled meal, they had their glycemia measured while in inertia, and in eight moments within the continuous aerobic training (CT) lasting for 90 minutes, and also in an intermittent anaerobic training (IT) consisting of shots of 25, 50 and 100 meters, with intensity ranging between 85 and 100% of the best time. The data were treated by the descriptive statistics, having the test of Wilcoxon realized. It was found glycemia of 76.6, 72.0, 70.4, 63.8, 65.0, 61.2, 55.6 and 60.4 mg/dl (average of 65.6 mg/dl) for the CT and 78.6, 76.0, 76.2, 76.2, 63.0, 60.0, 55.0 and 60.6 mg/dl (average of 68.2 mg/dl) for the IT. Differences between CT and IT ($p = 0,407$) were not found. Then, it can be concluded that both trainings promote similar glycemic responses with great falls of glycemia, which can indicate the necessity of supplementing the meals with carbohydrates during the trainings.

Key words: Glycemia, Swimming, Aerobic, Anaerobic, Training.

Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa - PB - Brasil.

Recebido em 10.09.2006. Aceito em 09.04.2007.

Revista de Educação Física 2007;137:26-32

INTRODUÇÃO

As avaliações de variáveis bioquímicas sanguíneas, metabólicas e hormonais têm constituído uma ferramenta de grande utilidade na monitoração das respostas do organismo ao treinamento físico. Exemplos disso são os marcadores como a creatinoquinase e a uréia, que podem indicar dano muscular induzido pelo treinamento, e, mais recentemente, a proteína C reativa e o DNA séricos (Krustrup et al., 2006; Molnar et al., 2006; Fatouros et al., 2006), enquanto que o lactato sérico tem sido extensivamente utilizado como marcador da via metabólica utilizada durante o exercício físico (Silva, 2006).

Na modalidade de natação, estas ferramentas apresentam uma maior importância, dado o pequeno volume de procedimentos de avaliação, já que muitos protocolos foram validados apenas para o ambiente seco. No entanto, a monitoração destas variáveis bioquímicas ainda é um procedimento oneroso e equipamentos para este fim ainda são pouco disponíveis no ambiente desportivo.

A monitoração da glicemia se constitui em uma prática e fácil ferramenta de avaliação, devido ao baixo custo em relação a outras monitorações, bem como da disponibilidade de aparelhos portáteis de boa qualidade no mercado, desde que se demonstre sua utilidade esportiva.

Esta monitoração apresenta resposta aguda a diversos estímulos do ambiente interno e externo, como alimentação e sono. O exercício físico também se qualifica como um forte indutor de alterações glicêmicas, tanto devido ao aumento da captação periférica de glicose (Hardin et al., 1995), quanto em resposta às alterações hormonais, também induzidas pelo exercício (Roberg e Robergs, 2000).

A intensidade do exercício pode, também, determinar o comportamento glicêmico. Estudos têm demonstrado que, no exercício anaeróbio, a glicemia pode elevar-se a níveis superiores ao estado de repouso (Silva et al., 2005). A maior produção de lactato, nesta modalidade de exercício, aumenta a atividade neoglicogênica, resultando em um aumento da glicemia (Silva et al., 2006). Além disso, o aumento da acidose intramuscular diminui a

atividade da enzima hexoquinase, o que contribui para uma diminuição da utilização de glicogênio como fonte de energia durante a atividade (Gomes, 2005).

Considerando que diminuições da glicemia e do estoque de glicogênio muscular são importantes fatores determinantes de uma maior ou menor proteólise na vigência de um exercício físico (Guezennec et al., 1984), a compreensão e monitoração do comportamento glicêmico pode ser mais uma eficaz ferramenta a fornecer ao treinador desportivo informações sobre as respostas orgânicas de seus atletas ao treinamento. Além disso, a literatura aborda que os níveis glicêmicos pós-treino constituem fator determinante na velocidade de recuperação.

