

ISSN 0102 - 7549

# *Revista Paulista de Educação Física*

*VOL. 13*

*No. 2*

*JULHO/DEZEMBRO*

*1999*



*Escola de Educação Física e Esporte  
Universidade de São Paulo*



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Reitor**

Prof. Dr. Jacques Marcovitch

**Vice-Reitor**

Prof. Dr. Adolpho José Melfi



**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE**

**Diretor**

Prof. Dr. Valdir José Barbanti

**Vice-Diretor**

Prof. Dr. José Geraldo Massucato

**REVISTA PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Diretor Responsável**

Prof. Dr. Marcos Duarte

**Conselho Editorial**

Prof. Dr. Alberto Carlos Amadio

Profa. Dra. Andrea Michele Freudenheim

Prof. Dr. Antonio Herbert Lancha Junior

Prof. Dr. Go Tani

Profa. Dra. Suely dos Santos

**Comissão de Publicação**

Prof. Dr. Edison de Jesus Manoel

Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão

Maria Lúcia Vieira Franco

**Redação e distribuição**

(assinatura, permuta, doação)

Revista Paulista de Educação Física

Escola de Educação Física e Esporte da

Universidade de São Paulo

Av. Prof. Mello Moraes, 65

05508-900 - São Paulo SP - Brasil

Web: [www.usp.br/eef/rpef](http://www.usp.br/eef/rpef)

e-mail: [reveefe@edu.usp.br](mailto:reveefe@edu.usp.br)

**Indexação**

RPEF é indexada por LILACS Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde; Sports Documentation Monthly Bulletin (University of Birmingham); International Bulletin of Sports Information (IASI).

**Tiragem:** 1 000 exemplares

**Periodicidade:** semestral



CRENCIAMENTO E APOIO FINANCEIRO DO:  
PROGRAMA DE APOIO ÀS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS PERIÓDICAS DA USP  
COMISSÃO DE CRENCIAMENTO

ISSN 0102-7549

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE**

**REVISTA PAULISTA  
DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, v.13, n.2, p.131-249, julho/dezembro 1999

**REVISTA PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, São  
Paulo, Escola de Educação Física e Esporte da  
Universidade de São Paulo, 1986.**

**Semestral.  
ISSN 0102-7549**

**Educação física  
Esporte**

**CDD. 20.ed. 613.7  
796**

REVISTA PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
v.13 - julho/dezembro 1999 - no.2

SUMÁRIO

- Análises univariadas e multivariadas na classificação de atletas de voleibol masculino.....131  
Univariate and multivariate analysis in the classification of male volleyball athletes.  
MASSA, Marcelo; TANAKA, Nelson Ithiro; BERTI, Alberto Foltran;  
BÖHME, Maria Tereza Silveira; MASSA, Isabel Coelho Mola
- Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas  
de diferente nível competitivo.....146  
A comparative study of physiological, anthropometric, and motor characteristics of  
soccer players of different competitive levels.  
SANTOS, José Augusto Rodrigues dos
- Aspectos genéticos da prática desportiva: um estudo em gêmeos.....160  
Genetic aspects of sports practice: a twin study.  
MAIA, José António Ribeiro; LOOS, Ruth; BEUNE, Gaston; THOMIS, Martine;  
VLIETINCK, Robert; MORAIS, Francisco Pina de; LOPES, Vitor Pires
- Organização hierárquica e a estabilização de um programa de ação: um estudo exploratório.....177  
Hierarchical organization and stabilization of an action programme: a exploratory study.  
FREUDENHEIM, Andrea Michele; MANOEL, Edison de Jesus
- Interferência contextual: variação de programa e parâmetro na aquisição da habilidade motora  
saque do voleibol.....197  
Contextual interference: varying program and parameter in the acquisition of the  
motor skill volleyball serve.  
UGRINOWITSCH, Herbert; MANOEL, Edison de Jesus
- Situações causadoras de “ stress” no basquetebol de alto rendimento: fatores competitivos.....217  
Stressing situations in high level basketball: competitive factors.  
De ROSE JUNIOR, Dante; DESCHAMPS, Silvia; KORSAKAS, Paula
- Suplementação lipídica para atividades de “endurance”.....230  
Lipid supplementation in endurance activities.  
AOKI, Marcelo Saldanha; SEELANDER, Marília Cerqueira Leite
- Efeitos do destreino físico sobre a “performance” do atleta: uma revisão das alterações  
cardiovasculares e músculo-esqueléticas.....239  
Effects of physical detraining on athlete performance: a review about skeletal muscle  
and cardiovascular changes.  
EVANGELISTA, Fabiana de Sant’Anna; BRUM, Patrícia Chakur



## ANÁLISES UNIVARIADAS E MULTIVARIADAS NA CLASSIFICAÇÃO DE ATLETAS DE VOLEIBOL MASCULINO

Marcelo MASSA\*  
Nelson Ithiro TANAKA\*\*  
Alberto Foltran BERTI\*\*  
Maria Tereza Silveira BÖHME\*  
Isabel Coelho Mola MASSA\*\*\*

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a utilização de análises univariadas e multivariadas e suas eventuais diferenças na elaboração de um coeficiente de classificação que possa auxiliar no processo de treinamento a longo prazo e na seleção e promoção de talentos na modalidade esportiva voleibol. A partir dos resultados de testes e medidas cineantropométricas selecionadas de acordo com a especificidade do voleibol, obtidas em uma amostra composta por atletas de voleibol masculino participantes das categorias mirim, infantil, infanto-juvenil, juvenil e principal, foram construídos três coeficientes de classificação: a) coeficiente de classificação por médias (CCM); b) coeficiente utilizando o escore padrão Z (CEZ); e c) coeficiente utilizando análise de componentes principais (CP), que foram comparados com a classificação subjetiva dos próprios treinadores (CT) dos atletas participantes do estudo. Os resultados demonstraram que as análises multivariadas, principalmente o CCM, parecem se ajustar ao que é observado na prática pelos treinadores, oferecendo boas perspectivas para a sua aplicação em estudos futuros. A análise de CEZ também apresentou resultados semelhantes mas, por não considerar as relações existentes entre as variáveis, é mais restrita tornando-se limitada para a complexidade que envolve os processos de seleção e promoção de talentos.

UNITERMOS: Voleibol; Talento esportivo; Análises univariadas e multivariadas.

### INTRODUÇÃO

O processo de seleção e promoção do talento esportivo tem sido tema constante de discussões na área do esporte (Böhme, 1994; Hebbelinck, 1989; Marques, 1993; Massa, 1999; Matsudo, 1996). De maneira geral o que se tem observado é que a busca de talentos apoia-se em fatores subjetivos, onde os profissionais que atuam nessa área utilizam como instrumento de detecção, seleção e promoção de talentos a própria experiência e intuição. Na verdade, muitos desses

profissionais tem que adaptar-se (seja pela carência de estudos nessa área, pela formação deficiente ou até pela falta de formação) a uma situação onde através da tentativa e do erro buscam chegar a um caminho próximo do que consideram correto.

Conforme Hebbelinck (1989) e Matsudo (1996) a metodologia de selecionar talentos ainda é, nos dias de hoje, fundamentada no empirismo. Ou seja, ainda utiliza-se da experiência e da intuição para fazer uma previsão que pode ser

---

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

\*\* Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.

\*\*\* Universidade São Judas Tadeu.

extremamente imprecisa, principalmente quando se sabe que os processos de crescimento e desenvolvimento estão em constante evolução durante os períodos da infância e da adolescência, período este que é justamente o utilizado pelos profissionais de Educação Física e Esporte para detectar seus futuros atletas.

Além disso, dados importantes sobre o comportamento e evolução das variáveis antropométricas, metabólicas, neuromotoras e psicossociais relacionadas ao esporte durante os processos de crescimento e desenvolvimento e a influência do treinamento nos atletas desde as categorias de base até a principal são escassos e dificultam a elaboração de métodos mais sistemáticos e objetivos no processo de treinamento a longo prazo.

Frente a essa problemática, diversos autores tem encontrado na cineantropometria uma técnica de simples aplicação, não auto-suficiente, mas capaz de auxiliar nos processos de promoção de talentos (Bale, 1991; Hegg, 1982; Matsudo, 1996; Mola, 1994; Thissen-Milder & Mayhew, 1991).

Especificamente com relação ao voleibol, diversos autores tem apontado a importância de variáveis antropométricas (estatura, comprimento de membros inferiores, composição corporal, somatotipo, entre outras) e de desempenho motor (salto vertical, altura de alcance, agilidade e outras) como fundamentais para a obtenção do mais alto desempenho na modalidade (Bale, 1991; Carter, 1982; Moras, s.d.; Popovskii, 1981; Viitasalo, 1982; Watson, 1984; Zhelezniak, s.d.). Portanto, torna-se relevante observar o comportamento e desenvolvimento dessas variáveis ao longo das diferentes categorias (mirim, infantil, infanto-juvenil, juvenil e principal) que compõem o processo de promoção de talentos no voleibol.

Uma proposta para a identificação de talentos esportivos foi apresentada por Matsudo (1996), e denominada "estratégia-Z CELAFISCS". A estratégia-Z CELAFISCS propõe identificar talentos a partir dos resultados do padrão de referência de aptidão física populacional e de equipes de alto nível competitivo. Esse instrumento permite diagnosticar o perfil de aptidão física e determinar, em termos percentuais, o quanto um determinado indivíduo se aproxima ou se afasta da média populacional. Por exemplo: um garoto de 12 anos, com valor de 30 cm no teste de impulsão vertical, sendo a média esperada para a sua idade igual a 27 cm e o desvio padrão igual a 3 cm possui

um  $Z = 1$ . De acordo com as propriedades da curva normal, um  $Z = 1$  indica que esse garoto está um desvio padrão acima da média populacional, que em termos percentuais significa que ele salta mais do que aproximadamente 84,13% da população da sua idade e sexo.

A aplicabilidade da estratégia-Z CELAFISCS foi verificada em diferentes modalidades como voleibol, ginástica olímpica, futebol, basquetebol, atletismo e natação (Azzi, Duarte, Dianno & Figueira Junior, 1989; Figueira Júnior & Matsudo, 1996; Fuenzalida & Matsudo, 1987; Matsudo, 1996; Silva & Rivet, 1988; Soares, Duarte & Matsudo, 1986; Souza, 1988). No entanto, nesses trabalhos verificou-se o perfil cineantropométrico de atletas de alto nível envolvidos em categorias adultas. A utilização desta estratégia em diferentes categorias competitivas foi descrita por Massa & Böhme (1997) e pode ajudar na busca de uma metodologia fundamentada para a detecção de futuros talentos. Além disso, a estratégia-Z CELAFISCS pode ser considerada um instrumento de fácil aplicabilidade e baixo custo, podendo ser utilizada em larga escala.

Por outro lado, a eficácia da estratégia-Z CELAFISCS pode ser questionada pois trata-se de uma análise univariada, variável por variável. Com isto, ela não considera as relações existentes entre as variáveis e nem leva em consideração as diferenças das importâncias relativas dessas variáveis em cada categoria. Esses dois elementos são fundamentais na análise da complexidade que envolve o desempenho do atleta no esporte de alto nível.

Assim, a utilização de escores padronizados nos processos de promoção de talentos esportivos parece ser um passo importante frente a subjetividade ainda presente nesses processos, porém a busca de análises mais sofisticadas se faz desejável para que se possa caminhar em direção a uma técnica que permita abordar as relações entre as variáveis e a importância das mesmas nos diferentes períodos que envolvem o treinamento a longo prazo.

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo verificar o emprego de técnicas estatísticas univariadas e multivariadas, assim como comparar as suas eventuais diferenças na elaboração de um coeficiente de classificação para atletas de voleibol masculino dentro de suas respectivas categorias.



## METODOLOGIA

O presente estudo foi de natureza descritiva e apresentou delineamento transversal.

Participaram deste estudo 50 atletas de voleibol masculino envolvidos em processos de promoção de talentos no E.C. Pinheiros, com oito atletas da categoria mirim (MR) com idade média de  $13,9 \pm 0,4$  anos e oito atletas da categoria infantil (IF) com idade média de  $15,1 \pm 0,1$  anos; e do E.C. Banespa, com 16 atletas da categoria infanto-juvenil (IJ) com idade média de  $16,2 \pm 0,6$  anos, oito atletas da categoria juvenil (JUV) com idade média de  $18 \pm 0,2$  anos e 10 atletas da categoria principal (PR) com idade média de  $24 \pm 3,1$  anos. Ambas equipes foram participantes dos campeonatos e torneios organizados pela Federação Paulista de Voleibol no ano de 1998 e ocuparam as primeiras colocações, destacando o excelente desempenho das equipes nas diferentes categorias envolvidas no estudo.

Antes da bateria de testes ser realizada, foi apresentada a intenção de pesquisa aos clubes participantes que não apenas aprovaram o presente trabalho mas também incluíram a mesma bateria de testes na rotina de avaliação das diferentes categorias envolvidas no estudo, tornando a presente bateria parte integrante das avaliações periódicas das equipes.

Os atletas foram submetidos a uma bateria de testes composta por medidas antropométricas e de desempenho motor, construída de forma que permitisse verificar o comportamento e desenvolvimento de variáveis consideradas relevantes para a prática do voleibol de alto nível. Foi considerado na elaboração da bateria de avaliação a utilização de medidas e testes não sofisticados, de baixo custo e altamente conhecidos por profissionais das áreas de Educação Física e Esporte para que os mesmos pudessem ser reproduzidos em outros clubes e/ou escolas de esporte que tenham como objetivo a promoção de talentos no voleibol.

Os testes e medidas foram realizados sempre no mesmo horário e para evitar a influência do período do ciclo de treinamento de cada categoria sobre os testes adotou-se como procedimento coletar os dados no início do ciclo de treinamento de cada categoria.

As medidas antropométricas realizadas foram: peso, estatura, envergadura, altura tronco-cefálica, comprimento de membros inferiores, altura total e dobras cutâneas (tricipital, subescapular, suprailíaca, perna e coxa), perímetros

(braço, perna e coxa), diâmetros (úmero e fêmur) obedecendo a padronização de Lohmann, Roche & Martorell (1988); somatotipo de Heath-Carter; e os testes de desempenho motor: impulsão vertical com auxílio dos membros superiores, alcance total, força de membros superiores através do arremesso do medicinebol e agilidade através do teste de "shuttle run" obedecendo a padronização da AAHPER (1976) e de Johnson & Nelson (1979).

A análise estatística constou de três etapas: elaboração do Coeficiente de Classificação por Médias e Ponderações, Coeficiente de Classificação por Componentes Principais e Coeficiente de Classificação por Escore Padrão Z.

Dado o fato da amostra ser de indivíduos previamente selecionados para equipes com ótimos resultados, o número da mesma não foi suficiente para uma análise inferencial; assim, optou-se pela análise descritiva dos dados.

Na primeira etapa da análise foi elaborado o Coeficiente de Classificação por Médias (CCM) dos atletas, que é baseado nas médias das diversas variáveis dentro de uma categoria (Tanaka & Berti, 1998). Este coeficiente, além da classificação, indica a "importância" (através do cálculo das ponderações) de cada variável numa dada categoria competitiva. Procurou-se que o coeficiente elaborado fosse matematicamente simples, mas eficaz para responder aos objetivos da pesquisa (vide ANEXO I).

Na segunda etapa realizou-se uma análise inferencial. Devido ao grande número de variáveis que podem influir nessa classificação e o número reduzido de atletas selecionados por categoria foi impossível aplicar uma técnica multivariada analisando-se categoria por categoria. Desta maneira, foi realizada uma análise de componentes principais (CP) considerando que todas as categorias envolvidas no estudo formassem um único grupo. Assim, utilizou-se a análise de Componentes Principais (Johnson & Wichern, 1982) para construir outro coeficiente de classificação (CP).

Na terceira etapa da análise, com o intuito de verificar a utilização de uma técnica estatística mais simplificada, de fácil aplicabilidade e de maior compreensão por parte dos profissionais de Educação Física e Esporte foi realizado o cálculo do Escore Padrão Z para todas as variáveis a partir dos próprios dados da amostra pertencente ao estudo. Considerou-se as médias e os desvios padrão das medidas obtidas no grupo da categoria

principal (PR) para a obtenção dos escores padronizados de todas categorias.

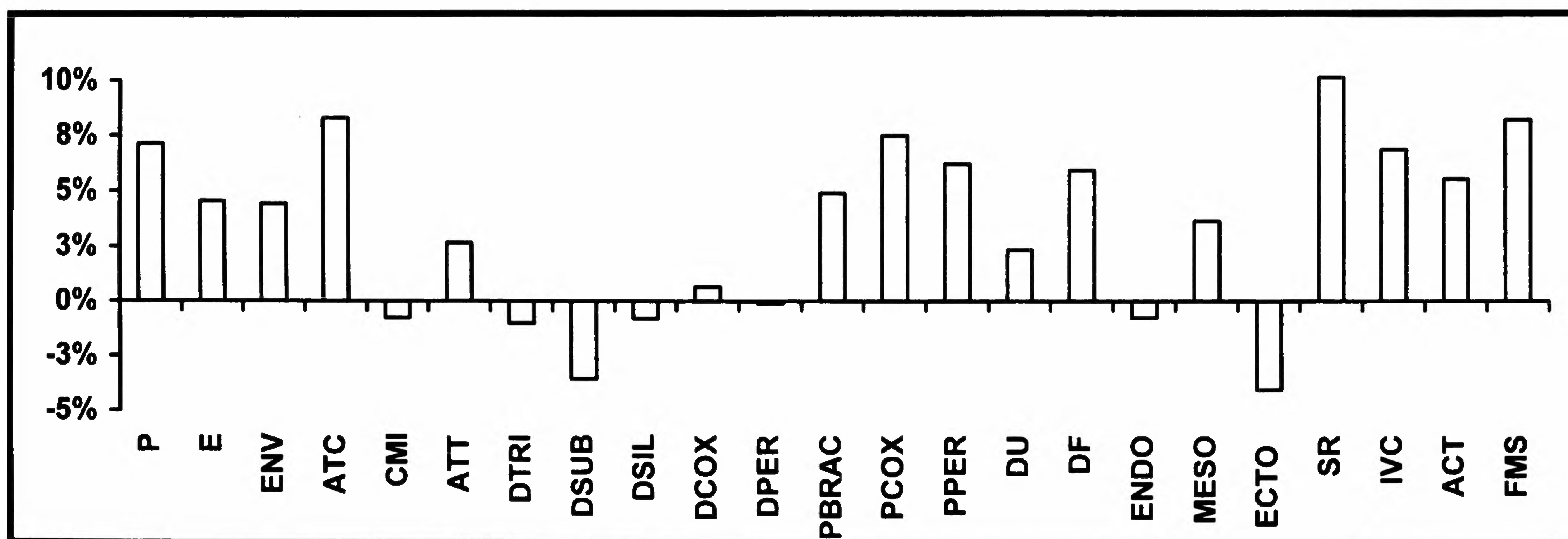
Com a transformação dos escores brutos em escores padronizados foi possível realizar uma classificação de cada atleta dentro sua respectiva categoria para cada variável. A seguir, com o intuito de fazer uma classificação que envolvesse o conjunto de todas as variáveis, realizou-se a somatória das classificações de cada atleta, e, utilizando este recurso, foi possível considerar o melhor colocado da categoria o atleta que apresentou uma menor somatória de classificações.

E, por fim, com o intuito de verificar se estes procedimentos estatísticos estão de acordo com a subjetividade da classificação procedida na prática, foi realizada uma Classificação Subjetiva dos Treinadores (CT). Ou seja, os treinadores envolvidos com o trabalho nas diferentes categorias do estudo realizaram uma classificação de cada atleta dentro da sua respectiva categoria de acordo com o conjunto de medidas propostas no estudo, utilizando como recurso de classificação a própria experiência e intuição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, para cálculo do Coeficiente de Classificação por Médias (CCM), foram consideradas as “importâncias” (ponderações) das variáveis nas diferentes categorias competitivas pertencentes ao estudo. Nas FIGURAS 1 até 4 são apresentadas as ponderações das variáveis para cada categoria de voleibol considerada no estudo, sendo que as constatações mais importantes são discutidas logo após a apresentação de cada uma das figuras.

Conforme o observado nas figuras apresentadas, as ponderações demonstraram importâncias diferentes para as variáveis na passagem de uma categoria inferior para outra imediatamente superior, sendo capazes de apontar quais variáveis exerceram as maiores diferenças entre as distintas categorias. As barras que crescem no sentido positivo dos gráficos indicam a porcentagem de evolução que cada variável “deve” obter em relação a uma categoria imediatamente superior. As barras observadas no sentido negativo do gráfico estão demonstrando que as categorias inferiores, para algumas variáveis, apresentaram valores superiores aos observados para a categoria subsequente.

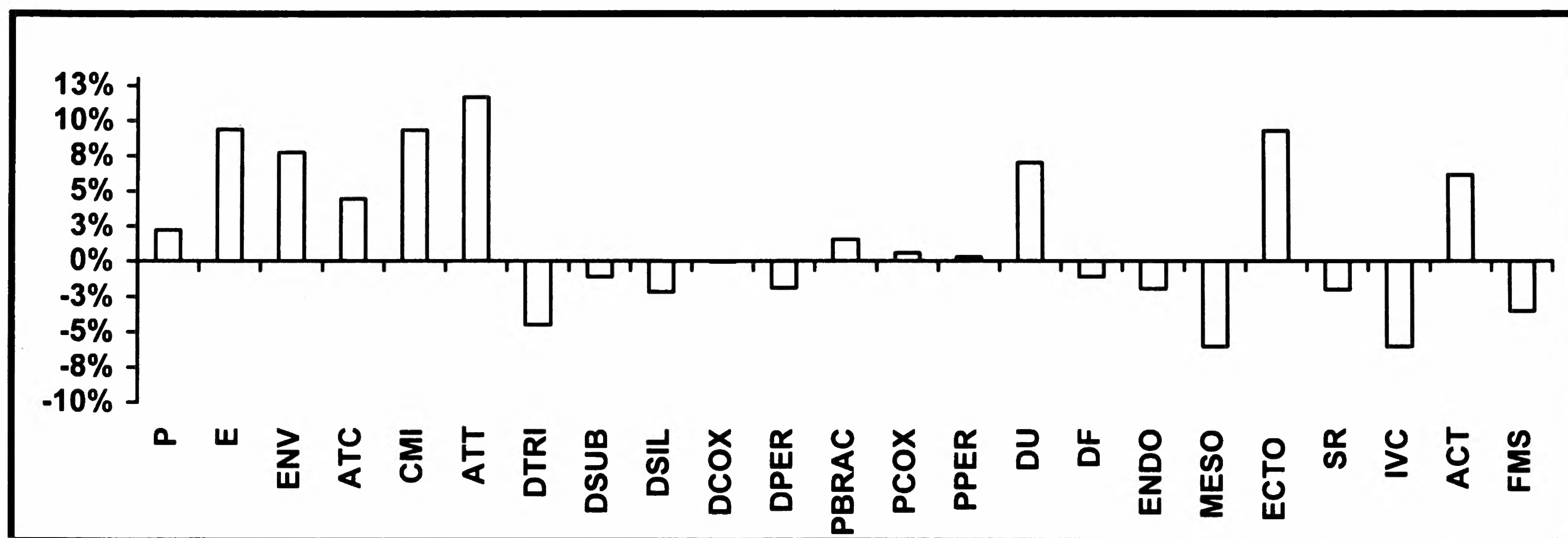


P= peso; E= estatura; ENV= envergadura; ATC= altura tronco cefálica; CMI= comprimento de membros inferiores; ATT= altura total; DTRI= dobra cutânea de tríceps; DSUB= dobra cutânea subescapular; DSIL= dobra cutânea suprailíaca; DCOX= dobra cutânea de coxa; DPER= dobra cutânea de perna; PBRAC= perímetro de braço contraído; PCOX= perímetro de coxa; PPER= perímetro de perna; DU= diâmetro de úmero; DF= diâmetro de fêmur; ENDO= endomorfia; MESO= mesomorfia; ECTO= ectomorfia; SR= “Shuttle Run”; IVC= impulsão vertical; ACT= alcance total; FMS= força de membros superiores.

**FIGURA 1** – Valores de ponderação das variáveis para a categoria MR em relação à categoria IF.

De acordo com a FIGURA 1, foi possível notar que a variável SR (10%) foi aquela que se destacou entre a passagem da categoria MR para a categoria IF, seguida da FMS e ATC (8%). É possível dizer que a necessidade de evolução observada nesse período parece estar relacionada a um maior avanço no crescimento e desenvolvimento das variáveis antropométricas dos atletas da categoria MR que por sua vez implicaria em uma provável melhora nos testes de desempenho motor. Assim, este período parece estar sendo caracterizado como altamente dependente dos aspectos maturacionais, onde provavelmente o desenvolvimento natural desses aspectos associado a um treinamento coerente poderá fazer com que este grupo avance em

direção as categorias superiores. Sem dúvida, algumas variáveis serão passíveis de treinamento e evolução, porém outras variáveis como a estatura por exemplo, serão indiferentes ao treinamento e, dessa maneira, devem ser muito bem previstas no momento da escolha dos atletas. Vale chamar atenção para o fato das variáveis ENV, ATT e E não receberem uma "importância" maior como normalmente se esperaria na observação de atletas das categorias inferiores. Ademais, pode-se acrescentar que a atual amostra possuiu esta característica por ter sido previamente selecionada pelos clubes e dentro desse grupo de atletas de elite foi possível observar que existe variação na passagem de uma categoria para outra.

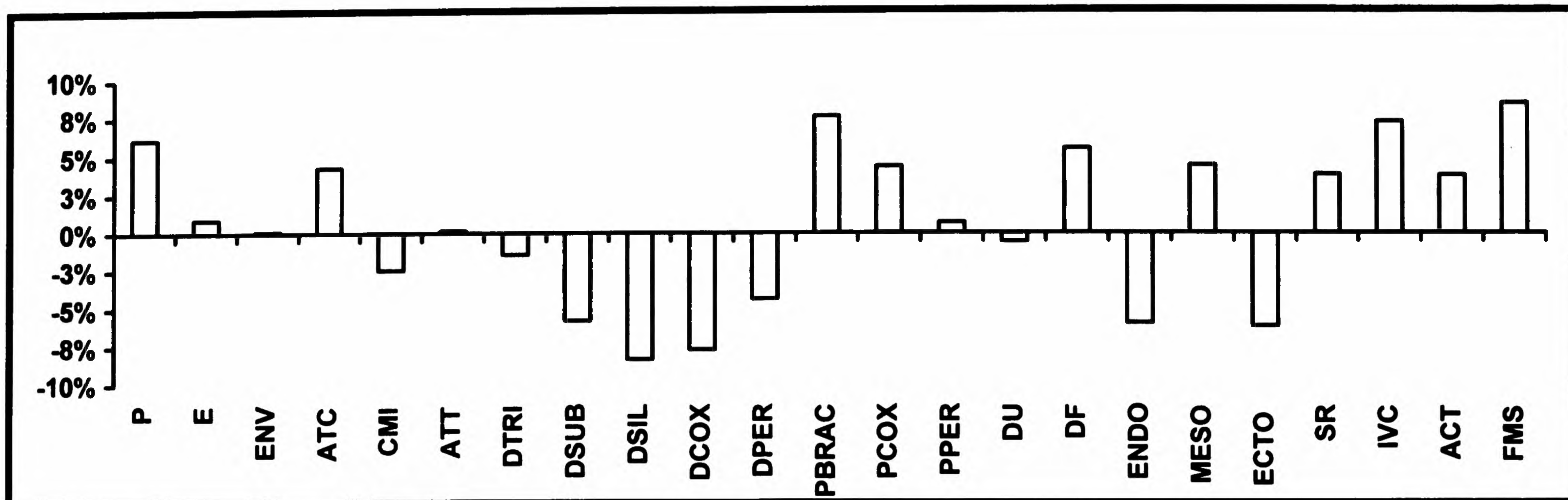


P= peso; E= estatura; ENV= envergadura; ATC= altura tronco cefálica; CMI= comprimento de membros inferiores; ATT= altura total; DTRI= dobra cutânea de tríceps; DSUB= dobra cutânea subescapular; DSIL= dobra cutânea supriliaca; DCOX= dobra cutânea de coxa; DPER= dobra cutânea de perna; PBRAC= perímetro de braço contraído; PCOX= perímetro de coxa; PPER= perímetro de perna; DU= diâmetro de úmero; DF= diâmetro de fêmur; ENDO= endomorfia; MESO= mesomorfia; ECTO= ectomorfia; SR= "Shuttle Run"; IVC= impulsão vertical; ACT= alcance total; FMS= força de membros superiores.

FIGURA 2 – Valores de ponderação das variáveis para a categoria IF em relação à categoria IJ.

Na passagem da categoria infantil para a categoria infanto-juvenil (FIGURA 2), foi possível notar que a variável que necessita de uma maior evolução é a ATT (12%) seguida das demais variáveis de proporcionalidade corporal (CMI, E, ENV). Tanto que a variável de desempenho motor que mais carece de evolução é o ACT (6%) que por sua vez é altamente dependente das variáveis ATT, CMI, ENV e E. Neste sentido, foi interessante observar que com relação a variável IVC a categoria IF chegou a ser superior a categoria IJ mas, devido a própria necessidade de evolução das

demais variáveis resumida no aspecto de ECTO (9%), não foi capaz de trazer melhorias para a ACT. Portanto, na categoria IF observa-se que as variáveis de E, ENV, CMI e ATT são fundamentais para determinar as diferenças entre ambas categorias, deixando uma preocupação quanto a evolução ou não dessas variáveis pois estas não são passíveis de melhora com o treinamento e dependem exclusivamente das características herdadas pelos indivíduos.

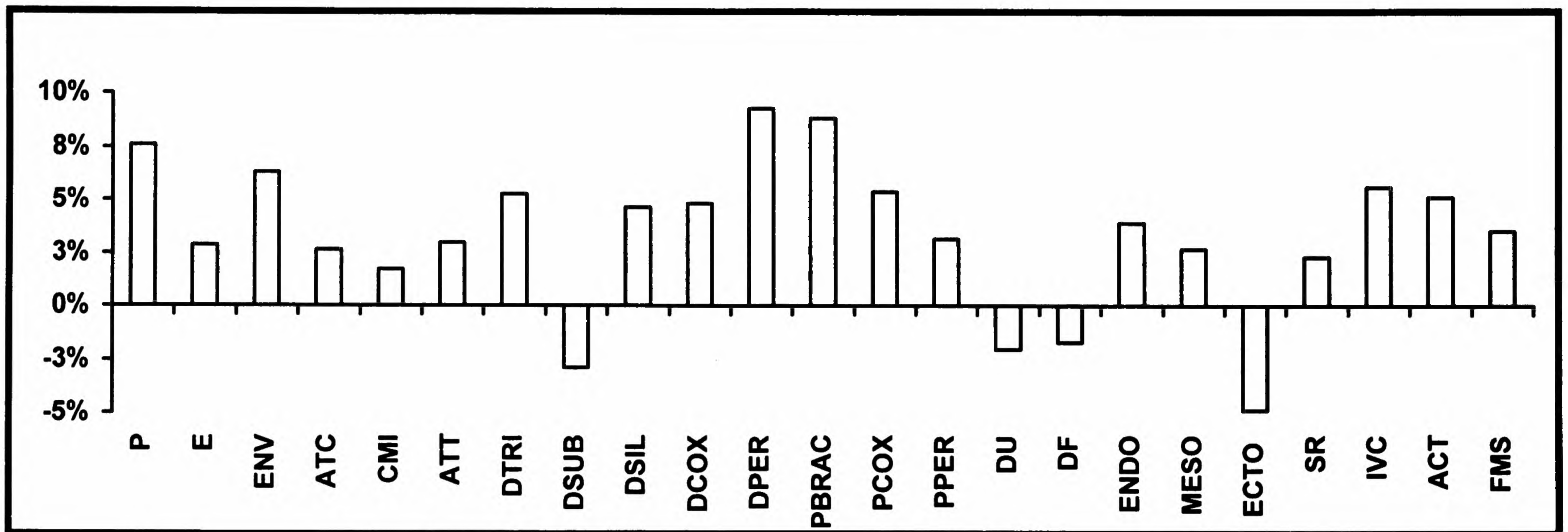


P= peso; E= estatura; ENV= envergadura; ATC= altura tronco cefálica; CMI= comprimento de membros inferiores; ATT= altura total; DTRI= dobra cutânea de tríceps; DSUB= dobra cutânea subescapular; DSIL= dobra cutânea suprailíaca; DCOX= dobra cutânea de coxa; DPER= dobra cutânea de perna; PBRAC= perímetro de braço contraído; PCOX= perímetro de coxa; PPER= perímetro de perna; DU= diâmetro de úmero; DF= diâmetro de fêmur; ENDO= endomorfia; MESO= mesomorfia; ECTO= ectomorfia; SR= "Shuttle Run"; IVC= impulsão vertical; ACT= alcance total; FMS= força de membros superiores.

**FIGURA 3** – Valores de ponderação das variáveis para a categoria IJ em relação à categoria JUV.

Na passagem da categoria infanto-juvenil para a categoria juvenil (FIGURA 3), pode ser observado o fato de que a categoria IJ se aproximou bastante dos valores verificados para as variáveis E e ENV em relação a categoria imediatamente superior (JUV). Tanto que a ATT pouco se diferiu entre ambas categorias. No entanto, quanto as variáveis de desempenho motor foi possível notar que todas carecem de evolução, particularmente a FMS (8%), mesmo porque PBRAC (8%) pode estar influenciando este

comportamento. Outro comentário importante, foi que a proximidade verificada para a E e a ENV não foi capaz de manter-se na variável ACT onde existiu um sensível diferença entre as categorias (4%). Portanto, a categoria IJ não diferiu substancialmente da categoria JUV, parecendo estar necessitando primordialmente desenvolver os aspectos referentes as variáveis de desempenho motor os quais podem ser aprimorados com a ação do treinamento.



P= peso; E= estatura; ENV= envergadura; ATC= altura tronco cefálica; CMI= comprimento de membros inferiores; ATT= altura total; DTRI= dobra cutânea de tríceps; DSUB= dobra cutânea subescapular; DSIL= dobra cutânea suprailíaca; DCOX= dobra cutânea de coxa; DPER= dobra cutânea de perna; PBRAC= perímetro de braço contraído; PCOX= perímetro de coxa; PPER= perímetro de perna; DU= diâmetro de úmero; DF= diâmetro de fêmur; ENDO= endomorfia; MESO= mesomorfia; ECTO= ectomorfia; SR= "Shuttle Run"; IVC= impulsão vertical; ACT= alcance total; FMS= força de membros superiores.

**FIGURA 4** – Valores de ponderação das variáveis para a categoria JUV em relação à categoria PR.

Na passagem da categoria juvenil para a categoria principal (FIGURA 4), foi possível verificar que as diferenças entre as categorias JUV e PR se manifestaram na maioria das variáveis observadas. Dentre as variáveis que mais chamaram a atenção, pode-se destacar as variáveis de P (8%) e dobras cutâneas, principalmente a DPER (9%) e também os perímetros, principalmente o PBRAC (9%), indicando que o grupo PR apesar de ter apresentado maiores valores para peso corporal e dobras cutâneas, apresentou ao mesmo tempo valores superiores de

perímetros o que pode estar colaborando para o desempenho obtido nos testes de desempenho motor. Quanto as variáveis de proporcionalidade corporal, foi observado que existem algumas diferenças, sendo a categoria JUV inferior a categoria PR, principalmente em relação a ENV (6%).

Nas TABELAS 1, 2, 3, 4 e 5 foram apresentados os valores e/ou respectivas classificações dos atletas pertencentes as categorias MR, IF, IJ, JUV e PR conforme as análises do CCM, CEZ, CP e CT.

**TABELA 1** – Valores de CCM, CEZ, CP e suas respectivas classificações para cada atleta da categoria MR e a classificação CT.

Atleta	CCM		CEZ		CP		CT classif.
	Valor	classif.	Valor	classif.	valor	classif.	
1	-1,877	5	90	3	-167,26	7	5
2	-1,247	1	97	4	-181,09	8	8
3	-2,181	7	118	7	-158,65	6	1
4	-2,708	8	143	8	-141,06	2	6
5	-1,697	2	106	5	-157,47	5	3
6	-1,699	3	85	2	-140,94	1	4
7	-1,743	4	72	1	-143,95	3	2
8	-2,071	6	110	6	-150,82	4	6

CCM= coeficiente de classificação por médias; CEZ= coeficiente de classificação por escore padrão Z; CP= coeficiente de classificação por componentes principais; CT= classificação subjetiva do treinador.

**TABELA 2 – Valores de CCM, CEZ, CP e suas respectivas classificações para cada atleta da categoria IF e a classificação CT.**

Atleta	CCM		CEZ		CP		CT
	Valor	classif.	Valor	classif.	valor	classif.	classif.
1	0,244	1	76	2	-180,26	5	3
2	-0,262	3	108	4	-165,36	1	4
3	-0,674	8	123	8	-180,45	6	8
4	0,027	2	70	1	-180,02	4	1
5	-0,534	7	114	7	-201,86	8	2
6	-0,443	6	112	6	-173,48	3	7
7	-0,380	4	105	3	-181,74	7	5
8	-0,407	5	108	4	-171,96	2	6

CCM= coeficiente de classificação por médias; CEZ= coeficiente de classificação por escore padrão Z;  
CP= coeficiente de classificação por componentes principais; CT= classificação subjetiva do treinador.

**TABELA 3 – Valores de CCM, CEZ, CP e suas respectivas classificações para cada atleta da categoria IJ e a classificação CT.**

Atleta	CCM		CEZ		CP		CT
	valor	classif.	valor	classif.	valor	classif.	classif.
1	-0,0732	11	207	11	-141,92	9	7
2	0,0158	2	190	8	-157,17	14	2
3	-0,0654	8	299	16	-130,49	5	15
4	-0,0655	9	220	12	-140,22	8	6
5	-0,0213	6	111	1	-161,45	16	8
6	-0,0015	3	131	2	-153,95	13	1
7	-0,0021	4	158	5	-158,43	15	4
8	-0,0703	10	276	15	-131,14	6	16
9	0,0207	1	151	4	-144,07	12	5
10	-0,0071	5	249	14	-143,15	11	14
11	-0,1156	13	228	13	-136,43	7	3
12	-0,0250	7	177	7	-142,33	10	9
13	-0,1425	14	132	3	-112,07	3	10
14	-0,2864	16	174	6	-111,40	1	13
15	-0,1705	15	192	9	-111,52	2	12
16	-0,1024	12	196	10	-129,59	4	11

CCM= coeficiente de classificação por médias; CEZ= coeficiente de classificação por escore padrão Z;  
CP= coeficiente de classificação por componentes principais; CT= classificação subjetiva do treinador.

**TABELA 4** – Valores de CCM, CEZ, CP e suas respectivas classificações para cada atleta da categoria JUV e a classificação CT.

Atleta	CCM		CEZ		CP		CT classif.
	valor	classif.	valor	classif.	valor	classif.	
1	0,22	4	118	8	-154,13	7	3
2	0,54	1	100	3	-152,66	6	8
3	-0,10	8	115	7	-126,92	2	6
4	-0,04	7	103	5	-125,61	1	1
5	0,25	3	100	3	-134,85	3	5
6	0,40	2	84	1	-162,27	8	2
7	0,21	5	104	6	-144,95	4	7
8	0,12	6	96	2	-151,75	5	4

CCM= coeficiente de classificação por médias; CEZ= coeficiente de classificação por escore padrão Z; CP= coeficiente de classificação por componentes principais; CT= classificação subjetiva do treinador.

**TABELA 5** – Valores de CCM, CEZ, CP e suas respectivas classificações para cada atleta da categoria PR e a classificação CT.

Atleta	CCM		CEZ		CP		CT classif.
	valor	classif.	valor	classif.	valor	classif.	
1	1,016	5	120	5	-186,35	10	7
2	1,042	2	100	2	-165,76	9	6
3	0,224	10	190	10	-147,69	7	1
4	0,390	9	136	7	-131,86	3	10
5	0,739	7	141	9	-140,80	6	4
6	1,022	3	83	1	-126,85	1	2
7	0,742	6	138	8	-134,30	4	5
8	1,168	1	117	4	-163,00	8	9
9	0,586	8	125	6	-130,59	2	3
10	1,017	4	103	3	-136,42	5	8

CCM= coeficiente de classificação por médias; CEZ= coeficiente de classificação por escore padrão Z; CP= coeficiente de classificação por componentes principais; CT= classificação subjetiva do treinador.

Para avaliar a eficiência dos coeficientes de classificação propostos, utilizou-se o parecer de um “especialista” sendo que a escolha recaiu sobre os próprios treinadores dos atletas amostrados (CT). Apesar dos treinadores não terem como considerar todas as combinações entre as variáveis em suas avaliações, eles possuíam uma experiência acumulada de longos anos de trabalho com o voleibol de alto nível nas respectivas categorias.

Um ponto importante neste tipo de problema quando a classificação foi feita pelo olho clínico do “especialista”, segundo as próprias palavras dos treinadores, é que em geral não dá

para afirmar categoricamente as classificações dos atletas com perfis próximos. Essa incerteza foi automaticamente transferida à comparação e constatada nos coeficientes de classificação (CCM, CEZ e CP) onde pequenas diferenças nos valores dos coeficientes decidiram a ordenação das classificações dos atletas. Desse modo, foi decidido considerar significativa a diferença que fosse superior a três posições (>3) entre as classificações dos coeficientes (CCM, CEZ e CP) em relação as classificações dos treinadores (CT), sendo que o número destas ocorrências foi demonstrado nas TABELA 6.

**TABELA 6** – Valores de diferenças maiores que três e diferença total observada entre os coeficientes de classificação e entre os coeficientes de classificação e a classificação CT para as categorias do estudo.

	CCM-CEZ	CCM-CP	CEZ-CP	CCM-CT	CEZ-CT	CP-CT
MR	0	2	3	2	2	2
IF	0	1	1	1	1	3
IJ	8	12	12	7	7	12
JUV	1	4	3	2	3	3
PR	0	5	6	5	5	2
Total	9	24	25	17	18	22

CCM= coeficiente de classificação por médias; CEZ= coeficiente de classificação por escore padrão Z; CP= coeficiente de classificação por componentes principais; CT= classificação subjetiva do treinador.

Nesta tabela foi possível verificar que as classificações do CCM e do CEZ estão bem próximas da classificação CT. No entanto, em relação a classificação do CP está mais distante. Isso era esperado, pois analisando as FIGURAS 1 até 4 que possuem as ponderações para o coeficiente CCM, verificou-se uma nítida mudança de importância para as variáveis ao longo do tempo, fato que não foi levado em conta ao se trabalhar com a análise CP que considerou que a importância das variáveis não mudaria ao longo das categorias. Tal procedimento em relação a análise de CP foi necessário em função do tamanho limitado da presente amostra. Já era conhecido o fato de que para se trabalhar com análise de CP um requisito importante seria o tamanho da amostra, por isso o único recurso possível foi utilizar toda amostra como sendo um grupo único, independentemente da categoria dos atletas, perdendo portanto a possibilidade de se trabalhar com as variáveis ponderadas por categoria. Infelizmente, a exemplo do que ocorre com qualquer outro trabalho realizado com modalidades esportivas (assim como em outras áreas), as amostras são muito limitadas e muitas vezes prejudicam e/ou até impedem que determinadas análises sejam realizadas em detrimento de avanços que poderiam ser conquistados com a utilização destas, sendo um impasse para a ciência. Mesmo assim, considerou-se que manter a análise de CP neste estudo seria um primeiro passo a ser dado frente a um campo tão pouco desbravado nos trabalhos dessa natureza. Portanto, mesmo sabendo das limitações dessa análise para o estudo atual, foi feito o possível para utilizar essa técnica e assim ter uma prévia de seus resultados. A perspectiva

que se tem em relação a utilização futura desse instrumento possui a tendência de preferi-lo caso seja possível, em estudos futuros, coletar amostras grandes por categoria permitindo obter componentes principais para cada categoria. Desta forma, seria possível obter uma direção de projeção que estaria mais consagrada pela prática da inferência estatística.

Quanto a proximidade observada entre as classificações provenientes das análises do CCM e do CEZ, um comentário que poderia ser feito é que sendo o CEZ uma análise univariada, de fácil entendimento e aplicabilidade e o CCM uma análise multivariada, complexa e pouco conhecida entre os profissionais que atuam na área de Educação Física e Esporte, e ambas aparentemente semelhantes, poder-se-ia em um primeiro momento concluir que entre o CEZ e o CCM a utilização do CEZ seria o mais recomendado para um estudo futuro, pela própria facilidade que se tem ao empregar esta técnica, descartando-se assim a utilização do CCM. Entretanto, um fator importante que merece ser destacado na análise do CCM são os valores de ponderação obtidos para cada variável, possibilitando discriminar a “importância” que cada variável exerce em cada período compreendido entre as diferentes categorias do voleibol. Assim, ambas análises podem corroborar para os processos de promoção de talentos frente a subjetividade que tem imperado nesses procedimentos, sendo a CCM uma análise com maiores recursos de interpretação, bem como com maiores chances de futuros aprimoramentos na sua obtenção.

Particularmente em relação as TABELAS 3 e 6, referentes as classificações e



diferenças (>3) obtidas para a categoria IJ, pode-se verificar que foi a categoria que apresentou uma maior diferença entre as classificações. Este fato ocorreu em função dos valores observados para a categoria IJ estarem muito próximos da média para todas as categorias, fazendo com que o valor normalizado utilizado para o CCM assumisse valores pequenos (próximos a zero) e, devido a este fato, qualquer diferença observada, por menor que fosse, acabou ficando muito crítica, sendo capaz de mudar as classificações dos atletas.

## CONCLUSÃO

De acordo com o observado, foi possível concluir que entre a utilização de análises estatísticas univariadas e multivariadas a segunda foi a que pareceu oferecer melhores perspectivas para futuros estudos na área de promoção de talentos para o esporte de alto nível (CCM e CP). Quando comparadas com a classificação CT, o CCM foi praticamente semelhante ao CEZ, parecendo indicar que uma técnica simples seria suficiente para proceder as classificações dos atletas. Entretanto, através do CCM é possível utilizar ponderações que auxiliam os profissionais que estão atuando com os atletas nas diferentes categorias do voleibol pois, como foi demonstrado,

as “importâncias” entre as variáveis mudaram conforme o período que os atletas estavam envolvidos e, havendo este conhecimento, é possível realizar um trabalho de desenvolvimento mais fundamentado e coerente de acordo com as necessidades dos atletas naquele momento, otimizando os processos de treinamento a longo prazo. Além disso, é notável que algumas variáveis serão passíveis de treinamento e outras estarão extremamente relacionadas as características individuais dos atletas, deixando claro a necessidade de: a) conhecer as características específicas (físicas, técnicas, psicológicas, entre outras) que envolvem uma determinada modalidade esportiva nos diferentes períodos do treinamento a longo prazo; e b) através de metodologias fundamentadas procurar prever quais atletas após o crescimento, desenvolvimento, maturação e treinamento sistemático apresentarão tais características. Outro ponto que merece destaque é a classificação CT que conforme os próprios treinadores deixa margem para interpretações errôneas, principalmente quando o nível entre os atletas é semelhante e, portanto, a utilização de testes e medidas fundamentadas podem corroborar para os processos de promoção de talentos, diluindo a subjetividade que exerce predominância nestes procedimentos.

## ANEXO I - Exemplo prático para o cálculo do CCM.

Para uma melhor compreensão dos procedimentos adotados para o cálculo do CCM, elaborou-se um exemplo prático dos passos a serem seguidos até a obtenção dos referidos índices de classificação:

- 1) Calcula-se a média e desvio padrão para cada variável considerando-se todas as categorias;
- 2) Faz-se a normalização de todas as variáveis para que se possa trabalhar com unidades de medidas e grandezas diferentes:

ex.: Para variável *estatura* (E) a média geral (todas as categorias) foi 191,2 cm e o desvio padrão 7,8.

Considerando-se os valores absolutos observados no presente trabalho, o atleta 1 da categoria MR apresentou um valor de 190,4 cm para a variável *estatura*.

Portanto, para normalizar (N) esta variável, faz-se o cálculo:

$$E_{N(1)} = \frac{x - x_i}{dp}$$

Onde:

$E_{N(1)}$  = valor normalizado do atleta 1 para a variável *estatura*;

$x$  = valor individual;

$x_i$  = média geral;

$dp$  = desvio padrão.

Então, para a variável *estatura*:

$$E_{N(1)} = \frac{190,4 - 191,2}{7,8} = -0,1$$

O mesmo procedimento é realizado para todas as variáveis em cada sujeito da amostra, fazendo com que todas as variáveis fiquem com a mesma ordem de grandeza;

3) Calculam-se as médias normalizadas de cada variável para cada categoria:

ex.: média normalizada da variável *estatura* ( $M_E$ ) para a categoria MR,

$$M_{E(MR)} = \frac{\sum E_{N(MR)}}{n}$$

Onde:

$M_{E(MR)}$  = média normalizada para a variável *estatura* na categoria MR;

$\sum E_{N(MR)}$  = somatória dos valores normalizados da variável *estatura* na categoria MR;

$n$  = número de atletas na categoria MR.

Então, para a variável *estatura* na categoria MR:

$$M_{E(MR)} = \frac{E_{N(1)} + E_{N(2)} + E_{N(3)} + E_{N(4)} + E_{N(5)} + E_{N(6)} + E_{N(7)} + E_{N(8)}}{8}$$

O mesmo procedimento é realizado com as demais variáveis em cada categoria do estudo. Este procedimento faz com que se obtenham médias normalizadas para cada variável em cada categoria do estudo;

4) Cálculo das ponderações:

Havendo calculado as médias normalizadas para cada variável em cada categoria do estudo, torna-se possível verificar as diferenças entre as médias normalizadas de uma categoria inferior em relação a uma categoria imediatamente superior. Por exemplo: a categoria MR em relação a categoria IF e assim sucessivamente.