Apesar disto, uma busca de publicações em diversas bases de dados nacionais e internacionais tem retornado um pequeno número de pesquisas realizadas sobre esta temática, nos últimos anos. É ainda mais escasso com atletas de natação.

Considerando estas premissas, este estudo teve como objetivo comparar possíveis diferenças no comportamento glicêmico, em treinamentos de natureza aeróbia x anaeróbia, em atletas de natação que treinam com fins competitivos. Acatou-se a hipótese de que a glicemia seria mais elevada no treinamento anaeróbio. Os resultados deste estudo podem levantar elementos para a discussão de uma possível necessidade de suplementação de carboidratos durante os treinamentos desta modalidade.

METODOLOGIA

Tratou-se de um estudo experimental do tipo pré-experimental. Os sujeitos estudados foram cinco indivíduos, do sexo masculino, na faixa etária entre 17 e 21 anos, com IMC médio de 23,5 kg/m², praticantes de natação competitiva há pelo menos um ano. Todos eram assíduos nos treinamentos e tinham experiência de competições em nível estadual e regional, em provas de 50 a 200 metros, nos estilos livre e/ou peito, dependendo do atleta. Treinavam cinco dias por semana, uma vez por dia, estando no período específico de treinamento quando deste experimento.

Inicialmente, foi solicitada autorização aos clubes onde se pretendia realizar o estudo. Feito isso, os sujeitos do

estudo foram selecionados por conveniência. Realizou-se, então, uma reunião com os pesquisados, onde foram expostos os detalhes do estudo, a data da coleta de dados e todos os procedimentos que seriam utilizados. Em seguida, solicitou-se que os participantes assinassem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde. Como um dos participantes era menor de idade, seus responsáveis participaram da reunião e assinaram o termo de consentimento.

O instrumento de medida utilizado foi um glicosímetro, da marca Accu-Chek Active, com precisão de 1 mg/dl e valor máximo de 600 mg/dl. A gota de sangue foi adquirida com o auxílio de um lancetador e lancetas descartáveis. Para assepsia e secagem dos dedos, foram utilizados: toalha, algodão e álcool a 70%.

Os indivíduos foram submetidos a duas sessões de treinamento, com intervalo de uma semana entre os mesmos, sendo que, no primeiro dia, houve um treino contínuo, de natureza aeróbia (TC), e, no segundo, um treino intermitente, de natureza anaeróbia (TI). Estes protocolos foram determinados por se assemelharem com as sessões de caráter aeróbio e anaeróbio mais comumente utilizadas nas rotinas de treinamento. A ordem da aplicação destes protocolos foi determinada aleatoriamente.

Duas semanas antes do primeiro procedimento (TC), as cargas de treinamento foram de caráter regenerativo. Na semana anterior, as cargas foram prescritas de forma que o volume e a intensidade não sofressem sobrecarga em relação ao que os atletas vinham realizando até a semana regenerativa (microciclo ordinário), sendo a mesma carga aplicada entre o primeiro (TC) e segundo (TI) procedimento.

O TC foi realizado em uma intensidade moderada, de forma contínua, por um período de 90 minutos. Pausas foram feitas apenas para a coleta de sangue. O TI foi realizado com duração de 92 minutos, consistindo de tiros de 25, 50 e 100 metros, em forma de pirâmide, com intensidade variando entre 85 e 100% do melhor tempo para cada uma destas distâncias. Esses tempos foram obtidos em uma competição realizada, aproximadamente, um mês antes da realização desse estudo.

No dia de cada procedimento, os atletas foram instruídos a se alimentarem entre 12:30h e 13:00h, com uma alimentação típica de almoço, consistindo de cereais, verduras, legumes e carne, conforme hábito cotidiano previamente checado entre os sujeitos. Uma nutricionista fez um inquérito recordatório somente para este almoço e calculou os percentuais dos macronutrientes ingeridos, obtendo 58% de carboidratos, 17% de proteínas e 25% de gorduras. Duas horas após o almoço e uma hora antes do treinamento, eles realizaram um lanche composto por um copo de suco de laranja e um sanduíche de queijo, com valores nutricionais calculados de 47,53 g de carboidratos e índice glicêmico de 57,88.