4.1) Diferença das médias normalizadas (d):

ex.: a diferença entre as médias normalizadas de *estatura* da categoria MR em relação a categoria IF é:

$$d_{E(MR,IF)} = M_{E(IF)} - M_{E(MR)}$$

O mesmo procedimento é realizado com todas as variáveis fazendo com que se obtenham valores de diferença (d) para cada variável entre as distintas categorias do estudo;

4.2) Diferença total ( $d_T$ ):

A diferença total é calculada fazendo-se a somatória de todas as diferenças observadas entre uma categoria inferior e outra imediatamente superior. Tomando como exemplo o conjunto das 23 variáveis consideradas neste estudo, calcula-se:

$$d_{T(MR,IF)} = |d_{P(MR,IF)}| + |d_{E(MR,IF)}| + |d_{ENV(MR,IF)}| + \dots + |d_{ECTO(MR,IF)}|$$

Onde:

$d_{T(MR,IF)}$  = diferença total observada entre as categorias MR e IF;

$d_{P(MR,IF)}$  = diferença de peso observada entre as categorias MR e IF;

$d_{E(MR,IF)}$  = diferença de estatura observada entre as categorias MR e IF;

$d_{ENV(MR,IF)}$  = diferença de envergadura observada entre as categorias MR e IF;

$d_{ECTO(MR,IF)}$  = diferença do componente de ectomorfia observado entre as categorias MR e IF.

4.3) A seguir, tomando como exemplo a variável *estatura*, o cálculo das ponderações (p) para cada variável será dado pela equação:

$$P_{E(MR,IF)} = \frac{d_{E(MR,IF)}}{d_{T(MR,IF)}}$$

5) Cálculo do coeficiente de classificação por médias (CCM):

Tomando como exemplo o atleta 1 da categoria MR o cálculo do CCM será dado pela equação:

$$CCM_{(1)} = P_{P(MR,IF)} (P_{N(1)} \times M_{P(MR)}) + P_{E(MR,IF)} (E_{N(1)} \times M_{E(MR)}) + P_{ENV(MR,IF)} (ENV_{N(1)} \times M_{ENV(MR)}) + P_{ATC(MR,IF)} (ATC_{N(1)} \times M_{ATC(MR)}) + \dots + P_{ECTO(MR,IF)} (ECTO_{N(1)} \times M_{ECTO(MR)}) = -1,88$$

Onde:

$CCM_{(1)}$  = coeficiente de classificação por médias do atleta 1;

$P_{P(MR,IF)}$  = ponderação de peso corporal da categoria MR para a IF;

$P_{N(1)}$  = valor normalizado do atleta 1 para a variável peso corporal;

$M_{P(MR)}$  = média normalizada para a variável peso corporal na categoria MR;

$P_{E(MR,IF)}$  = ponderação de estatura da categoria MR para a IF;

$E_{N(1)}$  = valor normalizado do atleta 1 para a variável estatura;

$M_{E(MR)}$  = média normalizada para a variável estatura na categoria MR;

$P_{ENV(MR,IF)}$  = ponderação de envergadura da categoria MR para a IF;

$ENV_{N(1)}$  = valor normalizado do atleta 1 para a variável envergadura;

$M_{ENV(MR)}$  = média normalizada para a variável envergadura na categoria MR;

$P_{ATC(MR,IF)}$  = ponderação de altura tronco cefálica da categoria MR para a IF;

$ATC_{N(1)}$  = valor normalizado do atleta 1 para a variável de altura tronco cefálica;

$M_{ATC(MR)}$  = média normalizada para a variável altura tronco cefálica na categoria MR;

$P_{ECTO(MR,IF)}$  = ponderação do componente de ectomorfia da categoria MR para a IF;

$ECTO_{N(1)}$  = valor normalizado do atleta 1 para o componente de ectomorfia;

$M_{ECTO(MR)}$  = média normalizada para o componente de ectomorfia na categoria MR.

O mesmo procedimento deverá ser realizado para todos os sujeitos da amostra, permitindo que em cada categoria obtenham-se índices de classificação para os atletas considerando-se as ponderações obtidas em cada período do processo de promoção de talentos e sobretudo conforme a interação das distintas variáveis.

## ABSTRACT

### UNIVARIATE AND MULTIVARIATE ANALYSIS IN THE CLASSIFICATION OF MALE VOLLEYBALL ATHLETES

The objective of this study is to compare univariate and multivariate analysis and its eventual differences in the elaboration of a classification coefficient that could help in the long term training process and in the promotion of talent in volleyball. From results of kinanthropometric tests and measures selected in accord with the specificity of volleyball, obtained from a sample composed by male volleyball athletes participating in young and adult categories, three classification coefficients were established: a) coefficient of classification by means (CCM); b) coefficient based on standard Z score (CEZ); c) coefficient based on principal components analysis (CP). They were compared with the subjective coaches classification (CT) of participating athletes. The results show that multivariate analysis, mainly the CCM, seems to adjust better the coaches impressions, offering good perspectives to its application to further studies. The CEZ analysis shows

close results to CCM but, because it doesn't consider the existence of interactions among the variables, it's more restricted and therefore limited to the complexity that involves the procedures in talent selection and promotion.

UNITERMS: Volleyball; Athletic talent; Univariate and multivariate analysis.

## NOTA

Projeto financiado com apoio da FAPESP.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN ALLIANCE FOR HEALTH, PHYSICAL EDUCATION AND RECREATION. **Youth fitness test manual**. Washington, AAHPER, 1976.
- AZZI, M.; DUARTE, C.R.; DIANNO, M.V.; FIGUEIRA JÚNIOR, A.J. Perfil de aptidão física da seleção brasileira adulta de voleibol. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.11, n.1, p.14-25, 1989.
- BALE, P. Anthropometric, body composition, and performance variables of young elite females basketball players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.31, n.2, p.173-7, 1991.
- BÖHME, M.T.S. Talento esportivo I: aspectos teóricos. **Revista Paulista de Educação Física**, v.8, n.2, p.90-100, 1994.
- CARTER, J.E.L. **Physical structure of olympic athletes: kinanthropometry of olympic athletes**. Basel, S. Karger, 1982.
- FIGUEIRA JÚNIOR, A.J.; MATSUDO, V.K.R. Análise do perfil de aptidão física da seleção brasileira de voleibol feminino adulto por posição de jogo. **Revista da Área de Ciências Biológicas e da Saúde**, v.1, n.1, p.37-45, 1996.
- FUENZALIDA, J.M.G.; MATSUDO, V.K.R. Perfil z de futebolistas profissionais da primeira divisão do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.1, n.2, p.7-10, 1987.
- HEBBELINCK, M. Identificação e desenvolvimento de talentos no esporte: relatos cineantropométricos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.4, n.1, p.46-62, 1989.
- HEGG, R.V. Estudo antropométrico: Campeonato Juvenil de Atletismo/SP/1978. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.2, n.3, p.63-71, 1982.
- JOHNSON, B.L.; NELSON, J.K. **Practical measurements for evaluation in physical education**. Minnesota, Burgess, 1979.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1982.
- LOHMANN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, Human Kinetics, 1988.
- MARQUES, A. Bases para estruturação de um modelo de detecção e seleção de talentos desportivos em Portugal. **Espaço**, v.1, n.1, p.47-58, 1993.
- MASSA, M. **Seleção e promoção de talentos esportivos em voleibol masculino: análise de aspectos cineantropométricos**. São Paulo, 1999. 154p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
- MASSA, M.; BÖHME, M.T.S. Avaliação da aptidão física na equipe juvenil de voleibol masculino do Esporte Clube Banessa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 10., Goiânia, 1997. **Anais**. Goiânia, 1997. p.1224-31.
- MATSUDO, V.K.R. Prediction of future athletic excellence. In: BAR-OR, O. **The child and adolescent athlete**. Oxford, Blackwell Science, 1996. p.92-109. (The Encyclopaedia of Sports Science).
- MOLA, I.C. Relatório de avaliação de aptidão física no teste de Seleção de Voleibol Masculino no Esporte Clube Banessa. São Paulo, 1994. 35p. (Relatório Técnico ECB-SP).
- MORAS, G. **La preparación integral en el voleibol: 1000 ejercicios y juegos**. Barcelona, Paidotribo, s.d.
- POPOVSKII, V. Selecting future volleyball player. **Soviet Sports Review**, v.16, n.4, p.196-8, 1981.
- SILVA, R.C.; RIVET, R.E. Comparação dos valores de aptidão física da seleção brasileira de voleibol masculina adulta, do ano de 1986, por posição de jogo através da estratégia "Z" CELAFISCS. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.2, n.3, p.28-32, 1988.
- SOARES, J.; DUARTE, C.R.; MATSUDO, V.K.R. Perfil de voleibolistas do Centro Olímpico de Treinamento e Pesquisa. In: CELAFISCS. **Dez anos de contribuição às ciências do esporte**. São Caetano do Sul, CELAFISCS, 1986. p.328.
- SOUZA, M.T. Nível de aptidão física de nadadores de diferentes estilos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.2, n.3, p.19-23, 1988.
- TANAKA, N.I.; BERTI, A.F. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: análise de um critério de seleção utilizada no processo de detecção de talentos para o voleibol**. São Paulo, IMEUSP, 1998.
- THISSEN-MILDER, M.; MAYHEW, J.L. Selection and classification of high school volleyball players from performance tests. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.31, n.3, p.380-6, 1991.

VIITASALO, J.T. Anthropometric and physical performance characteristics of male volleyball players. **Canadian Journal of Applied Sport Sciences**, v.17, n.3, p.182-8, 1982.

WATSON, A.W.S. Distribution of sub-cutaneous fat in sportsmen: relationship to anaerobic power-output. **Journal of Sports Medicine**, v.24, p.195-204, 1984.

ZHELEZNIK, Y.D. **Voleibol: teoría y método de la preparación**. Barcelona, Paidotribo, s.d.

Recebido para publicação em: 28 jul. 1999

1a. Revisão: 09 dez. 1999

Aceito em: 26 jun. 2000

**ENDEREÇO: Marcelo Massa**

R. Castro Alves, 1026

01532-000 - São Paulo – SP – BRASIL

E-mail: massa1@uol.com.br

## ESTUDO COMPARATIVO, FISIOLÓGICO, ANTROPOMÉTRICO E MOTOR ENTRE FUTEBOLISTAS DE DIFERENTE NÍVEL COMPETITIVO

José Augusto Rodrigues dos SANTOS<sup>\*</sup>

### RESUMO

O presente estudo pretendeu fazer a caracterização comparativa entre equipes de futebol competindo nas quatro divisões dos campeonatos nacionais de Portugal. A amostra selecionada aleatoriamente consistiu em 89 jogadores, de quatro equipes que foram também estudadas em função da especialização funcional. A partir de um teste em esteira rolante foram analisados vários parâmetros fisiológicos ( $VO_{2max}$ , limiar anaeróbio, economia de corrida), antropométricos (composição corporal, somatótipo) e motores ("squat jump", "counter movement jump"). Os resultados evidenciam a similitude das equipes das diferentes divisões, com alguns indicadores a discriminarem positivamente, embora de forma ligeira, a equipe de escalão competitivo inferior. O estudo da composição corporal não permite verificar diferenças com significado estatístico ( $p < 0,05$ ) quanto à % de gordura corporal quer entre equipes quer entre jogadores em função da especialização de funções. A análise dos jogadores, em função da especialização funcional, permite verificar que os médios e laterais apresentam um perfil aeróbio superior enquanto os centrais e avançados apresentam superiores índices de força explosiva dos membros inferiores. As conclusões mais salientes deste estudo são: a) a dificuldade de discriminação de níveis de "performance" no futebol a partir dos indicadores consagrados neste estudo; b) que a emergência de indicadores com força discriminativa é circunstancial e não possibilita assacar qualquer nexos diferenciador acerca do nível competitivo das várias equipes; c) que a nível da análise dos jogadores em função da especialização funcional os resultados corroboram grande parte dos estudos específicos com outras populações; d) que os indicadores analisados neste estudo somente sofrem ligeiras variações durante o período de repouso entre épocas.

UNITERMOS: Futebol - Adaptações funcionais:  $VO_{2max}$  ; Limiar anaeróbio; Economia de corrida; Força explosiva; Composição corporal.

### INTRODUÇÃO

Entre os Jogos Desportivos Coletivos o futebol assume características particulares, já que a respectiva dimensão de aleatoriedade permite que no confronto entre equipes de diferente escalão competitivo a percentagem de resultados positivos para as equipes de menor nível, é superior ao verificado para outras modalidades. Normalmente as diferenças de nível competitivo são expressas ao nível da velocidade de jogo, justeza no passe e recepção, quantidade e qualidade de remates, capacidade de exploração do terreno de jogo, etc.,

bem como fatores de índole psíquico-afetiva que diferenciam o potencial competitivo dos vários tipos de jogador. No entanto, hoje podemos verificar que as diferenças das metodologias de treino entre as várias equipes dos diferentes escalões competitivos são cada vez menos nítidas. Assim podemos aduzir que o nível das adaptações pode, no respeitante a alguns indicadores, não diferir entre as equipes das várias divisões.

O propósito deste estudo é, a partir de algumas variáveis fisiológicas, antropométricas

<sup>\*</sup> Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto - Portugal.

e motoras tentar discriminar o nível competitivo de equipes de futebol de diverso nível competitivo, bem como detectar eventuais diferenças a partir da especialização funcional dos jogadores.

## MATERIAL E MÉTODOS

A amostra selecionada aleatoriamente consistiu em 89 futebolistas das quatro divisões principais dos campeonatos portugueses, com um mínimo de seis unidades de treino por semana. Os jogadores pertenciam a equipes de futebol situadas geograficamente na área metropolitana do Porto.

### Avaliação dos indicadores fisiológicos

Após um período de descanso de pelo menos 24 horas, foi realizado, sem aquecimento, um teste progressivo e contínuo até à exaustão, em tapete rolante com uma inclinação estabilizada de 2%, a partir da velocidade inicial de 8 km/hora e com incrementos de carga (2 km/hora) em cada dois minutos.

Os parâmetros respiratórios foram recolhidos através de um sistema móvel automático EOS-Sprint (Erich Jaeger GmbH & Co, versão XT/AT JK), e analisados através de um computador JVC, modelo GD-H3214VCW.

Como indicadores fundamentais utilizamos:

Consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) relativizado ao peso corporal;

Velocidade máxima atingida, e correspondente ao patamar do consumo máximo de oxigênio ( $vVO_{2max}$ );

Limiar Anaeróbio Respiratório ( $L_{AN}$ ), em relação à percentagem do consumo máximo de oxigênio ( $L_{AN} \cdot \%VO_{2max}$ ). Para o cálculo do  $L_{AN}$  utilizamos o método dos equivalentes respiratórios (Davis, 1985; Wasserman, Beaver & Whipp, 1990)

- Velocidade atingida ao  $L_{AN}$  ( $vL_{AN}$ )

- Economia de Corrida ( $E_c$ ), expressa pelo consumo de oxigênio à velocidade de 16  $km \cdot h^{-1}$ , em percentagem correspondente ao  $VO_{2max}$ .

Para a avaliação direta da frequência cardíaca utilizamos um eletrocardiógrafo (Servomed, SMS 182, Hellige).

Para avaliar as adaptações metabólicas agudas induzidas pela prova de esforço máxima, escolhemos a análise da cinética do lactato, a partir da correspondente expressão

sangüínea  $[(La)_s]$ , com recolha aos três, cinco e 10 minutos. Utilizamos um aparelho (2300 STAT, L-Lactate Analyser, YSI-Incorporated, modelo 2300-L SN91L034499).

### Avaliação dos indicadores antropométricos

O protocolo utilizado é o proposto pelo *International Working Group on Kinanthropometry* (IWGK), descrito por Ross & Marfell-Jones (1983) e Borms (1987). Para a recolha das medidas somáticas utilizamos Antropómetro de Martin, balança marca "Krupp" com aproximação dos valores até 0,5 kg, fita métrica metálica graduada em milímetros marca "Harpender" e plissômetro ("Skinfold Caliper") marca Lange com uma pressão de  $10 \text{ g/mm}^2$ . Foi efetuada uma tripla mensuração de cada medida, procurando obter valores que não ultrapassem os limites propostos por Ross & Marfell-Jones (1983) e obter assim a média como estimador fiel da medida considerada. Independentemente da eventual existência de atletas esquerdinos, ou ambidextros, todas as medidas foram efetuadas do lado direito dos sujeitos.

### Medidas antropométricas

Levamos a cabo a mensuração das seguintes variáveis:

a) Peso medido com o indivíduo despido e imóvel. Os valores obtidos são fracionados até 500 gramas. A variabilidade temporal na recolha das várias mensurações não permitiu o respeito pleno pela precisão, mas a dificuldade de manuseamento das várias amostras constituiu-se como obstáculo intransponível;

b) Altura medida entre o "Vertex" e o plano de referência do solo, encontrando-se os indivíduos descalços;

c) "Skinfold" Tricipital - medida na face posterior do braço, a meia distância entre os pontos acromial e olecrâneo. Prega vertical;

d) "Skinfold" Subescapular- medida no vértice inferior da omoplata. Prega oblíqua para fora e para baixo;

e) "Skinfold" Bicipital medida no ventre do bíceps braquial na mesma linha da prega tricipital;

f) "Skinfold" Iliaca - medida sobre a crista ilíaca, na linha vertical midaxilar. Prega horizontal.

### Avaliação da composição corporal

O fracionamento da massa corporal em dois compartimentos foi feito a partir da proposta de Durnin & Womersley (1974) para a determinação da Densidade Corporal (DC), sendo a percentagem de Gordura determinada pela fórmula de Siri (1961).

### Avaliação motora

Os Testes Motores selecionados permitiram a avaliação de dois indicadores de força explosiva, que mediram a impulsão vertical, quer a partir da componente contráctil da musculatura dos membros inferiores (SJ) quer a partir da componente elástica (CMJ). Foi utilizado um Ergojump (Digitime 1000, Digitest Finland), e o protocolo utilizado foi o proposto por Bosco, Luhtanen & Komi (1983).

### Procedimentos estatísticos

A análise dos resultados foi antecedida de estudos exploratórios prévios às diferentes distribuições de valores por forma a testar a normalidade bem como a presença de "outliers".

O estudo da cinética do lactato, nos três momentos de observação foi efetuado a partir da Anova de Medidas Repetidas Fatorial.

Para pesquisar diferenças entre os grupos de atletas recorreu-se à Anova Multifatorial, bem como ao teste de Schiffé e intervalos de confiança para as médias.

Utilizou-se a análise da Função Discriminante para verificar a diferença nos vetores de médias no caso da composição corporal.

As análises foram efetuadas nos programas Statview (Feldman, Gagnon, Hofman & Simpson, 1985) e SPSS<sup>x</sup> (Norusis, 1990). O nível de significância foi mantido em 5%.

## RESULTADOS

A caracterização antropométrica permite verificar que as várias equipas integrantes do presente estudo apresentam um perfil homogêneo, pese embora o fato de a equipa da 4a. divisão apresentar uma média de idades mais baixa em relação a todas as outras (TABELA 1). Os valores ligeiramente superiores de gordura corporal da equipa da 2a. divisão, prendem-se com o momento da feitura dos testes (pré-época) enquanto as restantes foram testadas em pleno decurso do campeonato.

TABELA 1 - Caracterização antropométrica das equipas de futebol de diferente nível competitivo.

Amostra	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)	Gordura (%)
1a. Divisão (n = 44)	25,8 ± 3,1	73,6 ± 6,3	176,6 ± 6,3	11,4 ± 2,6 *
2a. Divisão (n = 18)	25,5 ± 3,5	74,2 ± 6,1	175,4 ± 7,2	12,6 ± 2,7 *
3a. Divisão (n = 12)	26,1 ± 4,9	69,8 ± 9,0	172,9 ± 7,2	10,3 ± 1,5 *
4a. Divisão (n = 15)	22,7 ± 2,3	73,1 ± 4,5	175,8 ± 4,8	11,6 ± 2,4 *

\* Diferenças não significativas (p < 0,05)

Quando analisamos os jogadores em função do lugar que habitualmente ocupam em jogo, e independentemente dos avançados apresentarem valores mais elevados de peso e altura, podemos constatar a homogeneidade quanto

à composição corporal, embora os médios, em função das superiores exigências de mobilidade em jogo, apresentem valores ligeiramente inferiores de gordura corporal.



**TABELA 2** - Caracterização antropométrica dos futebolistas de acordo com a especialização funcional.

Amostra	n	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)	Gordura (%)
Médios	26	25,9 ± 4,2	71,3 ± 5,9	174,8 ± 6,0	10,7 ± 2,2 *
Laterais	20	24,9 ± 3,1	70,7 ± 6,5	172,2 ± 5,0	11,4 ± 2,7 *
Centrais	22	25,3 ± 2,6	77,1 ± 4,5	180,3 ± 5,6	12,0 ± 2,2 *
Avançados	21	24,9 ± 3,9	72,8 ± 7,2	175,5 ± 6,6	12,1 ± 2,9 *

\* Diferenças não significativas ( $p < 0,05$ ).

### Avaliação dos indicadores fisiológicos

Os resultados do presente estudo não permitem discriminar as equipes a partir dos vários indicadores fisiológicos.

**TABELA 3** - Valores médios ( $\pm$  SD) de  $VO_{2max}$ ,  $FC_{máx}$  e  $vVO_{2max}$  de várias equipes de futebol de diferente nível competitivo.

Amostra	$FC_{máx}$ bat.min <sup>-1</sup>	$VO_{2max}$ ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	$vVO_{2max}$ km.h <sup>-1</sup>	Ec-16 % $VO_{2max}$	LAN % $VO_{2max}$	LAN km.h <sup>-1</sup>
1a. Divisão	185,5 ± 8,4	58,0 ± 6,2	18,8 ± 1,2	90,0 ± 7,2	80,3 ± 6,1	14,2 ± 1,4
2a. Divisão	187,9 ± 7,7	53,8 ± 3,0	18,3 ± 1,3	95,9 ± 3,0	81,1 ± 5,6	13,6 ± 1,3
3a. Divisão	180,5 ± 9,6	56,2 ± 5,7	18,2 ± 1,0	92,2 ± 7,8	78,9 ± 4,7	13,1 ± 1,8
4a. Divisão	184,3 ± 9,8	58,1 ± 4,7	18,9 ± 1,3	87,7 ± 7,0	85,3 ± 4,9	14,8 ± 1,0

A Anova permitiu constatar a existência de diferenças com significado estatístico, em relação aos seguintes indicadores:  $VO_{2-16}$  (% $VO_{2max}$ ) ( $F(6-82) = 5,0$ ,  $p = 0,003$ ).

- entre a 1a. divisão e a 2a. divisão.
- entre a 4a. divisão e a 2a. divisão.
- LAN (% $VO_{2max}$ ) - ( $F(3-60) = 4,5$ ,  $p = 0,007$ ).
- entre a 4a. divisão e a 2a. divisão.

A análise dos resultados permite-nos concluir da pior condição aeróbia da equipe de 2a. divisão, fundamentalmente a partir dos indicadores sub-máximos, que são os mais sensíveis ao destreino, e que se relacionam com o momento da realização dos testes.

**TABELA 4** Valores médios ( $\pm$  sd) de  $VO_{2max}$ ,  $FC_{máx}$  e  $vVO_{2max}$ , Economia de Corrida e Limiar Anaeróbio de jogadores de futebol de acordo com a especialização funcional.

Amostra	$FC_{máx}$ bat.min <sup>-1</sup>	$VO_{2max}$ ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	$vVO_{2max}$ km.h <sup>-1</sup>	Ec-16 % $VO_{2max}$	LAN % $VO_{2max}$	LAN km.h <sup>-1</sup>
Médio	185,2 ± 8,6	59,5 ± 6,7	18,8 ± 1,5	90,5 ± 6,9	81,7 ± 5,6	14,5 ± 1,7
Lateral	184,2 ± 11,8	59,3 ± 3,6	18,9 ± 1,0	87,4 ± 6,7	80,8 ± 6,5	14,4 ± 1,2
Central	184,6 ± 9,1	56,8 ± 5,5	18,5 ± 1,1	91,6 ± 7,4	80,2 ± 5,2	14,0 ± 1,0
Avançado	182,4 ± 8,2	54,9 ± 8,2	18,4 ± 1,0	94,9 ± 5,7	82,5 ± 6,5	12,9 ± 1,3

A análise dos resultados permitiu-nos verificar as seguintes diferenças, estatisticamente significativas, entre futebolistas de acordo com a respectiva especialização funcional.

- entre Laterais e Avançados.
- $vL_{AN}$  - ( $F(3-61) = 4,6, p = 0,006$ ).
- entre Laterais e Avançados.
- entre Médios e Avançados.

$VO_{2-16}$  ( $\%VO_{2max}$ ) - ( $F(3-85) = 4,3, p = 0,007$ ).

#### Análise da cinética do lactato

**TABELA 5** - Valores médios ( $\pm$  sd) do nível de concentração de lactato no sangue após prova de esforço máxima em equipes de futebol de diferente nível competitivo.

Amostra	n	Lactatémia *		
		mmol.l <sup>-1</sup>		
		3'	5'	10'
<b>1a. Divisão</b>	44	8,2 $\pm$ 1,6	8,6 $\pm$ 1,6	7,7 $\pm$ 1,7
<b>2a. Divisão</b>	18	8,1 $\pm$ 0,2	8,8 $\pm$ 2,4	8,7 $\pm$ 2,0
<b>3a. Divisão</b>	12	8,1 $\pm$ 1,7	8,1 $\pm$ 1,8	7,2 $\pm$ 1,7
<b>4a. Divisão</b>	15	8,2 $\pm$ 1,7	8,4 $\pm$ 1,7	7,7 $\pm$ 1,8

\* Diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

A análise das equipes permitiu verificar um perfil idêntico na evolução da lactatémia pós-esforço máximo. O mesmo perfil

evolutivo foi verificado quando se analisaram os jogadores em função da posição, conforme podemos ver no TABELA 6.

**TABELA 6** Valores médios ( $\pm$  sd) do nível de lactatémia em futebolistas, após prova de esforço máxima e em função da especialização funcional.

Amostra	n	Lactatémia *		
		mmol.l <sup>-1</sup>		
		3'	5'	10'
<b>Médio</b>	26	8,1 $\pm$ 2,1	8,6 $\pm$ 2,0	7,7 $\pm$ 2,1
<b>Lateral</b>	20	8,6 $\pm$ 1,7	8,8 $\pm$ 1,6	7,8 $\pm$ 1,7
<b>Central</b>	22	8,1 $\pm$ 1,2	8,4 $\pm$ 1,4	7,7 $\pm$ 1,5
<b>Avançado</b>	21	8,0 $\pm$ 1,5	8,1 $\pm$ 1,5	7,2 $\pm$ 1,5

\* Diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

#### Avaliação motora (impulsão vertical)

Os resultados demonstram a homogeneidade dos jogadores das várias divisões,

o que impossibilita qualquer tipo de discriminação a partir deste indicador.

**TABELA 7** - Valores médios ( $\pm$  sd) do SJ e CMJ de várias equipes de futebol de diferente nível competitivo.

Amostra	SJ *	CMJ *
	(cm)	(cm)
<b>1a. Divisão</b>	35,3 $\pm$ 4,3	36,6 $\pm$ 5,2
<b>2a. Divisão</b>	35,8 $\pm$ 6,0	36,4 $\pm$ 6,5
<b>3a. Divisão</b>	37,2 $\pm$ 3,7	37,9 $\pm$ 4,9
<b>4a. Divisão</b>	34,9 $\pm$ 4,1	36,4 $\pm$ 3,6

\* Diferenças não significativas ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 8** - Valores médios ( $\pm$  sd) de SJ e CMJ de futebolistas de acordo com a especialização funcional.

Amostra	SJ (cm)	CMJ (cm)
Médios	33,4 $\pm$ 4,9	34,8 $\pm$ 5,7
Laterais	35,7 $\pm$ 4,2	36,3 $\pm$ 4,6
Centrais	36,3 $\pm$ 3,9	38,1 $\pm$ 4,6
Avançados	37,5 $\pm$ 4,3	37,9 $\pm$ 4,9

O teste multivariado aos dois indicadores da força explosiva entre jogadores de futebol em função da especialização funcional evidenciou um  $\Delta$  de Wilks = 0,8084 com um  $\chi^2$  (9) = 17,977,  $p = 0,0354$ .

Apesar do significado estatístico do teste multivariado, a qualidade do ajuste dos compósitos lineares é manifestamente reduzida, o que evidencia uma grande variação em função das posições específicas bem como da sua sobreposição no espaço das variáveis.

## DISCUSSÃO

Vários estudos demonstraram elevados índices de correlação entre a percentagem de gordura e o rendimento desportivo (Boileau & Lohman, 1977; Housh, Thorland, Johnson & Tharp, 1988), evidenciando-se como postulado a incompatibilidade entre a excelência competitiva e altos índices de adiposidade subcutânea. Valores ótimos de adiposidade são impossíveis de definir, apresentando no entanto cada modalidade desportiva um perfil mais ou menos diferenciado. O mínimo de gordura específico de cada atividade desportiva é difícil de determinar, pois são vários os fatores que podem condicionar a validação do perfil de adiposidade de um dado grupo de atletas. No entanto, o peso supérfluo onera energeticamente qualquer atividade desportiva. O fulcro das preocupações no âmbito desportivo, referente à validação dos conceitos acerca da composição corporal assenta no fato de saber qual a combinação ideal de massa magra e gordura, que contribui para a "performance" nas várias atividades desportivas.

Os valores ótimos de gordura corporal para futebolistas são difíceis de definir. Wilmore & Costill (1987) apresentam os valores polares de 7 e 12%.

O nosso estudo demonstrou a inexistência de diferenças com significado estatístico, em relação à percentagem de gordura corporal, quer entre as várias equipes quer entre os jogadores em função da especialização funcional, o que demonstra a pequena variabilidade deste indicador.

Os resultados de outros autores portugueses (Barata, Horta, Matos & Miller, 1993) corroboram os nossos, pelo que podemos induzir que os futebolistas portugueses apresentam valores de reduzida variabilidade de gordura corporal.

Quer-nos parecer que existe uma certa estabilidade na composição corporal de atletas, que salvo raríssimas exceções, não é afetado pelos comportamentos dietéticos e ocupacionais dos períodos não competitivos. Estas considerações são comprovadas por Vos (1980). Portanto são admissíveis pequenas variações dos valores de gordura corporal, que no caso dos futebolistas parecem não afetar o nível de rendimento desportivo.

Quando considerados os futebolistas de acordo com a respectiva especialização funcional, a amplitude de variação das médias da percentagem de gordura é pequena (10,7  $\pm$  2,2 dos laterais para 12,1  $\pm$  2,9 dos avançados). Malgrado a inexistência de diferenças com significado estatístico entre as várias posições, denota-se nos avançados uma superior tendência para a acumulação de adiposidade subcutânea, que tem a ver no nosso entender, com o perfil dos deslocamentos no treino específico deste tipo de futebolistas.

Os laterais apresentam um índice menor de gordura, e a mesma quantidade de massa magra dos avançados, o que os torna mais econômicos, já que a diferença de peso entre estes dois tipos de futebolistas é feita a expensas da gordura supérflua, o que inexoravelmente afeta o perfil dos deslocamentos dentro do campo.

Existe uma certa relação entre a especificidade funcional de um atleta e o seu perfil somático (Janeira, 1994), o que no caso do futebol se evidencia com clareza. Assim os avançados e centrais, são em média mais altos e mais pesados que os médios e laterais, o que se relaciona com o perfil típico de deslocamentos específicos (Rebelo, 1993), e pressupõe um processo seletivo natural dos sujeitos para a função. A superior mobilidade dos médios e laterais expressa-se entre outros indicadores num perfil somático típico.

A análise comparativa dos nossos resultados com outras amostras apresenta grandes dificuldades, em virtude da variedade de metodologias empregues. Os nossos resultados são corroborados pelos estudos de Brewer & Davis (1991), Puga, Ramos, Agostinho, Lomba, Costa e Freitas (1991) e Rahkila & Luhtanen (1991) e contrariados por outros autores. White, Emery, Kane, Groves & Risman (1988) encontraram valores de gordura corporal muito superiores aos do nosso estudo, bem como Brewer & Davis (1991) em amadores. Causarano, Bela, Bonifazi, Martelli & Carli (1991), Heller, Procházka, Bunc, Dlouhá & Novotny (1991) e Novak, Bestit, Mellerowicz & Woodward (1978) detectaram valores inferiores aos nossos.

No presente estudo o  $VO_{2max}$  como indicador que consubstancia a possibilidade de manutenção de uma certa qualidade de jogo, expressa na densidade dos estímulos (relação esforço-recuperação) não permitiu discriminar as várias equipas em função do nível competitivo. Os nossos dados são contrariados pelo estudo de Ekes, Antony & Malomsoki (1974) que conseguiu, no campeonato húngaro da 1.ª divisão relacionar a "performance" competitiva com os valores de  $VO_{2max}$ . No entanto Roi, Pea, De Rocco, Cripa, Benassa, Cobelli & Rosa (1991) detectaram valores idênticos de  $VO_{2max}$  numa equipa de futebol italiana no decurso de seis anos de estudo e com resultados tão díspares como um 6.º lugar em 88/89 e descida de divisão em 86/87. Medelli, Jullien & Freville (1988) encontraram valores idênticos de  $VO_{2max}$  entre duas equipas (1.ª e 3.ª divisões) do futebol belga. Bangsbo (1993) concluiu que esta variável não é crucial para a alta "performance" no futebol. Embora, no nosso entender, o  $VO_{2max}$  "per se" não nos permita prever o nível competitivo de uma equipa, é um fator a ter em conta na melhoria da condição física geral. Uma determinada qualidade e constância de esforço são incompatíveis com níveis de aptidão aeróbia similares às dos sedentários. O futebol

moderno exige uma certa aptidão aeróbia que, alguns estudos comprovam, será tanto maior quanto mais elevado for o nível competitivo duma equipa (Ekblom, 1986; Schonholzer, 1980; Vos, 1980). No entanto, este dado não pode ser absolutizado já que vários estudos comprovam resultados conflitantes:

- 3.ª divisão (TSV Battenberg) –  $69,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Nowacki, Cai, Buhl & Krummelbein, 1988);
- Seleção Nacional Alemã de 1974 (Campeã do Mundo) –  $55,9 \pm 4,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Nowacki, Hafermann & Psiorz, 1984);
- Seleção Nacional Alemã de 1978 –  $62,0 \pm 4,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Hollman, Liesen, Mader, Heck & Rost, 1981);
- Seleção Nacional Alemã de 1981/82 (2.º lugar no Campeonato do Mundo) –  $59,5 \pm 5,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Nowacki & Castro, 1984).

Estes dados são comprovados pelo estudo de Faina, Gallozzi, Lupo, Colli, Sassi & Marini (1988) que encontraram em futebolistas amadores italianos uma potência máxima aeróbia superior a dos profissionais.

Como corolário, a análise dos nossos dados permite salientar algumas ilações, que em certa medida corroboram os dados atrás expressos referentes ao futebol alemão:

- a similitude das equipas da 1.ª divisão, 3.ª divisão e 4.ª divisão quanto aos valores da potência máxima aeróbia
- que os valores, ligeiramente mais baixos, da equipa da 2.ª divisão são resultado do nível de treino reduzido aquando da realização dos testes, e não de qualquer diferença potencialmente diferenciadora do nível competitivo.
- que os valores ligeiramente mais elevados do  $VO_{2max}$  da equipa da 4.ª divisão estariam relacionados com a média de idades mais baixa; como o aumento da idade está correlacionado negativamente com o  $VO_{2max}$  (Wilmore & Costill, 1994) poderíamos ser levados a admitir que a potência máxima aeróbia da equipa da 3.ª divisão seria fruto desse fato e não das adaptações específicas do treino que caracteriza o futebol deste escalão competitivo. No entanto, pensamos que, pelo menos no caso do futebol português a possibilidade de discernir a correspondência entre o nível competitivo de uma equipa, e o seu potencial máximo aeróbio (expresso pela determinação laboratorial do  $VO_{2max}$ ) é manifestamente difícil, como comprovamos pela análise dos dados do nosso estudo.

Novack et alii (1978) afirmam que para um tipo de futebol, tecnicamente impressionante,

de contenção e de transições lentas, um  $VO_{2max}$  variando entre os 50 e 60  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  é suficiente; mas para um futebol, mais vivo, pressionante e agressivo, como o alemão e inglês, tais valores são insuficientes. Estas considerações também podem ser postas em causa, já que White et alii (1988) encontraram em 17 jogadores da 1.ª divisão inglesa valores médios de  $VO_{2max}$  de  $49,6 \pm 1,2 ml.kg^{-1}.min^{-1}$ , o mesmo se verificando quanto ao competitivo futebol alemão: Eintracht Frankfurt ( $55,9 \pm 4,7 ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) e FC Kaiserslautern ( $52,7 \pm 7,2 ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) (Nowacki et alii, 1988). Estes valores são similares aos por nós encontrados e que evidenciam uma certa ineficácia deste indicador para discriminar o perfil competitivo das equipes. Pensamos com Reilly & Thomas (1979) que uma boa aptidão aeróbia é a condição-base para a manifestação de outras qualidades, essas sim, verdadeiramente definidoras de um futebol de qualidade.

Quanto ao perfil aeróbio máximo dos jogadores em função da posição em campo, o presente estudo permite-nos verificar diferenças com significado estatístico entre laterais e avançados ( $p < 0,05$ ). Os valores mais baixos de  $VO_{2max}$  dos avançados estão em concordância com o perfil dos deslocamentos em jogo e treino. No entanto outros estudos (Bangsbo, 1993; Rahkila & Luhtanen, 1991) permitem verificar nos avançados um superior perfil aeróbio máximo. Pensamos que tal se verifica com o tipo de futebol praticado e com o empenhamento e/ou profissionalismo deste tipo de jogadores no futebol português. Os médios e laterais da nossa amostra apresentam um  $VO_{2max}$  ligeiramente superior o que é corroborado por outros estudos (Bangsbo, 1993). No entanto no futebol inglês de há 20 anos, caracterizado pelo célebre “kick and rush” com a bola a transitar em passes largos entre a defesa e os avançados, a ação dos médios estava reduzida o que se refletia no respectivo perfil aeróbio (Raven, Gettman, Pollack & Cooper, 1976). A análise dos dados permite detectar uma certa correspondência entre o perfil funcional em jogo de um atleta e o seu perfil aeróbio, qualquer que seja o indicador utilizado. Alguns autores conseguiram caracterizar o jogador a partir do perfil dos respectivos tipos de deslocamento (Ekblom, 1986; Reilly & Thomas, 1976).

Existe sem dúvida uma correspondência entre o perfil de jogo, o estatuto posicional, o nível de atividade de um futebolista e o seu perfil fisiológico. Paul Breitner desempenhando em 1974 as funções de lateral

(defesa ofensivo) caracterizava-se por um  $VO_{2max}$  de  $66,4 ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ; em 1982 jogando na posição de central o  $VO_{2max}$  baixou para  $60,7 ml.kg^{-1}.min^{-1}$  (Nowacki et alii, 1988). Embora a diferença de oito anos, entre os dois momentos de análise, permita especular que a progressiva diminuição do consumo máximo de oxigênio se deveu aos efeitos deletérios da idade, pensamos que em atletas de elite, o treino sistemático obsta a tal efeito negativo, e que as diferenças nos valores são o resultado da adaptação às solicitações específicas da posição. No futebol português o relativo estatismo dos centrais e avançados, que consubstancia a especificidade da respectiva dinâmica de jogo, determina a especificidade fisiológica destes atletas que se reflete, entre outros indicadores no consumo máximo de oxigênio.

A economia de corrida é definida como a relação entre o consumo de oxigênio e a velocidade de corrida a intensidades submáximas, ou seja caracteriza as exigências aeróbias da corrida (Daniels & Daniels, 1992). É um verdadeiro indicador do perfil aeróbio de um atleta fundamentalmente quando relativizado ao consumo máximo de oxigênio.

O dispêndio energético (expresso em  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ) a uma intensidade de corrida correspondente a  $16 km.h^{-1}$ , não diferencia as equipes das várias divisões. É de salientar a quase perfeita homogeneidade das amostras no respeitante a este indicador, já que todas se situam dentro de uma amplitude de variação muito reduzida ( $51,0-51,9 ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ).

De salientar a pior condição aeróbia da equipe da 2.ª divisão, expressa pelo  $VO_{2-16.\%VO_{2max}}$ , que pensamos resultar do nível reduzido de treino global, por estar no período pré-competitivo. Os indicadores submáximos são muito sensíveis ao nível de treino (Svedenhag, 1992).

Quanto à análise comparativa destes indicadores nos futebolistas, a partir da especialização funcional, denota-se de igual forma uma certa homogeneidade, com diferenças com significado estatístico somente entre os laterais e avançados, e incidindo nos resultados dos indicadores relativizados aos valores máximos ( $VO_{2-16.\%VO_{2max}}$ ).

Os laterais modernos são como diz Nowacki et alii (1988) os “defesas ofensivos”, pelo que a abrangência de tarefas solicita-lhes um nível de atividade que se reflete inequivocamente nos indicadores da potência e capacidade aeróbias. Os

dados do presente estudo corroboram a menor condição aeróbia dos avançados e evidenciam os laterais como os jogadores com superior perfil aeróbio, considerado este quer na vertente máxima quer na submáxima.

O futebol é uma modalidade desportiva caracterizada por esforços intermitentes, de extensão variada e de periodicidade aleatória. Assim a detecção do perfil adaptativo dos futebolistas por testes contínuos pode não caracterizar com eficácia estes atletas. No futebol moderno são a qualidade e quantidade de esforços de grande intensidade e de curta duração que diferenciam o futebol de grande nível competitivo (Ekblom, 1986; Reilly & Thomas, 1976). No entanto, se considerarmos o treino um processo global a potenciação dos mecanismos aeróbios (máximos e submáximos) releva fundamentalmente da eficácia dos processos de recuperação e da economia bioenergética. O menosprezo por estas preocupações, justifica em parte os valores baixos de alguns indicadores de condição física que caracterizam os futebolistas portugueses.

Este indicador é um dos mais fiáveis na constatação da aptidão aeróbia. Consubstancia o patamar máximo de trabalho em equilíbrio metabólico. Quanto mais alto, ou seja quanto mais próximo do  $VO_{2max}$  este limiar estiver maior é a capacidade de trabalho em "steady-state" que um indivíduo pode desenvolver. Temos no entanto de relativizar o  $L_{AN}$  à capacidade de trabalho, ou seja à potência desenvolvida nesse limiar.

Os valores deste indicador nas várias divisões de futebol encontram-se todos abaixo dos  $50 \text{ ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}$ , correspondendo a percentagens do  $VO_{2max}$  variando entre os 76,0% e os 84,5%.

Pela análise dos vários indicadores relacionados com o  $L_{AN}$ , evidencia-se a melhor condição dos jogadores da 3a. divisão, que já vinha a ser indiciada por outros indicadores ( $VO_{2max}$ ,  $VO_{2-16}$ ). O simples fato da média das idades ser menor nesta amostra, não justifica totalmente as diferenças encontradas. Quer-nos parecer que nos juniores se trabalha mais e melhor do que nos seniores, que os atletas mais jovens se mantêm mais ativos fora dos períodos competitivos, que apresentam maior apetência para o treino e que treinam normalmente com mais intensidade. Estas asserções de índole especulativa foram em parte comprovadas pela nossa experiência como técnico.

Se, como vimos, o  $VO_{2max}$  não tem força discriminativa para a caracterização funcional da nossa amostra, os indicadores

submáximos já começam a definir perfis de condição física, que, de igual forma, não se podem relacionar com o nível competitivo. Caracterizam somente as equipas integrantes da nossa amostra. O universo que pretendemos conhecer, a partir do estudo das amostras por nós selecionadas, apresenta-se, pelos dados do presente estudo, extremamente heterogêneo. Acreditamos que esta constatação corresponde à realidade.

É interessante verificar que os valores por nós encontrados correspondentes ao limiar anaeróbio respiratório são idênticos aos encontrados, para futebolistas dinamarqueses de elite, por Bangsbo (1993) para o limiar láctico das  $3 \text{ mmol.l}^{-1}$

Quando se relativizam ao  $VO_{2max}$ , para a elite dinamarquesa o limiar láctico de  $3 \text{ mmol}$ , e para a nossa amostra o  $L_{AN}$  respiratório, verifica-se uma similitude de valores. Isto poderá significar, salvas as diferenças de nível de condição física entre as duas amostras, que o limiar láctico de  $3 \text{ mmol}$  se correlaciona muito bem com o limiar anaeróbio respiratório. Schulz & Fromme (1993) determinaram o limiar anaeróbio respiratório com uma concentração de lactato sanguíneo de  $2,19 \pm 1,1 \text{ mmol.l}^{-1}$  em 11 triatletas. Parecem confirmar-se as diferenças entre o limiar anaeróbio respiratório e o limiar láctico de  $4 \text{ mmol}$ .

A homogeneidade das nossas amostras de futebolistas, no concenente ao  $L_{AN}$ , é manifesta. No entanto temos de relativizar os dados a outros fatores. Pela análise das nossas amostras verificamos que os laterais atingem o  $L_{AN}$  aos  $47,7 \pm 3,8 \text{ ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}$  (80,8% do  $VO_{2max}$ ) enquanto os avançados fazem-no aos  $44,2 \pm 5,0 \text{ ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}$  (82,5% do  $VO_{2max}$ ). Estes dados devem ser relativizados à capacidade de trabalho.

O limiar anaeróbio nos avançados, embora mais elevado em termos de percentagem do  $VO_{2max}$ , é indutor de um superior gasto energético. Portanto menos trabalho por kg-peso corporal pode ser desenvolvido, o que é perfeitamente evidenciado pela  $vL_{AN}$  que é significativamente ( $p < 0,05$ ) mais baixa.

Os avançados diferenciam-se claramente dos médios e laterais quanto à  $vL_{AN}$ , o nos permite evidenciar a incapacidade discriminativa dos indicadores ventilatórios do  $L_{AN}$ , que por si só escamoteiam parte importante da informação, embora outros estudos, em outros jogos desportivos coletivos, no caso basquetebol (Janeira, 1994) permitem validar o  $L_{AN}$  como fator discriminante do nível de "performance", o que nós pomos em causa.

O nó górdio da questão da validação do  $L_{AN}$  entronca na necessidade de correlacionar os indicadores ventilatórios ( $VO_2L_{AN}$  e  $L_{AN} \cdot \%VO_{2max}$ ) à intensidade de trabalho desenvolvida nesse patamar (expressa em  $km \cdot h^{-1}$  ou  $Watt \cdot kg^{-1}$ ).

O  $L_{AN}$  deve ser relativizado à velocidade desenvolvida nesse patamar. Tomemos por referência o melhor valor de  $L_{AN}$  dos futebolistas deste estudo e dum maratonista de elite de um estudo de Santos (1995).

**Sujeito A** (futebolista) 94% do  $VO_{2max}$ ,  $57,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

**Sujeito B** (maratonista) 96,6% do  $VO_{2max}$ ,  $67,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

Só que enquanto os 94% do futebolista correspondem a uma velocidade de 16 km por hora, os 96,6 % do maratonista dizem respeito a uma velocidade de 24 km por hora.

Daqui ressalta a necessidade de relativizarmos o  $L_{AN}$  ou o limiar láctico à potência de trabalho desenvolvida.

O  $L_{AN}$  detectado por outros autores é idêntico aos nossos valores. Assim Rahkila & Luhtanen (1991) encontraram valores de  $47,0 \pm 4,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  ( $\pm 83\%$  do  $VO_{2max}$ ) para futebolistas finlandeses de elite. Bunc, heller & Procházka (1991) e Vanfraechem & Thomas (1991) definem, respectivamente, valores de 80% e 77% do  $VO_{2max}$  para futebolistas de nível internacional. Pensamos, que o  $L_{AN}$  de jogadores de nível internacional deve ser o mais alto possível. Embora, por si só, este indicador não permita diferenciar futebolistas de alto nível, julgamos essencial uma boa capacidade de trabalho (ritmo e intensidade) sem entrar em acentuada acumulação de lactato e a conseqüente acidose que lhe está relacionada.

No presente estudo denotamos uma grande homogeneidade na cinética do lactato entre as várias equipes, homogeneidade essa que se acentua quando consideramos os futebolistas de acordo com a respectiva especialização funcional. O pico de lactato nas várias equipes varia entre 7,8 e  $9,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ , o que expressa uma amplitude reduzida, que ainda é menor quando considerados os jogadores por posições específicas. Não se consegue a partir deste indicador discriminar as várias equipes em função do nível competitivo. Se analisarmos as várias equipes no concernente à taxa de remoção de lactato (diferencial entre cinco e 10 minutos), evidencia-se a equipe da 2a. divisão por ter sido a única equipe a ser testada no período pré-competitivo, o que poderá indiciar que os mecanismos de remoção de lactato estão “destreinados” Bangsbo (1993) encontrou em

jogadores da 2a. divisão picos de lactatemia superiores aos de 1a., o que não corrobora os dados do presente estudo. De igual forma encontrou picos de lactatemia mais baixos para os laterais em relação aos jogadores de outras posições, o que se não verificou no presente estudo com respostas homogêneas de todos os jogadores

Na comparação dos nossos resultados com os de Bangsbo (1993) constatamos que os futebolistas das nossas amostras apresentam uma lactatemia mais baixa, com picos de lactato manifestamente inferiores ( $9,1$  para  $12,9 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ ). Pensamos que este desfasamento se deve prender com as diferenças protocolares.

É interessante verificar que a taxa de remoção não apresenta, em equipes treinadas, grande variabilidade, o que indicia que a cinética deste indicador após passagem para a corrente sangüínea não varia muito, entre as várias equipes. Estes dados são corroborados por Bassett, Merrill, Nagle, Agre & Sampredo (1991) que encontraram um perfil idêntico na “clearance” do lactato sangüíneo em indivíduos treinados e destreinados. A validação dos processos glicolíticos no futebol carece de estudos mais aprofundados, pois se alguns autores não acham importante no futebol a capacidade láctica (Arcelli, Assi & Sassi, 1980; Withers, Maricic, Wasilewski & Kelly, 1982) a expressão da lactatemia em alguns momentos de jogo é deveras significativa (Gerisch, Rutenmoller & Weber, 1988), bem como os níveis de depleção glicogênica no final do jogo (Saltin, 1973; Smaros, 1980), o que nos deve levar a reequacionar a importância da glicólise como processo fundamental de apoio energético no futebol.

O problema que se levanta diz respeito à importância do treino de “tolerância láctica” para o futebol. Pensamos que em alguns momentos de jogo, a expressão da potência láctica é importante, embora seja difícil de concretizar o nível dessa expressão (Tumilty, Hahn & Telford, 1988).

Pela análise dos nossos resultados podemos verificar que o perfil de força explosiva das várias equipes da nossa amostra é muito idêntico. A amplitude dos valores médios (em cm) do SJ ( $35,0 - 37,2$ ) e CMJ ( $35,6 - 37,9$ ) permite verificar por um lado a homogeneidade das amostras, e fundamentalmente o diferencial de valores entre o CMJ e SJ, o que vem demonstrar uma marcante ineficácia de reutilização da energia elástica armazenada na fase excêntrica do movimento de salto. O diferencial entre o CMJ e SJ (índice de elasticidade) nos futebolistas do

presente estudo varia entre 0,3 e 2,1. Futebolistas analisados noutros estudos apresentam valores mais elevados quer dos saltos quer do diferencial entre saltos. Eis alguns valores: SJ – 37,0; CMJ – 43,5 (Bosco, 1991), SJ – 40,4; CMJ – 43,5 (Faina, Gallozzi, Lupo, Colli, Sassi & Marini, 1988), SJ – 35,8; CMJ – 38,6 (Luhtanen, 1989), SJ – 45,0; CMJ – 53,3 (Taiana, Gréhaigne & Cometti, 1993). O diferencial positivo da nossa amostra de futebolistas é de cerca de 3%. Bosco (1980) encontrou em seis jogadores da Juventus um diferencial positivo de 19,2%. Evidenciamos que o diferencial é positivo, porque em alguns sujeitos da nossa amostra a diferença CMJ-SJ apresentou valores negativos, o que denota uma completa descoordenação de movimentos, inoperância técnica bem como uma fragilidade muscular surpreendente em que se não conseguem manifestar as qualidades de elasticidade muscular.

Parece indiscutível que os futebolistas portugueses, na comparação dos níveis de força explosiva, com as amostras internacionais do mesmo nível, apresentam valores médios inferiores, que correspondem na nossa opinião, à negligência do treino dos fatores relacionados com a força. Os valores médios da nossa amostra, são iguais aos dos amadores italianos avaliados por Faina et alii (1988).

A análise dos resultados dos futebolistas do presente estudo, no respeitante à avaliação da força explosiva, não permite discriminar as equipas em função do nível competitivo. Isto somente quer significar uma nivelção por baixo.

Se a análise global, permite detectar uma clara homogeneidade, a análise deste indicador a partir da especificidade funcional ganha contornos mais diferenciadores, embora o tratamento estatístico verifique uma grande variação em função das posições específicas e a reclassificação dos elementos nos grupos originais demonstra uma interpenetração classificativa. Somente cerca de 36% dos sujeitos estão corretamente classificados, o que vem reforçar a

nossa tese de que é muito difícil encontrar um indicador que diferencie claramente os jogadores por posições.

Assim, e em correspondência com o perfil dos deslocamentos habitualmente desenvolvidos durante o jogo, os laterais e médios, apresentam valores ligeiramente menores de força explosiva do que os avançados e centrais, que mais do que indiciar um treino específico, resulta na nossa opinião de uma adaptação à função (mais saltos), e fundamentalmente da maior quantidade de massa muscular, pois existe uma relação entre a área da seção transversa do músculo e os índices de força (Viitasalo, 1980).

Sabemos que as exigências multivariadas do futebolista tornam-no, em termos de condição física, mais um generalista do que um especialista.

Daí ressalta a impossibilidade de o caracterizarmos à luz de um só indicador. Se como afirmam Faina et alii (1988), os indicadores que melhor diferenciam a elite da não elite no futebol são os relacionados com a condição neuromuscular (força explosiva, potência aláctica, coordenação e elasticidade), os resultados do presente estudo falham nesse propósito a partir da análise da força explosiva e da elasticidade.

As conclusões mais salientes deste estudo são:

- a) A dificuldade de discriminação de níveis de “performance” no futebol a partir dos indicadores consagrados neste estudo;
- b) Que a emergência de indicadores com força discriminativa é circunstancial e não possibilita assacar qualquer nexos diferenciador acerca dos níveis de “performance” das várias equipas;
- c) Que a nível da análise dos jogadores em função da especialização funcional os resultados corroboram grande parte dos estudos específicos com outras populações;
- d) Que os indicadores analisados neste estudo somente sofrem ligeiras variações durante o período de repouso entre épocas.



---

**ABSTRACT**
**A COMPARATIVE STUDY OF PHYSIOLOGICAL, ANTHROPOMETRIC, AND MOTOR CHARACTERISTICS OF SOCCER PLAYERS OF DIFFERENT COMPETITIVE LEVELS**

The aim of this study was to compare the main characteristics of soccer players among athletes of the four national Portuguese divisions. Eighty-nine players of four teams were used as a overall sample. The players were analysed according to the specific positions in the field. The physiological tests used were:  $VO_{2max}$ , anaerobic threshold and run economy (all of these tests were performed on treadmill). The anthropometric measures included body composition and somatotype. The squat jump test and the counter movement test were also used as a motor evaluation. The main results show similar characteristics in the four teams in spite of the different competitive levels. A slight non-significant difference was found in the team of lowest level according to some physical parameters. The body fat was not significantly different among the different teams. Concerning aerobic power, the mid-fielders and the lateral players showed the higher values. The defenders and the strikers showed a higher mechanical power in the legs. The main conclusions are: a) the indicators used in this study were unable to discriminate the players according to competitive level; b) the four teams were similar in terms of strength. The differences among players were randomised; c) the analysis according to the specific positions in the field are in accordance with the literature; d) the parameters analysed in this study only suffer slight variations between competitive seasons.

UNITERMS: Soccer Anaerobic threshold;  $VO_{2max}$  ; Running economy; Body composition; Explosive index of lower limbs.

---

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARCELLI, E.; ASSI, T.E.; SASSI, R. Endurance and football. In: VECCHIET, L., ed. **Proceedings of the 1st. International Congress on Sports Medicine Applied to Football**. Roma, 1980. v.2, p.639-42.
- BANGSBO, J. **The physiology of the soccer, with special reference to intense intermittent exercise**. Copenhagen, August Krogh Institute/University of Copenhagen, 1993.
- BARATA, J.; HORTA, L.; MATOS, L.; MILLER, R. Body composition of elite portuguese football players according to their position. In: FIMS EUROPEAN SPORTS MEDICINE CONGRESS, 7., Nicosia, 1993. **Abstract**. Nicosia, 1993. p.65.
- BASSETT J.R.; MERRILL, P.W.; NAGLE, F.J.; AGRE, J.C.; SAMPEDRO, R. Rate of decline in blood lactate after cycling exercise in endurance-trained and untrained subjects. **Journal of Applied Physiology**, v.70, p.1816-20, 1991.
- BOILEAU, R.A.; LOHMAN, T.G. The measurement of human physique and its effects on physical performance. **Orthopedic Clinics of North America**, v.8, p.563-81, 1977.
- BORMS, J. **Kinanthropometry: a post graduate course**. Lisboa, ISEF/Universidade Técnica de Lisboa, 1987.
- BOSCO, C. Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. In: DEPORTE & entrenamiento. Barcelona, Editorial Paidotribo, 1991.
- \_\_\_\_\_. Elasticity and football. In: VECCHIET, L., ed. **Proceedings of the 1st. International Congress on Sports Medicine Applied to Football**. Roma, 1980. v.2, p.629-38.
- BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **European Journal of Applied Physiology**, v.50, p.273-82, 1983.
- BREWER, J.; DAVIS, J.A. A physiological comparison of English professional and semi-professional soccer players. In: WORLD CONGRESS ON SCIENCE AND FOOTBALL, 2., Holanda, 1991. **Abstracts**. Holanda, 1991.
- BUNC, V.; HELLER, J.; PROCHÁZKA, L. Physiological characteristics of Czech top football players. In: WORLD CONGRESS ON SCIENCE AND FOOTBALL, 2., Holanda, 1991. **Abstracts**. Holanda, 1991.
- CAUSARANO, A.; BELA, E.; BONIFAZI, M.; MARTELLI, G.; CARLI, G. Physiological and metabolic evaluation of professional soccer players. In: WORLD CONGRESS ON SCIENCE AND FOOTBALL, 2., Holanda, 1991. **Abstracts**. Holanda, 1991.

- DANIELS, J.; DANIELS, N. Running economy of elite male and elite female runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.483-9, 1992.
- DAVIS, J.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, p.6-18, 1985.
- DURNIN, J.V.G.A.; WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.77-97, 1974.
- EKBLOM, B. Applied physiology of soccer. **Sports Medicine**, v.3, p.50-60, 1986.
- EKES, E.; ANTONY, B.; MALOMSOKI, J. Maximal O<sub>2</sub> uptake of top soccer players in Hungaria. **Testnev Sporteu Szemle**, v.15, p.265-9, 1974.
- FAINA, M.; GALLOZZI, C.; LUPO, S.; COLLI, R.; SASSI, R.; MARINI, C. Definition of the physiological profile of the soccer player. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVID, K.S.; MURPHY, W.J., eds. **Science and football**. London, E.& F.N. Spon, 1988. p.158-63.
- FELDMAN, D.; GAGNON, J.; HOFMAN, R.; SIMPSON, J. **StatView 512<sup>TM</sup>**: the interactive statistics and graphics package. Calabasa, Brain Power, 1985.
- GERISCH, G.; RUTEMOLLER, E.; WEBER, K. Sports medical measurements of performance in soccer. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVID, K.S.; MURPHY, W.J. **Science and football**. London, E.& F.N. Spon, 1988. p.60-7.
- HELLER, J.; PROCHÁZKA, L.; BUNC, V.; DLOUHÁ, R.; NOVOTNY, J. Functional capacity in top league football players during competitive period. In: WORLD CONGRESS ON SCIENCE AND FOOTBALL, 2., Holanda, 1991. **Abstracts**. Holanda, 1991.
- HOLLMAN, W.; LIESEN, H.; MADER, A.; HECK, H.; ROST, R. Zur Hochst und Dauerleistungsfähigkeit der deutschen Fussball-Spitzenpieler. **Deutsche Zeitschrift fur Sportmedizin**, v.32, p.113-20, 1981.
- HOUSH, T.J.; THORLAND, W.G.; JOHNSON, G.O. E THARP, G.D. Body composition variables as discriminants of event participation in elite adolescent male track and field athletes. **British Journal of Sports Sciences**, v.2, p.3-11, 1984.
- JANEIRA, M.A.A.S. **Funcionalidade e estrutura de exigências em basquetebol: um estudo univariado e multivariado em atletas seniores de alto nível**. Porto, 1994. Dissertação (Doutorado) – FCDEF da Universidade do Porto.
- LUHTANEN, P.H. Biomeccanica del calcio. **Scuola dello Sport**, v.15, p.61-70, 1989.
- MEDELLI, J.; JULLIEN, H.; FREVILLE, M. Le contrôle médical de l'entraînement dans la pratique du football. **Cinésiologie**, v.122, p.305-12, 1988.
- NORUSIS, M.J. **SPSS: advanced statistics user's guide**. Chicago, SPSS, 1990.
- NOVAK, L.P.; BESTIT, C.; MELLEROWICZ, H.; WOODWARD, W.A. Maximal oxygen consumption, body composition and anthropometry of selected olympic male athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.18, p.139-51, 1978.
- NOWACKI, P.E.; CAI, D.Y.; BUHL, C.; KRUMMELBEIN, U. Biological performance of german soccer players (professionals and juniors) tested by special ergometry and treadmill methods. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVID, K.S.; MURPHY, W.J., eds. **Science and football**. London, E.& F.N. Spon, 1988. p.145-57.
- NOWACKI, P.E.; CASTRO, P. Development of the biological performance of German national football teams (juniors and professionals). In: BACHL, N.; PROKOP, L.; SUCKERT, R., eds. **Current topics in sports medicine: proceedings of the World Congress of Sports Medicine**. Viena, 1984.
- NOWACKI, P.E.; HAFERMANN, P.; PSIORZ, J.H. Entwicklung des biologischen Leistungsprofils der Deutschen Fussballmannschaften, 1974-1982. In: JESCHKE, D., ed. **Stellenwert der Sportmedizin in Medizin und Sportmedizin 2: Symposium der Sektion "Sportmedizinische Forschung und Lehre an den Hochschulen" des Deutschen Sportarztebundes**. Berlin, Springer-Verlag, 1984.
- PUGA, N.; RAMOS, J.; AGOSTINHO, J.; LOMBA, I.; COSTA, O.; FREITAS, F. Physical profile of a first division portuguese professional soccer team. In: WORLD CONGRESS ON SCIENCE AND FOOTBALL, 2., Holanda, 1991. **Abstracts**. Holanda, 1991.
- RAHKILA, P.; LUHTANEN, P. Physical fitness profile of finnish national soccer teams candidates. **Science and Football**, v.5, p.30-4, 1991.
- RAVEN, P.B.; GETTMAN, L.R.; POLLACK, M.L.; COOPER, K.H. A physiological evaluation of professional soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.10, p.209-16, 1976.
- REBELO, A.N.C. **Caracterização da atividade física do futebolista em competição**. Porto, 1993. Dissertação (Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica) – FCDEF da Universidade do Porto.
- REILLY, T.; THOMAS, V. Estimated energy expenditure of professional association footballers. **Ergonomics**, v.22, p.541-8, 1979.
- \_\_\_\_\_. A motion analysis of work rate in different positional roles in professional football match-play. **Journal of Human Movement Studies**, v.2, p.87-97, 1976.
- ROI, G.S.; PEA, E.; DE ROCCO, G.; CRIPA, M.; BENASSA, L.; COBELLI, A.; ROSA, G. Relationship between maximal aerobic power and performance of a professional soccer team. In: REILLY, T.; CLARKS, J.; STIBBE, A., eds. **Science and football II**. London, E. & F.N. Spon, 1993. p.146-7.

- ROSS, W.D.; MARFELL-JONES, M.J. Kinanthropometry. In: MacDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; GREEN, H.J., eds. **Physiological testing of the elite athlete**. New York, Movement, 1983. p.75-115.
- SALTIN, B. Metabolic fundamentals in exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.5, p.137-46, 1973.
- SANTOS, J.A. **Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo e velocistas, meio-fundistas e fundistas do atletismo**. Porto, 1995. Dissertação (Doutorado) – FCDEF da Universidade do Porto.
- SCHONHOLZER, G. Cardio-circulatory evaluation of football players under effort stress. In: VECCHIET, L., ed. **Proceedings of the 1st. International Congress on Sports Medicine Applied to Football**. Roma, 1980. v.1 p.113-22.
- SCHULZ, H.; FROMME, A. The influence of the ventilatory anaerobic threshold on the acid-base balance in treadmill ergometry. In: FIMS EUROPEAN SPORTS MEDICINE CONGRESS, 7., Nicosia, 1993. **Abstract**. Nicosia, 1993. p.44.
- SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHEL, A., eds. **Techniques for measuring body composition**. Washington, National Academy of Sciences/National Research Council, 1961. p.223-44.
- SMAROS, G. Energy usage during a football match. In: VECCHIET, L., ed. **Proceedings of the 1st. International Congress on Sports Medicine Applied to Football**. Roma, 1980. v.2, p. 795-801.
- SVEDENHAG, J. Endurance conditioning. In: SHEPHARD, R.J.; ASTRAND, P.O., eds. **Endurance in sport: the enciclopaedia of sports medicine II**. Boston, Blackwell Scientific, 1992. Cap.29, p.290-6.
- TAIANA, F.; GRÉHAIGNE, J.F.; COMETTI, G. The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performance. In: REILLY, T.; CLARKS, J.; STIBBE, A., eds. **Science and football II**. London, E. & F.N. Spon, 1993. p. 98-103.
- TUMILTY, D.M.C.A.; HAHN, A.G.; TELFORD, R.D.; SMITH, R.A. Is "lactic acid tolerance" an important component of fitness for soccer? In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVID, K.S.; MURPHY, W.J. **Science and football**. London, E.& F.N. Spon, 1988. p.81-86.
- VANFRAECHEM, J.H.P.; THOMAS, M. Maximal aerobic power and ventilatory threshold of a top level soccer team. In: REILLY, T.; CLARKS, J.; STIBBE, A., eds. **Science and football II**. London, E. & F.N. Spon, 1993. p.43-6.
- VIITASALO, J. Neuromuscular performance in voluntary and reflex contraction; with special reference to muscle structure and fatigue. **Studies in Sport, Physical Education and Health 12** (Dissertação Acadêmica), Faculdade de Educação Física e Saúde, Universidade de Jyväskylä, 1980.
- VOS, J.A. Physiological comparison between Dutch soccer players and other team sport men. In: VECCHIET, L., ed. **Proceedings of the 1st. International Congress on Sports Medicine Applied to Football**. Roma, 1980. v.2, p. 695-701.
- WASSERMAN, K.; BEAVER, W.; WHIPP, J. Gas exchange theory and lactic acidosis (anaerobic) threshold. **Circulation**, v.81, p.14-30, 1990.
- WHITE, J.E.; EMERY, T.M.; KANE, J.E.; GROVES, R.; RISMAN, A.B. Pre-season fitness profiles of professional soccer players. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVID, K.S.; MURPHY, W.J. **Science and football**. London, E.& F.N. Spon, 1988. p. 164-171.
- WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Physiology of sport and exercise**. Champaign, Human Kinetics, 1994.
- \_\_\_\_\_. **Training for sport and activity**. Boston, Allyn and Bacon, 1987.
- WITHERS, R.T.; MARICIC, Z.; WASILEWSKI, S.; KELLY, S. Match analysis of Australian professional soccer players. **Journal of Human Movement Studies**, v.8, p.159-76, 1982.

Recebido para publicação em: 13 jan. 2000

Aceito em: 14 fev. 2000

ENDEREÇO: José Augusto Rodrigues dos Santos  
 Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física  
 Universidade do Porto  
 Rua Dr. Plácido Costa, 91  
 4200-450 - Porto - PORTUGAL

**ASPECTOS GENÉTICOS DA PRÁTICA DESPORTIVA:  
UM ESTUDO EM GÊMEOS**

José António Ribeiro MAIA<sup>\*</sup>  
Ruth LOOS<sup>\*\*</sup>  
Gaston BEUNEN<sup>\*\*\*</sup>  
Martine THOMIS<sup>\*\*\*</sup>  
Robert VLIETINCK<sup>\*\*</sup>  
Francisco Pina de MORAIS<sup>\*</sup>  
Vitor Pires LOPES<sup>\*\*\*\*</sup>

**RESUMO**

Este estudo é percorrido por dois propósitos fundamentais: a) apresentar, ainda que de modo breve, aspectos da metodologia de genética quantitativa aplicados ao estudo de fenótipos de interesse dos cientistas das Ciências do Desporto; e b) aplicar tais técnicas e procedimentos em gêmeos monozigóticos (MZ) e dizigóticos (DZ) para determinar a presença de efeitos genéticos nos seus índices de prática desportiva. A amostra é constituída por 104 pares de gêmeos, 40 MZ e 64 DZ, cuja média de idades é  $17,30 \pm 5,82$  e  $17,86 \pm 8,12$ , respectivamente. O índice de prática desportiva foi obtido a partir do questionário de Baecke et alii (1982). Os procedimentos estatísticos compreendem tabelas de contingência, correlações tetracóricas, taxas de concordância "probandwise" bem como ajustamento de modelos univariados gemelares. Os programas estatísticos utilizados foram o SPSS 9.0 e o Mx. Os principais resultados e conclusões foram os seguintes: a) é evidente a presença de forte agregação familiar nos valores de prática desportiva; b) estes valores são mais fortes nos gêmeos MZ do que nos gêmeos DZ, e mais elevados nos meninos do que nas meninas; c) nos meninos o valor da dependência genética é de 82%, sendo muito reduzida a influência do envolvimento comum e único de cada par; d) nas meninas os resultados são diametralmente opostos, já que a influência genética é zero, e a do seu envolvimento comumente partilhado no seio da família é de 71%. Estas diferenças de efeitos genéticos e do envolvimento nos dois sexos sugerem interpretações de natureza biológica e sócio-cultural.

UNITERMOS: Genética quantitativa; Desporto; Gêmeos.

**INTRODUÇÃO**

O desporto moderno, legado inequívoco do espírito e cultura humanas, oferece a toda a gente um conjunto variado de benefícios que percorre um largo espectro do domínio biológico ao psicológico. O resumo atualizado destes benefícios pode ser consultado no volume

magistral editado por Bouchard, Shephard & Stevens em 1992, referente à famosa conferência de Toronto. Enquanto produto cultural do homem, é uma fonte inesgotável de socialização concorrendo com o papel do modelo familiar na

<sup>\*</sup> Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto – Portugal.

<sup>\*\*</sup> Centro de Genética Humana da Universidade Católica de Lovaina – Bélgica.

<sup>\*\*\*</sup> Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Católica de Lovaina – Bélgica.

<sup>\*\*\*\*</sup> Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança – Portugal.

transmissão de valores fundamentais da humanidade.

Se nos situarmos num plano meramente operativo e facilmente interpretável, a contabilidade da prática desportiva poderia resumir-se a uma simples adição que contemplasse os seguintes fatores: a modalidade praticada, a possibilidade de quantificação da sua intensidade em termos de dispêndio energético, a duração da prática em horas e a frequência semanal ou mensal. Este diamante de quatro faces evidencia, de modo inequívoco, uma enorme variação na população no seio de cada sexo em função da idade, estatuto sócio-econômico e outras condicionantes, bem como também é clara a variabilidade entre sexos em cada valor discreto de idade.

É consensual a idéia de que a adesão à prática do desporto, enquanto agente fundamental de socialização, depende de um conjunto variado de fatores de que destacamos o papel da família, dos amigos, do modelo de desportista, dos “mass-media” da disponibilidade e acesso a infra-estruturas, bem como a uma outra multiplicidade de agentes causais.

É um fato inequívoco que nem toda a gente pratica desporto, e os que o praticam o fazem por múltiplas razões. É também evidente que a prática desportiva expressa uma enorme variabilidade, desde o simples desporto de recreação e lazer à mais elevada manifestação da “performance” humana consignada na expressão olímpica “*citius, altius, fortius*”.

Duas questões que imediatamente saltam ao espírito inquisitivo humano são as seguintes: quais são os grandes vetores responsáveis pelo fato de nem toda a gente praticar desporto? A que se deve a circunstância dos que praticam desporto mostrarem uma grande variação na modalidade a que aderiram, na intensidade, duração e frequência da sua prática?

É mais que evidente que rapidamente se lavantariam disciplinas como a Psicologia, a Sociologia ou a Pedagogia, por exemplo, para procurar interpretar o sentido das questões anteriores e apresentar respostas dentro do seu universo epistemológico.

Contudo, aquilo que caracteriza o coração das questões anteriormente formuladas é a idéia de variação. Na primeira questão lidamos com variação limitada na adesão, ou não, à prática do desporto dado tratar-se de uma variável dicotômica. Na segunda questão a variação é expressa de forma contínua, podendo representar-

se por uma curva em função da distribuição normal.

A interpretação desta variação, do seu significado e alcance é, também, do domínio da Genética Quantitativa, uma vez que o fenótipo prática desportiva e a sua representação numérica numa escala contínua exige que se esclareça o quanto da variação total que distingue os indivíduos é devida a diferenças genéticas individuais e a efeitos diferenciados do seu envolvimento.

## A ABORDAGEM DA GENÉTICA QUANTITATIVA

É emergente o reconhecimento que a maioria dos caracteres ou traços dos sujeitos, i.e., os fenótipos, é influenciada por múltiplos genes e uma variedade enorme de fatores do envolvimento. A Genética Quantitativa tornou-se o paradigma central de análise e atribuição de significado à variação fenotípica presente no seio da população (Lynch & Walsh, 1998).

Foi Ronald Fisher, um brilhante estatístico matemático, quem conciliou as posições aparentemente antagônicas das leis Mendelianas na transmissão de traços discretos com as idéias biométricas apresentadas por Francis Galton para traços quantitativos (Khoury, Beaty & Cohen, 1993). A tradição biométrica seguida por Galton trabalhava sobretudo com a famosa questão da genealidade herdada a partir de estudos em famílias nucleares e em gêmeos em traços ou fenótipos descritos de forma contínua.

A aventura Fisheriana da herança multifatorial de natureza poligênica foi acompanhada por dois vultos maiores da Genética Wright e Haldane. Os estudos de Genética Quantitativa aplicada aos humanos lidam, sobretudo, com delineamentos de famílias nucleares e gemelares (uma abordagem profunda desta matéria pode ser encontrada em Khoury et alii, 1993; Neale & Cardon, 1992). Neste domínio inquisitivo sobre a variação fenotípica importa esclarecer três questões que se apresentam como nucleares:

- Porque é que somos todos diferentes?
- Porque é que os filhos se assemelham aos seus progenitores?
- Porque é que os filhos dos mesmos progenitores são diferentes?

As três questões remetem-nos, forçosamente, para a identificação da natureza da variação entre indivíduos, bem como para a covariação entre sujeitos aparentados e serão objeto de análise nesta pesquisa. Importa desde já salientar que abordaremos exclusivamente o delineamento gemelar, deixando para uma outra oportunidade o problema da homogamia fenotípica na transmissão vertical parental.

A Epidemiologia Genética pode ser entendida como uma construção intelectual e operativa do casamento por conveniência entre a Genética e a Epidemiologia que visa, sobretudo, a análise da distribuição de traços ou características no seio das famílias com vista à compreensão da sua possível base genética (outras definições de Epidemiologia Genética podem ser encontradas em Khoury et alii, 1993). O estudo da agregação familiar, isto é, a tendência para determinados traços ou características se aglomerarem com frequência entre familiares de graus de parentesco diferente, é o tema central da Epidemiologia Genética. Neste domínio de pesquisa colocam-se, de forma sequencial, três questões que importa solucionar:

- O traço ou fenótipo em estudo tende a agregar-se em famílias?
- A agregação familiar está relacionada com a exposição a um envolvimento comumente partilhado, a suscetibilidade biológica herdada, ou a herança cultural?
- Como foi herdada a suscetibilidade genética?

A resposta a estas questões exige delineamentos de pesquisa compostos por amostras de famílias inteiras ou nucleares, gêmeos monozigóticos (MZ) e dizigóticos (DZ), bem como metodologias de análise de dados adequadas a cada circunstância.

A resposta à primeira questão, quando se dispõe de informação de natureza dicotómica de pais e gêmeos, ou só de gêmeos, reclama o uso de tabelas de contingência que permitem o cálculo de estatísticas adequadas ( $\chi^2$ , "odds ratios" e taxas de concordância "probandwise"), bem como é possível o recurso à regressão logística, ou ainda ao cálculo de coeficientes de correlação tetracóricos (Khoury et

alii, 1993; Ramakrishnan, Goldberg, Henderson, Eisen, True, Lyons & Tuang, 1992).

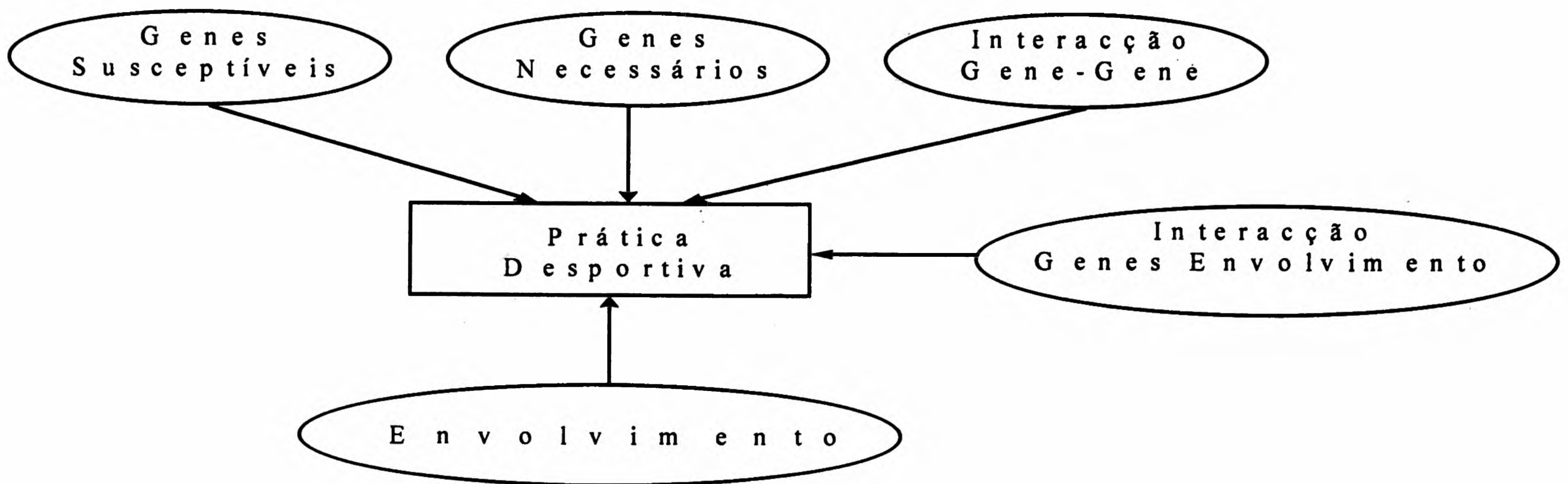
A segunda questão exige uma análise mais sofisticada e profunda para identificar, na variação fenotípica total, as partes devidas às diferenças genéticas entre sujeitos, ao envolvimento comumente partilhado no seio da família, e ao envolvimento único do sujeito. Os procedimentos de análise vão desde os métodos clássicos de análise de variância e estimativas de heritabilidade ( $h^2$ ), às metodologias de biometria mais sofisticadas e flexíveis de ajustamento de modelos (para uma abordagem profunda desta matéria consultar Eaves, Eysenck & Martin, 1989; Falconer, 1990; Lynch & Walsh, 1998; Neale & Cardon, 1992).

A terceira questão reclama estudos de segregação e "linkage" que estão para além dos propósitos desta pesquisa e que podem ser consultados em Khoury et alii (1993), Lynch & Walsh (1998).

## OS MÉTODOS DE ANÁLISE

Enquanto que as metodologias de análise relativas à primeira questão são de entendimento imediato e de cálculo ligeiramente simples, a resposta à segunda questão exige uma explicação mais detalhada para se entender os resultados provenientes das metodologias que iremos utilizar.

A adesão à prática do desporto e a sua expressão quantitativa contínua (ver metodologia), não podem ser tratadas como se fossem simples traços Mendelianos. Trata-se, isso sim, de fenótipos complexos emergentes de múltiplas influências como foi anteriormente referido (FIGURA 1). O estudo das causas fundamentais da variância observada nestes fenótipos exige um quadro conceitual robusto, medições altamente fiáveis dos fenótipos, amostras de dimensão suficiente de famílias nucleares com vários graus de parentesco, "pedigrees" extensos, a que se associa a forte possibilidade de identificar genes candidatos ou marcadores moleculares dos fenótipos em estudo.

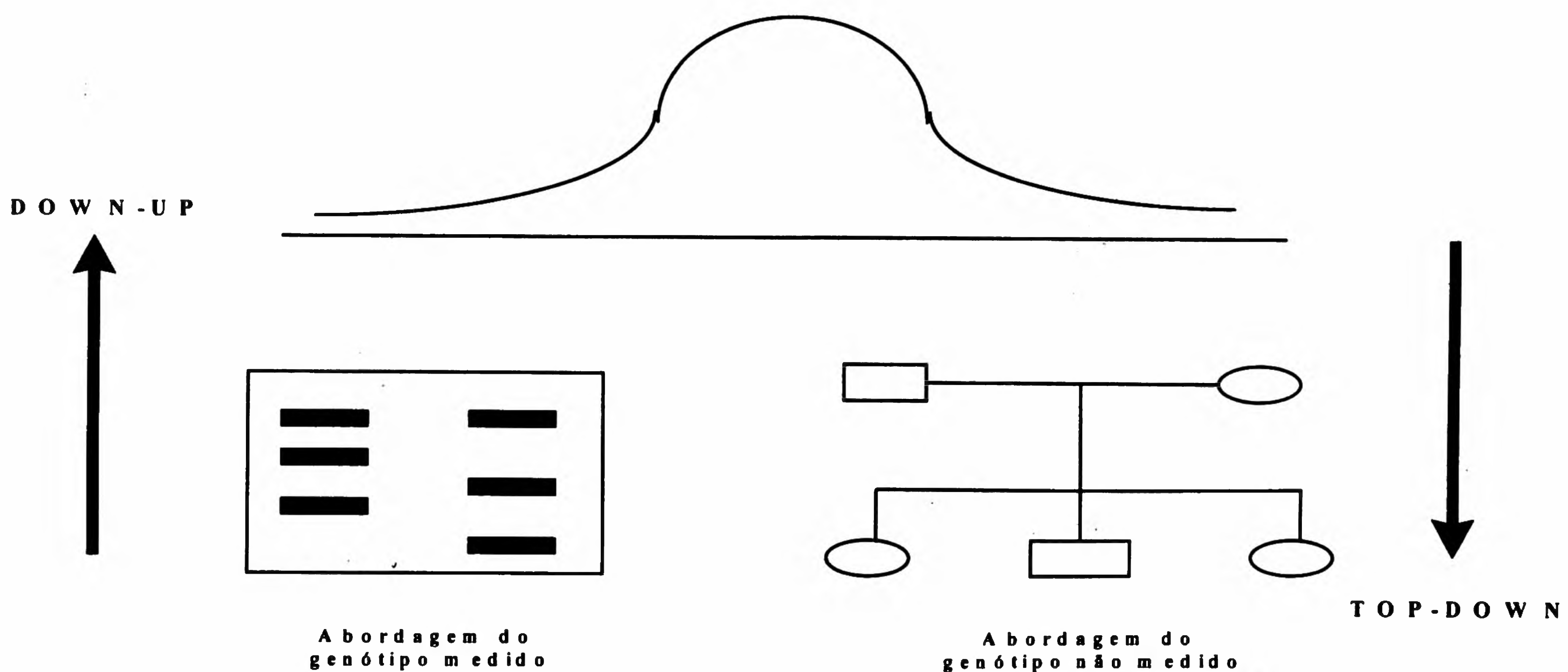


**FIGURA 1** - Fatores responsáveis pela variação nos níveis de prática desportiva (Adaptado de Bouchard et alii, 1998).

Nesta aventura há que distinguir, claramente, os conceitos de genes necessários de genes suscetíveis (Bouchard, Malina & Pérusse, 1997). Um gene suscetível é o que aumenta a sensibilidade ou predisposição do seu portador para evidenciar valores distintos de um dado fenótipo. Estes genes possuem um efeito acrescentado nas diferenças individuais observadas, contribuindo com pequenos efeitos na variância total observada. São responsáveis por diferenças nos níveis distintos do índice de prática desportiva. Genes necessários são aqueles que se consideram suficientes para causar o aparecimento da prática desportiva e dos seus valores numa escala quantitativa. São os genes responsáveis pela produção de um largo efeito na variância total do fenótipo.

Ainda que difíceis de investigar atualmente, as interações gene-gene e gene-envolvimento (resposta diferenciada às condições do mesmo envolvimento em sujeitos com genótipos distintos) são também fatores a considerar.

Estão disponíveis na literatura duas abordagens fundamentais para estudar as bases genéticas da prática desportiva: a metodologia do genótipo não medido ou não identificado, designada de “top-down” e a metodologia referente ao genótipo medido, identificado na carta genética, designada de “bottom-up” (Bouchard et alii, 1998) conforme FIGURA 2. Como é evidente, a metodologia utilizada nesta pesquisa é a “top-down”.



**FIGURA 2** Metodologias de estudo em genética (Adaptado de Bouchard et alii, 1997).

Na pesquisa que iremos apresentar, localizada na metodologia “top-down”, interessa considerar um conjunto importante de pressupostos (Falconer, 1990; Lynch & Walsh, 1998):

Os pares de gêmeos são da mesma idade e partilham o mesmo envolvimento familiar de origem (i.e., possuem o mesmo envolvimento comum).

- Os gêmeos MZ partilham os mesmos fatores genéticos (os mesmos alelos em cada “locus”). Os gêmeos DZ partilham somente metade dos genes, tal como o que ocorre entre irmãos.

Um envolvimento semelhante afeta gêmeos MZ e gêmeos DZ.

- A comparação da similaridade entre gêmeos MZ e gêmeos DZ relativamente a um fenótipo permite identificar as fontes de variação na população genes, envolvimento comumente partilhado e envolvimento único.

No modelo clássico, qualquer fenótipo é constituído por duas componentes aditivas uma genética (G) e outra do envolvimento (E). Quando se pensa em termos populacionais, no modelo clássico em Genética Quantitativa, a variância total ( $V_{TOT}$ ) de qualquer traço fenotípico pode ser fracionada em dois tipos de variância a variância genética ( $V_G$ ) e a variância do envolvimento ( $V_E$ ). A variância do envolvimento pode ser ainda fracionada em duas outras fontes de variação a que é devida ao envolvimento comumente partilhado no seio da família ( $V_C$ ) e a que é específica e única de cada par ( $V_{ESP}$ ).

Da comparação destas fontes de variação é possível calcular uma razão designada de heritabilidade ( $h^2$ ) que se refere à proporção de variância total que pode ser atribuída a efeitos

genéticos ( $h^2 = V_G/V_{TOT}$ ). Do um modo semelhante podem calcular-se a contribuição dos fatores do envolvimento comum ( $c^2 = V_C/V_{TOT}$ ) e dos fatores específicos ( $e^2 = V_{ESP}/V_{TOT}$ ).

Nestas formulações do modelo clássico é imperioso que se cumpram quatro pressupostos fundamentais (Bouchard et alii, 1997):

- Ausência de interação dos genótipos com o envolvimento (isto significa que diferentes genótipos reagem de modo similar aos mesmos fatores do envolvimento, traduzindo uma igualdade de suscetibilidade).

Ausência de correlação entre genótipos e envolvimento (isto quer dizer que os vários genótipos são expostos a condições semelhantes do envolvimento).

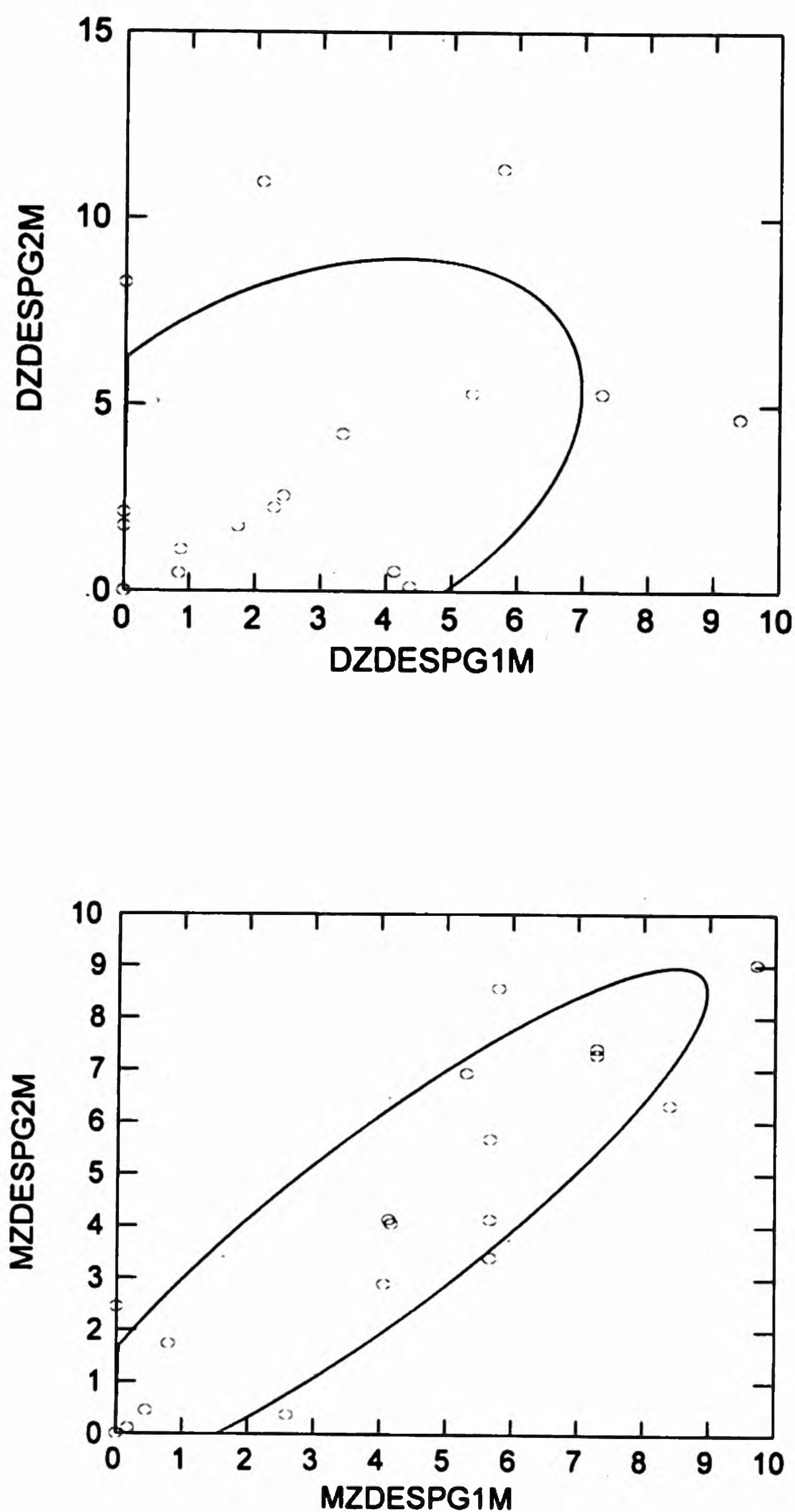
Ausência de interação gene-gene (i.e., não se verifica epistasia).

Ausência de acasalamento preferencial.

Uma forma muito simples e esclarecedora da presença de agregação e, conseqüentemente, da informação relativa aos efeitos genéticos é a que resulta da interpretação do coeficiente de correlação e a sua representação gráfica. Se multiplicarmos o valor do coeficiente de correlação por 100 e o tratarmos como uma percentagem teremos uma medida simples que expressa o quanto da variação total no fenótipo prática desportiva é causada por fatores partilhados pelos membros de cada par, evidenciando diferenças nos padrões de semelhança ou agregação familiar.

A FIGURA 3 refere-se aos diagramas de dispersão dos índices de prática desportiva dos gêmeos DZ e MZ do presente estudo.





**FIGURA 3** Diagramas de dispersão dos valores dos índices de prática desportiva de gêmeos DZ (diagrama superior) e MZ (diagrama inferior) do sexo masculino.

Nos gêmeos DZ a correlação é de 0,347, implicando que de todos os fatores responsáveis pela variação nos resultados 34,7% são devidos a fatores que os membros do par possuem em comum. Nesta circunstância surge imediatamente o problema seguinte: dado que os gêmeos DZ, por exemplo, passaram juntos a maior parte da sua vida, não poderemos saber se os 34,7% são inteiramente devidos ao fato de partilharem o mesmo envolvimento “in utero”, viverem com os mesmos progenitores desde o nascimento, ou simplesmente porque têm, em comum, metade dos genes. Ora, é somente quando dispusermos de um outro tipo de relação em que o grau de similaridade genética ou similaridade do envolvimento partilhado for diferente, como é o

caso dos gêmeos MZ, que esclareceremos tal questão.

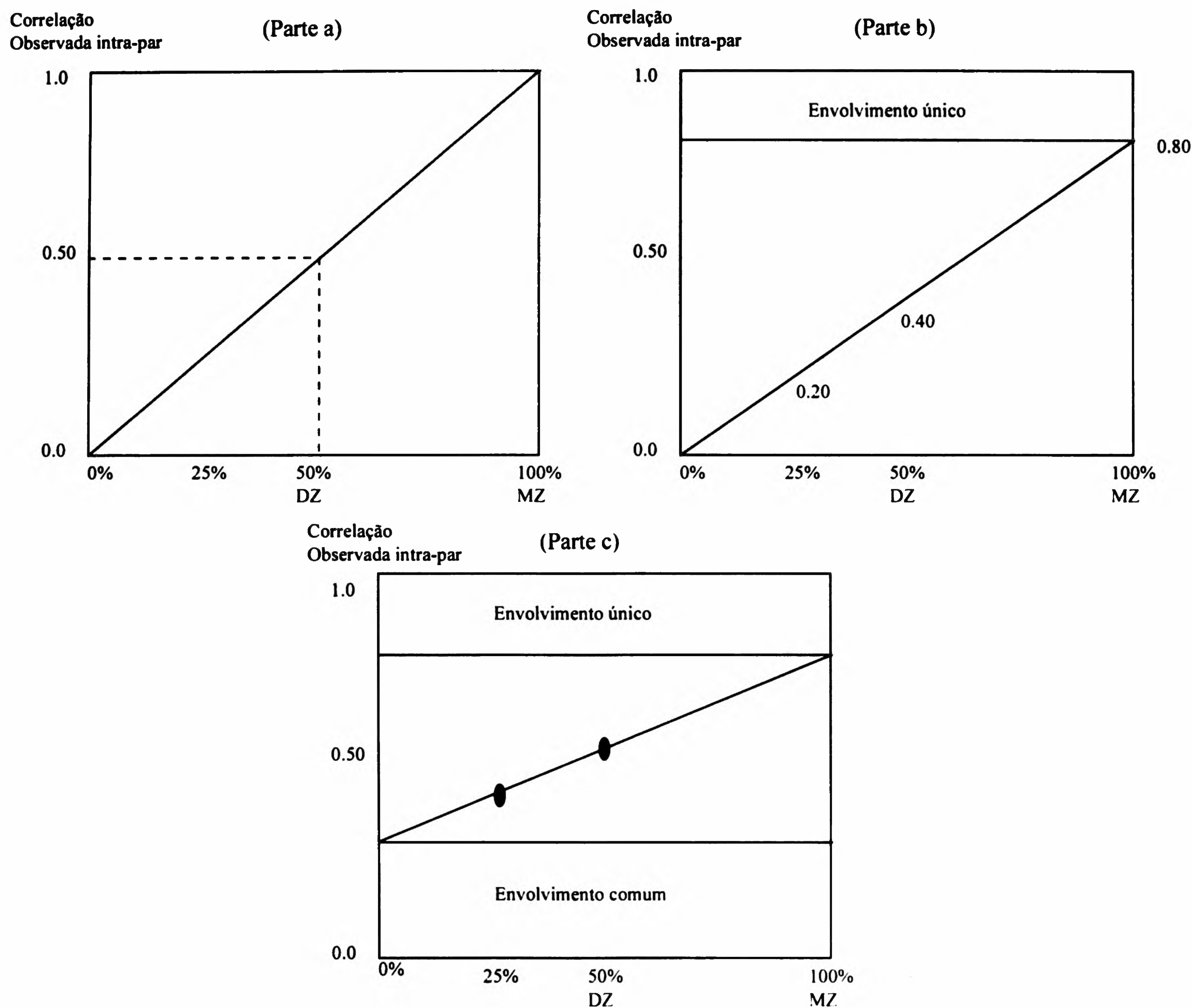
Enquanto os gêmeos DZ, tal como os irmãos, partilham, em média, metade dos genes, os gêmeos MZ são geneticamente idênticos. No diagrama de dispersão, a elipse é diferente da dos gêmeos DZ. A correlação na amostra de gêmeos MZ é 0,904, mais do dobro da dos DZ. A maior similaridade dos gêmeos MZ, dada a sua identidade genética, estabelece a base para a identificação da contribuição dos fatores genéticos nas diferenças nos índices de prática desportiva. Um dos propósitos desta pesquisa é pois identificar a presença de tais padrões de agregação familiar de um modo quantitativo mais rigoroso.

Contudo, é ainda necessário que se apresente uma nova explicação acerca do alcance

das relações que se estabelecem nas comparações dos valores de correlação entre gêmeos MZ e DZ.

Para se interpretar e esclarecer o significado de similaridade intra-par quando o traço em estudo é quantitativo contínuo vamos

servir-nos da FIGURA 4 e dos diferentes resultados do coeficiente de correlação entre membros do mesmo par (Beunen & Thomis, 1999).



**FIGURA 4** - Representação esquemática dos diferentes valores esperados, em teoria, da correlação intra-par.

- Parte a: quando estamos na presença exclusiva de efeitos genéticos aditivos, os valores esperados (i.e., teóricos) para as similaridades intra-par são os seguintes: gêmeos MZ = 100%; gêmeos DZ, irmãos ou pai-filho(a), mãe-filha(o) = 50%; primos ou avô-neto = 25%, e na população o valor é 0%.

Parte b: se a similaridade não é perfeita, por exemplo se o valor de  $r_{MZ} = 0,80$ , mas a similaridade nos outros pares segue uma relação proporcional de acordo com as razões da relação genética -  $r_{DZ} = 0,40$  e avô-neto,  $r = 0,20$ , dois fatores são causadores da variação fenotípica -

fatores genéticos aditivos e fatores do envolvimento únicos do sujeito. No caso dos gêmeos MZ, e se considerassemos o fenótipo X, se o  $r_{MZ} = 0,80$  tal significaria que 80% da variação no fenótipo seria devida a efeitos gênicos e 20% ao envolvimento único do sujeito.

- Parte c: se a similaridade nos pares for maior do que o esperado de acordo com o modelo teórico ( $r_{MZ} < 2r_{DZ}$ ), então parte da variação no fenótipo é devida, também, a fatores comuns do envolvimento.