Para garantir a qualidade da coleta sangüínea, considerando que se dispunha de apenas um equipamento, dos cinco sujeitos, dois fizeram o experimento em um dia, dois em outro dia e o quinto, sozinho. Nos dias em que dois sujeitos participaram, o treino foi iniciado de modo que os atletas não tivessem que fazer a coleta em um mesmo momento. Para isto, um sujeito iniciou seu treino com três minutos de antecipação em relação ao outro.

A precisão e o gasto mínimo de tempo na coleta foram possibilitados por uma equipe de trabalho que contou com a colaboração de cinco pessoas, desempenhando responsabilidades distintas. A primeira responsabilizou-se pelo controle do tempo, utilizando um cronômetro; a segunda, indicando o momento de parada do atleta em uma das bordas da piscina com um comando de som, através de um apito; a terceira, pela secagem e assepsia dos dedos; a quarta, pelo acionamento do lancetador; e a quinta, pela coleta do sangue, pela leitura do glicosímetro e pela anotação do valor glicêmico em fichas individuais.

A medida da glicemia foi obtida da seguinte forma: após a assepsia do dedo indicador direito, com álcool, e secagem do dedo com algodão seco, o lancetador foi acionado, perfurando o lóbulo do dedo do indivíduo; a gota de sangue obtida foi colocada na curva da tira de teste, já inserida na guia do glicosímetro. Este procedimento ocorreu sempre em menos de 30 segundos.

No procedimento TC, foi feita, inicialmente, uma coleta sangüínea quando os atletas ainda estavam em repouso, depois foi realizada uma seção de alongamento leve,

durante cinco minutos. Após isso, foi iniciado um treinamento, constituído de nado contínuo, com duração de 90 minutos. O treino sofreu pequenas interrupções para coleta sangüínea aos 5, 10, 15, 25, 35, 50, 70 e 90 minutos.

No procedimento TI, foi realizada uma coleta em repouso, e, em seguida, um alongamento leve, com duração de cinco minutos, iniciando-se, após isso, o treinamento. Os atletas começaram nadando livre, sem parar, a uma intensidade moderada, como aquecimento, durante cinco minutos, parando, em seguida, para a segunda coleta sangüínea. Depois, foi realizado mais cinco minutos de *fartlet* 1x1, na piscina de 25 metros, e, imediatamente após, foi realizada a terceira coleta, logo sucedida por três minutos de soltura (nado em intensidade leve). Em seguida, os atletas realizaram tiros de 25 metros, a 100% do melhor tempo, durante sete minutos, com intervalo de um minuto entre cada tiro, parando ao término dos sete minutos para a quarta coleta, sucedida por mais cinco minutos de soltura.

Em seguida, realizaram tiros de 50 metros, a 90% dos seus melhores tempos, durante 15 minutos, com intervalos de dois minutos entre cada tiro, parando em seguida para a quinta coleta, com cinco minutos de soltura após este procedimento. Realizaram, em seguida, tiros de 100 metros a 85% do melhor tempo, durante 20 minutos, com intervalo de 2,5 minutos entre cada tiro, parando para a sexta coleta, com cinco minutos de soltura, posteriormente.

A seguir, realizaram novamente tiros de 50 metros a 90% dos seus melhores tempos, durante 15 minutos, com intervalos de dois minutos entre cada tiro, parando em seguida para a sétima coleta, com cinco minutos de soltura. E, por último, os atletas realizaram tiros de 25 metros, com a máxima intensidade possível, por sete minutos, com intervalo de um minuto entre cada tiro, parando ao término para a oitava coleta, finalizando o treinamento com mais cinco minutos de soltura.