## ESTUDOS EMPÍRICOS DISPONÍVEIS

A expressão mais elevada do fenótipo prática desportiva é a que se encontra consignada na "performance" dos atletas olímpicos. Até cerca de 1950, o estado da arte nesta matéria baseava-se no truismo bem conhecido que o "homo olympicus" era o resultado de um genótipo superior e um meio altamente favorável para a sua expressão.

Contudo, mais tarde, autores alemães (Grebe, 1955; Grimm, 1966; Weiss, 1979, 1980), italianos (Gedda, 1960) e americanos (Jokl & Jokl, 1968) mostraram de uma forma cada vez mais veemente que os fatores gênicos herdados eram o maior determinante no sucesso desportivo. Nas pesquisas de Gedda (1960) e de Weiss (1979, 1980) ressalta a noção de que o sucesso no desporto possui um padrão familiar, uma espécie de linhagem familiar. Estas pesquisas inspiraram-se no trabalho pioneiro de Galton sobre a genealidade herdada nas diferentes expressões do espírito humano desde as artes e as letras até às ciências.

Pensava-se, na altura, que o campeão teria que escolher os seus pais. É evidente que tal pensamento é errado dado que nenhum filho escolhe os seus progenitores. Na altura foi também aconselhado, sobretudo nos ex-países do leste europeu acasalamientos preferenciais entre desportistas de elite para favorecer o aparecimento de descendentes com forte probabilidade de excelência no desporto.

Recentemente, e num esforço louvável de síntese da informação disponível, Bouchard et alii (1997) apresentaram uma lista bem exhaustiva dos fenótipos condicionadores do sucesso desportivo, bem como da sua forte carga genética. Desde as dimensões corporais às aptidões motoras, passando por indicadores fisiológicos e bioquímicos, parece ser inequívoco que os valores

de heritabilidade são moderados a elevados, desde 0,25 a 0,75, ainda que alguns indicadores os valores sejam superiores a 0,75.

Se bem que a informação anteriormente citada se refira às determinantes biológicas do sucesso desportivo, e apesar do volume de produção científica nesta matéria, o mesmo não se passa sobre o problema da simples adesão à prática desportiva. Uma busca exhaustiva acerca da investigação empírica neste domínio permitiu identificar somente três pesquisas - duas realizadas na Holanda (Boomsma, Van der Bree & Orlebeke, 1989; Koopmans, Van Doomen & Boomsma, 1994) e uma realizada na Bélgica (Beunen & Thomis, 1999).

A pesquisa de Boomsma et alii (1989) procurava identificar o padrão de transmissão vertical na participação desportiva de pais para filhos. A amostra desta investigação sobre semelhança parental e de gêmeos era constituída por 90 famílias (pai, mãe e filhos que eram gêmeos). A idade dos filhos variava entre os 14 e os 20 anos. A informação sobre a prática desportiva foi obtida a partir da resposta à questão: praticas desporto? A resposta de natureza dicotómica continha, como é óbvio, sim ou não.

A análise dos dados foi efetuada em duas etapas: na primeira calcularam-se coeficientes de correlação tetracóricos (coeficiente de correlação adequado para lidar com dados dicotómicos). Esta etapa permitiu, desde logo, uma interpretação do significado dos valores a partir das comparações dos  $r_{MZ}$  com os  $r_{DZ}$  em cada sexo. Na segunda etapa foi utilizada a técnica de ajustamento de modelos com diferentes possibilidades interpretativas de efeitos genéticos e do envolvimento para "explicar" a variação nos resultados obtidos.

Os valores da parte exploratória resultantes dos diferentes pares de gêmeos estão na TABELA 1.

**TABELA 1** - Valores de correlação tetracóricos ( $r_t$ ) por par de diferente zigozitia.

	$MZ_f$	$MZ_m$	$DZ_f$	$DZ_m$	$DZ_{os}$
<b>Pares (n)</b>	28	16	17	15	14
<b><math>r_t</math></b>	0,90	0,89	0,70	0,14	- 0,02

(MZ = monozigótico; DZ = dizigótico; Dzos = dizigótico de sexo oposto; m = meninos; f = meninas).

Na generalidade o padrão dos resultados é positivo, com magnitudes de  $r_t$  moderadas a elevadas. No sexo feminino os valores de  $r$  sugerem a forte presença do envolvimento comum, e no sexo masculino tal presença não parece ser tão evidente. Se a análise se limitasse exclusivamente a estes valores poderíamos pensar que a contribuição dos fatores genéticos e do envolvimento eram diferentes nos dois sexos. Nos gêmeos DZ de sexo oposto, o valor de  $r_t = 0$  pode sugerir a presença de diferentes

fatores para explicar a variância nos resultados, e o fato da covariância ser também zero em rapazes e raparigas.

Quando se utilizou a metodologia de ajustamento de modelos para interpretar a contribuição distinta dos fatores genéticos e do envolvimento na variância e covariância observadas nos gêmeos MZ, DZ e DZ de sexo oposto, obtiveram-se os resultados apresentados na TABELA 2.

**TABELA 2** - Estimativas de variância para os fatores genéticos ( $a^2$ ) e do envolvimento específico ( $e^2$ ).

	$a^2$	$e^2$
<b>Meninas</b>	0,35	0,65
<b>Meninos</b>	0,77	0,23

As conclusões que emergem destes resultados são as seguintes: a) nas meninas a maior contribuição para a variação nas respostas à prática do desporto é devida a fatores do envolvimento comum partilhado no seio da família; b) nos meninos o contrário é verdade, já que a maior influência na sua prática desportiva é imputada a fatores de natureza genética, sendo o seu  $a^2$  (fração da variância fenotípica imputada às diferenças genéticas entre sujeitos) o dobro do observado nas meninas.

O segundo estudo da autoria de Koopmans et alii (1994) aborda o problema da

identificação dos fatores genéticos e do envolvimento responsáveis pelos hábitos tabágicos e de prática desportiva.

A amostra provém do registro gemelar da Holanda e os autores consideraram, exclusivamente, 1587 famílias nucleares (pai, mãe e filhos gêmeos). A idade média dos gêmeos é de  $18,00 \pm 2,3$ , cujos limites são 13 e 22 anos.

A resposta dicotómica à questão pratica ou não desporto nos pares de diferente zigosita e sexo estão na TABELA 3.

**TABELA 3** - Frequência de respostas positivas à prática do desporto, bem como valores de correlação tetracóricas ( $r_t$ ).

Pares	n	% prática	Concordância (%)			$r_t$
			Ambos	Só 1	Nenhum	
<b>MZ<sub>m</sub></b>	249	76	69,9	11,6	18,5	0,89
<b>DZ<sub>m</sub></b>	241	76	64,7	22,8	12,4	0,60
<b>MZ<sub>f</sub></b>	329	67	59,0	16,1	24,9	0,85
<b>DZ<sub>f</sub></b>	303	70	59,7	21,1	19,1	0,72
<b>Dz<sub>os</sub></b>	456	m-79 f-72	54,4	32,7	12,9	0,35

Deste quadro emergem os seguintes comentários:

É evidente a presença de forte agregação na prática desportiva dado que  $r_{MZ} > r_{DZ}$ .

É clara a presença de fatores genéticos para contribuírem para as diferenças individuais na prática do desporto.

- Não se constatarem diferenças significativas nos  $r_{MZm}$  e  $r_{MZf}$ , bem como nos  $r_{DZm}$  e  $r_{DZf}$ . Isto sugere que os mesmos fatores genéticos e do envolvimento contribuem para a variação nos resultados, ainda que a sua magnitude seja diferente.

Dado que o  $r_{DZos}$  é significativamente mais baixo que o  $r_{DZm}$  e  $r_{DZf}$ , sugere que diferentes fatores influenciam o comportamento dos meninos e das meninas, i.e., genes e envolvimento comum expressos num sexo provavelmente não se expressarão no sexo oposto.

Contudo, quando se testaram as hipóteses subjacentes ao padrão dos resultados anteriores verificou-se, essencialmente, que a contribuição dos fatores genéticos e do envolvimento não diferem entre sexos. As estimativas obtidas foram as seguintes:  $a^2 = 48\%$ ;  $c^2$  (fração da variância fenotípica imputada aos efeitos do envolvimento comum) =  $38\%$ ;  $e^2$  (fração da variância fenotípica imputada aos efeitos do envolvimento único dos sujeitos) =  $12\%$ .

A terceira pesquisa é proveniente da Bélgica e foi realizada por Beunen & Thomis (1999) numa amostra de 91 pares de gêmeos MZ e DZ de 15 anos de idade. A variável dependente considerada é o número de horas semanais dispendidas na prática formal do desporto realizado no clube, com os amigos e a família, excluindo o tempo referente à prática de Educação Física escolar. Os resultados exploratórios iniciais estão na TABELA 4.

**TABELA 4** - Valores do coeficiente de correlação de Pearson nos diferentes pares de gêmeos.

	MZ <sub>m</sub>	MZ <sub>f</sub>	DZ <sub>m</sub>	DZ <sub>f</sub>	DZ <sub>os</sub>
<b>Pares (n)</b>	17	17	19	19	19
<b>r de Pearson</b>	0,66	0,98	0,62	0,71	0,23

m=menino; f=menina; os=sexo oposto.

Destes valores emergem os seguintes comentários:

As correlações intra-par nas meninas são maiores que nos meninos; o  $r_{DZf}$  é maior que metade do valor do  $r_{MZf}$ , implicando a presença de fatores do envolvimento comum na prática do desporto.

Dada a diferença nos valores de r nos dois sexos, poderia sugerir-se diferente suscetibilidade biológica na prática do desporto.

Uma vez mais, e na esteira dos autores anteriores, o recurso ao procedimento de ajustamento de modelos produziu, essencialmente, os seguintes resultados:

Nos meninos o modelo ACE (a ser explicado mais adiante) produziu  $a^2=83\%$ ,  $c^2=0\%$ ,  $e^2=17\%$ , o que permite concluir que o tempo dispendido no desporto é fortemente dependente dos genes.

- Nas meninas, o mesmo modelo revelou  $a^2 = 44\%$ ,  $c^2 = 54\%$ ,  $e^2 = 2\%$ . Estes valores

sugerem que o tempo dispendido na prática desportiva é bem mais influenciável por fatores do envolvimento comumente partilhados no seio da família do que pelos genes.

Apesar do valor distinto de  $a^2$  nos meninos e meninas, o modelo não-escalar de dependência sexual não evidenciou a presença de um conjunto distinto de genes de participação desportiva agindo de modo distinto nos meninos e nas meninas de 15 anos de idade.

## METODOLOGIA

A pesquisa que iremos apresentar faz parte de um vasto projeto tendente ao esclarecimento dos fatores interpretativos da prática do desporto e valores de atividade física em famílias nucleares do Norte de Portugal. Deste estudo que abordará cerca de 6.000 famílias nucleares, uma parte refere-se à identificação da variação destes fenótipos em gêmeos e nas suas

famílias. Este relatório refere-se exclusivamente aos gêmeos. Trata-se da primeira e única pesquisa, até ao momento, em Portugal, e possui uma amostra de 40 pares de gêmeos MZ (idade = 17,30 ± 5,82) e 64 pares de gêmeos DZ (idade = 17,86 ± 8,12).

A determinação da zigozitia foi efetuada com base num método indirecto (por motivos de ordem financeira), usando o questionário de zigozitia através do telefone (aplicado às mães) proposto por Peeters, Van Gestel, Vlietinck, Derom & Derom (1998), que apresentou a sua elevada validade concorrente face aos métodos de determinação de zigozitia por ADN e marcadores sanguíneos.

A cotação da resposta das mães foi efetuada pelo primeiro autor. Passado um mês foi realizada uma nova cotação para avaliar a fiabilidade intra-observador na determinação da zigozitia. O valor da estatística Kappa foi de 100% para os gêmeos MZ e 100% para os gêmeos DZ.

O cálculo dos valores de prática desportiva dos gêmeos foi efetuada a partir do questionário de Baecke, Burema & Fritjers (1982). Para além de uma resposta dicotómica (prática, não prática), é possível estimar o valor de tal prática com base no cálculo de um índice de prática desportiva que considera a intensidade (estimativa do dispêndio energético por modalidade), a duração da prática (número de horas semanais), bem como a frequência (número de meses por ano).

## ANÁLISE EXPLORATÓRIA INICIAL

A determinação da agregação familiar na prática do desporto com base nas respostas dicotómicas foi obtida do seguinte modo:

### - Tabelas de contingência

As tabelas de contingência são tabelas de dupla entrada - em coluna estão as respostas do gêmeo 2 e em linha as respostas do

gêmeo 1. Destas tabelas calcula-se o valor da estatística  $\chi^2$ . Se o seu valor foi tão extremo que permita rejeitar a hipótese nula, conclui-se pela forte associação entre as respostas dos gêmeos, sugestão de agregação familiar.

### - Taxas de concordância "probandwise"

É um valor utilizado para determinar algo semelhante à noção de risco relativo e que pode ser formulado do seguinte modo - se um membro do par praticar desporto, qual é a probabilidade (i.e., o risco) do outro membro também praticar desporto?

### - Coeficiente de correlação tetracórico

Utilizado quando se dispõe de dados dicotómicos dado permitir, por comparação com os resultados obtidos em gêmeos MZ e DZ, uma primeira "impressão" acerca dos efeitos distintos que influenciam o fenómeno prática desportiva.

## AJUSTAMENTO DE MODELOS UNIVARIADOS A DADOS GEMELARES

Convencionalmente, o ajustamento de modelos segue os princípios da "Path Analysis" inventados por Sewall Wright, em 1921. Trata-se de uma técnica estatística que permite representar de forma diagramática simples modelos lineares estruturais e efectuar predições sobre as variâncias e covariâncias das variáveis contidas no modelo. O diagrama "path" é um instrumento heurístico de grande alcance didático, dado que representa a estrutura das relações que se estabelecem entre as variáveis permitindo o estabelecimento formal de um sistema de equações estruturais.

Quando a informação disponível sobre o fenótipo é coletada em gêmeos MZ e DZ, é possível estimar parâmetros de um modelo que inclua o efeito aditivo dos genes (A), do envolvimento comumente partilhado no seio da família (C) e do envolvimento único de cada elemento do par (E). O modelo está representado na FIGURA 5.

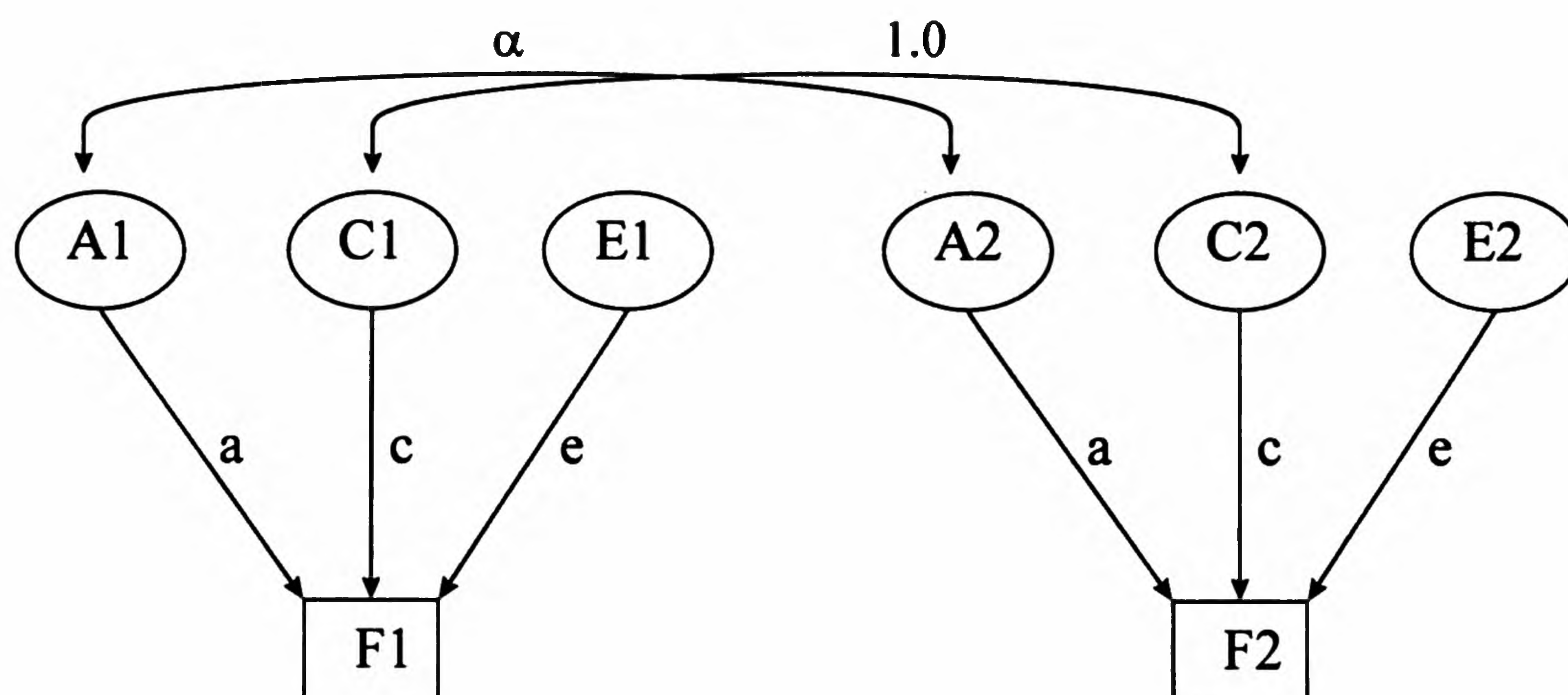


FIGURA 5 - Diagrama *path* do modelo ACE.

Neste modelo as elipses correspondem a aspectos latentes, não observados, neste caso os diferentes fatores que influenciam o fenótipo. Os quadrados representam os valores observados no fenótipo de cada membro do par. As setas unidirecionais correspondem às relações “causais” no modelo; as setas bi-direcionais representam covariação ou “causalidade recíproca” entre duas variáveis. Convencionalmente as letras maiúsculas referem-se aos fatores independentes e as minúsculas representam coeficientes “path” (i.e., análogos aos coeficientes beta da regressão linear). Os parâmetros estruturais a estimar neste modelo e que correspondem aos efeitos dos fatores que lhes dão origem, são  $a$ ,  $c$ ,  $e$ . Se os valores dos fenótipos observados estiverem standardizados, o quadrado de cada uma destas estimativas refere-se à proporção de variância do seu fator respectivo para explicar a totalidade da variância observada no fenótipo. O parâmetro  $\alpha$  é fixado em 1 para gêmeos MZ e 0,5 para gêmeos DZ. Por necessidade de identificação do modelo, as variâncias das variáveis latentes estão fixadas em 1,0.

De um ponto de vista genérico, a partir da matriz de covariância dos fenótipos observados nos pares de gêmeos MZ e DZ, testam-se as seguintes hipóteses (Neale & Cardon, 1992):

- Não existe qualquer agregação familiar no fenótipo (Modelo E;  $e > 0$ ;  $a = c = d = 0$ ).

A agregação familiar é devida exclusivamente a efeitos genéticos aditivos (Modelo AE;  $a > 0$  e  $e > 0$ ;  $c = d = 0$ ).

- A agregação familiar é devida exclusivamente a efeitos do envolvimento (Modelo CE,  $e > 0$  e  $c > 0$ ;  $a = d = 0$ ).

- A agregação familiar é devida a efeitos genéticos aditivos e de dominância (Modelo ADE;  $a > 0$ ,  $d > 0$  e  $e > 0$ ;  $c = 0$ ).

- A agregação familiar é devida a efeitos genéticos aditivos e do envolvimento comumente partilhado (Modelo ACE;  $a > 0$ ,  $c > 0$  e  $e > 0$ ;  $d = 0$ ).

Para estas hipóteses foram utilizados de forma competitiva no seu poder interpretativo, três classes de modelos univariados: a) modelo escalar dependente do sexo, que considera que ainda que os mesmos genes afetem meninos e meninas, os seus efeitos diferem somente por uma constante multiplicativa nos vários “loci” envolvidos; a) modelo não escalar dependente do sexo, que postula que diferentes genes controlam a expressão do fenótipo em causa nos dois sexos; c) modelo genético não implicando qualquer distinção de efeitos dos genes nos dois sexos.

O procedimento de ajustamento de modelos apresenta, sinteticamente, três vantagens relativamente ao estudo exclusivo das correlações:

- Permite obter um teste da qualidade do ajustamento do modelo aos dados e verificar a sua relevância em termos interpretativos.

- Permite calcular estatísticas comparativas para modelos alternativos (anteriormente foram formulados três modelos para cada uma das cinco hipóteses, i.e., 3 x 5 modelos, para explicar o comportamento dos dados).

- Permite calcular interativamente e pelo método de máxima verosimilhança estimativas para os parâmetros fundamentais do modelo.

A qualidade do ajustamento de cada um destes modelos é realizada por comparação inicial com um modelo saturado, e depois, a decisão da escolha dentre os três tipos

fundamentais do modelo é realizada em função da redução significativa da estatística  $\chi^2$ , bem como pelo menor valor da estatística AIC (Akaike Information Criterion que pretende estabelecer um compromisso entre parcimônia e complexidade, penalizando os modelos com excesso de parâmetros que violam o princípio de simplicidade expresso pela “navalha de Occam”).

Na análise exploratória inicial foi utilizado o programa estatístico SPSS 9.0. O ajustamento de modelos foi realizado num

programa específico construído por Neale (1997) e conhecido por Mx.

## RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO

A TABELA 5 refere-se à primeira parte do estudo exploratório dos dados dos gêmeos de diferente zigosítia e sexo, sobretudo no que concerne aos valores dos coeficientes de correlação tetracóricos.

**TABELA 5** - Valores de concordância de prática desportiva nos gêmeos MZ e DZ dos dois sexos, bem como dos coeficientes de correlação tetracóricos ( $r_t$ ).

Gêmeos	pares (n)	Concordância (%)			$r_t$
		Ambos	Só 1	Nenhum	
MZ <sub>m</sub>	25	80,0	4,0	16,0	0,95
DZ <sub>m</sub>	20	35,0	50,0	15,0	0,41
MZ <sub>f</sub>	15	14,7	20,6	64,7	0,42
DZ <sub>f</sub>	29	33,3	29,6	37,1	0,47
DZ <sub>os</sub>	15	26,7	40,0	33,3	0,44

Os valores mais elevados de prática conjunta ocorre nos gêmeos MZ<sub>m</sub>, sendo a sua concordância muito superior à dos gêmeos DZ<sub>m</sub>. No sexo feminino, os resultados de prática conjunta de gêmeos MZ e DZ são distintos dos de Koopmans et alii (1994), mesmo quando se verifica que a amostra do presente estudo é de dimensão muito inferior. O valor mais baixo de prática desportiva das meninas portuguesas pode dever-se a diferenças de natureza sócio-cultural entre os dois países, mesmo tendo em consideração a diferença temporal dos estudos. Na Holanda, a tradição da prática desportiva é bem mais forte que em Portugal, sobretudo no que concerne ao problema das “barreiras” de natureza cultural e psicológicas de acesso ao desporto formal institucionalizado nos clubes, bem como pode ainda refletir aspectos relativos ao desenvolvimento sócio-econômico.

O padrão de correlações mostra, sobretudo no sexo masculino, uma agregação familiar clara ( $r_{MZm} > r_{DZm}$ ). Esta diferença é uma

indicação segura da presença de influências genéticas na diferente adesão à prática do desporto. Resultados idênticos são referidos nas pesquisas de Boomsma et alii (1989) e Koopmans et alii (1994).

No sexo feminino os valores de  $r$  não seguem o padrão esperado para evidenciar a presença de efeitos genéticos inequívocos. O valor de  $r_{MZf}$  não é superior ao  $r_{DZf}$ , o que revela um nítido contraste com os resultados obtidos nas pesquisas dos autores anteriormente citados. O  $r_{DZos}$  não é significativamente distinto do  $r_{DZm}$  e  $r_{DZf}$ . Tal sugere a presença de fatores do envolvimento, em detrimento dos fatores genéticos, que contribuem decisivamente para a adesão à prática do desporto, sobretudo nas meninas.

A segunda parte do estudo exploratório versou o cálculo de tabelas de contingência e taxas de concordância “probandwise” (TCP). Os resultados estão na TABELA 6.



**TABELA 6** - Resultados (valores de  $\chi^2$  e da prova) das tabelas de contingência para os pares de gêmeos de diferente zigosidade, bem como das taxas de concordância “probandwise” (TCP).

Gêmeos	$\chi^2$	p	TCP
MZ <sub>m</sub>	13,56	0,000	98%
DZ <sub>m</sub>	0,52	0,470	58%
MZ <sub>f</sub>	4,71	0,029	59%
DZ <sub>f</sub>	0,58	0,322	64%
DZ <sub>os</sub>	1,72	0,190	62%

Somente o valor de  $\chi^2$  para os gêmeos MZ<sub>m</sub> e MZ<sub>f</sub> evidenciou significado estatístico. É claro, da diferença de valores da TCP, a sugestão de um “forte risco” de prática desportiva entre membros do mesmo par, sobretudo nos meninos. O “risco” de prática dos gêmeos MZ<sub>m</sub> é 98%, ao passo que nos DZ<sub>m</sub> é somente de 58%.

Contudo, o mesmo não parece ocorrer no sexo feminino, onde os valores da TCP são muito semelhantes. Quando o gêmeo 1 pratica desporto, o “risco” do seu co-gêmeo praticar desporto é muito baixo.

Um padrão semelhante de resultados refere-se às modalidades praticadas. Os membros dos pares MZ tendem a agrupar-se nos mesmos desportos. O mesmo não acontece nos gêmeos DZ, sobretudo nos de sexo oposto. Esta “identidade” de prática nos gêmeos MZ pode estar associada a uma forte ligação não somente biológica, mas também e sobretudo afetiva, emocional e comportamental.

O passo fundamental da análise quantitativa dos dados dos gêmeos MZ e DZ dos dois sexos compreendeu o ajustamento dos três modelos fundamentais para testar as hipóteses previamente formuladas. Dado tratar-se de modelos alternativos para explicar o padrão de resultados expressos na matriz de covariância, torna-se imperioso decidir pelo “melhor”. Daqui que seja necessária a sua comparação em termos simultaneamente estatísticos e substantivos. O modelo que melhor se ajustou aos dados e que revelou melhorias substanciais relativamente aos outros é o modelo genético não implicando a presença de genes distintos a operar nos dois sexos.

Na TABELA 7 encontram-se os resultados do modelo final (ACE) que se revelou mais parcimonioso (menor valor de AIC) e de melhor ajustamento aos dados.

**TABELA 7** Valores da estatística de ajustamento final (AIC), bem como das estimativas de variância dos parâmetros fundamentais do modelo genético (ACE) em cada sexo.

Sexo	AIC	a <sup>2</sup>	c <sup>2</sup>	e <sup>2</sup>
Meninos	-1,28	0,82	0,08	0,10
Meninas	-0,74	0,00	0,71	0,29

Do resultado distinto do ajustamento dos três modelos alternativos, é clara a rejeição de dois tipos de sugestões: a) a presença de genes distintos em meninos e meninas relativos à sua prática desportiva; e b) que num dos sexos a suscetibilidade genética para a prática seria mais elevada.

Nos meninos, os resultados evidenciam, em confirmação do sugerido pela análise exploratória, um forte efeito genético nos seus índices de prática desportiva, dado que a<sup>2</sup> = 0,82 (82% da variância total é devida a diferenças genéticas entre os sujeitos). Um valor tão elevado de a<sup>2</sup> pode traduzir a presença inequívoca não só de genes necessários mas também de genes

suscetíveis dada a variação obtida no fenótipo em estudo. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Beunen & Thomis (1999), ainda que os autores considerem somente o fenótipo horas dedicadas à prática desportiva. Convém salientar que a prática desportiva, ainda que se situe no plano da recreação e lazer, “exige” empenhamento psicológico e reclama, sempre, um dado nível de desempenho. Inúmeros autores têm demonstrado que tal desempenho se encontra associado, entre outros fatores, às diferenças nos valores da morfologia somática e nível distinto das aptidões motoras. Ora estes fenótipos complexos encontram-se, também, fortemente condicionados por fatores genéticos (Bouchard et alii, 1997).

Nas meninas, as estimativas dos parâmetros são completamente diversas das dos meninos. A estimativa do efeito genético é zero. Em contra-partida, os efeitos de magnitude superior são referentes ao envolvimento comumente partilhado no seio da família. Estas estimativas são superiores às obtidas por Beunen & Thomis (1999). Os maiores valores refletem a circunstância de  $a^2$  ser zero no presente estudo. Entre outras, pensamos que três tipos de justificações poderão ser atribuídas a estes resultados:

- A primeira prende-se com o elevado valor de  $c^2$ . É provável que fatores de natureza sócio-cultural transmitidos no seio da família, juntamente com a influência dos pares relevantes, assumam um papel determinante não só na adesão à prática desportiva como também nos valores dos seus índices. Aliás, é bem evidente dos trabalhos de Lewko & Greendorfer (1977) e McPherson, Curtis & Loy (1989) o papel altamente relevante dos progenitores na transmissão de modelos de comportamentos e atitudes relativamente ao desporto. É bom lembrar que os progenitores não transmitem somente genes aos seus descendentes. Ainda que os genes transmitam somente a linhagem germinal biológica da espécie,

comportamentos, hábitos e atitudes sócio-culturais são herdados pela vivência contínua no envolvimento comum da “célula familiar”. A título de exemplo mencionamos uma pesquisa sobre a agregação familiar nos hábitos generalizados de atividade física realizado em 500 famílias portuguesas (Pereira, 1999), e que mostrou a importância do papel da mãe na transmissão de hábitos de cultura física às filhas.

- A segunda reflete a circunstância de ser provável que apesar de  $a^2$  ser zero nas meninas, tal não implique necessariamente que estas não possuam genes para a prática desportiva. Pode isso sim, veicular a sugestão de, apesar de presentes, não se expressarem, pelo menos nesta amostra.

A terceira permite ser adequado pensar que estes valores podem refletir idiosincrasias próprias da presente amostra, uma vez que na pesquisa de Beunen & Thomis (1999), o  $a^2$  é de 47%. Isto sugere, necessariamente, a recolha de maior quantidade de pares de gêmeos, e da replicação desta pesquisa noutras amostras. Contudo, é importante salientar que a análise prévia à potência do teste em rejeitar uma  $H_0$  falsa mostrou que a dimensão da amostra do presente estudo era adequada para que as inferências efetuadas sejam plausíveis.

Em conclusão, este trabalho pretendeu: a) apresentar aspectos fundamentais das metodologias de Genética Quantitativa para estudar fenótipos de interesse dos cientistas das Ciências do Desporto, concretamente os níveis de prática desportiva; b) rever a informação empírica disponível sobre os efeitos genéticos na prática desportiva; c) aplicar tal metodologia em gêmeos MZ e DZ dos dois sexos cujos resultados suportam a sugestão de um forte efeito genético na prática desportiva dos sujeitos do sexo masculino; d) e que o mesmo não parece ocorrer no sexo feminino, dado que o efeito fundamental está associado às influências do envolvimento comumente partilhado no seio da família.

## ABSTRACT

## GENETIC ASPECTS OF SPORTS PRACTICE: A TWIN STUDY

The purposes of this study are twofold: a) to present, briefly, some aspects of quantitative genetics applied to Sport Sciences, and b) to apply such techniques and methodologies to study the genetic effects of sports practice in monozygotic (MZ) and dizygotic (DZ) twins. Sample size comprises 104 twin pairs, 40 MZ and 64 DZ, whose mean age is, respectively  $17.30 \pm 5.82$  and  $17.86 \pm 8.12$ . An index of sports practise was built based on the questionnaire suggestions of Baecke et alii (1982). Statistical procedures include the following techniques: contingency tables, tetrachoric correlations, probandwise concordance rates, as well as model fitting techniques to univariate twin models. Software used was SPSS 9.0 and Mx. Main results and conclusions are as follows: a) it is evident the presence of familial aggregation in sports practise; b) these values are more evident in MZ twins than in DZ twins, and more so in males than in females; c) in males, genetic differences account for 82% of the variation in the index of sports practise; d) in females the results are just the opposite, where genetic influences are zero, and shared environmental influences account for 71%. These differences in genetic and environmental effects in the two sexes call for biological and social-cultural interpretations.

UNITERMS: Quantitative genetics; Sport; Twins.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAECKE, J.A.; BUREMA, J.; FRITJERS, E.R. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.36, p.936-42, 1982.
- BEUNEN, G.; THOMIS, M. Genetic determinants of sports participation and daily physical activity. **International Journal of Obesity**, v.3, p.1-9, 1999.
- BOOMSMA, D.I.; VAN DER BREE, M.B.M.; ORLEBEKE, J.F. Resemblances of parents and twins in sports participation and heart rate. **Behavioral Genetics**, v. 19, p.123-41, 1989.
- BOUCHARD, C.; MALINA, R.; PÉRUSSE, L. **Genetics of fitness and physical performance**. Champaign. Human Kinetics, 1997.
- BOUCHARD, C.; SHEPHARD, R.J.; STEVENS, T. **Physical activity, fitness and health: International proceedings and consensus statement**. Champaign, Human Kinetics, 1992.
- EAVES, L.J.; EYSENCK, H.J.; MARTIN, N.G. **Genes, culture and personality: an empirical approach**. New York, Academic Press, 1989.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. Essex, Longman Scientific & Technical, 1990.
- GEDDA, L. Sport and genetics: a study on twins. **Acta Genetica Gemmologica**, v.9, p.387-405, 1960.
- GREBBE, H. Sportfamilien. **Acta Genetica Gemmologica**, v.4, p.318-26, 1955.
- GRIMM, H. Zur frage nach den erb-faktoren fur sportliche liestungsfahigkeit. In: WELTKONGRESS FUR SPORTMEDIZIN, 16., Koln, 1996. Koln, Deutscher Arzte Verlag, 1966. p.530-634.
- JOKL E.; JOKL, P. **The physiological basis of athletics records**. Springfield, Thomas, 1968.
- KHOURY, M.J.; BEATY, T.H.; COHEN, B.H. **Fundamentals of genetic epidemiology**. New York, Oxford University, 1993.
- KOOPMANS, J.R.; VAN DOOMEN, L.J.P.; BOOMSMA, D.I. Smoking and sports participation. In: GOLDBOURT, U.; de FAIRE, U.; BERG, K., eds. **Fators in coronary heart disease**. Dordrecht, Kluwer Academic, 1994. p.217-35.
- LEWKO, J.H.; GREENDORFER, S.L. Family influence and sex differences in children's socialization into sport: a review. In: LANDERS, D.M.; CHRISTINA, R., eds. **Psychology of motor behavior and sport**. Champaign, Human Kinetics, 1977. p.434-47.
- LYNCH, M.; WALSH, B. **Genetics and analysis of quantitative traits**. Massachusetts, Sinauer Associates, 1998.
- McPHERSON, B.D.; CURTIS, J.E.; LOY, J.W. **The social significance of sport: an introduction to the sociology of sport**. Champaign, Human Kinetics, 1989.
- MAES, H.H.M. **Univariate and multivariate genetic analysis of physical characteristics of twins and parents**. Lovaina, 1992. Dissertação (Doutorado) - Universidade Católica de Lovaina.
- NEALE, M.C. **Mx: statistical modeling**. 4.ed. Richmond, Department of Psychiatry, 1997.

- NEALE, M.C.; CARDON, L.R. **Methodology for genetic studies of twins and families**. Dordrecht, Kluwer Academic, 1992.
- PEETERS, H.; VAN GESTEL, S.; VLIETINCK, R.; DEROM, C.; DEROM, R. Validation of a telephone zygosity questionnaire in twins of known zygosity. **Behavioral Genetics**, v.28, p.159-63, 1998.
- PEREIRA, P.C.R. **Influência parental e outros determinantes nos níveis de atividade física: um estudo em jovens do sexo feminino dos 12 aos 19 anos**. Porto, 1999. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade do Porto.
- RAMAKRISHMAN, V.; GOLDBERG, J.; HENDERSON, W.G.; EISEN, S.A.; TRUE, W.; LYONS, M.J.; TSUANG, M.T. Elementary methods for the analysis of dichotomous outcomes in unselected samples of twins. **Genetic Epidemiology**, v.9, n.4, p.273-87, 1992.
- THOMIS, M. **The power of individual genetic factor scores in predicting the sensitivity to environmental stress**. Lovaina, 1997. Dissertação (Doutorado) - Universidade Católica de Lovaina.
- WEISS, V. Der heritabilitatsindex in der begabungs- und eignungsdiagnose bei kindern und jugendlichen. **Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch**, v.126, n.6, p.865-72, 1980.
- \_\_\_\_\_. Die heritabilitaten sportlicher tests, berechnet aus den leistungen zehnjähriger zwillingspaare. **Leistungssport**, v.1, p.58-61, 1979.
- WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-85, 1921.

Recebido para publicação em: 10 dez. 1999

Revisado em: 18 fev. 2000

Aceito em: 24 mar. 2000

ENDEREÇO: José António Ribeiro Maia  
 Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada  
 Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física  
 Universidade do Porto  
 Rua Dr. Plácido Costa, 91  
 4200-450 - Porto - PORTUGAL

## ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA E A ESTABILIZAÇÃO DE UM PROGRAMA DE AÇÃO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

Andrea Michele FREUDENHEIM<sup>1</sup>  
Edison de Jesus MANOEL<sup>\*</sup>

---

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar a estabilização de uma habilidade motora gráfica. Assumiu-se que a estabilização corresponderia a formação de um programa de ação hierarquicamente organizado. Em consequência, que a macro-estrutura do programa seria mantida enquanto a micro-estrutura do programa variaria frente a perturbações. Participaram três estudantes universitárias que praticaram 83 blocos de 10 tentativas, na tarefa de reproduzir um padrão gráfico. No 80o. bloco foi introduzida uma modificação na tarefa. Foram utilizadas medidas relacionadas ao desempenho global, à variabilidade da macro-estrutura e à variabilidade da micro-estrutura. Com a prática houve diminuição da variabilidade no nível macro, bem como, coincidência entre os momentos de início dos patamares das medidas de desempenho global e de variabilidade na macro-estrutura. Houve uma rápida recuperação após a modificação da tarefa, posto que o desempenho retornou prontamente aos níveis pré perturbação. Estes resultados estão de acordo com a idéia de que a estabilização implica na formação de uma macro-estrutura consistente, i.e., de um programa de ação organizado hierarquicamente.

UNITERMOS: Aprendizagem motora; Estabilização; Programa de ação

---

### INTRODUÇÃO

Segundo vários autores (Adams, 1971; Fitts & Posner, 1967; Logan, 1988, 1992), a consistência no comportamento é a principal característica da ação habilidosa. Em contraposição, a variabilidade no comportamento tem sido vista como uma característica prejudicial à ação habilidosa pois, ela introduziria um elemento de incerteza no desempenho. Desta forma, variabilidade e consistência são consideradas como características opostas e mutuamente exclusivas no comportamento. Enquanto a variabilidade no comportamento é vista como uma expressão do ruído, da desordem, e da incerteza - entre outros -, a consistência é vista como a expressão da constante estabilidade, da ordem e da certeza do sistema. No entanto, embora a redução da variabilidade na resposta motora seja

importante para uma execução bem sucedida, quando em excesso, a diminuição da variabilidade pode ter como consequência a perda da flexibilidade nas respostas, acarretando na perda da capacidade do indivíduo de se adaptar às circunstâncias ambientais em constante mudança (Tani, 1982). Por exemplo, todas as vezes que assinamos um documento procuramos manter a mesma seqüência de traços e a mesma configuração da escrita, ou seja, procuramos manter, em termos gerais, um padrão característico da nossa assinatura. Este padrão é o que concede identidade à assinatura. Mas, dependendo do espaço reservado para a assinatura (que sempre muda!), aumentamos ou diminuimos o tamanho das letras, e ainda, dependendo da caneta, exercemos mais ou menos pressão. Portanto, a

---

<sup>\*</sup> Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

manutenção do padrão característico da assinatura requer a possibilidade de variar, entre outros, o tamanho das letras e a pressão exercida. Sendo assim, mesmo que de maneira geral não seja reconhecido, o papel da variabilidade do comportamento é crucial para o ajuste às condições ambientais, ou seja, à flexibilidade característica da ação habilidosa (Manoel, 1993; Manoel & Connolly, 1995, 1997; Tani, 1982, 1995). Desta forma, diferentemente do que em geral se concebe, consistência e variabilidade não devem ser consideradas como características mutuamente exclusivas, mas como características complementares da ação habilidosa. Portanto, a abordagem que enfatiza a consistência em detrimento da variabilidade e conseqüentemente em detrimento da flexibilidade, enfatiza somente um lado da moeda.

Sendo que a operacionalização da intenção de movimentar-se para alcançar um objetivo tem início na elaboração de uma estrutura - plano de ação ou programa de ação- (Stelmach & Diggles, 1982; Tani, 1995), esta estrutura deveria ser capaz de conciliar consistência e variabilidade como características complementares. Isso requer a aplicação da noção de macro determinância e de micro indeterminância proposta por Weiss (1969). Deste ponto de vista, programas de ação são consideradas estruturas organizadas em dois níveis: macroscópico e microscópico. No nível macro, o programa deve ser definido por um padrão geral relacionado à intenção e aos resultados ambientais. Este padrão deve ser consistente, ordenado e bem definido. Já no nível micro, o padrão de movimento deve ser variável, desordenado e pouco definido. (Manoel & Connolly, 1997).

Um programa de ação hierarquicamente organizado, em dois níveis (macro e micro), poderia resultar em comportamentos simultaneamente consistentes e variáveis (Manoel, 1989; Tani, Bastos, Castro, Jesus, Sacay & Passos, 1992). Assim, diferentemente do proposto tradicionalmente, como conseqüência direta de um programa de ação organizado em dois níveis, teríamos o comportamento sendo consistente no nível macro e variável no nível micro.

A partir da adoção de uma visão contínua e hierárquica dos processos de mudança do comportamento motor, Choshi & Tani (1983), Manoel (1993), Tani (1982), Tani et alii (1992) e Tani, Connolly & Manoel (1996), propuseram que o processo de aquisição compreende pelo menos duas fases - estabilização e adaptação e que envolve um processo cíclico e dinâmico de

estabilidade-instabilidade-estabilidade. Assim, a estabilização, antes de indicar o final do processo de aquisição, indica estar-se dando um passo fundamental na direção do aumento de complexidade.

No entanto, a revisão da literatura evidencia que a aquisição de habilidades motoras tem sido estudada a partir de um modelo de equilíbrio, ou seja, várias teorias concebem o processo de aquisição como um processo gradativo e finito, e a estabilização, como sua última fase, marcada pela consistência (Logan, 1988; Newell & Rosenbloom, 1981; Schneider & Detweiler, 1987; Schneider & Shiffrin, 1977). Entretanto, se considerarmos que o indivíduo está em constante interação com um ambiente dinâmico e mutável, significa que as soluções motoras uma vez encontradas necessitam de constante atualização e até completa modificação. Ou seja, a estabilização leva a estados que são temporários no processo contínuo de aumento da complexidade. Do contrário, se não houvesse a possibilidade de modificar a estabilidade do sistema, haveria um grande risco do mesmo ficar estagnado com a passagem do tempo.

No presente estudo adotamos uma visão de não-equilíbrio da estabilização, concebendo-a como uma fase no processo hierárquico de aquisição de ações habilidosas. A estabilização, neste contexto, refere-se à aquisição de um programa de ação cuja estrutura é consistente no nível macroscópico e variável no nível microscópico. Considerando que a estabilização não tem sido considerada dentro desta perspectiva, foi realizado um estudo exploratório com o propósito de descrever a estabilização, tendo como pressuposto que esse processo seria caracterizado pela formação de um programa de ação hierarquicamente organizado.

Enquanto os estudos conduzidos por Manoel (1998) e Tani, Connolly & Manoel (2000) identificaram a tendência da formação de macro e micro-estruturas, eles não verificaram como ou se essa formação estava associada à estabilização da habilidade. Esta associação só foi verificada em um estudo (Freudenheim, Manoel & Tani, 1998). Neste estudo, o critério para definir estabilização foi baseado na identificação de patamares de desempenho. No entanto, como sugerido por Freudenheim et alii (1998), para que se tenha mais claro como a unidade se torna estável é preciso introduzir uma modificação na tarefa, visando gerar perturbações no sistema e assim desafiar a sua estabilidade.

O desenvolvimento de medidas diretas da estabilização do comportamento ainda é incipiente com raras exceções (cf. Choshi & Tani, 1983; Zanone, Kelso & Jeka, 1993). No presente estudo, planejou-se uma prática extensiva com um grande número de tentativas além de se garantir algumas condições para a estabilização do comportamento. De uma forma mais rudimentar pode-se dizer que o alcance de um estado estável pelo sistema seria associado aos patamares na curva de desempenho global. Outra forma mais objetiva para verificar a estabilidade do sistema refere-se à introdução de uma modificação da tarefa que gere uma perturbação a esse estado (cf. Manoel, 1992). A magnitude com que o desempenho é afetado e o tempo necessário para a retomada do desempenho aos níveis pré-perturbação são indicativos do grau de estabilidade do sistema. Desta forma, buscou-se verificar a quantidade de prática necessária à estabilização. Verificou-se ainda qual a quantidade de blocos de prática necessária para retornar ao patamar de desempenho prévio à apresentação da tarefa modificada, representado aqui por uma mudança do padrão gráfico (alteração que modifica a macro-estrutura da tarefa). Caso a modificação da tarefa seja suficiente para perturbar a organização da resposta, poderá se verificar quantas tentativas são necessárias para retornar aos níveis pré-modificação. Um comportamento estabilizado deverá apresentar uma recuperação da "performance" nos primeiros blocos após a apresentação do padrão gráfico alterado. Com este delineamento espera-se poder identificar o número de tentativas necessário à estabilização.

Um aspecto fundamental para a condução da presente pesquisa diz respeito à escolha da tarefa experimental. A dificuldade nessa escolha reside na necessidade de combinar na mesma tarefa a possibilidade de identificar de forma clara os seus componentes, além desses componentes poderem ser combinados de forma relativamente livre na produção da resposta. Com essa preocupação Manoel realizou uma série de estudos com tarefas experimentais típicas de laboratório (Manoel & Connolly, 1995) e tarefas "naturais" (Manoel, 1993; Manoel & Connolly, 1997). Na tarefa de laboratório houve facilidade para diferenciar os componentes. No entanto, as formas de interação entre os mesmos foi relativamente simples, o qual prejudicou a possibilidade de identificação da estrutura. A utilização da tarefa natural propiciava situações em que a interação dos componentes era significativa, entretanto tinha limitações para a identificação dos componentes. Neste sentido, Tani

propôs a utilização de habilidades gráficas em função da facilidade em identificar componentes e a execução do padrão envolver uma interação significativa dos mesmos (Tani, 1995). Na execução de um dado padrão gráfico são identificados aspectos que tendem a se tornar invariantes e outros que variam sugerindo a existência de uma macro-estrutura e uma micro-estrutura no programa de ação (Freudenheim et alii, 1998; Manoel, 1998; Tani et alii, 2000). O presente trabalho utilizará habilidades gráficas seguindo o mesmo raciocínio de Tani (1995).

## Objetivo

O objetivo deste estudo foi descrever a curva de "performance" associada a medidas macro e micro, para: a) verificar se há indícios da formação de um programa de ação hierarquicamente organizado; e, b) identificar o número de tentativas necessárias à estabilização, na tarefa requerida.

Caso a formação do programa de ação corresponda a um processo de organização hierárquica espera-se que: a) a variabilidade no nível macro será maior no início da prática; b) haja coincidência entre o início dos patamares de desempenho global e de variabilidade no nível macro; c) a variabilidade no nível micro também será menor com a prática, mas não necessariamente mais baixa nos mesmos pontos correspondentes aos patamares de desempenho global; e, d) o número de blocos para a recuperação do desempenho após a introdução da tarefa modificada será mínimo.

## MÉTODO

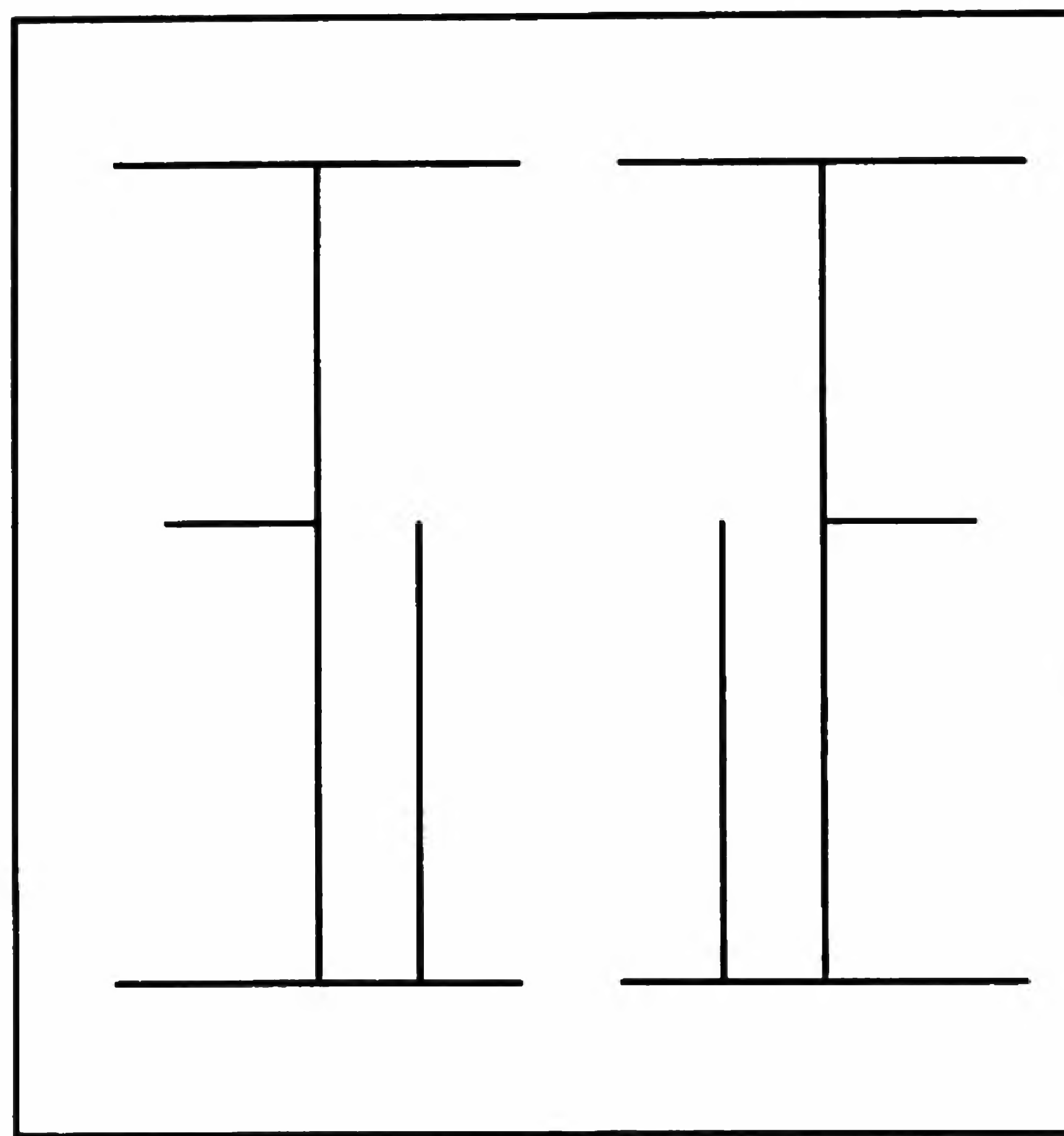
### Sujeitos

Participaram do estudo três estudantes universitárias, voluntárias e inexperientes nas tarefas realizadas. O número baixo de sujeitos se justifica por ser um estudo exploratório que compreende um extenso número de tentativas de prática e que visa a descrição detalhada das curvas nas diversas medidas de "performance" e de variabilidade na macro e na micro-estruturas. Ademais, com estudos exploratórios, não se pretende chegar a resultados definitivos mas, principalmente verificar a possibilidade de estudo a partir de uma visão alternativa à geralmente adotada na área.

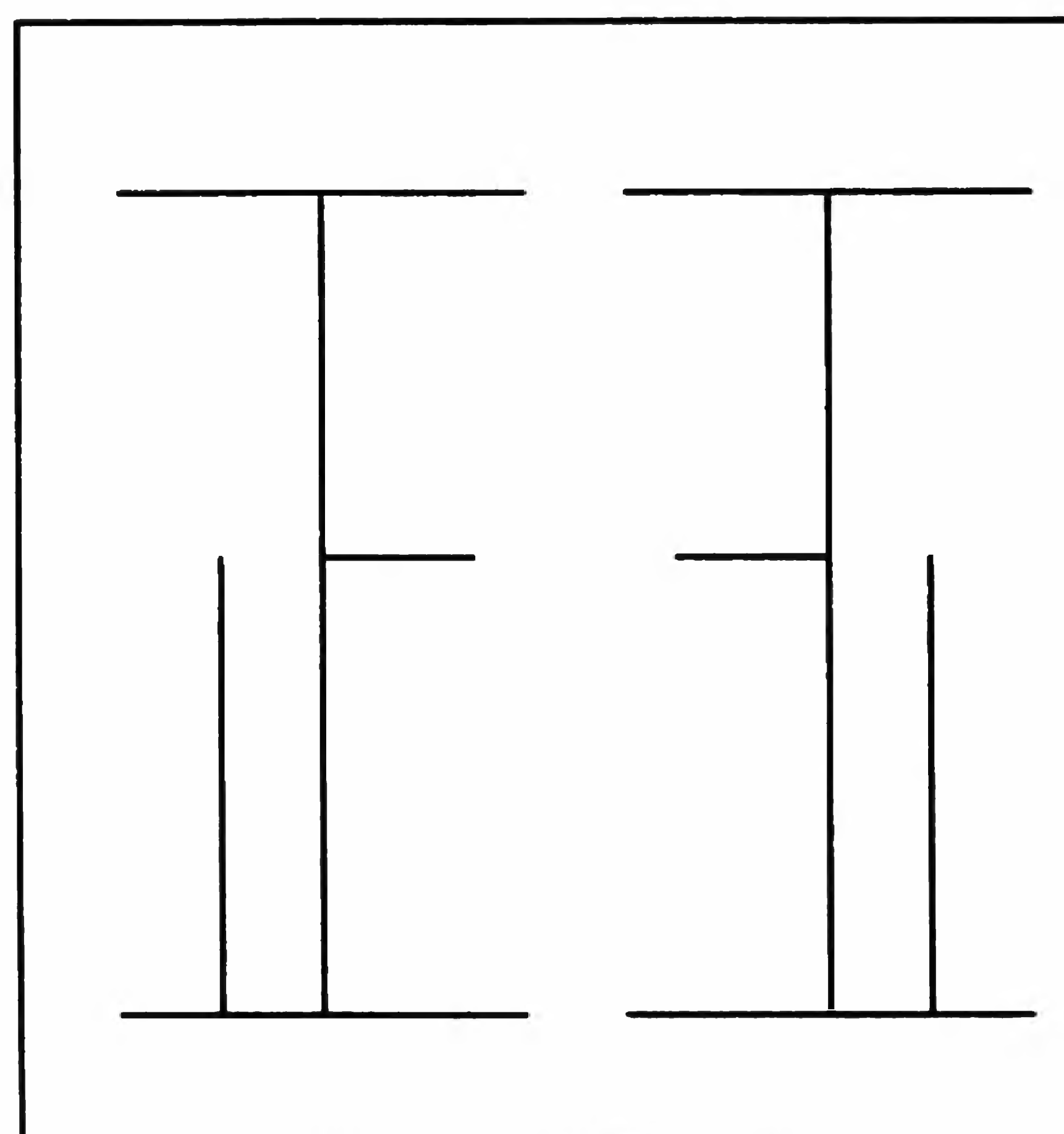
**Tarefa**

Reproduzir um padrão gráfico composto de 10 traços (FIGURA 1a) e um padrão gráfico alterado (FIGURA 1b). Este padrão gráfico estava

impresso na parte superior da folha de respostas e deveria ser reproduzido nos quadrados vazios de mesmo tamanho, enfileirados de quatro em quatro. Vale ressaltar que não foi imposta qualquer restrição quanto ao tempo despendido com a tarefa.



Padrão gráfico (a)



Padrão gráfico (b)

**FIGURA 1** – Padrão gráfico (a) e padrão gráfico alterado (b) utilizados no estudo.

A reprodução do padrão gráfico foi escolhida como tarefa pois envolve a possibilidade do sujeito decidir quanto à seqüência e o tempo de execução da tarefa. Além disso permite que se obtenha medidas de desempenho global relacionadas a interação entre os componentes da figura (macro-estrutura) bem como de cada componente em separado (micro-estrutura).

**Instrumentos**

Uma mesa digitalizadora 'Quora' (modelo QC-A4), uma caneta sem fio sensível à pressão, um programa ("software") especialmente desenvolvido para o estudo visando a coleta e análise dos dados, um computador Macintosh (modelo Performa 630) e uma interface de comunicação entre a mesa e o computador.



### Medidas utilizadas

Neste estudo foram utilizadas medidas relacionadas ao desempenho global, à variabilidade na macro-estrutura e à variabilidade na micro-estrutura (c.f. Tani, 1995). O cálculo das medidas foi feito para blocos de 10 tentativas.

#### Medidas de desempenho global

- a) Tempo total de pausa: média dos tempos gastos entre o término de um traço e o início de outro traço. Esta medida de desempenho expressa a fluência da transição entre os traços exibida por cada sujeito;
- b) Tempo total de movimento: média dos tempos gastos para executar os traços que compõem o padrão. Esta medida de desempenho expressa o tempo gasto para executar os componentes da tarefa exibido por cada sujeito.

#### Medidas de variabilidade na macro-estrutura

- c) Variabilidade do tempo de pausa relativo: a partir do tempo de pausa de cada intervalo (término de cada um dos traços e o início do traço seguinte) e o tempo total de pausa, obtém-se a porcentagem do tempo gasto em cada um dos intervalos (tempo de pausa relativo) e, calcula-se o desvio padrão desta porcentagem. Esta medida expressa a variabilidade do tempo de pausa relativo exibida por cada sujeito;
- d) Variabilidade do tempo de movimento relativo: a partir do tempo de movimento necessário à execução de cada traço e o tempo total de movimento, obtém-se a porcentagem do tempo gasto em cada um dos traços (tempo de movimento relativo) e, calcula-se o desvio padrão. Esta medida expressa a variabilidade do tempo de movimento relativo exibida por cada sujeito;
- e) Variabilidade do seqüenciamento: cada um dos 10 traços do padrão gráfico é identificado por uma letra. Dessa forma o equipamento registra a ordem seqüencial em que os traços foram executados. Na primeira tentativa, por exemplo, a seqüência de execução dos 10 traços poderia ser: *a, c, b, e, d, h, i, f, j, g*. A partir desse registro inicial, calcula-se quantas variações do primeiro traço foram efetuadas, por blocos de 10 tentativas. Por exemplo, um sujeito pode ter iniciado três tentativas com o traço *a*, e as restantes sete tentativas com o traço *c*. Nesse caso, o número variações do primeiro traço executado é 1. Em seguida, esse cálculo é repetido para cada uma das 10 diferentes localizações dos traços, ou seja, para

o segundo traço, para o terceiro traço, e assim por diante. O valor máximo de variações por localização é 9. Caso, o indivíduo utilize seqüências diferentes em cada uma das 10 tentativas, obteremos o valor 90, que indicará máxima variabilidade do seqüenciamento no bloco. Caso o indivíduo utilize sempre a mesma seqüência de traços obteremos o valor final zero, que indicará máxima consistência no bloco. Portanto, esta medida expressa a consistência do seqüenciamento de cada sujeito;

#### Medidas de variabilidade na micro-estrutura

- f) Variabilidade do tempo total de pausa: obtém-se através do cálculo do desvio padrão do tempo total de pausa. Esta medida expressa a variabilidade do tempo total de pausa exibida por cada sujeito;
- g) Variabilidade do tempo total de movimento: obtém-se através do cálculo do desvio padrão do tempo total de movimento. Esta medida expressa a variabilidade do tempo total de movimento exibida por cada sujeito.

Em suma, foram utilizadas duas medidas de desempenho global (tempo total de pausa e tempo total de movimento), três medidas de variabilidade na macro-estrutura (variabilidade do tempo de pausa relativo, variabilidade do tempo de movimento relativo e variabilidade do seqüenciamento) e duas medidas de variabilidade na micro-estrutura (variabilidade do tempo total de pausa e variabilidade do tempo total de movimento). Por serem medidas consideradas relativamente invariáveis, a variabilidade do tempo de pausa relativo, a variabilidade do tempo de movimento relativo e a variabilidade do seqüenciamento, estão relacionadas à macro-estrutura do programa de ação e, por serem medidas consideradas variáveis do desempenho, a variabilidade do tempo total de pausa e a variabilidade do tempo total de movimento, estão relacionadas à micro-estrutura do programa de ação (Tani, 1995).

### Delineamento

O experimento compreendeu uma fase de aquisição na qual foram realizadas 830 tentativas de prática, organizadas em blocos de 10 tentativas distribuídas em seis sessões. Na 6a. sessão, no 80o. bloco da fase de aquisição, foi introduzida uma modificação na tarefa com o propósito de causar uma perturbação no desempenho global dos indivíduos. Ao longo de 10 tentativas, os sujeitos

foram solicitados a reproduzir um padrão gráfico modificado em relação ao utilizado na fase de aquisição, levando assim a uma modificação da macro-estrutura da tarefa. Os dois traços verticais menores que estavam do lado interno da figura (FIGURA 1a) passaram para o lado externo (FIGURA 1b). Executadas estas 10 tentativas, os sujeitos foram solicitados a realizar mais 40 tentativas reproduzindo o padrão gráfico da fase de aquisição. Todos os sujeitos completaram as seis sessões em, no mínimo uma semana e no máximo duas semanas. De forma geral as sessões foram realizadas em dias distintos. Quando isto não foi possível, foi estabelecido um mínimo de quatro horas de intervalo entre elas, sendo que no máximo ocorreram duas sessões em um mesmo dia.

### Procedimentos

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) da EEFE-USP, por um experimentador. A cada sessão o sujeito foi conduzido ao laboratório e orientado a sentar em uma cadeira junto à mesa digitalizadora e a ajustar os equipamentos conforme sua preferência. Em seguida, antes do início da prática, foram fornecidas as instruções quanto a tarefa. A cada 20 tentativas o sujeito descansou por aproximadamente 50 s, tempo que corresponde à troca da folha de coleta e reinicialização do "software" de coleta de dados. Vale acrescentar que não foi fornecido conhecimento de resultado por parte do experimentador.

Após afirmar que havia entendido as instruções, ao sinal de *iniciar* do experimentador, o sujeito podia começar a prática, reproduzindo o padrão gráfico impresso no alto da folha de resposta, nos quadrados reservados para este fim. Ele preencheu os quadrados da esquerda para a direita e do alto da folha para baixo, portanto exatamente na seqüência em que costumamos redigir textos. A cada nova folha de respostas, ou seja a cada 20 tentativas, o sujeito depositou a caneta na mesa e aguardou o sinal de início do experimentador.

Na tentativa anterior ao bloco estipulado para a introdução da tarefa modificada, a figura do alto da folha de respostas foi substituída, pela figura com padrão modificado. Neste momento o experimentador esclareceu que a tarefa continuava a mesma, ou seja, reproduzir o padrão gráfico impresso no alto da folha de resposta. Logo após este esclarecimento, o sujeito iniciou as tentativas

na tarefa alterada. Finalizadas as tentativas nesta tarefa, o padrão gráfico inicial substituiu o modificado, e o sujeito reiniciou as tentativas na tarefa.

### Resultados

Como as medidas utilizadas correspondem a aspectos distintos da ação, optou-se pela análise dos dados de cada uma separadamente. A seguir apresentamos uma análise descritiva dos resultados obtidos quanto ao desempenho global, à variabilidade na macro-estrutura e à variabilidade na micro-estrutura, nesta ordem, por sujeito. Os resultados serão apresentados em termos dos perfis das curvas de aquisição e mais detalhadamente em termos da comparação entre o bloco anterior à modificação da tarefa (bloco pré perturbação) e o bloco no qual a tarefa modificada foi apresentada como modelo (bloco perturbação).

### Desempenho global

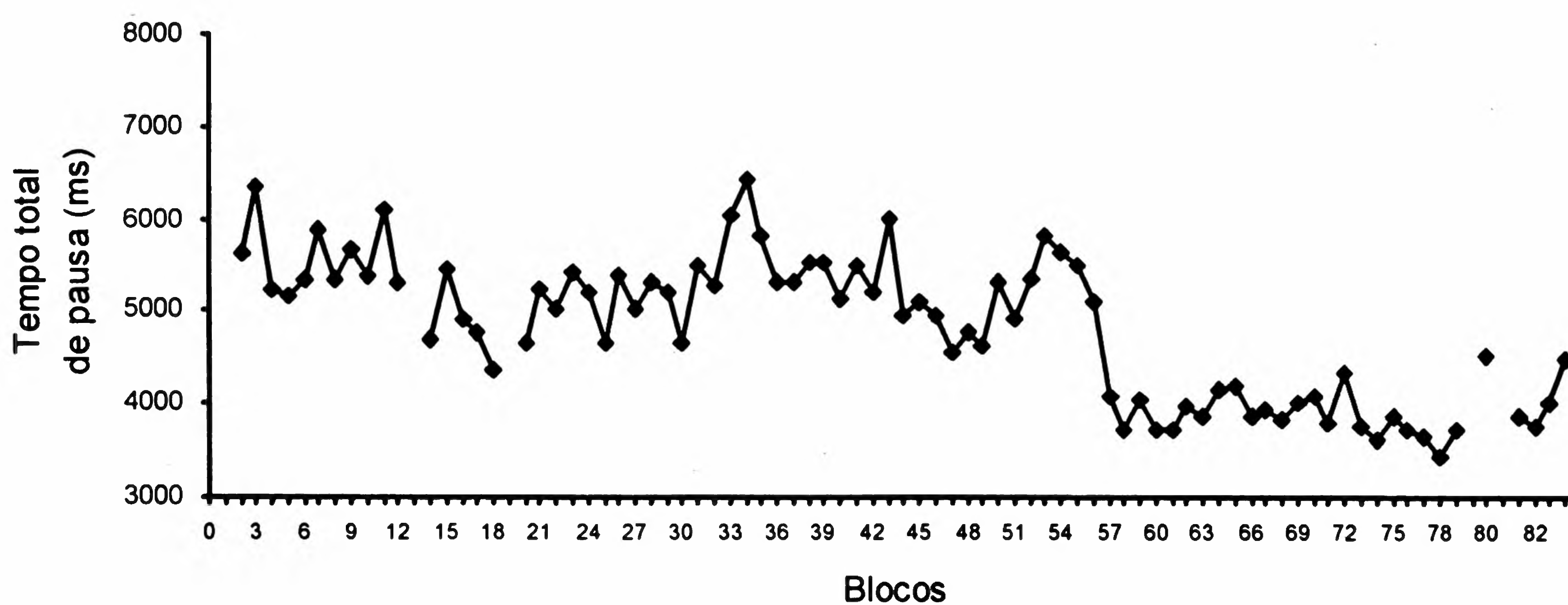
O tempo total de pausa é uma medida de desempenho global relacionada à fluência da transição entre os componentes do padrão gráfico. Na FIGURA 2 pode-se observar que, de uma forma geral, o tempo total de pausa de todos os sujeitos diminuiu ao longo das tentativas de aquisição e, que esta diminuição não foi gradativa. A configuração de patamares de desempenho global chama a atenção. Identifica-se a configuração de patamares nos momentos em que a curva de desempenho global se apresenta menos acentuada, ou seja, os momentos nos quais a diferença entre blocos seguidos diminui. Vale ressaltar, que a configuração de patamares não pressupõe a eliminação das diferenças entre os blocos (flutuações). Operacionalmente um patamar foi definido como compreendendo, no mínimo três blocos, em que a diferença entre eles não exceda 20%. Por exemplo, na curva de desempenho global do Sujeito 1 (FIGURA 2) pode-se verificar a configuração de um primeiro patamar do 4o. ao 12o. bloco de tentativas e, depois de vários outros patamares ao longo da fase de aquisição (blocos 21-24; 26-29, etc.). Mas, como o objetivo deste estudo foi o de inferir sobre a formação de um programa de ação hierarquicamente organizado, utilizando a associação entre o número de tentativas e a curva de desempenho global como referência, a identificação do início do primeiro patamar é mais significativa que a dos demais patamares. A partir do início do primeiro patamar o

desempenho global esteve, pela primeira vez, relativamente estável. Neste sentido, o início do primeiro patamar pode ser tido como o momento a partir do qual o comportamento deve passar a ser implementado por um programa de ação hierarquicamente organizado. Assim, a partir do primeiro patamar é que se pode verificar se há relativa ordem na interação entre os componentes (variabilidade na macro-estrutura). Por isso, para a presente descrição dos resultados só será considerado o início da configuração do primeiro patamar.

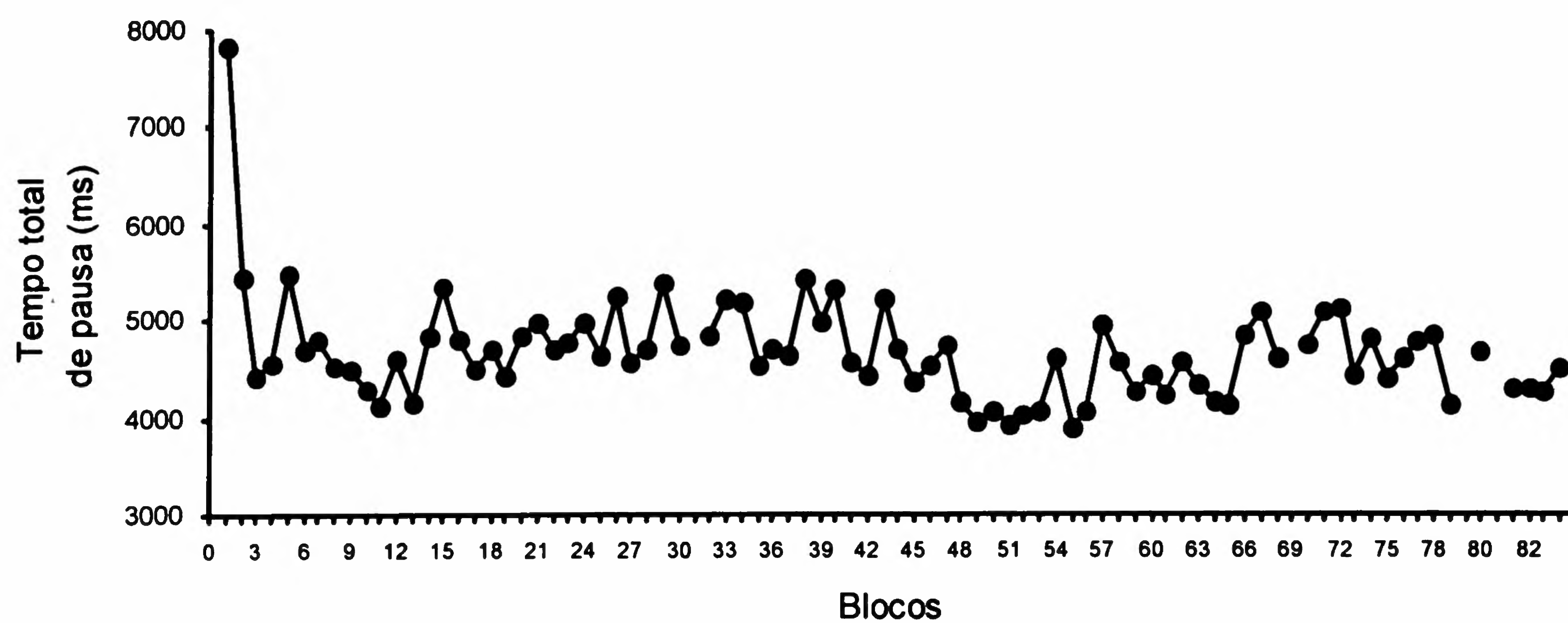
Os resultados referentes ao tempo total de pausa apresentam a configuração do primeiro patamar dos Sujeitos 1, 2 e 3, no 4o., 6o. e 5o. bloco, respectivamente. Estes resultados mostram que a fluência da reprodução do padrão gráfico aumentou ao longo das tentativas de prática e que se pode verificar a configuração de patamares na curva dos indivíduos, já nos blocos iniciais. Na tarefa utilizada, o tempo total de pausa expressa a capacidade do sujeito de, ao executar um determinado traço, levar em consideração o traço subsequente. Somente à medida em que o aprendiz se torna capaz de prever a próxima resposta, o intervalo necessário ao planejamento de cada resposta individualmente diminui. Assim, os dados revelam que já a partir dos blocos iniciais o

aprendiz aperfeiçoa a capacidade de planejar toda a seqüência de respostas com antecedência.

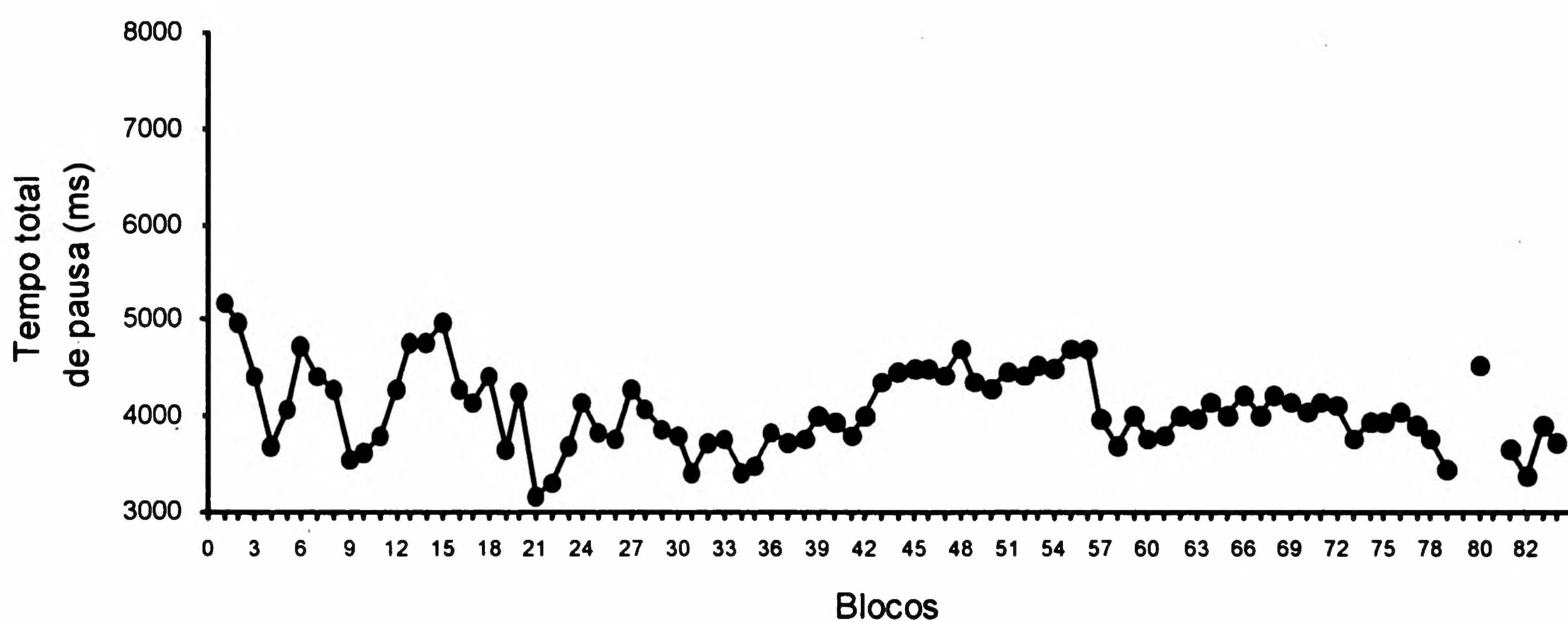
Como mencionado, para verificar se houve alteração do desempenho em função da introdução da perturbação, efetuou-se a comparação entre o bloco anterior à modificação da tarefa (bloco pré perturbação) e o bloco no qual a tarefa modificada foi apresentada como modelo (bloco perturbação). No caso em que a diferença entre os dois blocos excedeu 20%, considerou-se que houve alteração. Por exemplo, observando a FIGURA 2 pode-se verificar que para todos os sujeitos, o tempo total de pausa no bloco correspondente à modificação da tarefa (80o. bloco), foi superior ao do bloco anterior à modificação (79o. bloco). Essa alteração excedeu os 20% para os Sujeitos 1 e 3, que apresentavam menor flutuação no final das tentativas de prática. Isso significa que só não houve alteração no 80o. bloco para o Sujeito 2. Portanto, diante da modificação da tarefa, para os sujeitos que estavam apresentando desempenho estável (Sujeitos 1 e 3), voltou a haver necessidade de um intervalo maior para planejar as respostas subsequentes. No entanto, como o previsto no caso de o comportamento estar estabilizado, a recuperação se deu logo no primeiro bloco após a perturbação (81o. bloco).



Sujeito 1



Sujeito 2

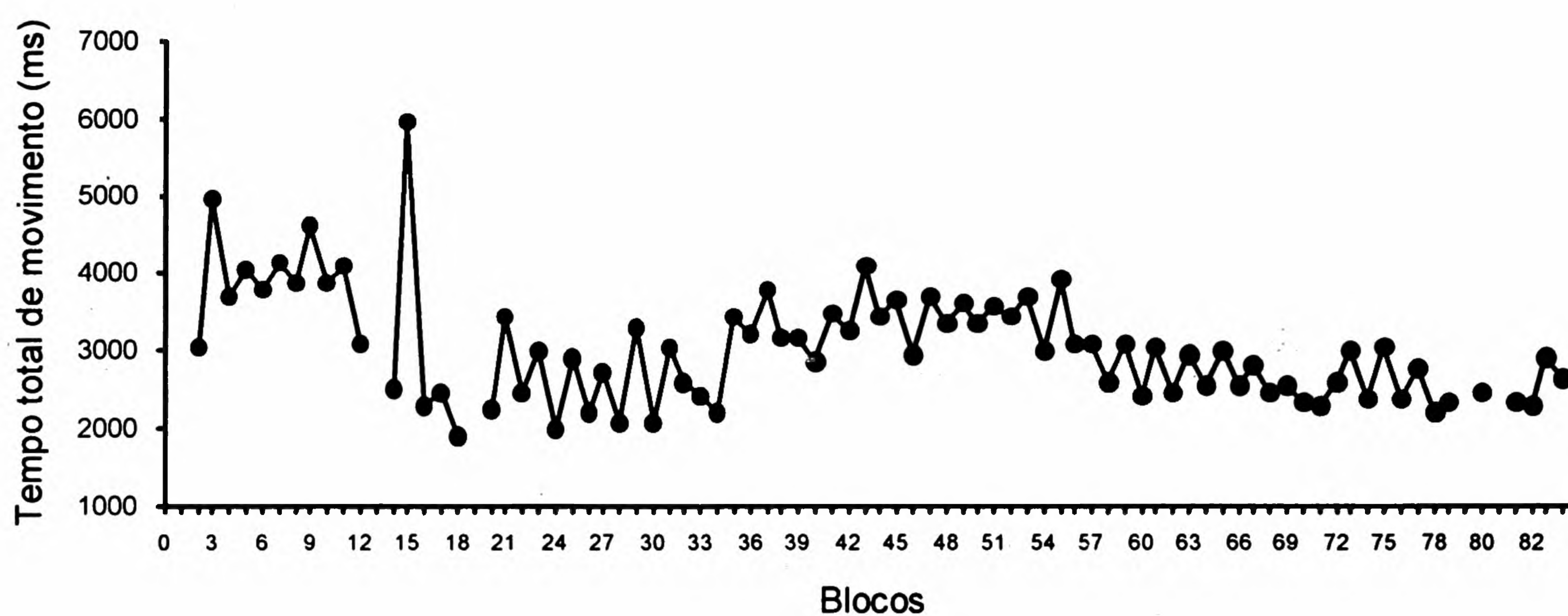


Sujeito 3

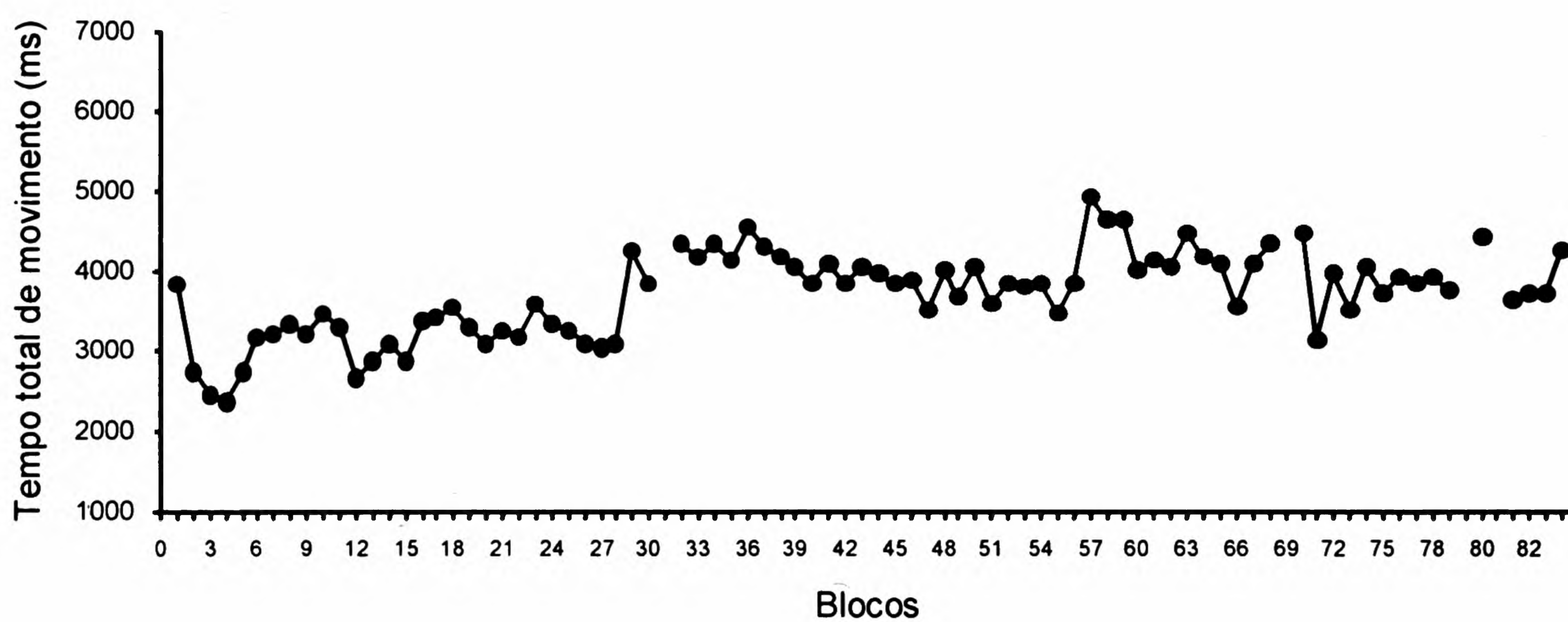
**FIGURA 2** – Tempo total de pausa dos Sujeitos 1, 2 e 3, por blocos de 10 tentativas.

Na FIGURA 3, verifica-se que o tempo total de movimento dos Sujeitos 1 e 3 decresceu. Já o Sujeito 2 aumentou o tempo gasto com a realização da tarefa. Mas, como na medida anterior, na curva de todos os sujeitos há configuração de patamares. Para os Sujeitos 1, 2, e 3 o início da configuração do primeiro patamar ocorreu nos blocos 4, 2 e 3, respectivamente. Estes resultados devem ser interpretados considerando que não foram impostas restrições quanto ao tempo para executar a tarefa. Mesmo assim, já no início das tentativas de prática os sujeitos mantêm o tempo de movimento estável. Por sua vez, o tempo

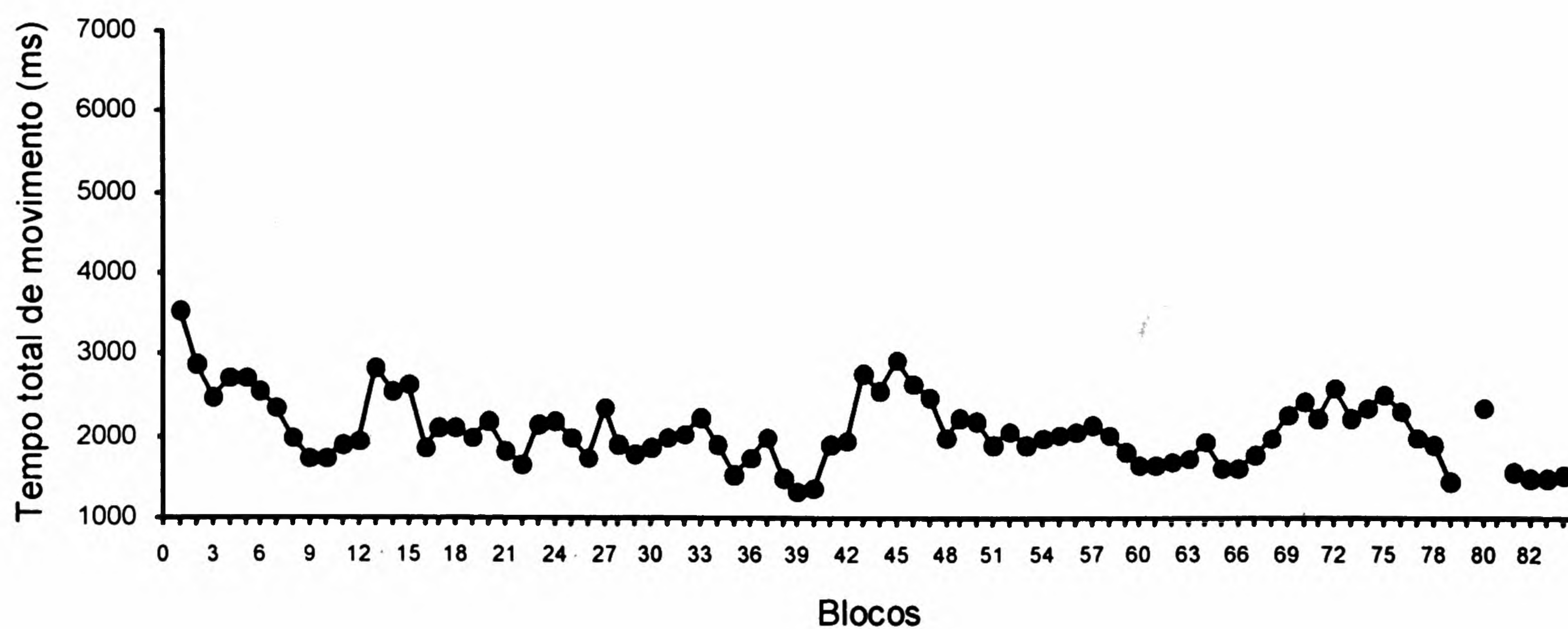
total de movimento no 80o. bloco só foi superior ao do 79o. bloco (em 20%), para o Sujeito 3, mas a recuperação também se deu logo no primeiro bloco após a perturbação. Para os Sujeitos 1 e 2, a modificação da tarefa não provocou alteração no tempo total de movimento. Para o Sujeito 2 a diferença entre os blocos foi de 17%, ou seja, esteve próxima do índice considerado significativo. Este resultado indica que no 79o. bloco de tentativas, o comportamento já estava suficientemente estabilizado, para dar conta de uma modificação na tarefa.



Sujeito 1



Sujeito 2



Sujeito 3

FIGURA 3 – Tempo total de movimento dos Sujeitos 1, 2 e 3, por blocos de 10 tentativas.

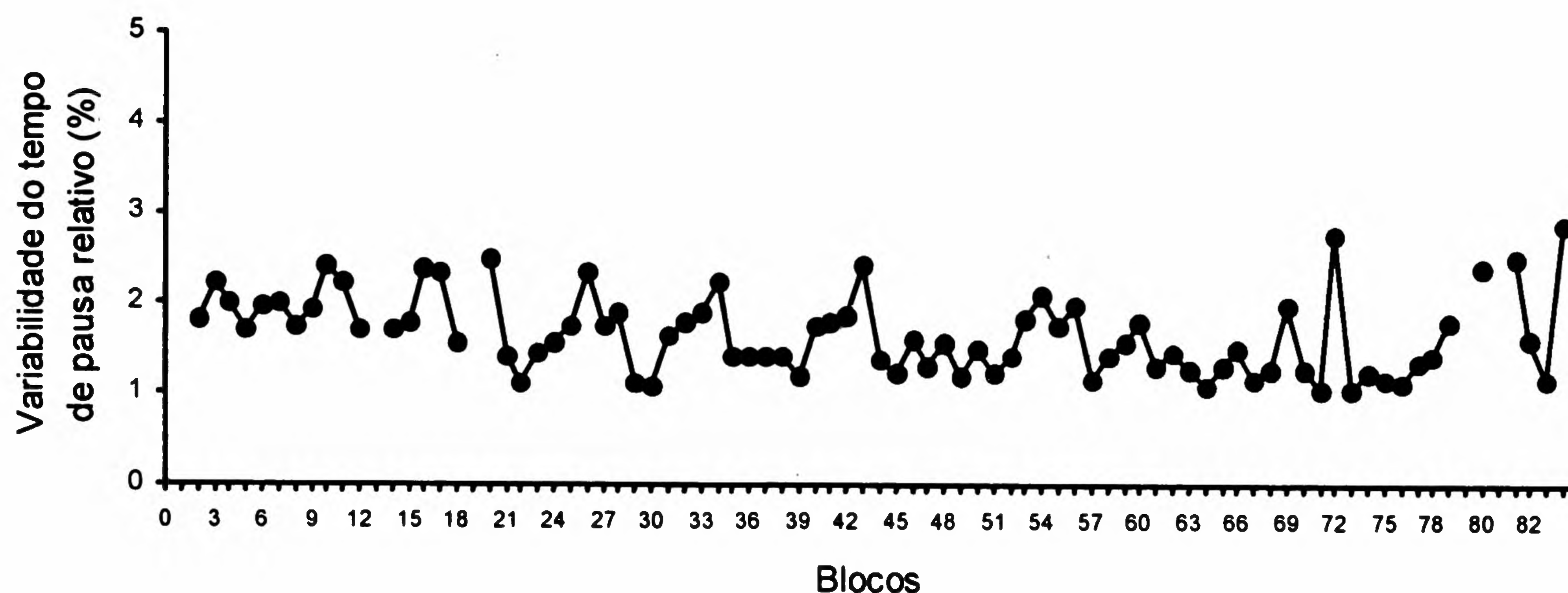
Em suma, tendo por base a análise dos resultados referentes ao desempenho global (tempo total de pausa e tempo total de movimento), principalmente pelo momento da apresentação dos patamares, pode-se supor que os Sujeitos 2 e 3 começaram a estabilizar seu comportamento em termos do tempo de movimento (2o. e 3o. blocos, respectivamente) antes de estabilizá-lo em termos do tempo de pausa (6o. e 5o. blocos, respectivamente). Já a estabilização do desempenho do Sujeito 1 teve, em ambas as medidas, início no 4o. bloco.

### Variabilidade na macro-estrutura

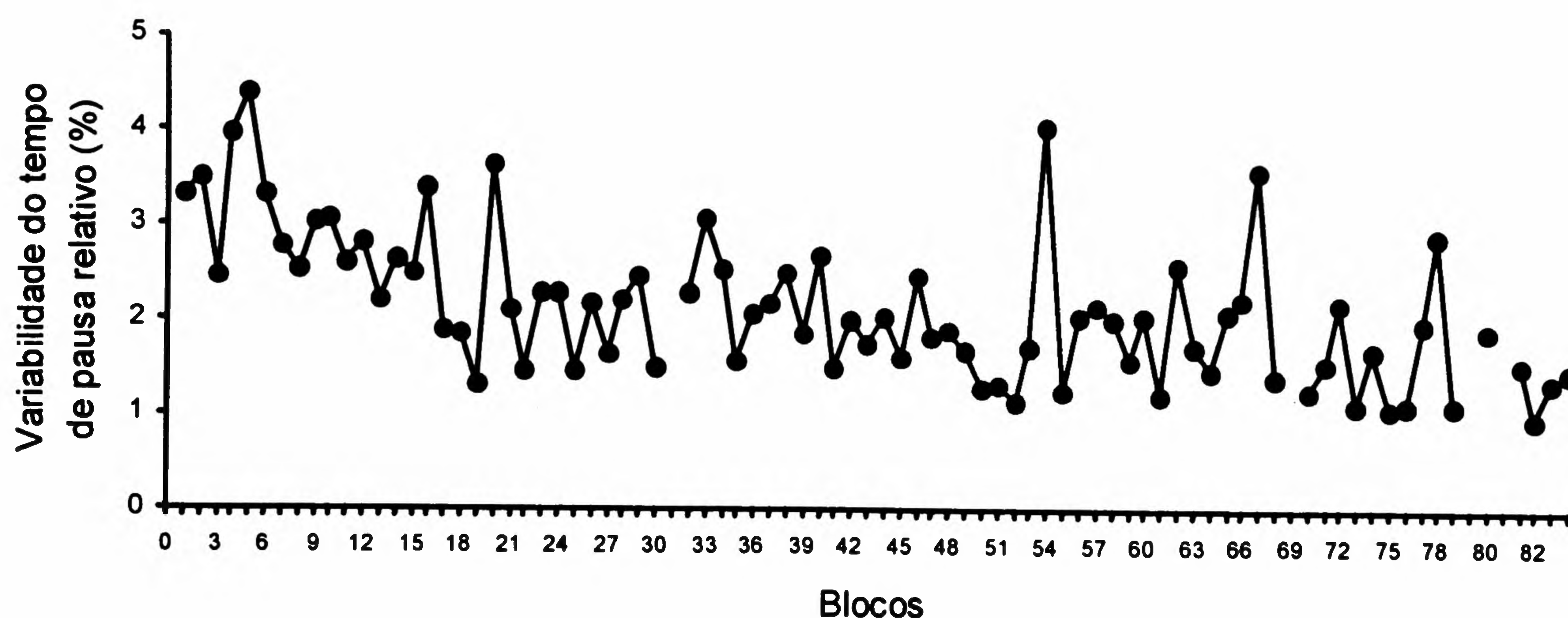
A variabilidade do tempo de pausa relativo provê uma medida da variabilidade da fluência entre os componentes da ação, no caso da

presente tarefa, da fluência entre o término de um traço e o início do traço seguinte. Na FIGURA 4 pode-se observar que, como o previsto, a variabilidade do tempo de pausa relativo de todos os sujeitos também decresceu ao longo das tentativas de aquisição. Mais uma vez esta diminuição não foi gradativa e apresenta a configuração de patamares. O início da configuração do primeiro patamar se dá, para o Sujeito 1 no 3o. bloco, para o Sujeito 2 no 9o. bloco e para o Sujeito 3 no 7o. bloco.

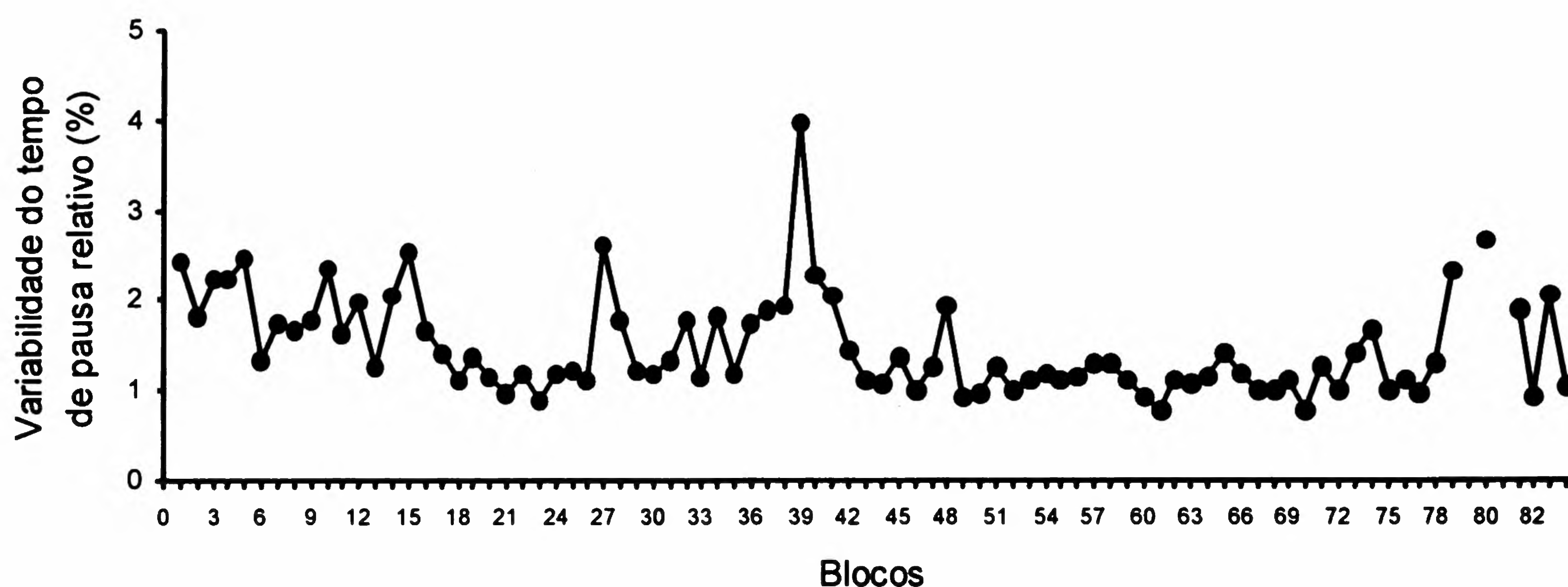
Com relação aos últimos blocos da fase de aquisição, pode-se observar, que para os Sujeitos 1 e 2 a modificação do padrão gráfico resultou no aumento da variabilidade do tempo de pausa relativo. Para ambos os sujeitos a recuperação ocorreu no segundo bloco após a perturbação (82o. bloco).