Os dados foram tratados por meio de estatística descritiva, tendo sido realizado o teste de Wilcoxon para comparar os valores da glicemia entre os dois procedimentos, adotando-se um nível de significância de 5%. Estes procedimentos foram realizados por meio de um *software* estatístico.

RESULTADOS

O GRÁFICO 1 apresenta o comportamento médio da glicemia para cada uma das medidas realizadas, no repouso e durante os treinamentos TC e TI. Observou-se, descritivamente, um comportamento muito similar entre os dois treinamentos. As médias foram de 65,6 para TC e 68,2 para TI. O teste estatístico realizado confirmou não haver diferenças estatísticas significativas entre os dois procedimentos ($p=0,407$).

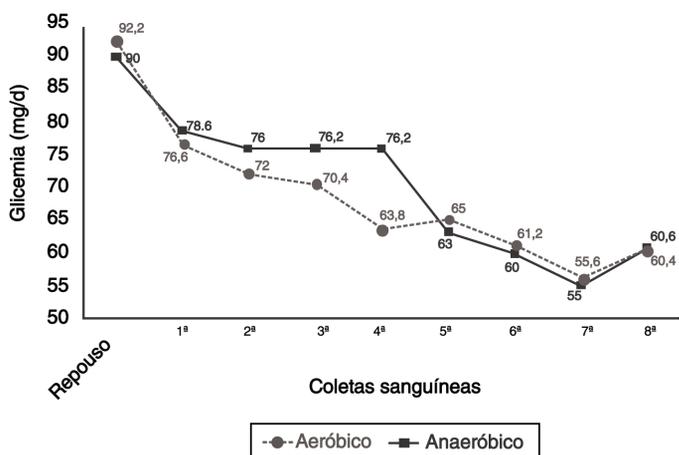
Deve ser chamada atenção, no mesmo gráfico, para o fato de que, nas duas situações de treinamento, a glicemia chegou a ficar abaixo do limiar hipoglicêmico (60 mg/dl), em ambos os casos, nos momentos finais dos treinamentos, sendo que, na dosagem posterior, os valores sofreram uma elevação.

Além disso, deve ser observado que a cinética da glicemia muda em relação ao momento do exercício, com componentes rápidos e lentos. Ocorreu uma queda rápida no início do exercício, uma queda mais suave logo depois, uma nova queda a partir da quinta medida e uma elevação da glicemia nos momentos finais. Note-se, ainda, que o aumento da glicemia ocorreu somente após sua diminuição a valores abaixo de 60 mg/dl.

DISCUSSÃO

O resultado deste estudo se contrapõe aos dados disponíveis na literatura (Gomes et al., 2005; Silva et al.,

GRÁFICO 1
MÉDIAS DA GLICEMIA EM REPOUSO E EM RESPOSTA AOS TREINAMENTOS AERÓBIO E ANAERÓBIO.



$p = 0,407$

2005.). Em experimento realizado, com ratos e com humanos, observa-se ocorrência de atividade hepática, tanto glicogenólica quanto gliconeogênica, e que estas foram maiores nos animais treinados (Drouin et al., 2004; Robergs e Roberts, 2000), o que justifica uma maior glicemia em exercícios anaeróbios.

Apesar destes dados na literatura apontarem para maiores valores glicêmicos no exercício anaeróbio, um corpo teórico sobre este assunto ainda não é consolidado, devido ao pequeno volume de publicações. Deste modo, este resultado chama a atenção para a necessidade de mais investigações sobre o assunto, com diferentes modalidades esportivas e em diferentes volumes e intensidades de exercício.

Como uma maior atividade neoglicogênica é um dos fatores apontados na literatura para a possível maior glicemia no exercício anaeróbio, as investigações futuras devem levar em conta esta informação, monitorando, concomitantemente à glicemia, a produção de lactato. A dosagem de hormônios que também interferem no comportamento glicêmico, como insulina, glucagon, cortisol e catecolaminas (Maughan et al., 2000; Robert e Robergs, 2000), são outras variáveis que podem ajudar na compreensão deste fenômeno.