Sujeito 1



Sujeito 2

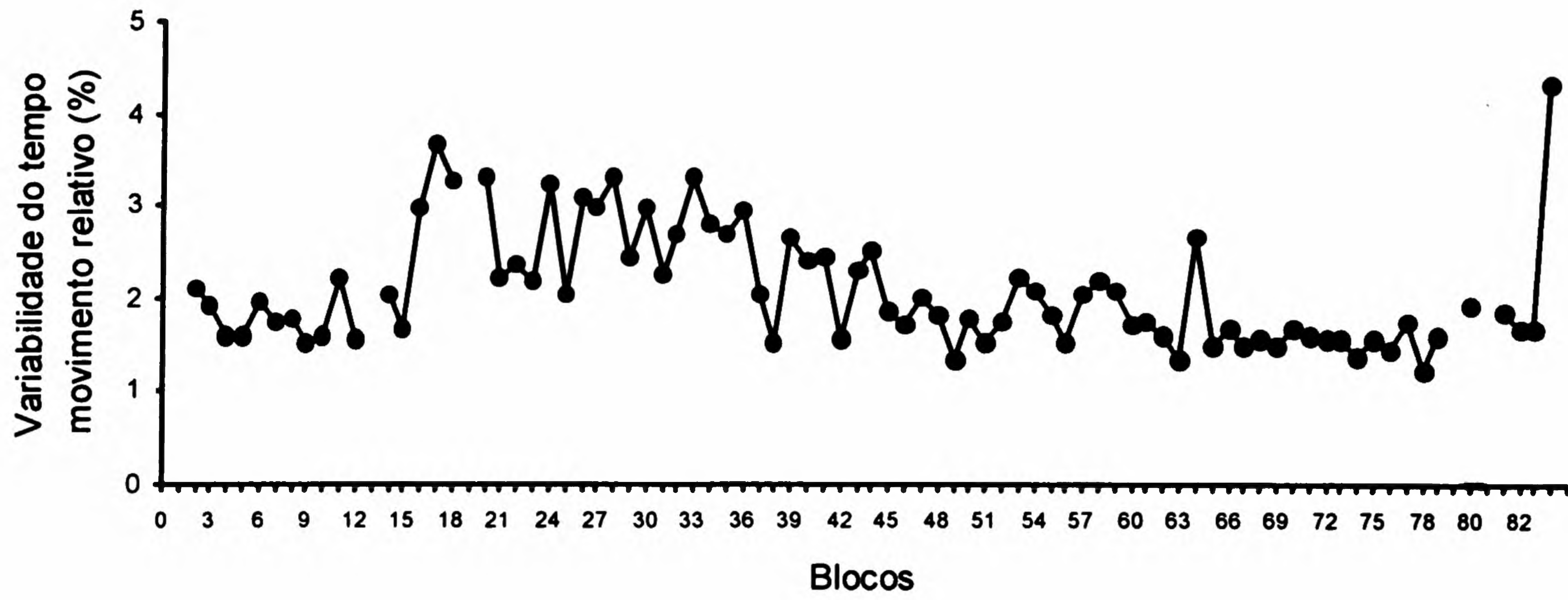


### Sujeito 3

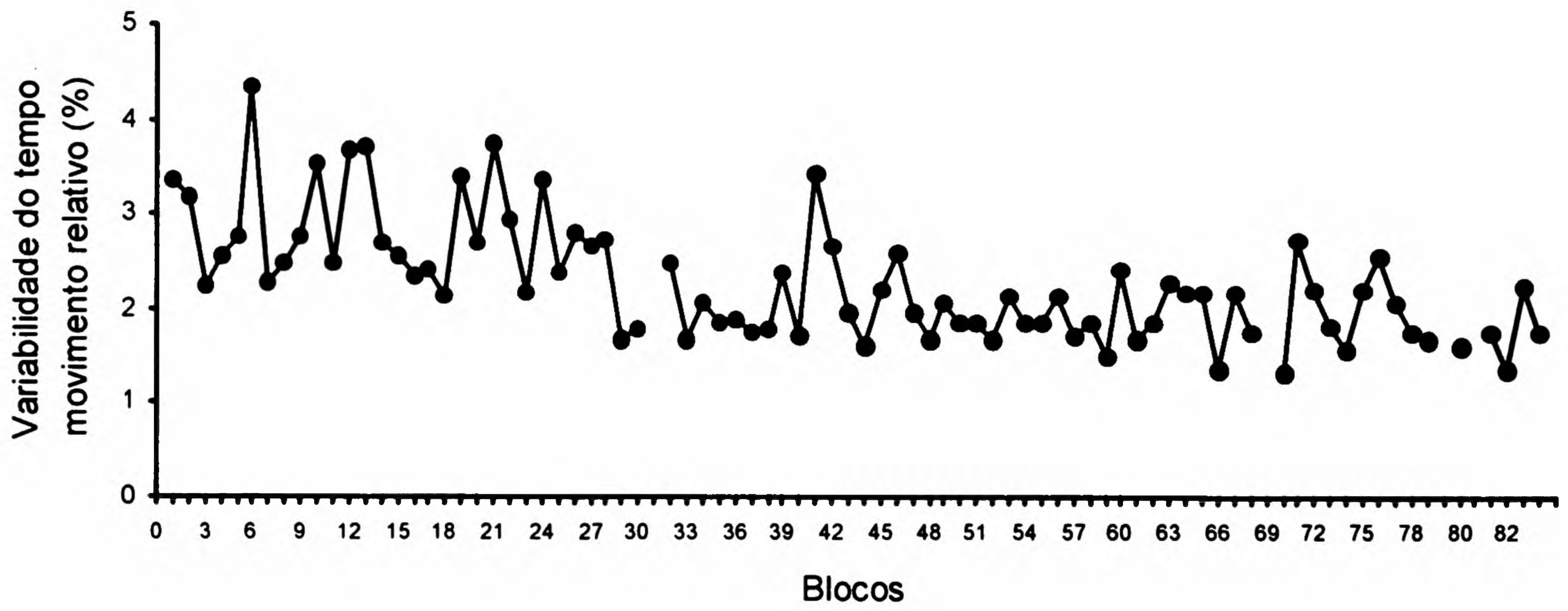
**FIGURA 4** – Variabilidade do tempo de pausa relativo dos Sujeitos 1, 2 e 3, por blocos de 10 tentativas.

Os resultados quanto à variabilidade do tempo de movimento relativo, medida que provê a variabilidade da proporção do tempo gasto para executar cada traço, podem ser observados na FIGURA 5, para cada sujeito respectivamente. Como o previsto, pode-se verificar que nesta medida a variabilidade do comportamento de todos os sujeitos decresceu ao longo das tentativas de aquisição. A variabilidade do tempo de movimento relativo do Sujeito 1 aumentou do bloco 14 para o 15, ou seja da primeira para a segunda sessão de coleta. No entanto, a partir deste aumento pode-se observar uma clara diminuição da variabilidade. Mais uma vez para nenhum sujeito esta diminuição foi gradativa. Há configuração de patamares nas curvas do Sujeito 1, com início do primeiro patamar no 6o. bloco; do Sujeito 2, com início no

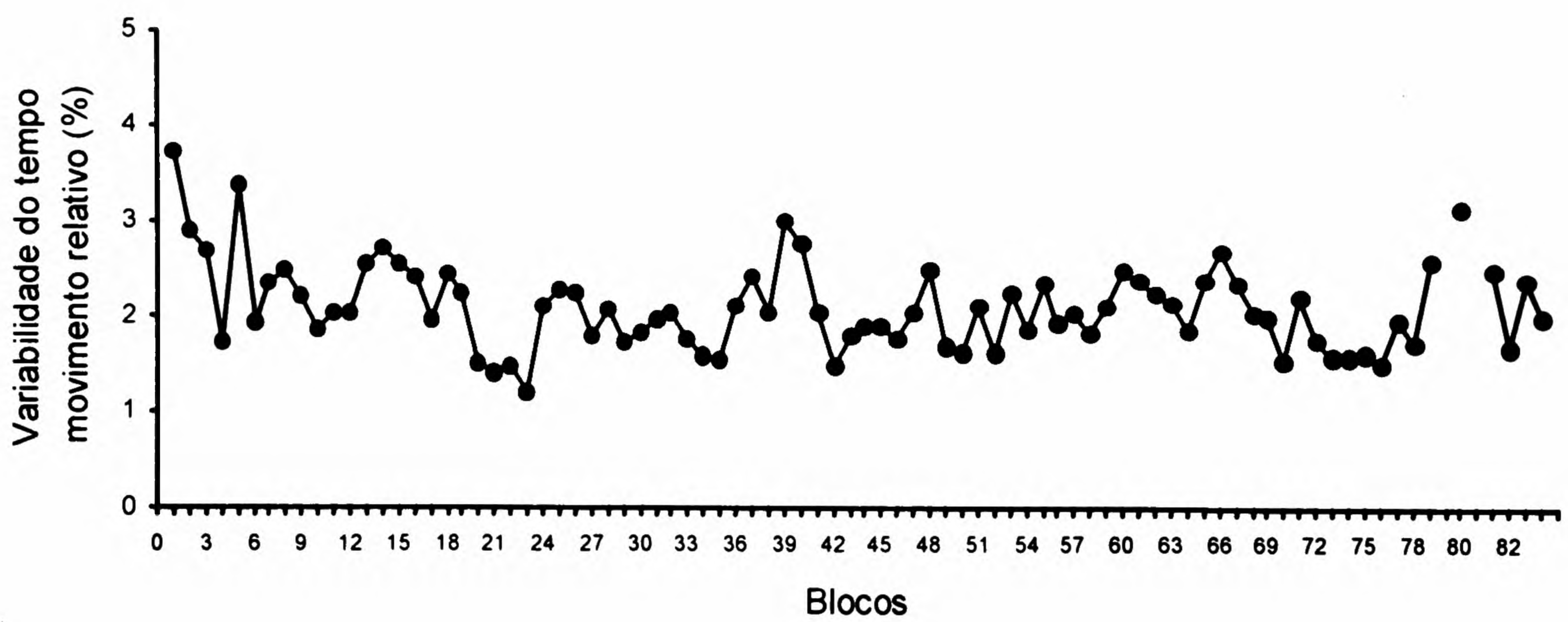
14o. bloco; e, do Sujeito 3, com início no 9o. bloco de tentativas. No final das tentativas de aquisição, comparando a variabilidade do tempo de pausa relativo do bloco 79 com o do bloco 80, pode-se verificar que o Sujeito 2 manteve a variabilidade enquanto que os demais sujeitos aumentaram seu tempo de pausa relativo (21% e 20,4%, respectivamente). O Sujeito 3 retornou à variabilidade apresentada no 79o. bloco já no 81o. bloco (primeiro bloco após a modificação) e, o Sujeito 1, no 82o. bloco. Portanto, a modificação do padrão gráfico não causou (Sujeito 2) ou causou somente uma pequena perturbação no momento em que a tarefa foi modificada (Sujeitos 1 e 3). Estes resultados indicam que no 79o. bloco de tentativas o comportamento estava estabilizado.



Sujeito 1



Sujeito 2



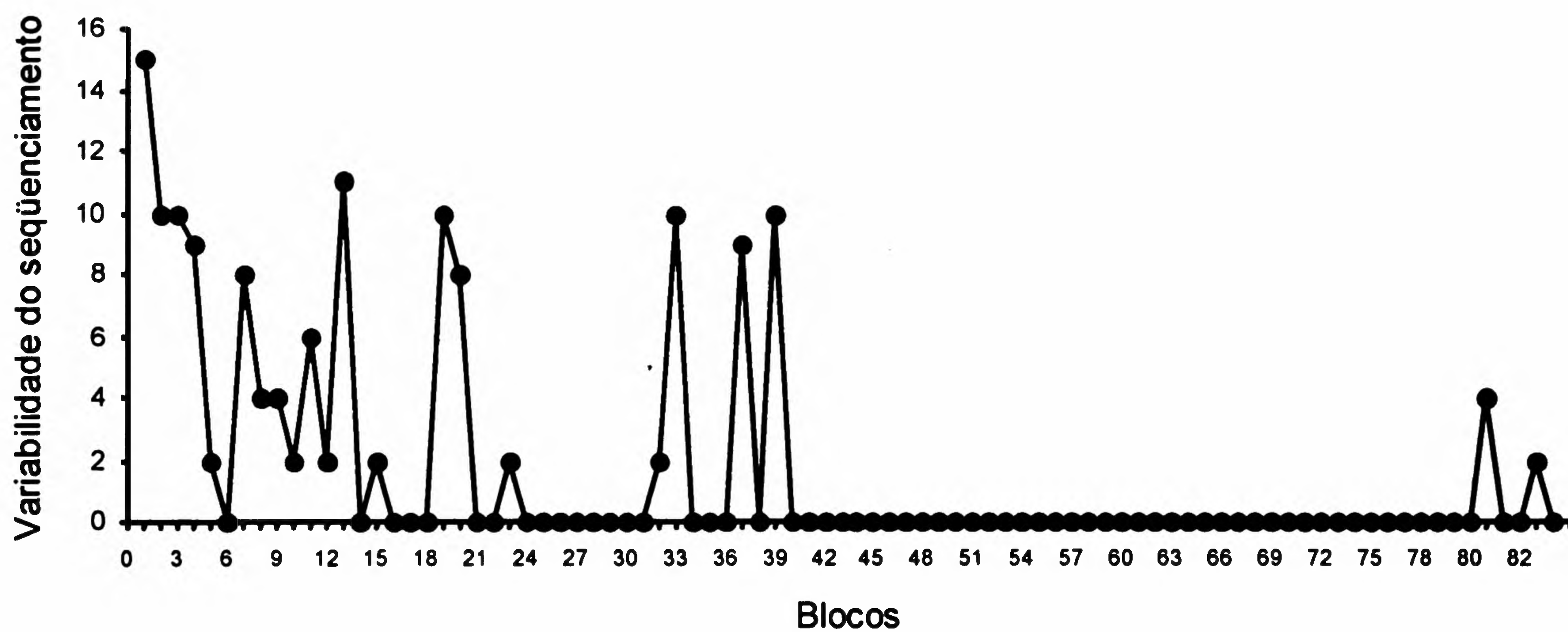
Sujeito 3

FIGURA 5 – Variabilidade do tempo de movimento relativo dos Sujeitos 1, 2 e 3, por blocos de 10 tentativas.

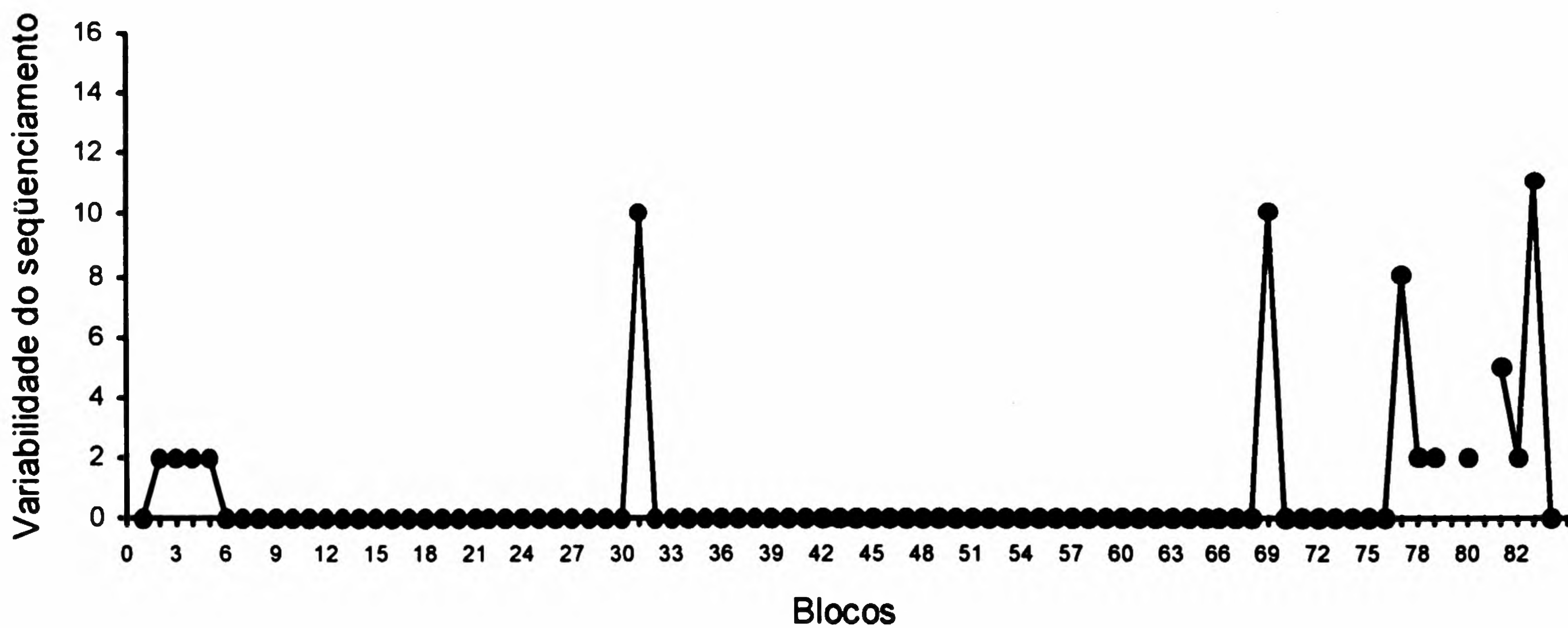


Quanto à medida que provê a variabilidade do seqüenciamento, os resultados mostram a configuração de um patamar no 16o. bloco da curva do Sujeito 1 e no 6o. bloco nas curvas dos Sujeitos 2 e 3 (FIGURA 6). Estes resultados indicam que a partir dos primeiros blocos de tentativas os sujeitos já são capazes de manter o seqüenciamento constante por três ou mais blocos consecutivos.

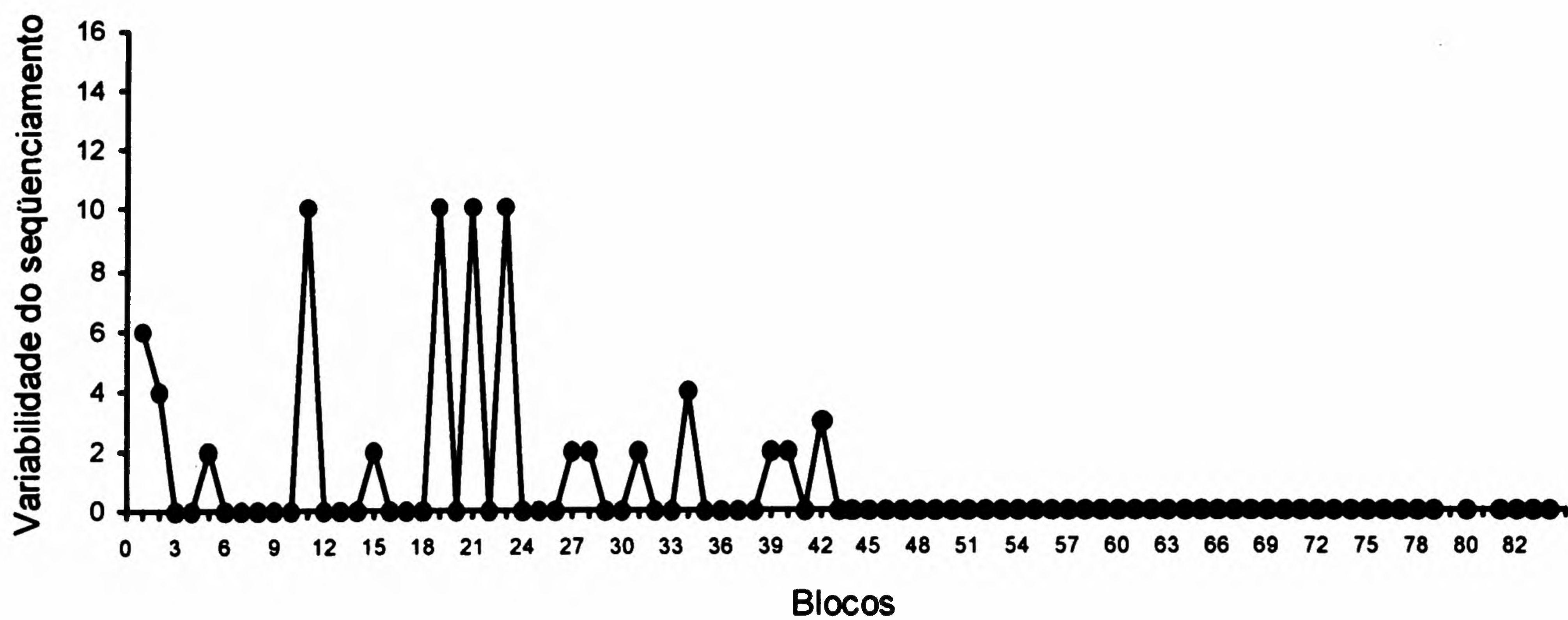
No 80o. bloco, o Sujeito 1 alterou a variabilidade do seqüenciamento mas, apesar da modificação do padrão gráfico, os Sujeitos 2 e 3 a mantiveram. Vale ressaltar que já no bloco subsequente, o Sujeito 1 voltou a apresentar a mesma consistência do bloco anterior à perturbação.



Sujeito 1



Sujeito 2



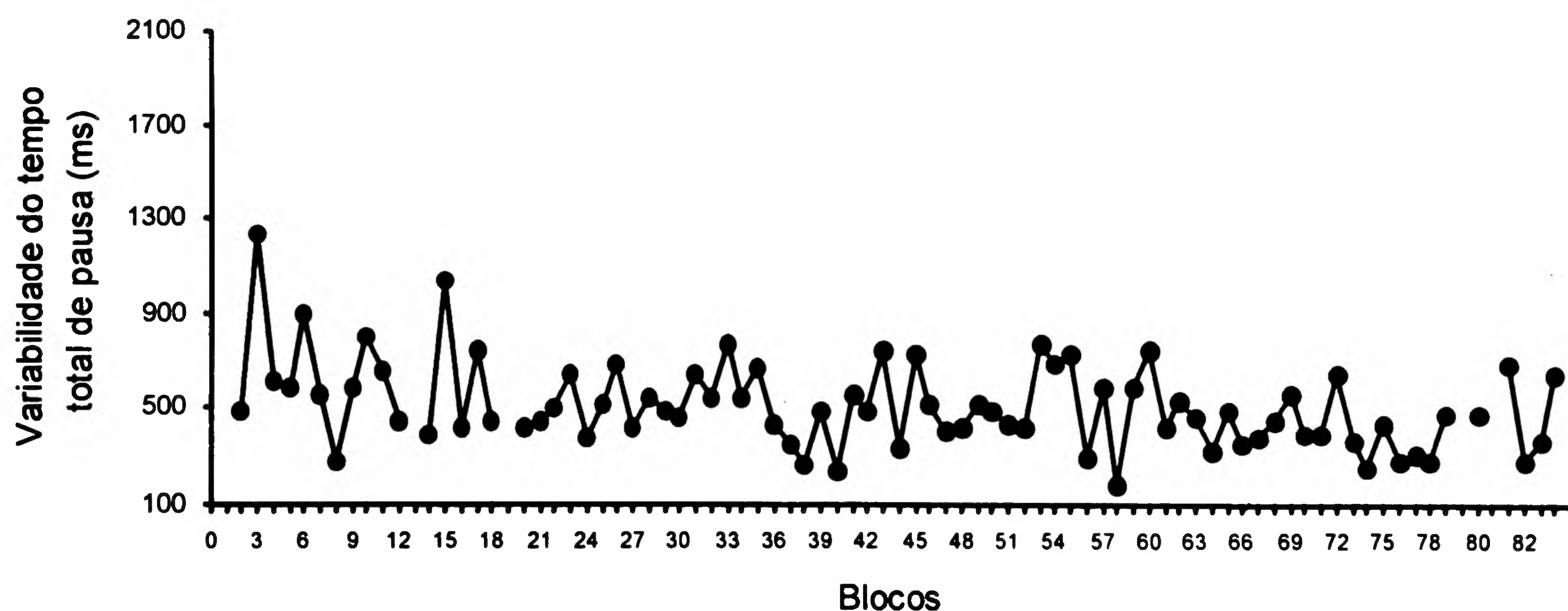
### Sujeito 3

**FIGURA 6** – Variabilidade do seqüenciamento dos Sujeitos 1, 2 e 3, por blocos de 10 tentativas.

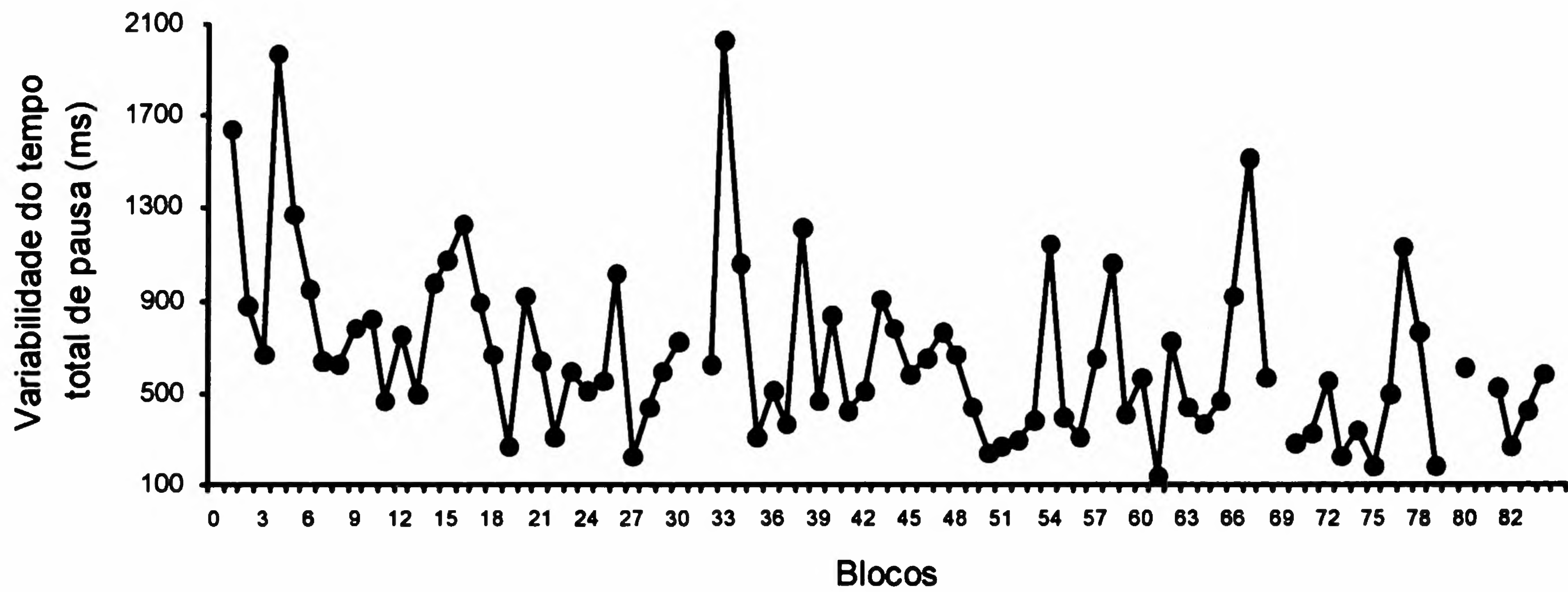
### Variabilidade na micro-estrutura

Na FIGURA 7, pode ser observado que houve uma diminuição do tempo total de pausa dos três sujeitos. Vale lembrar que, por ser uma medida relacionada aos componentes da ação, esta medida corresponde à variabilidade na micro-estrutura do programa de ação. Mais uma vez a diminuição da variabilidade não foi gradativa. Diferentemente do que ocorreu com as curvas descritas até então, não há configuração de patamares nos blocos iniciais dos dois primeiros sujeitos. Para o Sujeito 1 só é

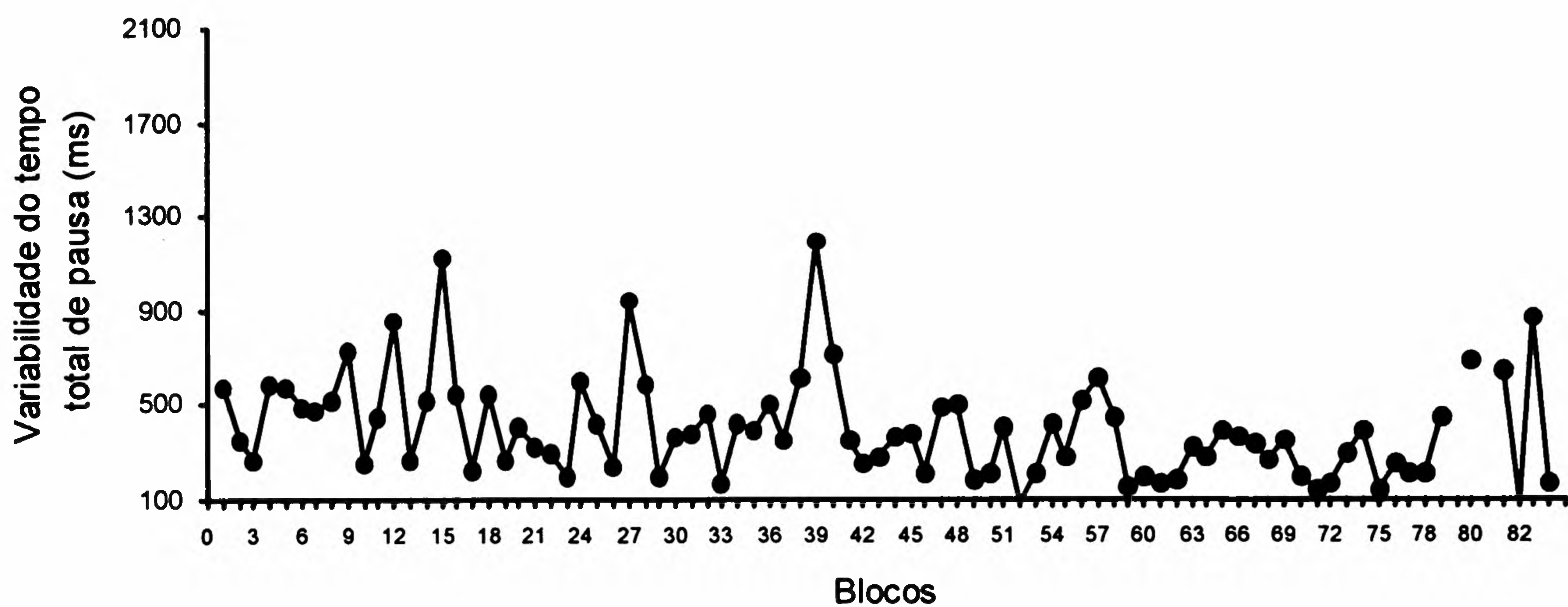
possível identificar o início da configuração do primeiro patamar no bloco 20 e para o Sujeito 2, no 23o. bloco. Já na curva correspondente ao Sujeito 3 pode-se observar o início da configuração de um primeiro patamar no 4o. bloco. Chama a atenção que para todos os sujeitos, esses patamares compreendem apenas três blocos. Em relação aos últimos blocos da fase de aquisição pode-se verificar que os Sujeitos 2 e 3 aumentaram a variabilidade no bloco que houve modificação do padrão gráfico. O retorno nestes casos se deu no segundo bloco após a perturbação.



### Sujeito 1



Sujeito 2

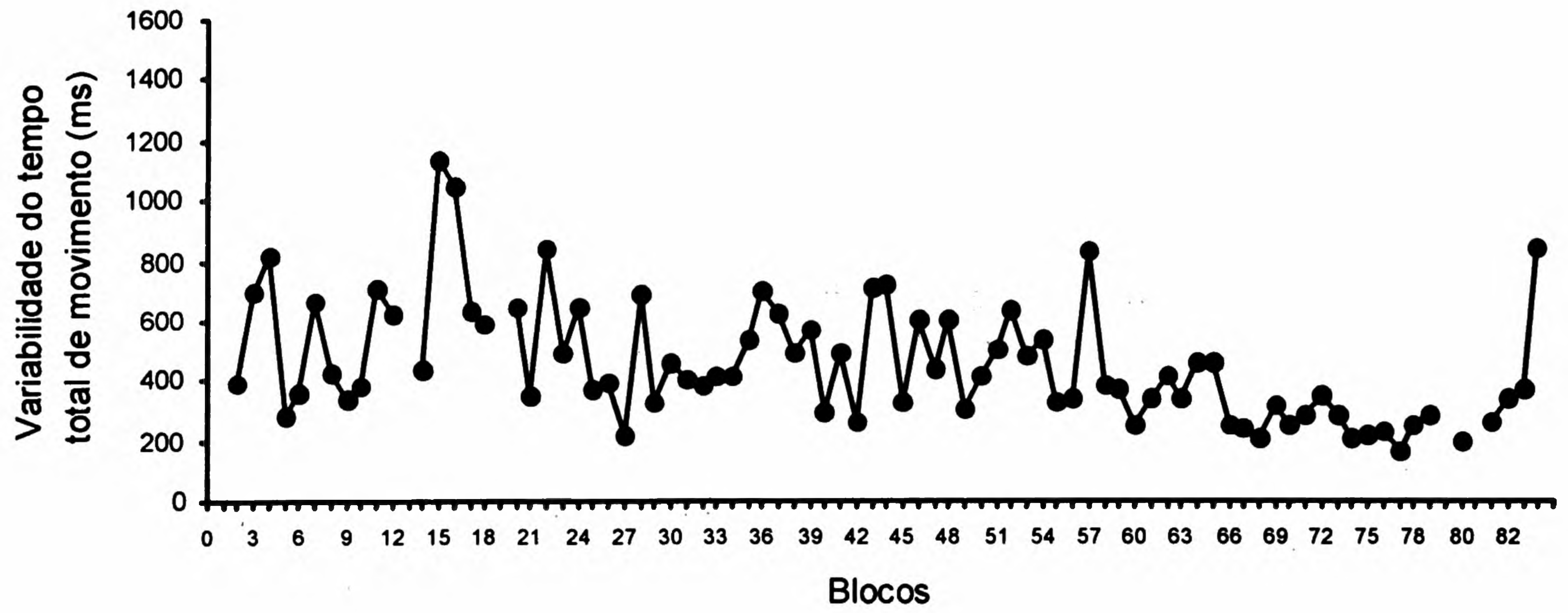


Sujeito 3

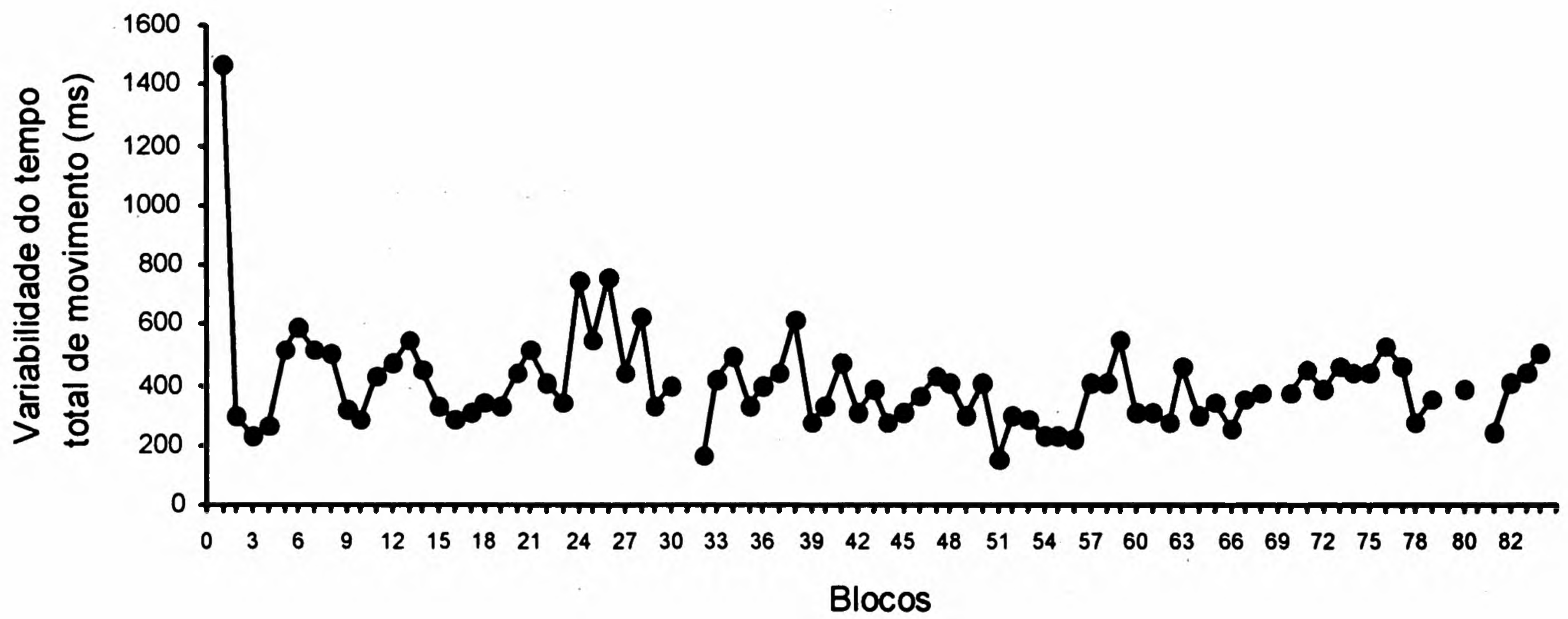
**FIGURA 7** – Variabilidade do tempo total de pausa dos Sujeitos 1, 2 e 3, por blocos de 10 tentativas.

Os resultados correspondentes à medida de variabilidade do tempo total de movimento, estão apresentados, para cada sujeito respectivamente, na FIGURA 8. De uma forma geral, houve uma ligeira diminuição da variabilidade nesta medida. Para o Sujeito 1, o início da configuração do primeiro patamar se deu somente no 30o. bloco de tentativas. A configuração ocorre no 5o. e no 2o. blocos, para os

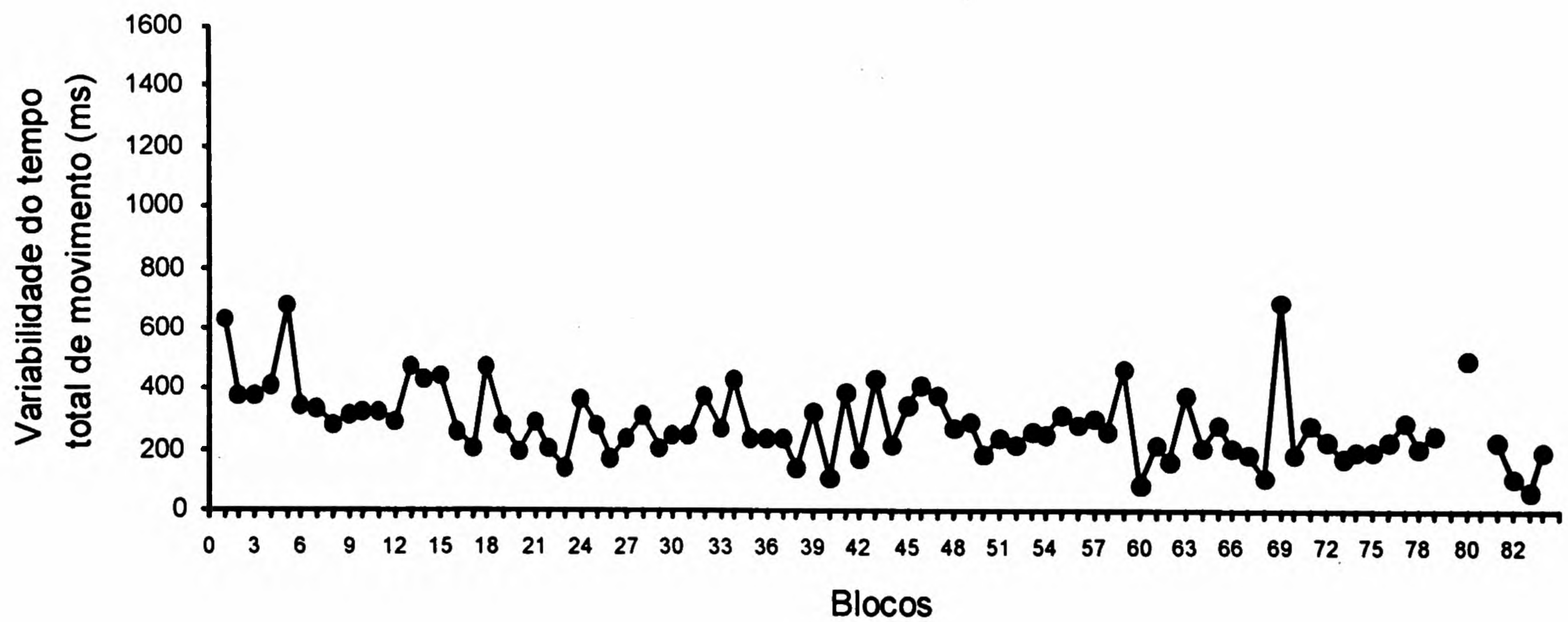
Sujeitos 2 e 3, respectivamente. Já no bloco correspondente à realização da tarefa modificada, os Sujeitos 1 e 3 apresentaram alteração na variabilidade, em relação ao bloco anterior. Vale ressaltar que o Sujeito 1, diminuiu a variabilidade e o Sujeito 3 a aumentou. Os sujeitos retornaram ao nível anterior no primeiro bloco após a perturbação.



Sujeito 1



Sujeito 2



Sujeito 3

FIGURA 8 – Variabilidade do tempo total de movimento dos Sujeitos 1, 2 e 3, por blocos de 10 tentativas.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Como apresentado anteriormente, um dos objetivos do presente estudo foi o de descrever a curva de desempenho associada a medidas macro e micro para inferir sobre a formação de um programa de ação hierarquicamente organizado. Em termos de desempenho global pôde-se observar que ao longo das tentativas de aquisição houve diminuição do tempo total de pausa e do tempo total de movimento. Ou seja, como era de se esperar, com a prática, a fluência na reprodução do padrão gráfico aumentou e o tempo gasto para a realização de seus componentes diminuiu. No entanto, como nem sempre é considerado pelas teorias de automatização (Logan, 1988; Newell & Rosenbloom, 1981; Schneider & Detweiler, 1987; Schneider & Shiffrin, 1977), estas mudanças não foram gradativas, pois foi possível identificar a configuração de patamares. Para o Sujeito 1, o início do patamar, em ambas as medidas de desempenho global, foi no 4o. bloco. Para os Sujeitos 2 e 3, o início do patamar na curva de tempo total de pausa (blocos 6 e 5, respectivamente) ocorreu após o início do patamar na curva de tempo total de movimento (blocos 2 e 3, respectivamente). Estes resultados indicam que os Sujeitos 1, 2 e 3 começaram a estabilizar seu desempenho logo no início das tentativas, no 4o., 2o. e 3o. blocos de tentativas, respectivamente. Ou seja, no caso dos Sujeitos 2 e 3, o início da estabilização na medida que reflete o tempo gasto para executar os componentes da tarefa ocorreu antes da estabilização na medida que reflete o intervalo de tempo entre os traços. Isto significa que embora os sujeitos fossem capazes, logo no início de manter a consistência temporal na execução dos traços, ainda variavam o tempo necessário para predizer os traços subsequentes.

Os resultados relacionados às medidas de variabilidade na macro-estrutura indicaram que, como o previsto, a variabilidade foi maior no início da prática do que no seu final. Ao longo das tentativas de aquisição houve aumento da interação entre os componentes da ação, aumento da consistência no tempo gasto para executar os traços e aumento da consistência do seqüenciamento.

Os resultados também indicaram que, como o previsto, houve proximidade entre os momentos de início dos patamares das medidas de desempenho global e os de menor variabilidade da macro-estrutura. O Sujeito 1 começou a padronizar os aspectos relacionados à interação entre os

componentes da ação, com exceção do seqüenciamento, no 3o. (variabilidade do tempo de pausa relativo) e 6o. bloco de tentativas (variabilidade do tempo de movimento relativo). Ou seja, no caso do Sujeito 1, a padronização de dois aspectos relacionados à interação entre os componentes foi iniciada ao redor do momento em que se observa patamares nas medidas de desempenho global (4o. bloco). Por sua vez, o Sujeito 2 começou a manter o seqüenciamento no 6o. bloco, ou seja, no mesmo bloco que teve início o primeiro patamar do tempo total de pausa. No caso do Sujeito 3, o início dos patamares se deu para todas as medidas entre o 2o. e o 9o. bloco de tentativas, ou seja, bastante próximas.

Nas medidas correspondentes à micro-estrutura do programa de ação, a variabilidade também diminuiu. Este resultado está de acordo com o previsto, pois a variabilidade neste nível deve diminuir. Chamou a atenção que os patamares da variabilidade do tempo total de pausa de todos os sujeitos compreenderam apenas o número mínimo de blocos de tentativas, ou seja, três blocos. Além disso, para os Sujeitos 1 e 2, não foi observada a configuração de patamares nos blocos iniciais nessa medida. Para a variabilidade do tempo total de movimento, também não foi identificada a configuração de um patamar nos blocos de tentativas iniciais para o Sujeito 1. Esses resultados indicam que a configuração de patamares nas medidas de micro-estrutura demanda mais prática que nas medidas de desempenho global e macro-estrutura e, que é mais difícil serem identificados. Em outras palavras, como o esperado, a estabilização do desempenho e dos aspectos relacionados à interação entre os componentes ocorre antes, e de forma mais clara, do que a estabilização na execução dos componentes em si.

Por último, em todas as medidas utilizadas, quando houve perturbação devido à modificação da tarefa no 80o. bloco, foram necessários no máximo dois blocos para a recuperação.

Em conjunto, os resultados estão de acordo com as previsões iniciais. Ao mesmo tempo que a estabilidade no desempenho global correspondeu a uma estabilidade na variabilidade na macro-estrutura, não houve a mesma correspondência desta com a variabilidade na micro-estrutura. Isto é, estes resultados estão de acordo com as previsões de que a variabilidade na macro-estrutura expressa a formação de um

programa de ação hierarquicamente organizado e que, por sua vez, se reflete na estabilidade do desempenho global. Estes resultados também contrariam a visão de que consistência e variabilidade são características mutuamente exclusivas como nos fazem crer, entre outros, Adams (1971) e Logan (1988, 1992). Por ser muito genérica, a variabilidade deve ser diferenciada em variabilidade na macro-estrutura e variabilidade na micro-estrutura pois, como observado neste estudo, a redução da primeira não implica na eliminação da segunda. Em outras palavras, o aumento da consistência resultante da maior interação entre os componentes da tarefa, não implica na eliminação da variabilidade relacionada aos componentes em si.

Em suma, dentro dos limites que uma análise descritiva impõe, os resultados permitem inferir a formação de um programa de ação organizado em dois níveis: uma macro-estrutura refletindo o padrão geral de interação dos componentes e uma micro-estrutura refletindo o comportamento individual dos componentes.

Neste estudo pretendeu-se também identificar o número de tentativas necessárias à estabilização do comportamento, na tarefa utilizada. Embora o número de tentativas necessárias à estabilização do desempenho global na tarefa requerida varia de sujeito para sujeito, pode-se dizer que de uma forma geral, ela se dá logo nos primeiros blocos de tentativas, correspondendo a 40 tentativas. Também se pôde verificar que, em todo caso, no 79o. bloco, o comportamento de todos os sujeitos estava estabilizado. Pois, quando a modificação no padrão gráfico foi suficiente para perturbar a organização da resposta, foram necessárias poucas tentativas para retornar aos níveis pré perturbação.

Por se tratar de um estudo exploratório, as conclusões apresentadas devem ser tratadas de forma cautelosa. No geral, ele ofereceu indícios de

que a abordagem metodológica proposta por Tani (1995) é promissora para a investigação da organização hierárquica de programas de ação em relação ao processo de estabilização. Vale lembrar os estudos conduzidos por Rosenbaum (1985) e Sternberg, Knoll & Turock (1990) que, respectivamente, argumentaram e testaram a estrutura hierárquica de programas motores. Rosenbaum (1985) apresentou a hipótese que um programa motor é uma lista de associações entre comandos motores e pulsos de relógio (emitidos por um mecanismo central) organizada hierarquicamente. Já Sternberg et alii (1990), vão além e enfocam duas propriedades invariantes que advém deste tipo de controle hierárquico: invariância no nível inferior e invariância no nível superior. Ou seja, pressupõe que caso a estrutura seja organizada hierarquicamente, o processo que executa uma unidade constituinte deveria se manter invariante frente a mudanças nos níveis superiores. E, vice versa, que o processo que executa o processo no nível superior deve se manter invariante frente a mudanças no nível dos constituintes. Isto porque as estruturas e subestruturas (programas e sub-programas) que produzem a seqüência inteira e os seus constituintes, respectivamente, atuam de forma autônoma. Em função dessas características, o programa apresenta uma orientação exclusiva à ordem o que torna difícil explicar a adaptabilidade e maleabilidade observados no comportamento motor. Além disso, devido à inclinação teórica dessas proposições (orientados por um modelo de equilíbrio), elas pouco informaram sobre a formação desses programas. A compreensão da complexidade e adaptabilidade que programas apresentam carecem de estudos sobre como tais estruturas são formadas e reorganizadas na constante interação entre indivíduo e ambiente. Esse será o tema de nossos estudos futuros usando a abordagem metodológica aqui apresentada.

## ABSTRACT

HIERARCHICAL ORGANIZATION AND STABILIZATION OF AN ACTION PROGRAMME:  
A EXPLORATORY STUDY

The purpose of this study was to investigate the stabilization of a graphic skill. It was assumed that stabilization would correspond to the formation of a hierarchically organised action programme. Accordingly, it was expected that the programme's macro-structure would be maintained while the programme's micro-structure would vary in face of perturbations. Three university students practised 83 blocks of 10 trials in order to reproduce a graphic pattern. At the 80th block the task was modified. Measures related to global performance, macro and micro variability, were utilised. With practice there was a decrease in variability on the macro level, as well as a coincidence between the moments when the global performance measure and the macro variability measure plateaus began. There was a quick recovery after task, since performance returned promptly to the levels shown before perturbation. Those results are in agreement with the idea that stabilization implies in the formation of a consistent macro-structure, ie. of a hierarchically organized action programme.

UNITERMS: Motor learning; Stabilization; Action programme.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, J.A. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, v.3, p.111-50, 1971.
- CHOSHI, K.; TANI, G. Stable systems and adaptive systems in motor learning. In: THE SCIENCE of movement V. Tokyo, Japanese Association of Biomechanics, 1983. p.346-51.
- FITTS, P.M.; POSNER, M.I. **Human performance**. Belmont, Brooks/Cole, 1967.
- FREUDENHEIM, A.M.; MANOEL, E.J.; TANI, G. Organização hierárquica e estabilização no processo de aquisição de ações habilidosas: um estudo exploratório. In: ENCONTRO BRASILEIRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA COGNITIVA, 3., Campinas, 1998. *Anais*. Campinas, 1998. p.32-3.
- LOGAN, G.D. Shapes of reaction-time distributions and shapes of learning curves: a test of the instance theory of automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v.18, n.5, p.883-914, 1992.
- \_\_\_\_\_. Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, v.95, n.4, p.492-527, 1988.
- MANOEL, E.J. **Adaptive control and variability in the development of skilled actions**. Sheffield, 1993. 353p. Dissertação (Doutorado) University of Sheffield.
- \_\_\_\_\_. Controles ótimo e adaptativo na aquisição de habilidades motoras seriadas. *Revista Paulista de Educação Física*, v.6, n.2, p.3-20, 1992.
- \_\_\_\_\_. **Desenvolvimento do comportamento motor humano: uma abordagem sistêmica**. São Paulo, 321p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, 1989.
- \_\_\_\_\_. **Modularização, organização hierárquica e variabilidade na aquisição de habilidades motoras**. São Paulo, 1998. 84p. Dissertação (Livre Docência) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
- MANOEL, E.J.; CONNOLLY, K.J. Variability and the development of skilled actions. *International Journal of Psychophysiology*, n.19, p.129-47, 1995.
- \_\_\_\_\_. Variability and stability in the development of skilled actions. In: CONNOLLY, K.J.; FORSSBERG, H., eds. **Neurophysiology & neuropsychology of motor development**. London, Mac Keith, 1997. Cap.14, p.286-318.
- NEWELL, A.; ROSENBLOOM, P.S. Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. In: ANDERSON, J.R., ed. **Cognitive skills and their acquisition**. Hillsdale, Erlbaum, 1981. p.1-55.
- ROSENBAUM, D.A. Motor programming: a review and scheduling theory. In: HEUER, H.; KLEINBECK, U.; SCHMIDT, K.H., eds. **Motor behavior: programming, control, and acquisition**. Berlin, Springer-Verlag, 1985. p.1-33.
- SCHNEIDER, W.; DETWEILER, M. A Connectionist/control architecture for working memory. *The Psychology of Learning and Motivation*, v.21, p.53-119, 1987.
- SCHNEIDER, W.; SHIFFRIN, R.M. Controlled and automatic human information processing: I. Detection search, and attention. *Psychological Review*, v.84, n.1, p.1-67, 1977.
- STELMACH, G.E.; DIGGLES, V.A. Control theories in motor behavior. *Acta Psychologica*, v.50, p.83-105, 1982.

- STERNBERG, S.; KNOLL, R.L.; TUROCK, D.L. Hierarchical control in the execution of action in the execution of action sequences: tests of two invariance properties. In: JEANNEROD, M., ed. **Attention and performance XIII**. Hillsdale, Erlbaum, 1990. p.3-55.
- TANI, G. **The adaptive process in perceptual-motor learning**. Hiroshima, 1982. Dissertação (Doutorado) – Hiroshima University.
- \_\_\_\_\_. **Organização hierárquica do comportamento motor humano**. São Paulo, 1995. /Relatório final de atividades: pós-doutorado/
- TANI, G.; BASTOS, F.C.; CASTRO, I.J.; JESUS, J.F.; SACAY, R.C.; PASSOS, S.C.E. Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora. **Revista Paulista de Educação Física**, v.6, n.1, p.16-25, 1992.
- TANI, G.; CONNOLLY, K.J.; MANOEL, E.J. **Hierarchical organisation of an action programme in the acquisition of a graphic skill**. /submetido à publicação, 2000/
- \_\_\_\_\_. Sistema antecipatório e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora seriada de rastreamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 20., São Caetano do Sul, 1996. **Anais**. São Caetano do Sul, Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, 1996. p.91.
- WEISS, P.A. Living systems: determinism stratified. In: KOESTLER, A.; SMYTHIES, J.R., eds. **Beyond reductionism**. London, Hutchinson, 1969.
- ZANONE, P.G.; KELSO, J.A.S.; JEKA, J.J. Concepts and methods for a dynamical approach to behavioral coordination and change. In: SLVERSBERGH, G.J.P., ed. **The development of coordination in infancy**. Amsterdam, North Holland, 1993. p.89-135.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos consultores pelas sugestões, que auxiliaram no desenvolvimento do artigo.

Recebido para publicação em: 03 mar. 1999

Revisado: 12 nov. 1999

Aceito: 07 dez. 1999

ENDEREÇO: Andrea M. Freudenheim  
Laboratório de Comportamento Motor  
Depto. de Pedagogia do Movimento do Corpo Humano  
Escola de Educação Física e Esporte – USP  
Av. Prof. Mello Moraes, 65  
05508-900 - São Paulo - SP - BRASIL



**INTERFERÊNCIA CONTEXTUAL:  
VARIAÇÃO DE PROGRAMA E PARÂMETRO NA AQUISIÇÃO DA HABILIDADE MOTORA  
SAQUE DO VOLEIBOL**

Herbert UGRINOWITSCH\*  
Edison de Jesus MANOEL\*\*

**RESUMO**

A prática variada randômica (alta interferência contextual) tem sido considerada um fator facilitador na aquisição de habilidades motoras. Contudo, duas questões merecem especial atenção: a) qual o efeito do que é manipulado (programa ou parâmetro) durante a prática variada?; b) em que medida o efeito da interferência contextual é replicado numa situação real de ensino-aprendizagem? O presente estudo investigou essas duas questões testando o efeito da interferência contextual na aquisição de habilidades motoras complexas (saque do voleibol), onde as variações da tarefa são definidas de acordo com o programa (diferentes tipos de saque), e parâmetros (direção do saque). Quatro grupos foram formados de acordo com o aspecto manipulado e o tipo de prática variada: programa motor por blocos (PMB), programa motor randômico (PMR), parâmetro por blocos (PAB) e parâmetro randômico (PAR). Todos os sujeitos realizaram 360 execuções durante oito sessões de prática, seguidas de dois testes de transferência, um que requeria um novo programa (TT 1) e outro um novo parâmetro (TT 2), e na sessão subsequente o teste de retenção. Houve diferença inter-grupos somente na 2a. sessão da fase de aquisição, com o grupo PAR apresentando desempenho superior aos demais. No TT 1, o grupo PAR teve uma queda significativa no seu desempenho em relação à 8a. sessão, e no teste de retenção todos os grupos apresentaram desempenho significativamente superior em relação à 8a. sessão de prática. O efeito da interferência contextual não foi observado no presente estudo. Isso pode ter acontecido em virtude de problemas organizacionais na condução do estudo no campo. Entretanto, não se pode descartar uma provável inconsistência interna de teoria cuja manifestação é mais marcante numa situação real de ensino-aprendizagem.

UNITERMOS: Interferência contextual; Programa motor; Aprendizagem motora.

**INTRODUÇÃO**

A área de estudo Aprendizagem Motora teve um grande impulso na década de 70 após a elaboração de duas teorias que visavam explicar como ocorre a aprendizagem de habilidades motoras. A primeira foi a Teoria de Circuito Fechado (Adams, 1971), que propunha a existência de dois estados de memória - traço de memória e traço perceptivo. O traço de memória continha as informações necessárias para a execução dos movimentos, principalmente para

iniciar a execução, tratando-se de um programa motor rudimentar. Já o traço perceptivo fazia a comparação entre o que foi planejado e o que foi executado, gerando sinais de correções para dar seqüência à ação. Apesar de sua importância teórica, dois pontos críticos foram levantados em relação a ela: como explicar a produção de movimentos nunca praticados anteriormente (problema da novidade), e como explicar o armazenamento de um número enorme de

\* Universidade de Guarulhos.

\*\* Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

movimentos que o ser humano é capaz de executar (problema do armazenamento).

Na tentativa de solucionar esses problemas, Schmidt (1975) elaborou a Teoria de Esquema Motor. Schmidt propôs a existência de um programa motor para cada classe de ações, o programa motor generalizado (PMG). Para especificar esse programa à cada situação foi proposta a existência de dois estados de memória denominados de esquemas de lembrança e de reconhecimento. O esquema de lembrança era o responsável por adicionar os parâmetros ao PMG, e o de reconhecimento era o responsável por gerar um quadro de referência particular para a avaliação do que foi executado. Assim o problema do armazenamento era resolvido porque não há necessidade de armazenar cada programa implementado na execução. A memória retém programas generalizados para classe de ações. O problema da novidade também era resolvido posto que os esquemas de lembrança e de reconhecimento especificam o programa generalizado para inúmeras situações em termos dos seus parâmetros e dos seus referenciais para cada correção. Isso ocorreria mesmo para situações em que o indivíduo nunca tenha tido experiência. Schmidt (1975) sugeria que o fortalecimento dos esquemas seria feito com base na combinação das relações entre várias informações obtidas a cada execução: condições iniciais, conseqüências sensoriais passadas, especificações da resposta e o resultado obtido. Em síntese, Schmidt propôs que com a prática o indivíduo não forma programas motores e quadros de referência para correção de erros, mas sim um conjunto de regras (esquema) para produzir e avaliar programas motores. Como o mais importante seria o armazenamento das relações e não o registro de cada informação, o fortalecimento do esquema se beneficiaria com um grande número de exemplos referentes a cada tipo de informação. Seguindo esse raciocínio, Moxley (1979) propôs a hipótese de variabilidade da prática, segundo a qual a aprendizagem motora seria mais eficaz se, ao praticar, o indivíduo variasse os parâmetros a serem adicionados ao PMG, bem como as conseqüências de sua execução.

Paralelamente, Battig (1972, 1979) encontrou em pesquisas com aprendizagem verbal que a variação das tarefas a serem aprendidas leva a um pior desempenho durante a prática de habilidades verbais, mas resulta numa melhor retenção de informações na memória, como foi indicado por testes após um período sem prática.

Battig preconizou a utilização só da prática variada, diferenciando a sua estrutura, que poderia ser por blocos ou randômica. A prática variada de forma randômica gerava melhores índices de retenção do que a por blocos, caracterizando um efeito que passou a ser denominado de interferência contextual. Magill & Hall (1990) definem a interferência contextual como o grau de interferência funcional encontrado em uma situação prática, quando várias tarefas devem ser praticadas juntas, afetando a aprendizagem. Em outras palavras, o efeito da interferência contextual refere-se ao grau em que a prática variada de habilidades diferentes interfere na aprendizagem das mesmas.

A interferência contextual pode ser alta ou baixa. A alta interferência contextual (prática randômica) ocorre quando as tarefas a serem aprendidas são praticadas de forma aleatória (tarefas A,C,A,B,B,A,B,C,...). A baixa interferência contextual (prática por blocos) ocorre quando as tarefas são praticadas por blocos (tarefas A,A,A,..., B,B,B,..., C,C,C,...). O primeiro estudo que testou o efeito da interferência contextual na aquisição de habilidades motoras foi realizado por Shea & Morgan (1979), confirmando o melhor desempenho do grupo randômico nos testes de retenção e de transferência, conforme proposto por Battig (1972, 1979). A partir de então, vários estudos se seguiram na tentativa de verificar o efeito da interferência contextual na aquisição de habilidades motoras, por exemplo Del Rey, Wughalter & Carnes (1987), Gabriele, Hall & Bulckols (1987), Gabriele, Hall & Lee (1989), Lee & Magill (1983a), Shea & Wright (1991) e Whitehurst & Del Rey (1983) entre outros. Recentemente, os aspectos da tarefa que são variados tem merecido grande atenção dos pesquisadores (Sekiya, Magill, Sidaway & Anderson, 1994). A compreensão das relações entre a estrutura da prática variada e os aspectos da tarefa que nela são variados reveste-se da maior importância não só para desvelar o processo de aquisição de habilidades motoras como também por suas implicações práticas. É com essa preocupação que passamos a revisar a literatura.

## REVISÃO DE LITERATURA

A confirmação da hipótese de variabilidade de prática tem sido no mínimo controversa (Van Rossum, 1990). Nem por isso a investigação do efeito desse tipo de prática deixou de ser realizada. A mudança, entretanto, foi no sentido de abandonar a investigação sobre a teoria de esquema motor para investigar as diferentes formas de organizar a prática variada através da interferência contextual. Essa tendência ganhou impulso principalmente após o trabalho de Lee, Magill & Weeks (1985). Nesse estudo a hipótese de variabilidade de prática só foi confirmada quando a prática era organizada de forma randômica em comparação à prática organizada por blocos. Na tentativa de explicar esse fenômeno na aprendizagem motora, duas hipóteses explanativas foram elaboradas: a dos níveis de processamento (Shea & Morgan, 1979; Shea & Zimny, 1983) e a do esquecimento (Lee & Magill, 1983b, 1985). A hipótese dos níveis de processamento propõe que com a prática sob alta interferência contextual, as variações praticadas são processadas conjuntamente na memória, o que permite a comparação e melhor distinção das variações da habilidade (Magill, 1993). Já a hipótese do esquecimento propõe que com a prática sob alta interferência contextual há a necessidade de reconstruir um programa motor a cada tentativa. O programa motor elaborado na tentativa anterior é esquecido devido à interferência criada pela intercalação de outras tarefas (Blandin, Proteau & Alain, 1994). Mesmo com o grande número de estudos que testaram ambas as hipóteses (Benedetti & McCullagh, 1987; Del Rey et alii, 1987; Hall & Buckolz, 1982; Lee & Magill, 1983a; Lee & Weeks, 1987; Meeuwssen & Magill, 1991; Shea & Wright, 1991; Weeks, Lee & Elliott, 1987; Weeks, Reeve, Dornier & Fober 1991; entre outros) ainda não houve um consenso sobre qual hipótese explicaria melhor a superioridade da prática randômica na aquisição de habilidades motoras.

A falta de consenso sobre qual seria a melhor hipótese explanativa não impediu que vários estudos fossem conduzidos com o propósito de investigar qual a melhor forma de estruturar a prática variada (ex. Gabriele et alii, 1989; Jelsma & Van Merrienboer, 1989; Turnbull & Dickinson, 1986; Weir, 1988). Entretanto, “o que” é alterado durante a prática não foi objeto de preocupação. Em outras palavras, a grande maioria dos experimentos realizados até 1990 não se preocupou com quais aspectos estavam sendo manipulados

durante a prática: se era o programa motor ou os parâmetros a ele adicionados no momento da sua execução

A análise da hipótese dos níveis de processamento de Shea & Morgan (1979) permite deduzir que os efeitos da prática com alta interferência contextual aparecem quando parâmetros do programa motor são manipulados. Essa dedução está associada à idéia de que prática randômica proporciona maior distinção das variações da tarefa (Magill, 1993; Schmidt, 1988; Shea & Morgan, 1979). Pode-se supor que a necessidade de operar em diferentes níveis de processamento devido às variações da tarefa implica em que o mesmo PMG estaria sendo utilizado. As alterações motoras a cada execução seriam devidas à parametrização desse programa.

Por outro lado, Lee & Magill (1983b) observaram que os efeitos da prática com alta interferência contextual só seriam positivos quando são empregadas habilidades com diferentes programas motores generalizados. Tal conclusão foi baseada nas evidências a favor da necessidade de reconstruir o programa motor a cada tentativa. Blandin et alii (1994) citam que o esquecimento entre uma execução e outra faz o indivíduo reconstruir, a cada tentativa, o programa motor utilizado anteriormente. Se a reconstrução é necessária, ela só acontece quando um programa motor diferente for utilizado na execução subsequente. Caso contrário, somente novos parâmetros seriam adicionados a um mesmo programa. Há suporte para essas duas hipóteses na literatura. A hipótese dos níveis de processamento é mais adequada quando se refere à manipulação de parâmetros, e a do esquecimento quando se trata da manipulação de programas motores (ex. Lee et alii, 1992; Sekiya et alii, 1996; Wulf, 1992; Young et alii, 1993).

A questão do que deve ser manipulado para causar a interferência surgiu primeiramente com Wulf & Schmidt (1988), em estudo onde os sujeitos eram requisitados a praticarem tarefas com variação de parâmetros (grupo esquema) ou com variação de programas (grupo contexto). Os resultados foram inconclusivos e indicaram uma certa especificidade da aprendizagem. O grupo esquema apresentou melhor desempenho quando a tarefa de transferência requeria somente variações do mesmo programa praticado anteriormente. Já o grupo contexto apresentou melhor desempenho quando a tarefa de transferência requeria um novo programa motor.

Magill & Hall (1990) procuraram avaliar os estudos conduzidos até então para promover uma síntese na explicação do efeito da interferência contextual. Baseados numa revisão dos estudos realizados, os autores elaboraram uma hipótese que uniu duas questões: como variar (por blocos ou randômica) e o que variar (programa motor ou parâmetro). Segundo os autores, quando variações da tarefa requerem diferentes programas motores, são criados maiores níveis de interferência, o que leva a uma aprendizagem mais eficaz em função do melhor desempenho nos testes de retenção e transferência. As modificações da tarefa envolvendo variações na parametrização de um mesmo programa motor causariam menores níveis de interferência, resultando em retenção e transferência deficientes. Ou seja, a aprendizagem é pobre. Após o trabalho de Wulf & Schmidt (1988) e a revisão de Magill & Hall (1990), a associação das duas questões - "como" e "o que" variar na prática - passou a ser alvo de grande interesse na área. Com o intuito de tornar mais consistente o referencial teórico, passou-se a utilizar conceitos da Teoria de Esquema Motor, tais como programa motor generalizado e parâmetros (Hall & Magill, 1995; Lee, Wulf & Schmidt, 1992; Sekiya et alii, 1994; Sherwood, 1996; Ugrinowitsch & Manoel, 1996; Wulf & Lee, 1993; Wulf & Schmidt, 1994; entre outros).

Em alguns estudos o PMG foi manipulado, com as alterações feitas basicamente no "timing" relativo (Lee et alii, 1992; Sekiya et alii, 1994) ou no sequenciamento (Shea & Titzer, 1993; Ugrinowitsch & Manoel, 1996; Wood & Ging, 1991; Wulf & Schmidt, 1994). No geral, esses estudos confirmaram o efeito da interferência contextual, com exceção do estudo de Shea & Titzer (1993). Vale ressaltar que nos estudos de Lee et alii (1992) e Wulf & Schmidt (1988) o melhor desempenho do grupo randômico foi apresentado quando a tarefa de transferência requeria um novo programa, mas não quando a nova tarefa requeria alterações na parametrização

dos programas praticados. Já no estudo de Sekiya et alii (1994) a prática com variação de programas resultou numa melhor capacidade de selecionar parâmetros, e não de elaborar um novo programa motor.

Entre os estudos que manipularam os parâmetros de um mesmo programa, como Hall & Magill (1995), Sekiya et alii (1994, 1996), Sherwood (1996), Ugrinowitsch & Manoel (1996), Wood & Ging (1991), Wulf (1992), Wulf & Lee (1993) e Wulf & Schmidt (1988), os resultados são no mínimo inconclusivos. Wulf & Schmidt (1988) manipularam o tempo total e encontraram que a prática randômica com variação de parâmetros levava a um melhor desempenho quando a tarefa de transferência requeria nova parametrização. Resultados bem similares foram obtidos por Sekiya et alii (1994) e Wulf & Lee (1993). Magill & Hall (1995) além de obterem os mesmos resultados também observaram que o tipo de prática exercia maior influência na aprendizagem do que a sua quantidade, quando o tempo total foi manipulado. Wulf (1992) observou melhor um desempenho do grupo randômico ao manipular referenciais de uma trajetória. Já Ugrinowitsch & Manoel (1996) verificaram que o grupo por blocos teve tendência de superioridade em relação ao grupo randômico nos testes de retenção e transferência ao manipularem a seleção de grupo muscular. Wood & Ging (1991) manipularam o parâmetro distância numa tarefa de bater em tocos de madeira dispostos num padrão em "N" com diferentes tamanhos. Nesse estudo também não foi observada diferença entre os grupos blocos e randômico.

Os resultados dos estudos que procuraram investigar o efeito da variação de programas e parâmetros na interferência contextual mostraram que ainda não é possível responder a questão do que deve ser manipulado (programa motor ou parâmetro) durante a prática variada (QUADRO 1). Claramente há a necessidade de novos estudos que investiguem essa questão.

**QUADRO 1** - Estudos de laboratório que tiveram por objetivo investigar a manipulação de programas e parâmetros com a interferência contextual.

autor	ano	PMG/parâmetros e tipo de tarefa	nº de execuções	sujeitos	conclusão
Wulf & Schmidt	1988	PMG (TR) e parâmetros (TT)	126	universitários	CP
Magill & Hall	1990	PMG e parâmetros	--	--	CP
Wood & Ging	1991	PMG (seqüência) e parâmetros (tamanho)	72	universitários	C NC
Lee et alii	1992	PMG (TR) e parâmetros (TT)	90	universitários	CP
Wulf	1992	parâmetros (trajetória)	90	universitários	CP
Shea & Titzer	1993	PMG (seqüência)	54/18	universitários	NC
Wulf & Lee	1993	parâmetros (TT)	108	universitários	CP
Sekiya et alii	1994	PMG (TR) e parâmetros (TT)	270	universitários	CP
Wulf & Schmidt	1994	PMG (seqüência)	90	universitários	C
Hall & Magill	1995	PMG (TR) e parâmetros (TT)	126 + 72	universitários	C
Sekiya et alii	1996	parâmetros (força total)	270	universitários	CP
Sherwood	1996	parâmetros (pos**.)	90/72	universitários	C
Ugrinowitsch & Manoel	1996	PMG (seqüência) e parâmetros (sel.gr.musc*.)	45 30	adolescentes	C NC

C - confirma; CP - confirma parcialmente; NC - não confirma.

\* seleção de grupo muscular.

\*\* posicionamento linear.

A estruturação da prática como um fator que influencia a aquisição de habilidades motoras tem também um papel importante na organização do processo ensino-aprendizagem, pois trata-se de um aspecto que o profissional pode manipular durante a prática. As pesquisas de Aprendizagem Motora no período anterior à década de 70 tinham por objetivo verificar quais os fatores que afetavam a aquisição de habilidades motoras, tais como a prática pelo todo ou pelas partes, a prática massificada ou distribuída, tipo de "feedback" de instrução entre outros. Essas pesquisas utilizavam tarefas motoras complexas, tais como habilidades esportivas. O enfoque na tarefa fez com que essas pesquisas fossem conhecidas por terem uma abordagem orientada a tarefa (AOT) cuja principal limitação residia no fato dos estudos não explicarem porque esse ou aquele modo em regime de prática, "feedback" ou instrução resultava em melhor aprendizagem. Após a década de 70, acompanhando a revolução na Psicologia Cognitiva, os pesquisadores começaram a investigar os processos subjacentes a aquisição de habilidades motoras numa abordagem que ficou conhecida como orientada ao processo (AOP). Isso tornou necessário um controle mais rígido sobre as variáveis, levando à utilização cada vez maior de tarefas motoras simples e artificiais, comumente utilizadas em laboratório. Apesar das pesquisas da

AOP terem propiciado um grande avanço no conhecimento sobre o processo de aprendizagem motora, houve um distanciamento desse conhecimento e sua aplicabilidade em situações reais da prática de habilidades motoras.

Tani (1992) e Christina (1989), ao discutirem essa problemática, sugeriram outro tipo de pesquisa para testar os conhecimentos oriundos das pesquisas básicas em situações mais próximas da atuação profissional. Tani (1992) caracterizou essa pesquisa como sendo integrativa, denominada de processo ensino-aprendizagem de habilidades motoras. Christina (1989) denominou essa investigação de pesquisa aplicada I. Ambas não se caracterizam como pesquisa aplicada no sentido tradicional, pois buscam testar conhecimentos básicos em situações mais complexas. Dentro dessa perspectiva pode-se questionar até que ponto o efeito da interferência contextual é replicado em situações mais próximas da prática diária de habilidades motoras. Há na literatura estudos de campo verificando o efeito da interferência contextual com habilidades tais como o serviço do "badminton" (por exemplo, Goode & Magill, 1986), habilidades do voleibol (por exemplo, Bortoli, Robazza, Durigon & Carra, 1992) e do futebol (por exemplo, Corrêa & Pellegrini, 1996). Apesar desses estudos não terem sido realizados com o propósito de testar a efetividade da

manipulação de um ou de outro aspecto, pode-se encontrar alguns estudos que manipularam programas enquanto outros manipularam parâmetros. Seria interessante verificar qual manipulação foi mais efetiva na prática randômica, a de programa ou de parâmetro nesses e em outros estudos no campo.

Goode & Magill (1986), Wrisberg (1991) e Wrisberg & Liu (1991) manipularam parâmetro ao promoverem a prática do saque do "badminton" em diferentes regiões da quadra (saque curto e saque longo). Nesses estudos, o efeito da interferência contextual não foi encontrado. Já Hall, Domingues & Cavazos (1994) confirmaram o efeito da interferência contextual ao manipularem parâmetro com uma tarefa de rebatida de beisebol com três diferentes tipos de lançamentos.

Encontram-se também estudos nos quais a manipulação do programa motor resultou no efeito de interferência contextual apenas para uma das habilidades praticadas. Isso ocorreu nos estudos de Bortoli et alii (1992) e French, Rink & Werner (1990) quando foram praticadas habilidades do voleibol (saque, toque e manchete), de Corrêa & Pellegrini (1996) que combinaram a manipulação de diferentes programas (chute e

arremesso) com parâmetros (diferentes tamanhos de bolas), e de Hebert, Landin & Solmon (1996) que utilizaram o "forehand" e o "backhand" do tênis. Pollatou, Kioumourtzoglou, Angelousis & Mavromatis (1997) utilizaram como tarefa o arremesso e o chute. Os sujeitos deveriam arremessar a um alvo observando-o através de um espelho. No chute os sujeitos ficavam limitados à posição sentada. Nesse estudo foi confirmado o efeito de interferência contextual, mas apenas para uma habilidade praticada.

No seu conjunto, os estudos realizados numa situação mais próxima do real também não apresentam um consenso em relação ao que deve ser manipulado na prática variada (QUADRO 2). Um problema metodológico a ser destacado refere-se ao fato de que em nenhum desses estudos houve a articulação, no mesmo delineamento experimental, das variáveis independentes tipo de prática a aspecto da tarefa manipulado. A ausência de estudos com essa característica limita qualquer conclusão sobre a validade ecológica dos princípios que preconizam a superioridade da prática randômica com variação de programas.

**QUADRO 2** - Estudos que tiveram por objetivo investigar o efeito da interferência contextual em situação de campo.

autor	ano	PMG/parâmetros e tipo de tarefa	nº de execuções	sujeitos	conclusão
Goode & Magill	1986	parâmetros saque "badminton"	324	adolescentes	CP
French et alii	1990	PMG habilidades voleibol	270	adolescentes	NC
Wrisberg	1991	parâmetros saque "badminton"	216	universitários	CP
Wrisberg & Liu	1991	parâmetros saque "badminton"	90	universitários	CP
Bortoli et alii	1992	PMG habilidades voleibol	216	adolescentes	CP
Hall et alii	1994	parâmetros rebatida beisebol	180	adultos	C
Corrêa	1996	PMG chute e arremesso parâmetros distância e tamanho da bola	192	crianças	NC
Hebert et alii	1996	PMG "forehand" e "backhand" tênis	270	universitários	CP
Pollatou et alii	1997	PMG arremesso e chute	160	universitários	CP

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da interferência contextual através da manipulação de programas e de parâmetros na aprendizagem de uma habilidade motora do voleibol numa situação real de ensino-aprendizagem.

## METODOLOGIA

### Sujeitos

Os indivíduos participantes do estudo eram todos ingressantes do curso de voleibol experimental do CEPEUSP, Campus de São Paulo, num total de 50 indivíduos. Em função de vários problemas, muitos indivíduos desistiram

durante o estudo, resultando em 24 crianças de ambos os sexos, na faixa etária entre 11 e 13 anos (média de 12 anos e três meses) que efetivamente tiveram seus desempenhos contabilizados para fins do estudo. Para a composição dos grupos experimentais foi realizado um teste de entrada, que consistiu em bater na bola com uma das mãos, de forma a impulsioná-la para a quadra oposta por sobre a rede. A técnica utilizada para a batida na bola e o local da sua queda não foram considerados nesta avaliação. Os participantes deveriam ser capazes de alcançar o objetivo, no mínimo, em três das cinco tentativas.

Todos que passaram no teste foram distribuídos nos quatro grupos experimentais, sendo inicialmente 13 sujeitos em dois grupos e 12 nos outros dois, pareados em termos de sexo e nível de habilidade, para garantir a constituição de grupos homogêneos. Ao final do estudo dois grupos contavam com cinco sujeitos, outro grupo com seis e um grupo com oito. Todos os sujeitos eram relativamente inexperientes em voleibol. O tratamento em cada grupo consistiu da manipulação de diferentes programas motores ou de parâmetros durante a prática, em combinação com duas formas distintas de organizar a prática variada (por blocos ou randômica).

### **Tarefa**

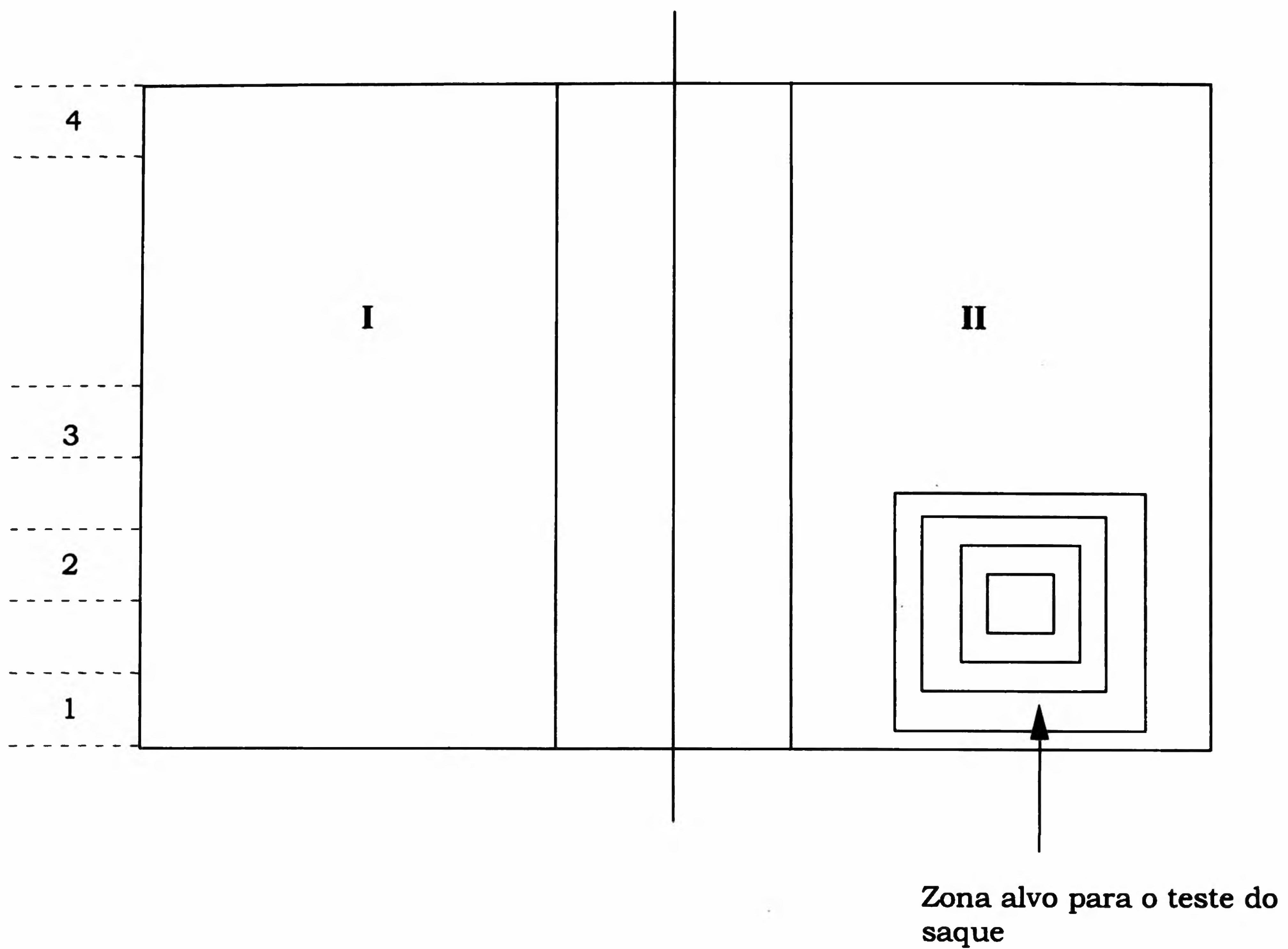
A tarefa consistiu em realizar um saque a partir do lado I da quadra por sobre a rede (FIGURA 1), sem tocá-la, em direção a um alvo visando alcançar a maior pontuação possível, numa situação adaptada do teste de precisão do saque no voleibol da AAHPER (1969). O alvo foi colocado num plano horizontal no lado II da quadra de

voleibol, na forma de um quadrado em um plástico azul, com as zonas de pontuação demarcadas por tinta vermelha. A zona um era a zona central, com  $1,0\text{ m}^2$ , e valor de quatro pontos; a zona dois estava distanciada 2,0 m do centro do quadrado central e possuía valor de três pontos; a zona três estava distanciada 3,0 m do centro do quadrado central e possuía valor de dois pontos e a zona quatro estava distanciada 4,0 m do centro do quadrado central e tinha o valor de um ponto.

A largura das linhas seguiram o padrão da quadra de voleibol, ou seja, 5 cm e pertenciam à zona de maior pontuação. Cada saque foi computado como uma tentativa, independentemente do resultado. As tentativas em que a bola tocava a rede, a fita superior, as antenas laterais, ou caía fora da zona delimitada (antes ou depois da rede) foram consideradas como erradas, com a atribuição de 0 (zero) ponto.

O fundamento saque do voleibol foi escolhido com o objetivo de minimizar os efeitos de variação ambiental no padrão da habilidade, pois se trata de uma habilidade fechada e discreta.

Para manipular os parâmetros da habilidade, tanto na fase de aquisição como no teste de transferência, foram utilizadas diferentes zonas de saque. A linha de fundo foi dividida em quatro regiões (1, 2, 3 e 4). As regiões 1, 2 e 3 foram divididas a partir do lado direito da quadra I, e cada uma delas possuía um metro de largura no sentido transversal à linha de fundo, separadas por 1 m. A região 4 também tinha 1 m de largura a partir da lateral esquerda da quadra. As quatro regiões de saque estavam posicionadas de forma a terem diferentes direções e distâncias em relação ao alvo. Isso permitiu definir operacionalmente as variações do saque em termos de parametrização.

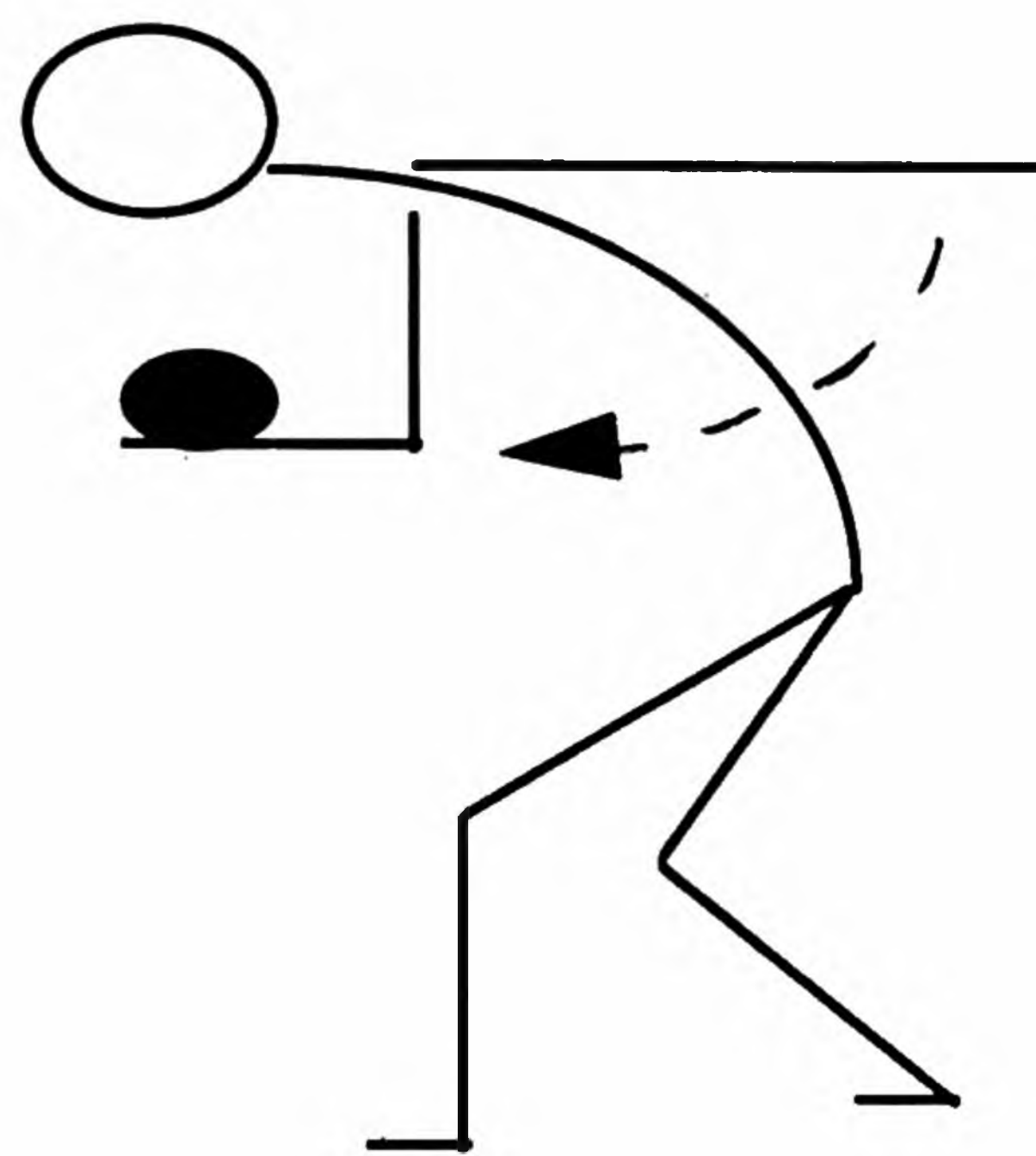


**FIGURA 1** - Teste de precisão do saque no voleibol. (Adaptado da AAHPER, 1969).

Para manipular o programa, tanto na fase de aquisição como no teste de transferência, foram utilizados quatro tipos de saque que serão descritos a seguir.

#### Saque por baixo Habilidade 1

A padronização desta habilidade foi feita a partir das descrições de Bertucci (1987), Durwachter (1974), Fröhner, Radd & Doring (1983), Guilherme (1979) e Neville (1990).



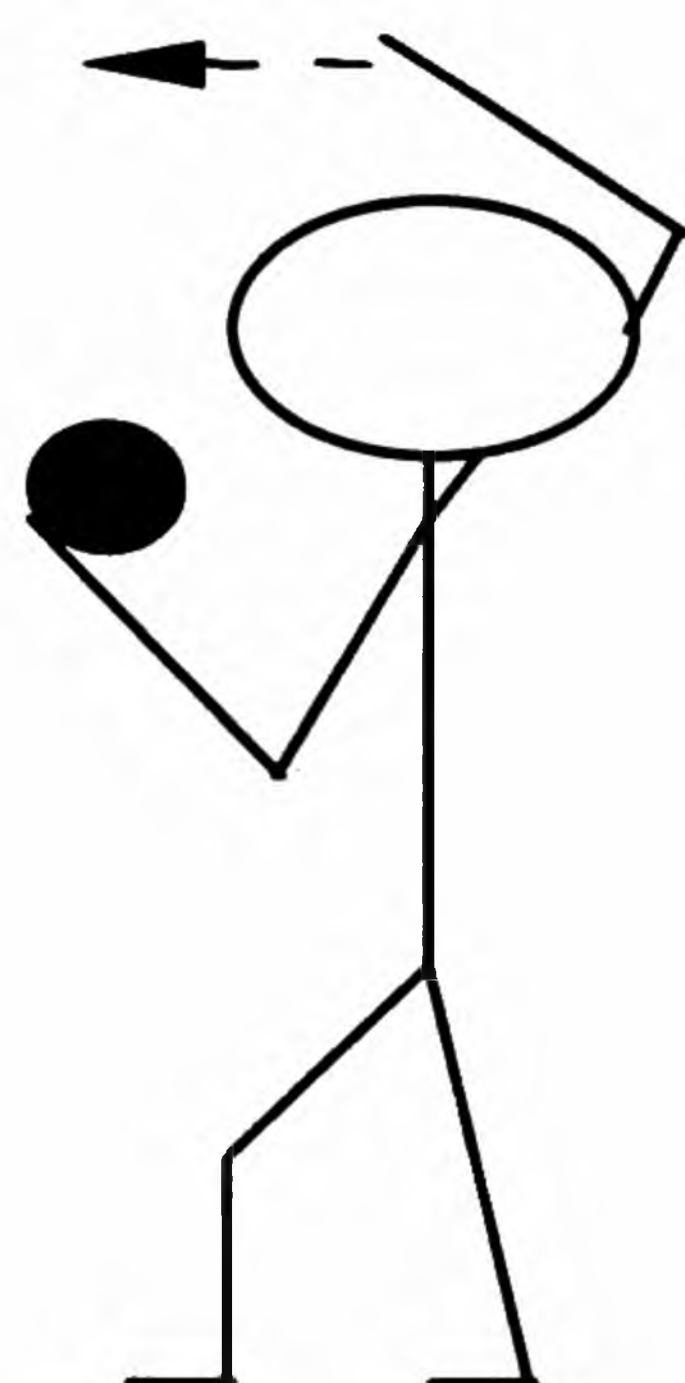
**FIGURA 2** Ilustração do saque por baixo.



## Saque por cima (tipo tênis) - Habilidade 2

Durwachter (1974), Ferrarese (1976), Fröhner et alii (1983), Ivoilov (1986) e Neville (1990).

A padronização desta habilidade foi feita a partir das descrições de Bertucci (1987),

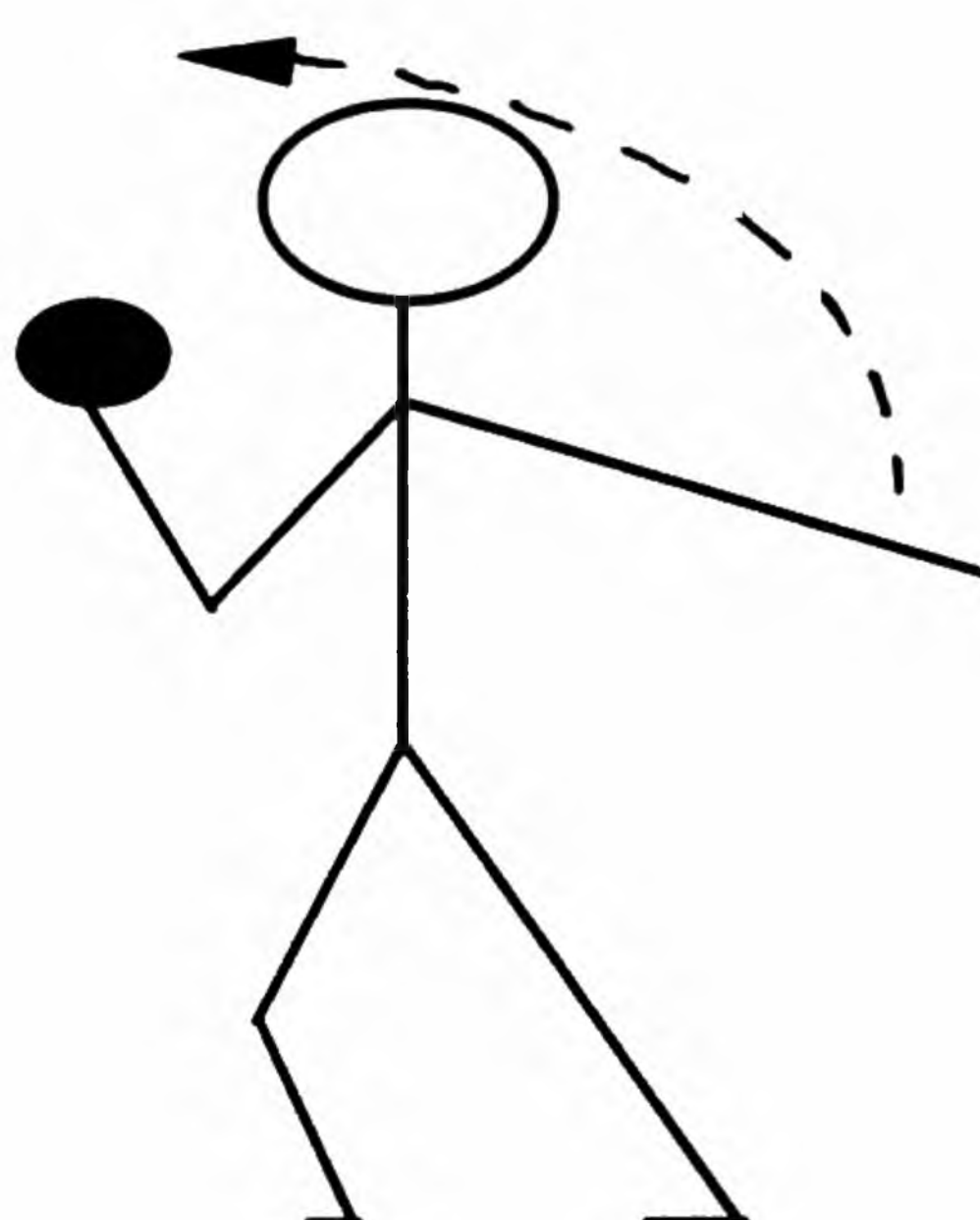


**FIGURA 3** - Ilustração do saque tipo tênis.

## Saque japonês - Habilidade 3

Fielder (1987) e Francisco (s.d.).

A padronização desta habilidade foi feita a partir das descrições de Brasil.MEC (1982),

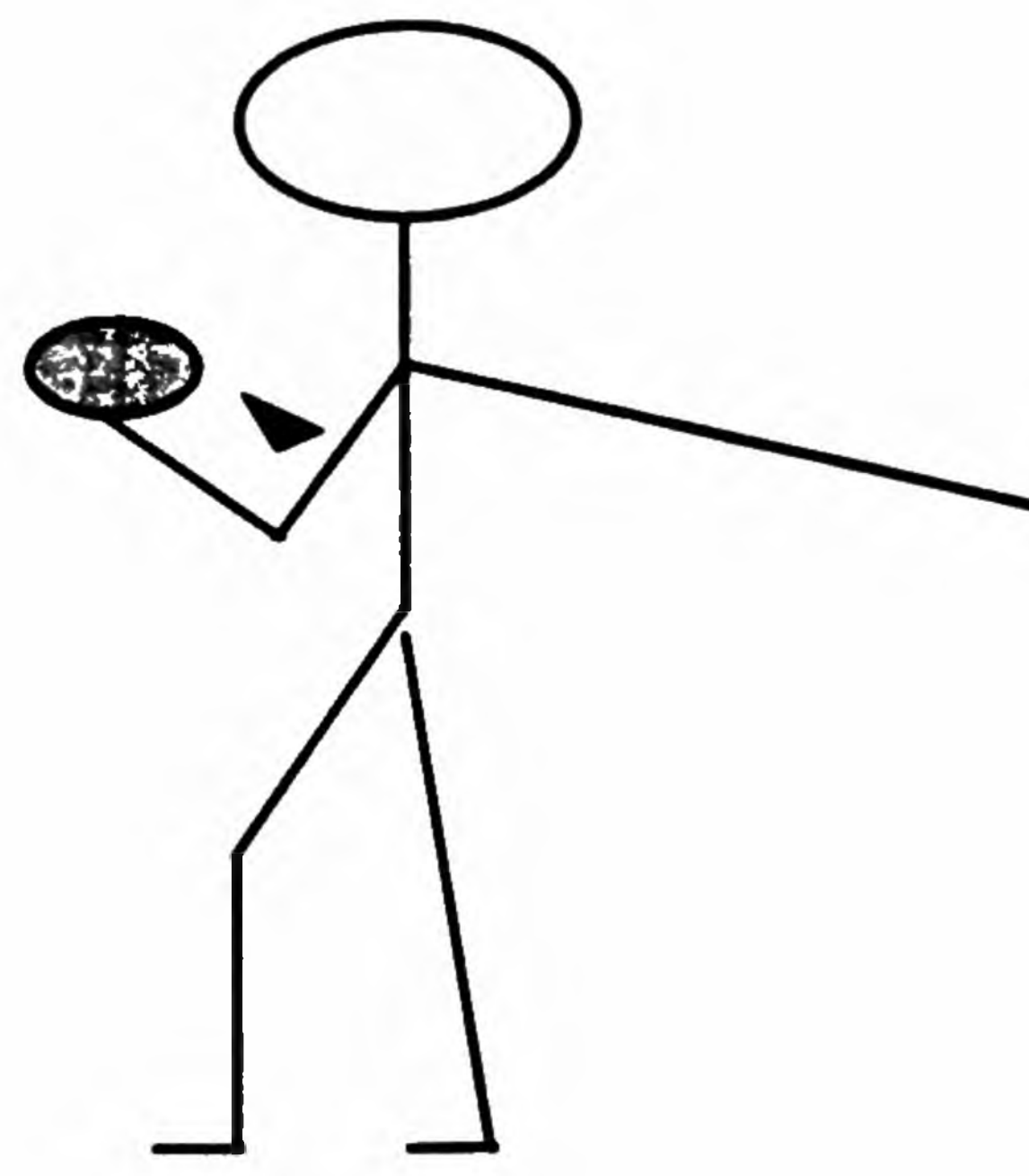


**FIGURA 4** - Ilustração do saque japonês.

## Saque lateral - Habilidade 4

Optou-se por este tipo de saque por ser um movimento muito utilizado pelos técnicos de voleibol em categorias de iniciantes. Contudo,

não se encontra descrição dessa habilidade por ser pouco utilizada nas competições internacionais. Dessa forma, a sua descrição foi feita com base nos mesmos critérios de observação das habilidades 1, 2 e 3.



**FIGURA 5** - Ilustração do saque lateral.

Assumiu-se que os quatro tipos de saque seriam controlados por programas motores distintos em função das diferenças no sequenciamento da ação em cada um deles (Lashley, 1951; Requin, 1992; Schmidt, 1988; Shaffer, 1992; Wright, 1990). Ou seja, cada saque envolvia uma ordem de eventos diferentes (em relação às fases de preparação e principal.