A cinética da queda glicêmica teve dois componentes, sendo um rápido (até a quinta medida) e um lento (sexta e sétima medida). O componente rápido da queda glicêmica corrobora outro experimento feito com nadadores competitivos, onde foi mostrada uma rápida queda glicêmica nos primeiros 15 minutos de um treinamento e a manutenção desta queda, de forma mais discreta, nos momentos posteriores (Tsuji, 1993). Outros autores salientam o aumento da atividade da proteína GLUT-4, como dos principais responsáveis por este fenômeno (Maughan et al., 2000; Seki et al., 2006).

Diminuição da glicemia a valores abaixo do limiar hipoglicêmico provoca sintomas cada vez mais intensos (fome, sudorese, nervosismo, tremor e até a perda de consciência e convulsões). Quando muito severa e prolongada, pode causar morte cerebral. Obviamente, o organismo dispõe de mecanismos para evitar estes sintomas diante da realização de exercícios. Aumento da lipólise, da secreção de glucagon e diminuição da

captação periférica de glicose são alguns dos mecanismos explicitados (Robergs e Roberts, 2000).

No entanto, neste momento, ocorre também um aumento da proteólise (De Feo et al., 2003; Robergs e Roberts, 2000), um fenômeno indesejável para qualquer atleta. De fato, o aumento da glicemia, ao final do treinamento, pode estar confirmando a participação destes mecanismos reguladores, já que a proteólise é, reconhecidamente, um dos recursos utilizados pelo organismo na tentativa de manter a glicemia durante o exercício através do ciclo alanina-glicose.

Portanto, esta monitoração mostra-se uma ferramenta capaz de prover ao treinador informações importantes de como os atletas respondem ao volume e intensidade dos treinamentos. Mas para que isso se torne uma prática consistente, seriam necessários estudos que confirmem esta atividade catabólica, como a monitoração de enzimas que indicam dano muscular induzido pelo treinamento e, também, a atividade sérica da uréia ou o uso de marcadores mais recentemente propostos como o DNA e proteína C reativa (Fatouros et al., 2006).

Uma outra informação de importância primária para o treinador é a suposição da necessidade de suplementação de carboidratos durante os treinamentos. A grande queda da glicemia nos dois treinamentos aponta para a necessidade deste procedimento, principalmente como um importante recurso anticatabólico, em se confirmando proteólise, nestes casos em que a glicemia aproxima-se de valores hipoglicêmicos.

Em um experimento, foi demonstrado que a ingestão de uma solução líquida, com 6% de maltodextrina, durante um treinamento de exercício resistido, provocou um comportamento glicêmico bastante elevado, se comparado com o mesmo exercício realizado sem esta suplementação (Silva et al., 2005). No entanto, a inespecificidade entre estas duas modalidades aponta para a necessidade de estudos adicionais, investigando o comportamento glicêmico com suplementação de carboidratos nos treinamentos de natação, para uma melhor argumentação dos possíveis benefícios desta para atletas nadadores.

CONCLUSÃO

Este estudo revelou um comportamento glicêmico similar diante de treinamentos aeróbio e anaeróbio. Relatos anteriores apontam para uma maior glicemia no exercício anaeróbio, mas estes são escassos. Os dados levantaram a necessidade de investigação de uma possível proteólise durante os treinamentos, juntamente com a atividade hormonal, devido ao fato de a glicemia

ter atingido valores próximos ao limiar hipoglicêmico. Uma possível influência benéfica da suplementação de carboidratos, durante os treinamentos, também ficou evidenciada, havendo necessidade de investigações futuras. O estudo confirma que a monitoração do comportamento glicêmico pode ser uma ferramenta importante para o treinador melhor compreender as respostas dos atletas às cargas de treino prescritas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE FEO P, DI LORETO C, LUCIDI P, MURDOLO G, PARLANTINI N, DECICCO A et al. [Metabolic response to exercise](#). J Endocrinol Invest 2003; 26(9): 851-4.
- DROUIN R, ROBERT G, MILOT M, MASSICOTTE D, PERONNET F, LAVOIE C. [Swim training increases glucose output from liver perfused in situ with glucagon in fed and fasted rats](#). Metabolism 2004; 53 (8):1027-31
- FATOUROS IG, DESTOUNI A, MARGONIS K, JAMURTAS AZ, VRETTOU C, KOURETAS D et al. [Cell-Free Plasma DNA as a novel marker of aseptic inflammation severity related to exercise overtraining](#). Clin Chem 2006; 13: [Epub ahead of print].
- GOMES MR, GUERRA I, TIRAPEGUI J. [Carboidratos e atividade física](#). In: TIRAPEGUI J, editor. Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física. São Paulo: Atheneu, 2005:30-3.
- GUEZENNEC CY, SERRURIER B, AYMUNOD M, MERINO D, PESQUIES PC. [Metabolic and hormonal response to short term fasting after endurance training in the rat](#). Horm Metab Res 1984;16(11):572-5.
- HARDIN DS, AZZARELLI B, EDWARDS J, WIGGLESWORTH J, MAIANU L, BRECHTEL G et al. [Mechanisms of enhanced insulin sensitivity in endurance-trained athletes: effects on blood flow and differential expression of GLUT 4 in skeletal muscles](#). J Clin Endocrinol Metab 1995; 80(8):2437-46.
- KRUSTRUP P, MOHR M, STEENSBERG A, BENCKE J, KJAER M, BANGSBO J. [Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance](#). Med Sci Sports Exerc 2006; 38(6):1165-74.
- MAUGHAN R, GLEESON M, GREENHAFF PL. Bioquímica do exercício e do treinamento. São Paulo: Ed Manole, 2000.
- MOLNAR AM, SERVAIS S, GUICHARDANT M, LAGARDE M, MACEDO DV, SILVA LP et al. [Mitochondrial H₂O₂ production is reduced with acute and chronic eccentric exercise in rat skeletal muscle](#). Antioxid Redox Signal 2006; 8(3-4):548-58.
- ROBERGS RA, ROBERTS SO. Fundamental principles of exercise physiology for fitness, performance and health. Boston: Mc Graw Hill, 2000.
- SEKI Y, BERGGREN JR, HOUMARD JA, CHARRON MJ. [Glucose transporter expression in skeletal muscle of endurance-trained individuals](#). Med Sci Sports Exerc 2006; 38(6):1088-92.
- SILVA AS, SILVA OFA, SILVA JMFL. Glycaemic behaviour within resistance exercises in different moments after ingesting carbohydrates. FIEP Buletin 2006: 76(special edition): 392-5.

SILVA ASR, SANTOS FNC, SANTIAGO V, GOBATTO CA. [Comparação entre métodos invasivos e não invasivos de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais](#). Rev Bras Med Esporte 2005; 11 (04): 233-7.

TSUJI H, CURI PR, BURINE RC. Alterações metabólicas e hormonais em nadadores durante o treinamento físico. Rev Bras Ciênc Mov 1993; 7 (02): 35-41.

Endereço para correspondência:

R. Monteiro Lobato, 501 / 408 - Tambaú

João Pessoa - PB

CEP: 58039 -170

Tel.: (83) 9972-4675/ 8828-6906

e-mail: ass974@yahoo.com.br,

wivianklart@hotmail.com

REVISTA DE
EDUCAÇÃO FÍSICA

75
ANOS

RESGATANDO A MEMÓRIA DA EDUCAÇÃO FÍSICA.
CONSTRUINDO O CONHECIMENTO FUTURO.

1932  2007

EXÉRCITO BRASILEIRO