#### **Delineamento experimental e procedimentos**

O experimento foi dividido em três etapas: fase de aquisição, teste de transferência e teste de retenção. A fase de aquisição consistiu de duas vezes semanais com 45 execuções em cada, num total de oito sessões. O teste de transferência foi realizado ao final da fase anterior (9a. sessão) com cinco execuções em duas tarefas. Uma tarefa requeria um novo programa (habilidade 4 TT 1), pois ela exigia um novo sequenciamento em comparação aos três tipos de saque utilizados durante a fase de aquisição, executado da região 2, onde todos os grupos praticaram anteriormente. A outra tarefa requeria um novo parâmetro (TT 2), de uma habilidade praticada anteriormente por todos os grupos (habilidade 1) e realizado em uma nova região (região 4). O teste de retenção foi realizado uma semana após a fase de aquisição (10a. sessão), contando com cinco execuções de cada variação praticada anteriormente.

Foram constituídos quatro grupos experimentais como será descrito a seguir:

#### **Grupo Programa Motor de Prática por Blocos (PMB)**

Os sujeitos realizaram três blocos de 15 repetições em cada sessão durante a fase de aquisição. Após cada tentativa, foi fornecida uma nova bola para a tentativa seguinte, o que tornou o

intervalo inter-tentativas aproximadamente de cinco segundos. Todos os sujeitos realizaram os 15 saques para a habilidade 1, no bloco seguinte o mesmo número de repetições foi efetuado com a habilidade 2, repetindo-se o mesmo procedimento com a habilidade 3. Todos os saques foram realizados da região 2.

#### **Grupo Programa Motor Randômico (PMR)**

Os sujeitos realizaram três blocos de 15 repetições de cada tipo de saque (habilidades 1, 2 e 3), totalizando 45 execuções por sessão durante a fase de aquisição. Após cada repetição, foi fornecida uma nova bola para a tentativa seguinte, o que tornou o intervalo inter-tentativas aproximadamente de cinco segundos. Contudo, a seqüência de saques foi aleatória, com o sujeito sendo informado do saque a ser executado ao receber a nova bola.

Os três tipos de saque tiveram o mesmo número de repetições nos três blocos de prática, ou seja, cinco execuções de cada saque em cada bloco, com os saques também sendo realizados da região 2.

#### **Grupo Parâmetros Blocos (PAB)**

Neste grupo, a prática constituiu de três blocos de 15 execuções da habilidade 1 em cada sessão durante a fase de aquisição. Após cada tentativa, era fornecida uma nova bola para a tentativa seguinte, o que possibilitou um intervalo inter-tentativas de aproximadamente cinco segundos. Todos os sujeitos realizaram 15 saques da região 1 (FIGURA 2), para então reiniciarem o segundo bloco de 15 execuções da região 2, seguindo o mesmo procedimento na região 3.

### Grupo Parâmetros Randômico (PAR)

Os sujeitos realizaram três blocos de 15 repetições, em cada sessão durante a fase de aquisição. Após cada repetição, foi fornecida uma nova bola para a tentativa seguinte, o que tornou o intervalo inter-tentativas aproximadamente de cinco segundos. Os sujeitos realizaram 15 execuções de cada região (região 1, 2 e 3), totalizando 45 execuções por sessão. Contudo, a ordem em que a região de saque era solicitada foi aleatória, com o sujeito sendo informado sobre a região onde o saque seria executado ao receber a nova bola, imediatamente após cada execução.

As três regiões de saque tiveram o mesmo número de repetições nos três blocos de prática, ou seja, cinco execuções de cada região em cada bloco. A ordem do tipo ou da zona de saque foi contrabalançada entre os sujeitos, procurando-se minimizar os possíveis efeitos da seqüência a ser utilizada durante a prática.

Um desenho foi apresentado aos sujeitos ilustrando a maneira de execução dos três tipos de saque de forma que todos pudessem observá-la nos intervalos da prática. O conhecimento de resultado (CR) sobre a pontuação obtida foi fornecido a cada execução, após os sujeitos receberem informações sobre qual era o tipo de saque a ser realizado. Nos testes de transferência e retenção o CR não foi fornecido. As correções quanto à realização das habilidades só foram realizadas quando a execução estava fora dos padrões exigidos em cada tipo de saque. Buscou-se garantir que os padrões de execução correspondessem ao do saque a ser aprendido.

Nos quatro grupos experimentais todos os sujeitos realizaram o primeiro bloco de prática, para então reiniciarem o segundo bloco, com o mesmo procedimento para o terceiro bloco em todas as sessões de prática.

O experimento contou com a participação de quatro monitores especialmente treinados, estudantes do terceiro e quarto anos do curso de Bacharelado em Esporte da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, que já tinham cursado as disciplinas "Voleibol" e "Aprendizagem Motora".

A sessão experimental fazia parte do curso de Voleibol Experimental na qual os alunos praticavam os fundamentos técnicos da modalidade, como toque, manchete, cortada e bloqueio. O saque recebeu um tratamento diferenciado de acordo com as necessidades da pesquisa.

### Análise estatística

Para fins de análise estatística foi calculada a média de pontos de cada grupo por sessão de prática, bem como nos testes de transferência e de retenção. Ou seja, cada grupo tinha a possibilidade de atingir, no máximo, a média de quatro pontos por sessão de prática.

A redução do número de sujeitos ao final do experimento (ex. o grupo PAB tinha cinco sujeitos) dificultou o atendimento de critérios de normalidade da amostra. Além disto, a variabilidade intra-grupo foi muito grande. Dois valores foram calculados para verificar esta variabilidade: a) o coeficiente de variabilidade (Beiguelman, 1994) cujo índice foi muito alto, alternando a cada sessão de aproximadamente 18% à 150%. Apenas um grupo, o PAB teve um resultado aceitável na segunda sessão de prática; e b) o "epsilon" cujo valor aceitável seria entre 0,75 à 1,00 (Thomas & Nelson, 1996), mas que no presente estudo foi de 0,46.

Em função destes resultados optou-se pela utilização de testes não paramétricos. O teste de Friedman  $X^2$  foi utilizado para verificar se houve diferença significativa intra-grupo entre os escores obtidos a cada sessão da fase de aquisição (Siegel, 1956). O mesmo teste foi utilizado para verificar se houve mudança no comportamento, em cada grupo, da última sessão de prática para os testes de transferência TT 1 e TT 2. Posteriormente, foi utilizado o teste de Wilcoxon, comparando os escores da última sessão de prática com os do teste de retenção (Simpson, 1992). Para identificar as diferenças entre os quatro grupos experimentais durante todo o experimento (fase de aquisição e testes de transferência e retenção) foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Como foram utilizadas medidas repetidas (sujeitos) durante as 11 vezes que o teste foi aplicado, foi estabelecido um  $p < 0,0045$ , diminuindo assim o risco de erro tipo I. Em consequência disso o teste tornou-se muito mais rigoroso para identificar diferenças significantes.

## RESULTADOS

### Fase de aquisição

Durante a fase de aquisição o grupo PAR apresentou desempenho superior aos demais, mantendo uma média de aproximadamente 1,00 ponto por sessão, seguido pelo grupo PAB, com a média de pontos oscilando entre 0,40 e 0,60

pontos. Já os grupos PMB e PMR foram inferiores aos grupos PA, além de não apresentaram alterações importantes ao longo da prática, com a

média de ambos os grupos sendo de aproximadamente 0,30 pontos (FIGURA 6).

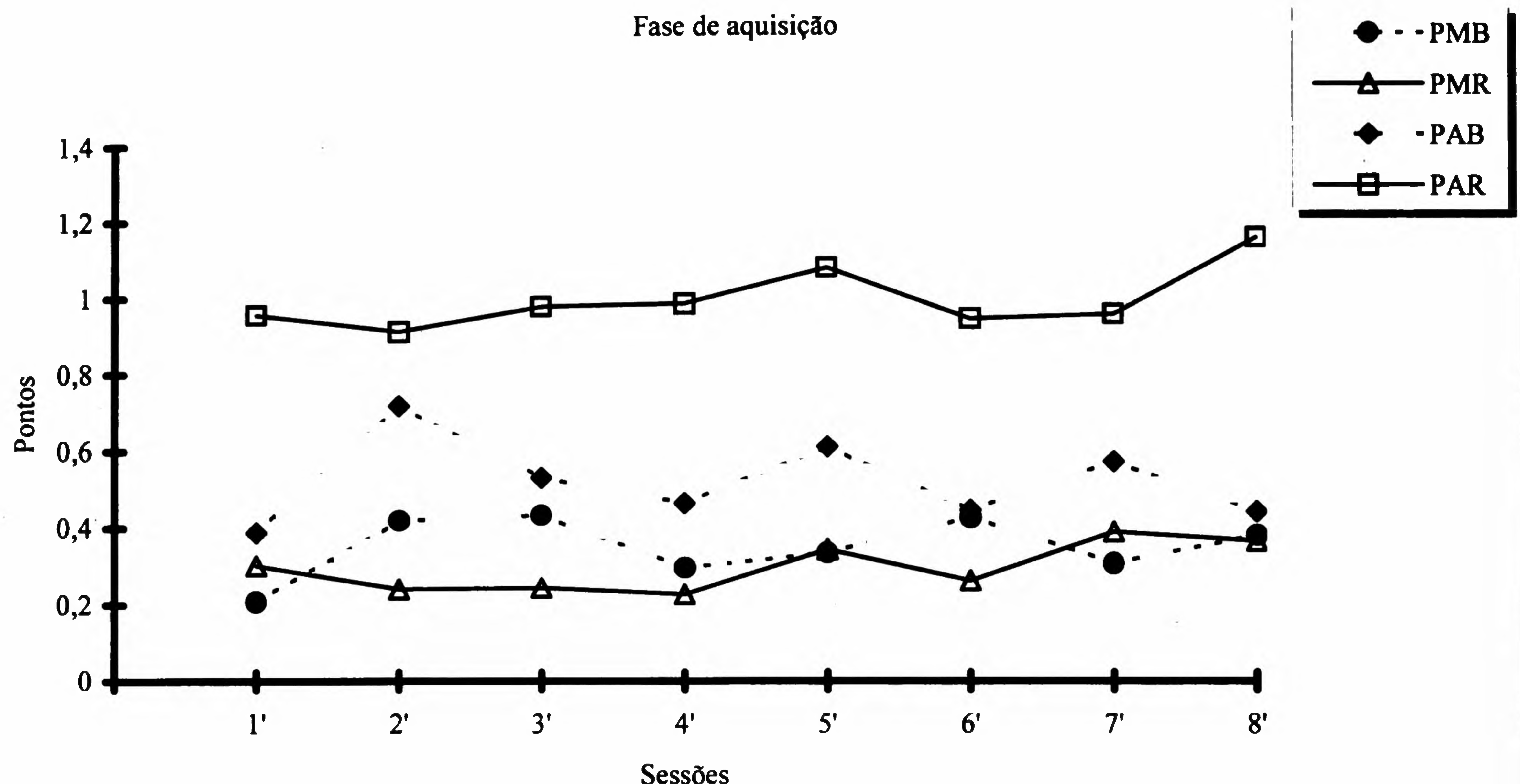


FIGURA 6 - Médias de pontos dos grupos PMB, PMR, PAB e PAR durante as oito sessões da fase de aquisição.

A análise de variância simples de Friedman  $X^2$  não detectou diferença significativa intra-grupo para  $p < 0,05$  no decorrer das oito sessões de prática nos quatro grupos experimentais. Para a análise estatística inter-grupos foi utilizado o teste Kruskal-Wallis, que indicou diferença

significante no segundo dia de prática. A verificação dos resultados dessa sessão indica que a diferença se deve, pelo menos, aos desempenhos dos grupos PAR e PMR. Nos demais dias da fase de aquisição não foram detectadas diferenças significantes (TABELA 1).

TABELA 1 Análise de variância inter-grupos Kruskal-Wallis dos grupos PMB, PMR, PAB e PAR na fase de aquisição.

Sessão	Valor calc.
Dia 1	H = 10,41
Dia 2	H = 13,78*
Dia 3	H = 9,12
Dia 4	H = 7,22
Dia 5	H = 9,21
Dia 6	H = 8,08
Dia 7	H = 10,80
Dia 8	H = 10,79

GL = 3 e  $p < 0,0045$

$H_{crit} = 13,06$

Dia 2  $H_{calc} = 13,78^*$

\*  $p < 0,0045$

PAR > PAB > PMB > PMR

### Testes de retenção e transferência

No teste de retenção o desempenho dos grupos foi bom comparado à média de pontos obtida na última sessão da fase de aquisição. O grupo PAR continuou mantendo o melhor desempenho seguido dos grupos PAB, PMR e PMB, em ordem decrescente de pontuação

(FIGURA 7). O grupo PAR atingiu a média de aproximadamente 1,40 pontos, enquanto a média do grupo PAB foi quase a metade da média obtida pelo grupo PAR (0,79 pontos). O grupo PMR obteve a média de aproximadamente 0,60 pontos e o grupo PMB atingiu um pouco mais que 0,40 pontos.

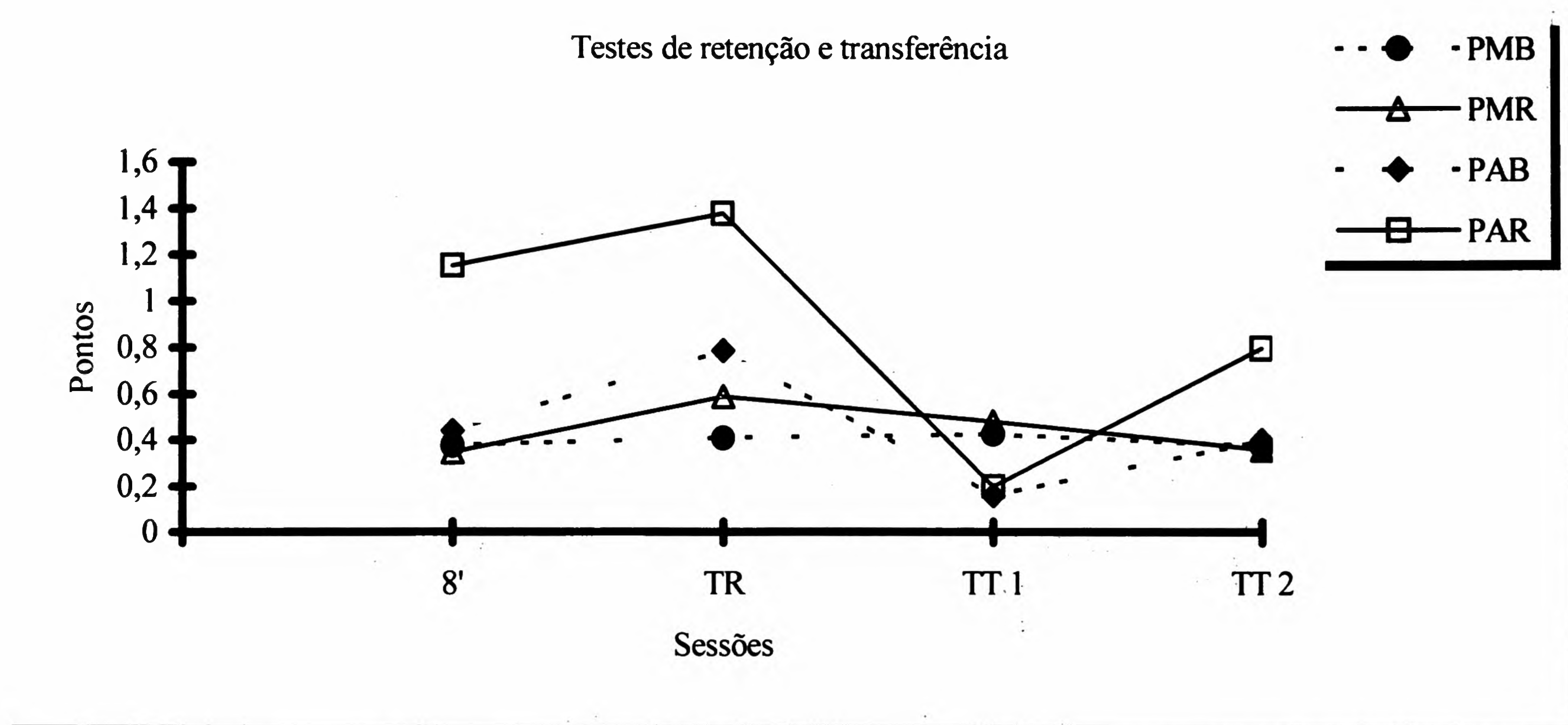


FIGURA 7 - Média de pontos dos grupos PMB, PMR, PAB e PAR na 8a. sessão de prática, teste de retenção e transferência.

O teste estatístico Wilcoxon para comparações intra-grupo detectou diferença significativa nos quatro grupos experimentais, da 8a. sessão de prática para o teste de retenção (TABELA 2). O teste estatístico Kruskal-Wallis

não detectou diferença significativa inter-grupos com  $GL = 3$  e  $p < 0,0045$ , apesar do valor calculado ter sido próximo do valor crítico ( $H_{crit} = 13,06$  e  $H_{calc} = 11,57$ ).

TABELA 2 Teste estatístico intra-grupo Wilcoxon dos grupos PMB, PMR, PAB e PAR na 8a. sessão de prática e no teste de retenção.

Grupo	valor calc.	valor crít.
PMB	$Z = -2,37^*$	$Z < 4$
PMR	$Z = -2,04^*$	$Z < 0$
PAB	$Z = -0,67^*$	$Z < 0$
PAR	$Z = -2,03^*$	$Z < 0$
$p < 0,05$		

Em geral, tanto a exigência de uma modificação na parametrização como a seleção de um novo programa motor levou à diminuição razoável da "performance" quando comparada com o teste de retenção. Quando o teste de transferência exigia um novo programa motor (TT 1), os grupos PM conseguiram melhorar seu desempenho em relação à 8a. sessão da fase de aquisição (PMB = 0,378 e 0,425; PMR = 0,364 e 0,480 pontos na aquisição e TT 1, respectivamente). Já os grupos PA apresentaram a tendência de diminuir em muito o desempenho, apresentando média inferior à dos grupos PM (FIGURA 7). Essa queda no desempenho foi mais marcante para o grupo PAR, pois enquanto seu escore na última sessão de prática era quase três vezes maior que o do grupo PAB (PAB = 0,44 e PAR = 1,15), no teste de transferência o escore médio do grupo PAR foi praticamente o mesmo do grupo PAB (PAB = 0,16 e PAR = 0,20).

Quando o teste de transferência

exigia uma nova parametrização (TT 2), os grupos PM apresentaram uma pequena queda no desempenho em relação ao TT 1, voltando aos níveis do último dia de prática. A média de pontos do grupo PMB e PMR foi 0,38 e 0,36 pontos, respectivamente. Além disso, a diferença entre ambos manteve-se quase a mesma da 8a. sessão de aquisição. Esses grupos apresentaram o pior desempenho nesse teste. Os grupos PA recuperaram-se em relação ao teste anterior, sendo que o grupo PAR teve uma melhora muito mais acentuada do que o grupo PAB.

A análise de variância simples de Friedman  $X^2$  detectou diferença significativa intra-grupo ao comparar a "performance" da 8a. sessão e os dois testes de transferência somente para o grupo PAR (TABELA 3). A inspeção dos escores obtidos indica que essa diferença ocorreu provavelmente entre a 8a. sessão de aquisição e o TT 1.

**TABELA 3** - Análise de variância simples intra-grupo de Friedman  $X^2$  dos grupos PMB, PMR, PAB e PAR na 8a. sessão e nos dois testes de transferência.

Grupo	valor calc.	valor crít.
PMB	Z = 1,07	Z = 5,99
PMR	Z = 0,32	Z = 5,99
PAB	Z = 5,78	Z = 5,99
PAR	Z = 7,91*	Z = 5,99

GL = 3 e  $p < 0,05$

Apesar do desempenho dos grupos PM no TT 1 ter sido superior (mais que o dobro) aos dos grupos PA, o teste Kruskal-Wallis não detectou diferença significativa inter-grupos para  $p < 0,0045$ .

## DISCUSSÃO

A primeira questão a ser respondida num estudo de aprendizagem motora é se houve ou não aprendizagem. Apesar de não haver melhora significativa no desempenho durante a fase de aquisição, os quatro grupos conseguiram apresentar uma melhora marcante da última sessão da fase de aquisição para o teste de retenção. Esse resultado permite especular que durante a prática podem ter ocorrido mudanças internas na organização do programa motor a ser adquirido. Embora não se tenha registrado as mudanças no padrão de

execução da ação, foi possível constatar que a grande maioria dos sujeitos melhorou a execução do saque. Ou seja, a falta de melhoria quantitativa na "performance" (escores obtidos) não parece ter sido fiel à melhoria qualitativa na organização do padrão de movimento das habilidades durante a fase de aquisição. Além disso, deve-se ressaltar que a variabilidade de prática fez com que a curva de desempenho fosse flutuante, sem apresentar tendência de melhoria em termos de precisão.

Considerando que a prática é variada com alta ou baixa interferência contextual (prática randômica e por blocos, respectivamente), é de se esperar que não haja um bom desempenho na fase de aquisição, mas sim nos testes que inferem aprendizagem. Entretanto, deve-se perguntar se os resultados confirmam ou não o efeito da interferência contextual, pois no teste de retenção todos os grupos mostraram melhoras em relação ao final da fase de aquisição (último bloco de

aquisição), indicando que houve aprendizagem e o benefício para a aprendizagem de ambos os tipos de prática.

Primeiramente era esperado que o grupo PMR apresentasse desempenho superior aos demais nos testes de retenção e de transferência (Magill & Hall, 1990). Contudo, esse resultado não foi observado, pois o grupo PAR apresentou uma tendência de superioridade no desempenho em relação aos outros três grupos durante todo o experimento, com exceção do TT 1. Embora este resultado indique uma influência positiva da interferência na aprendizagem, ele não corresponde ao efeito clássico de interferência contextual e nem à expectativa de que esse efeito seria mais evidenciado com variações no programa motor. Um resultado próximo do efeito clássico de interferência contextual foi a tendência de superioridade do grupo PMB em relação ao PMR na fase de aquisição. Esta tendência foi observada em outros estudos, como Goode & Magill (1986), Hall et alii (1994), Sekiya et alii (1994, 1996) e Wulf & Schmidt (1994).

Também é necessário lembrar que não houve diferença significativa entre os grupos blocos e randômico durante a fase de aquisição, independente do que foi manipulado (PMG ou parâmetros). Resultados similares têm sido relatados em estudos de laboratório que manipularam programa motor e parâmetros (ex. Lee et alii, 1992; Wulf & Lee, 1993). Sekiya et alii (1996) também não encontraram diferença significativa entre os grupos blocos e randômico no parâmetro força durante a fase de aquisição. Evidentemente, é difícil comparar os efeitos resultantes da manipulação de diferentes aspectos da "performance" motora (programa motor e parâmetros), principalmente porque esses experimentos foram realizados em situação de laboratório com a manipulação de aspectos diferentes (ex. "timing" relativo) dos manipulados no presente estudo.

Os grupos de prática randômica apresentaram tendência de superioridade na "performance" do teste de retenção, entretanto, quando comparados com o grupo blocos, não se evidencia o efeito da interferência contextual para os grupos PA (Shea & Morgan, 1979). Na fase de aquisição o grupo PAR já obteve desempenho superior ao grupo PAB. De forma geral, pode-se entender que a prática randômica favoreceu a aprendizagem, apesar de não estar de acordo com os pressupostos teóricos que explicam a interferência contextual. Resultado similar foi

encontrado num estudo de laboratório (Ugrinowitsch & Manoel, 1996). O grupo randômico apresentou desempenho superior em relação ao grupo por blocos desde a fase de aquisição. Nesse estudo argumentou-se que os sujeitos já estariam acostumados a alterações constantes de programa motor devido à prática com habilidades abertas (todos eram atletas de voleibol) como foi sugerido por Del Rey et alii (1987).

Nos testes de transferência, o grupo PAR obteve desempenho superior aos demais grupos, principalmente no TT 2 que envolvia uma nova parametrização. Já o grupo PMR teve o pior desempenho de todos os grupos em ambos os testes de transferência (TT 1 e TT 2), em resultado contrário ao que preconiza a literatura de interferência contextual.

Dentro dos limites deste estudo, pode-se dizer que os resultados oferecem pouco suporte para o efeito da interferência contextual na aquisição da habilidade motora saque do voleibol em situação real de ensino-aprendizagem, pois os dois grupos randômicos não conseguiram atingir desempenho superior aos grupos por blocos nos testes de retenção e de transferência. Além disso, era esperado que o grupo PAB seria inferior aos demais, fato que não ocorreu pois esse grupo apresentou uma tendência de superioridade em relação aos grupos PM durante toda a fase de aquisição, no teste de retenção e num dos testes de transferência. Tais resultados sugerem a necessidade de revisão de alguns aspectos teóricos na investigação do efeito da interferência contextual na aprendizagem. O que é manipulado na prática variada também necessita de novos estudos. Os grupos de parâmetros (PA) obtiveram desempenho superior desde a fase de aquisição, o que pode sugerir uma nova variável a ser tratada: a magnitude das variações da prática. Os grupos PM alteraram constantemente o programa motor, enquanto os grupos PA somente realizaram ajustes num mesmo programa motor. De acordo com Gentile (1972), os grupos PA teriam tido mais chances de formar a "idéia do movimento". Assim, as constantes modificações do tipo de saque prejudicaram a obtenção dessa idéia pelos integrantes dos grupos PM.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados do presente estudo deve-se a problemas de ordem organizacional ocorridos na condução do experimento. Por exemplo, a desistência dos sujeitos menos habilidosos no grupo PAR quebrou a homogeneidade da amostra.

Esse grupo passou a contar com os sujeitos mais habilidosos que os outros grupos. Contudo, isso não explica a superioridade do grupo PAB em relação aos grupos PM. Isso indica que o aspecto manipulado durante a prática variada (programa motor ou parâmetro) pode ser mais importante que a maneira de organizá-la (por blocos ou randômica) numa situação de ensino-aprendizagem de habilidades motoras próxima do real. Os resultados nos dois testes de transferência reforçam essa idéia. No TT 1, a estrutura da prática parece não ter exercido influência no resultado, pois mesmo com os grupos PM tendendo a ser superiores que os PA, os grupos PM apresentaram pouca diferença entre si, o mesmo acontecendo com os grupos PA. Já no TT 2 os resultados indicam a importância da estrutura da prática, pois o grupo PAR apresentou melhor desempenho que o grupo PAB e os grupos PM.

Também é preciso levar em consideração que a não melhoria do desempenho durante a prática pode ser atribuída à posição do alvo, pois muitos sujeitos tiveram grande dificuldade para acertá-lo durante toda a sessão de prática. Como foi discutido anteriormente, houve melhoras no padrão motor, por exemplo, para os grupos PM. O padrão de movimento foi alterado nos três tipos de saque, sugerindo que os erros passaram a ser devidos à parametrização do programa. Ou seja, apesar de realizarem o padrão correto, não acertavam o alvo por errar a direção, ou ainda o que era mais comum, aumentar o ângulo de soltura da bola, ocasionando uma trajetória muito alta e curta, com a bola indo na direção correta do alvo mas caindo antes dele. Desta forma, se o alvo estivesse mais próximo da rede, possivelmente o desempenho dos grupos PM seria superior ao apresentado.

A redução do número de sujeitos nos quatro grupos experimentais dificultou a utilização de uma análise estatística mais criteriosa e, inclusive, a generalização dos resultados. Se o número de sujeitos fosse mantido desde o início do experimento (15 para cada grupo), talvez fosse possível utilizar testes da estatística paramétrica, o que possibilitaria informações mais detalhadas sobre as diferenças, e principalmente sobre as possíveis interações entre os fatores analisados.

É importante ressaltar que os resultados apontam na direção da especificidade da aprendizagem. Quando foi requerido um novo programa motor (TT 1) os grupos PM apresentaram desempenho bem similar entre si, e superior aos dos grupos PA. Esses resultados

corroboram os obtidos por Wulf & Schmidt (1988) nos quais o sucesso em implementar um novo programa motor estava associado à variação de programas durante a fase de aquisição. Ou seja, a manipulação do programa motor somente parece ser mais eficiente em termos de aprendizagem e desempenho quando é requerida uma nova tarefa (novo programa motor), como no TT 1. Assim, o desempenho superior dos grupos PM no TT 1 é compreensível, pois os grupos PA somente praticaram variações de um mesmo programa (saque 1). O desempenho superior dos grupos PA no TT 2 também pode ser entendido, pois aos grupos PM não era requerido ajustes significantes durante a prática de uma mesma habilidade (não variavam a região de executar o saque). Tais resultados estão de acordo com os de Wulf & Schmidt (1988) e de Sekiya et alii (1996), segundo os quais através da manipulação de parâmetros aprende-se a capacidade de selecionar parâmetros.

Ainda há a necessidade de novos estudos em relação à questão da especificidade, uma vez que também se encontram experimentos com resultados contrários. Por exemplo, Sekiya et alii (1994) encontraram que tanto a manipulação de programa motor como de parâmetros leva os sujeitos a selecionarem melhor os parâmetros adicionados num programa motor. Ou seja, independente do que é manipulado, os indivíduos aprendem a parametrização do programa.

Outra questão que pode ser levantada refere-se à característica do aspecto manipulado, especialmente no que diz respeito ao programa motor. A maioria dos experimentos realizados em laboratório manipularam o "timing" relativo, enquanto, em outros estudos, manipulou-se o sequenciamento. No geral, os resultados obtidos nesses experimentos comprovaram a ação da interferência contextual independentemente da natureza do aspecto invariável manipulado. Em relação a isso é importante lembrar que: a) as tarefas de laboratório que manipularam o sequenciamento eram semelhantes (ex. Ugrinowitsch & Manoel, 1996), enquanto os tipos de saque podem ser entendidos como distintos; e b) o sequenciamento pode ser um aspecto cognitivamente mais profundo que o "timing" relativo. Essa idéia de diferentes níveis de processamento tem origem remota na literatura com Lashley (1951). Recentemente ela tem sido mencionada por Jones (1993), Requin (1992), Shaffer (1992).

Também pode ser ressaltado que os resultados apresentados dão a idéia da existência



de um “nível ótimo de interferência (variabilidade)” que aconteceria através da combinação da manipulação dos parâmetros com a prática randômica. Essa idéia foi sugerida anteriormente por Freudenheim & Tani (1995), Wright, Li & Whitacre (1992) e Wood & Ging (1991), mas esses autores referiam-se somente à estruturação da prática (ex. randômica, seriada com duas tarefas, seriada com três ou cinco tarefas). Com base nos resultados do presente estudo pode-se afirmar que há indícios de que a combinação de fatores como o tipo de prática (randômica), o aspecto manipulado (parâmetros), e a situação experimental próxima do mundo real, levaria à uma quantidade de interferência “ótima” para favorecer a aprendizagem.

Como citado anteriormente, não foi confirmado o efeito da interferência contextual, tornando-se também necessário ponderar que os problemas metodológicos encontrados na condução do experimento podem ter contribuído para a não confirmação da teoria, aliás, como tem sido sugerido por outros autores em situações similares (ex. Pollatou et alii, 1997). Desta forma, a superioridade do grupo PAR poderia ser devido à desistência dos sujeitos menos habilidosos no grupo, como já foi mencionado.

Com base nas observações acima

seria importante considerar alguns aspectos operacionais na condução de futuros experimentos. É necessário estudar melhor qual a disposição mais adequada do alvo na quadra. A forma do alvo também poderia ser modificada de retangular para circular, de forma que toda região de pontuação esteja equidistante do centro do alvo. Também seria interessante utilizar como medida a forma do padrão de movimento, pois isso permitiria registrar e categorizar as mudanças qualitativas no desempenho. Como consequência, tornar-se-ia importante fornecer aos sujeitos o conhecimento de “performance” (CP), pois o CR fornecido após cada execução parece não ser a melhor informação de erro para este tipo de pesquisa. Como o sujeito podia identificar o local que a bola caia logo após a sua execução, o CR tornou-se redundante. Em suma, seria prudente replicar o presente estudo com os cuidados metodológicos mencionados antes de se partir para uma postura mais radical destacando as inadequações do quadro teórico desenvolvido até o momento para explicar o efeito da interferência contextual. Além disso, novos estudos de campo são necessários antes que se possa tomar uma posição mais clara quanto ao grau de generalização do efeito da interferência contextual em situações reais de ensino-aprendizagem.

## ABSTRACT

### CONTEXTUAL INTERFERENCE: VARYING PROGRAM AND PARAMETER IN THE ACQUISITION OF THE MOTOR SKILL VOLLEYBALL SERVE

Random variable practice (high contextual interference) has been seen as a facilitative factor of motor skill acquisition. However, two questions must merit researcher's attention: a) what is manipulated during the variable practice (program or parameter) to cause interference in order to benefit learning?; and b) In what extent the contextual interference effect can be replicated in real teaching-learning situation with complex tasks? The present study investigated these two questions testing the effect of contextual interference on the acquisition of complex motor skills (volleyball serve) where tasks variation were defined according to program (different serves) and parameter (direction of serves). Four groups were formed according to the manipulated aspect and variable practice situation: block motor program (PMB), random motor program (PMR), block parameter (PAB) and random parameter (PAR). All subjects practiced 360 trials during eight sessions, followed by two transfer tests, one that required a new program (TT 1) and another that required a new parameter (TT 2), and on the next session the retention test. During the acquisition phase the groups showed different performance on the 2nd session, whilst the PAR group had a superior performance in regard the others performance. On TT 1, the PAR group had a great decrease in performance compared to its own in the 8th session, on the retention test all groups had a better performance compared to that of the 8th session of practice. The effect of contextual interference was not observed in the present study. This may be due to organizational factors in the conduction of the study. However, theory's internal inconsistency cannot be ruled out as such problem may easily arise in a field experiment.

UNITERMS: Contextual interference; Motor program; Motor learning.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, J.A. A closed-loop theory of motor learning. **Journal of Motor Behavior**, v.3, p.111-50, 1971.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR HEALTH, PHYSICAL EDUCATION AND RECREATION. **Skills test manual: volleyball for boys and girls**. Washington, AAHPERD, 1969.
- BATTIG, N.F. Intratask interference as a source of facilitation in transfer and retention. In: THOMPSON, R.F.; VOSS, J.F., eds. **Topics in learning and performance**. New York, Academic Press, 1972. p.131-59.
- \_\_\_\_\_. The flexibility of human memory. In: CERMAK, L.S.; CRAIK, F.J.M., eds. **Levels of processing in human memory**. Hillsdale, Erlbaum, 1979. p.23-44.
- BEIGUELMAN, B. **Curso básico de estatística**. 3.ed. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 1994.
- BENEDETTI, C.; McCULLAGH, P. Post-knowledge of results delay: effects of interpolated activity on learning and performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.58, n.3, p.375-81, 1987.
- BERTUCCI, B. **The official handbook of the American Volleyball Coaches' Association**. Michigan, Master Press, 1987.
- BLANDIN, Y.; PROTEAU, L.; ALAIN, C. On the cognitive processes underlying contextual interference and observational learning. **Journal of Motor Behavior**, v.26, n.1, p.18-26, 1994.
- BORTOLI, L.; ROBAZZA, C.; DURIGON, V.; CARRA, C. Effects of contextual interference on learning technical sports skills. **Perceptual and Motor Skills**, v.75, p.555-62, 1992.
- BRASIL.MEC.SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS. **Voleibol moderno: caderno técnico-didático** Brasília, MEC, 1982.
- CHRISTINA, R.W. Motor learning: future lines of research. In: SAFRIT, M.J.; ECKERT, H.M., eds. **The cutting edge in physical education and exercise science research**. Champaign, Human Kinetics, 1989. (American Academy of Physical Education Papers, 20)
- CORRÊA, U.C.; PELLEGRINI, A.M. Interferência contextual em função do número de variáveis. **Revista Paulista de Educação Física**, v.10, n.1, p.21-33, 1996.
- DEL REY, P.; WUGHALTER, E.; CARNES, E. Level of expertise, interpolated activity and contextual interference effects on memory and transfer. **Perceptual and Motor Skills**, v.64, p.175-84, 1987.
- DÜRWACHTER, G. **Voleibol: treinar jogando**. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1974.
- FERRARESE, J.F. **El voleibol**. Barcelona, De Vecchi, 1976.
- FIELDER, M. **Voleibol**. Ciudad de La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1987.
- FRANCISCO, J. **Voleibol: o jogador, a equipe**. 2.ed. São Paulo, Hemus, s.d.
- FRENCH, K.E.; RINK, J.E.; WERNER, P.H. Effects of contextual interference on retention of three volleyball skills. **Perceptual and Motor Skills**, v.71, p.179-86, 1990.
- FREUDENHEIM, A.M.; TANI, G. Efeitos da estrutura de prática variada na aprendizagem de uma tarefa de timing coincidente para crianças. **Revista Paulista de Educação Física**, v.9, n.2, p.87-98, 1995.
- FRÖHNER, B.; RADD, K.; DÖRING, F. **Escola de voleibol**. Rio de Janeiro, Tecnoprint, 1983.
- GABRIELE, T.E.; HALL, C.R.; BUCKOLZ, E.E. Practice schedule effects on the acquisition and retention of a motor skill. **Human Movement Sciences**, v.6, n.1, p.1-16, 1987.
- GABRIELE, T.E., HALL, C.R.; LEE, T.D. Cognition in motor learning: imagery effects on contextual interference. **Human Movement Science**, v.8, n.2, p.227-45, 1989.
- GENTILE, A. A working model of skill acquisition with application to teaching. **Quest**, n.17, p.3-23, 1972.
- GOODE, S.; MAGILL, R.A. Contextual interference effects in learning three badminton serves. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.57, n.4, p.308-14, 1986.
- GUILHERME, A. **Voleibol: a beira da quadra**. São Paulo, Brasipal, 1979.
- HALL, C.R.; BUCKOLZ, E. Repetition and lag effects in movement recognition. **Journal of Motor Behavior**, v.14, n.1, p.91-4, 1982.
- HALL, K.G.; DOMINGUES, D.A.; CAVAZOS, R. Contextual interference effects with skilled baseball players. **Perceptual and Motor Skills**, v.78, p.835-41, 1994.
- HALL, K.G.; MAGILL, R.A. Variability of practice and contextual interference in motor skill learning. **Journal of Motor Behavior**, v.27, n.4, p.299-309, 1995.
- HEBERT, E.P.; LANDIN, D.; SOLMON, M.A. Practice schedule effects on the performance and learning of low- and high-skilled students: an applied study. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.67, n.1, p.52-8, 1996.
- IVOILOV, A.V. **Vóleibol: técnica táctica - entrenamiento**. Buenos Aires, Stadium, 1986.
- JELSMA, O.; VAN MERRIENBOER, J.J.G. Contextual interference: interactions with reflection-impulsivity. **Perceptual and Motor Skills**, v.68, p.1055-64, 1989.
- JONES, S.K. A modular approach to individual differences in skill and coordination. In: STARKES, J.L.; ALLARD, F. eds. **Cognitive issues in motor expertise**. Amsterdam, North Holland, 1993. p.273-93.
- LASHLEY, K.S. The problem of serial order in behavior. In: JEFFRESS, L.A., ed. **Cerebral mechanisms in behavior**. New York, John Wiley and Sons, 1951. p.112-47.

- LEE, T.D.; MAGILL, R.A. Activity during post-KR interval: effects upon performance or learning? **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.54, n.4, p.340-5, 1983a.
- \_\_\_\_\_. Can forgetting facilitate skill acquisition? In: GOODMAN, D.; WILBERG, R.B.; FRANKS, I.M., eds. **Differing perspectives in motor learning, memory, and control**. Amsterdam, North-Holland, 1985. p.3-22.
- \_\_\_\_\_. The locus of contextual interference in motor skill acquisition. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, v.9, n.4, p.730-46, 1983b.
- LEE, T.D.; MAGILL, R.A. ; WEEKS, D.J. Influence of practice schedule on testing schema theory predictions in adults. **Journal of Motor Behavior**, v.17, n.3, p.283-99, 1985.
- LEE, T.D.; WEEKS, D.J. The beneficial influence of forgetting on short-term retention of movement information. **Human Movement Science**, v.6, p.233-45, 1987.
- LEE, T.D.; WULF, G.; SCHMIDT, R.A. Contextual interference in motor learning: Dissociated effects due to the nature of task variations. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v.44A, n.4, p.627-44, 1992.
- MAGILL, R.A. **Motor learning: concepts and applications**. 4.ed. Dubuque, Wm. C. Brown, 1993.
- MAGILL, R.A.; HALL, K.G. A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. **Human Movement Science**, v.9, p.241-89, 1990.
- MEEUWSEN, H.J.; MAGILL, R.A. Spacing of repetitions versus contextual interference effects in motor skill learning. **Journal of Human Movement Studies**, v.20, p.213-28, 1991.
- MOXLEY, S.E. Schema: the variability of practice hypothesis. **Journal of Motor Behavior**, v.11, n.1, p.65-70, 1979.
- NEVILLE, W.J. **Coaching volleyball successfully**: United States Volleyball Association. Champaign, Human Kinetics, 1990.
- POLLATOU, E.; KIOUMOURTZOGLU, E.; AGELOUSIS, N; MAVROMATIS, G. Contextual interference effects in learning novel motor skills. **Perceptual and Motor Skills**, v.84, n.4, p.487-96, 1997.
- REQUIN, J. From action representation to movement control. In: STELMACH, G.E.; REQUIN, J., eds. **Tutorials in Motor Behavior II**. Amsterdam, North Holland, 1992. p.159-79.
- SCHMIDT, R.A. **Motor control and learning**. 2.ed. Champaign, Human Kinetics, 1988.
- \_\_\_\_\_. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychological Review**, v.82, p.225-60, 1975.
- SEKIYA, H.; MAGILL, R.A.; ANDERSON, D.I. The contextual interference effect in parameter modifications of the same generalized motor program. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.67, n.1, p.59-68, 1996.
- SEKIYA, H.; MAGILL, R.A.; SIDAWAY, B.; ANDERSON, D.I. The contextual interference effect for skill variations from the same and different generalized motor programs. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.65, n.4, p.330-8, 1994.
- SHAFFER, L.H. Motor programming and control. In: STELMACH, G.E.; REQUIN, J., eds. **Tutorials in motor behavior II**. Amsterdam, North Holland, 1992. p.181-94.
- SHEA, J.B.; MORGAN, R.L. Contextual interference effects on the acquisition, retention and transfer of a motor skill. **Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory**, v.5, n.2, p.179-87, 1979.
- SHEA, J.B.; TITZER, R.C. The influence of reminder trials on contextual interference effects. **Journal of Motor Behavior**, v.25, p.264-74, 1993.
- SHEA, J.B.; ZIMNY, S.T. Contextual effects in memory and learning movement information. In: MAGILL, R.A., ed. **Memory and control of action**. Amsterdam, North-Holland, 1983. p.345-66
- SHEA, J.B.; WRIGHT, D. When forgetting benefits motor retention. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.62, n.3, p.293-301, 1991.
- SHERWOOD, D.E. The benefits of random variable practice for spatial accuracy and error detection in a rapid aiming task. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.67, n.1, p.35-43, 1996.
- SIEGEL, S. **Nonparametric statistics for the behavioral science**. Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha, 1956.
- SIMPSON, A.J. **Statistics handbook**. Sheffield, University of Sheffield/Department of Psychology, 1991/1992.
- TANI, G. Contribuições da aprendizagem motora à educação física: uma análise crítica. **Revista Paulista de Educação Física**, v.6, n.2, p.65-72, 1992.
- THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. **Introduction to research in health, physical education, recreation and dance**. Champaign, Human Kinetics, 1996.
- TURNBULL, S.D.; DICKINSON, J. Maximizing variability of practice: a test of schema theory and contextual interference theory. **Journal of Human Movement Studies**, v.12, n.1, p.201-13, 1986.
- UGRINOWITSCH, H.; MANOEL, E.J. Interferência contextual: manipulação de aspecto invariável e variável. **Revista Paulista de Educação Física**, v.10, n.1, p.48-58, 1996.
- VAN ROSSUM, J.H.A. Schmidt's schema theory: the empirical base of the variability of practice hypothesis: a critical analysis. **Human Movement Science**, v.9, p.387-435, 1990.
- WEEKS, D.J.; LEE, T.D.; ELLIOTT, D. Differential forgetting and spacing effects in short-term motor retention. **Journal of Human Movement Studies**, v.13, p.309-21, 1987.

- WEEKS, D.J.; REEVE, T.G.; DORNIER, L.A.; FOBER, G.W. Inter-criterion interval activity and the retention of movement information: a test of the forgetting hypothesis for contextual interference effects. *Journal of Human Movement Studies*, v.20, p.101-10, 1991.
- WEIR, P.L. Effects of a constant post-KR delay interval on contextual interference. *Perceptual and Motor Skills*, v.67, p.513-4, 1988.
- WHITEHURST, M.; DEL REY, P. Effects of contextual interference, task difficulty, and levels of processing on pursuit tracking. *Perceptual and Motor Skills*, v.57, p.619-28, 1983.
- WOOD, C.A.; GING, C.A. The role of interference and task similarity on the acquisition, retention and transfer of simple motor skills. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.62, n.1, p.18-26, 1991.
- WRIGHT, C.E. Generalized motor programs: reexamining claims of effector independence in writing. In: ATTENTION and performance XIII. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1990. p.294-320.
- WRIGHT, D.L.; LI, Y.; WHITACRE, C. The contribution of elaborative processing to the contextual interference effect. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.63, n.1, p.30-7, 1992.
- WRISBERG, C.A. A field test of the effect of contextual variety during skill acquisition. *Journal of Teaching in Physical Education*, v.11, p.21-30, 1991.
- WRISBERG, C.A.; LIU, Z. The effect of contextual variety on the practice, retention and transfer of an applied motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.62, n.4, p.406-12, 1991.
- WULF, G. Reducing knowledge of results can produce context effects in movements of the same class. *Journal of Human Movement Studies*, v.22, p.71-84, 1992.
- WULF, G.; LEE, T.D. Contextual interference in movements of the same class: differential effects on program and parameter learning. *Journal of Motor Behavior*, v.25, n.4, p.254-63, 1993.
- WULF, G.; SCHMIDT, R.A. Feedback-induced variability and the learning of generalized motor program. *Journal of Motor Behavior*, v.26, n.4, p.348-61, 1994.
- \_\_\_\_\_. Variability in practice: facilitation in retention and transfer through schema formation or context effects? *Journal of Motor Behavior*, v.20, n.2, p.133-49, 1988.
- YOUNG, D.E.; COHEN, M.J.; HUSAK, W.S. Contextual interference and motor skill acquisition: on the processes that influence retention. *Human Movement Science*, v.12, p.577-600, 1993.

Recebido para publicação em: 20 jul. 1998  
 1a. revisão: 23 jun. 1999  
 2a. revisão: 12 nov. 1999  
 Aceito em: 07 dez. 1999

ENDEREÇO: Herbert Ugrinowitsch  
 Escola de Educação Física e Esporte - USP  
 Av. Prof. Mello Moraes, 65  
 05508-900 - São Paulo - SP BRASIL

## SITUAÇÕES CAUSADORAS DE “STRESS” NO BASQUETEBOL DE ALTO RENDIMENTO: FATORES COMPETITIVOS

Dante De ROSE JUNIOR\*  
Sílvia DESCHAMPS\*  
Paula KORSAKAS\*

---

### RESUMO

Um dos mais importantes aspectos psicológicos relacionados ao atleta é o “stress”. É importante que se conheçam quais as situações que causam “stress” em um atleta para que se possa diminuir o impacto das mesmas em seu desempenho. Este estudo teve como objetivos: identificar quais as situações diretamente relacionadas ao processo competitivo que são consideradas como causadoras de “stress”, agrupando-as em fontes e fatores específicos de acordo com suas características. Participaram do estudo 19 atletas de basquetebol (10 homens e nove mulheres), com idade entre 23 e 38 anos. Todos os atletas participaram de competições internacionais representando a Seleção Nacional do Brasil. Os atletas foram entrevistados e as entrevistas analisadas pelos autores que identificaram 114 situações diretamente relacionadas à competição, que foram categorizadas em 24 fontes específicas, geradas a partir dos seguintes *fatores específicos*: estados psicológicos, aspectos físicos, jogo, preparação da equipe, pessoas importantes, planejamento/organização e avaliação social. Os estados psicológicos e os aspectos físicos foram denominados fatores gerais *competitivos individuais* (20 situações). Dezesseis delas estavam relacionadas aos estados psicológicos (medos, inseguranças e pressões internas). Os demais foram denominados fatores gerais *competitivos situacionais* (94 situações). Quarenta e quatro delas estavam relacionadas ao jogo (importância/dificuldade, técnico, companheiros, adversários, arbitragem e a própria competência). Outras fontes importantes de “stress” identificadas foram: pessoas importantes (26 situações) e planejamento/organização (14 situações).

UNITERMOS: “Stress”; Competição; Basquetebol.

---

### INTRODUÇÃO

O esporte de alto nível, ou de alto rendimento, é aquele que exige do atleta uma dedicação intensa para a obtenção dos melhores níveis de desempenho, possibilitando alcançar os resultados esperados, ou seja, as vitórias pessoais ou coletivas (McPherson, Curtis & Loy, 1989).

Para estar inserido no contexto da competição de alto nível o atleta precisa ser um competidor efetivo e regular, destacando-se dentre aqueles que praticam uma determinada modalidade

esportiva. Isto pressupõe superar os mais elevados níveis de exigências (físicas, técnicas, táticas, psicológicas, etc.) que permitem a plena realização de uma carreira esportiva. Para tornar-se este tipo de atleta os requisitos são muito maiores e há a necessidade de se ultrapassar limites de forma mais rigorosa que um cidadão comum (Lima, 1990). Tudo isto requer um trabalho árduo, planejado e organizado rigorosamente, num processo de treinamento especializado, visando o

---

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

aperfeiçoamento físico, técnico, tático e psicológico para alcançar os resultados e mantê-los.

De uma maneira geral há diversos aspectos psicológicos que podem ter influência sobre o desempenho de atletas. Entre eles podem ser citados: motivação, ansiedade, “stress”, atenção, concentração, agressividade, etc. Pathmore (citado por Jones & Hardy, 1990) afirma que, dentre os aspectos psicológicos, o “stress” é um dos mais importantes. Segundo esse autor, o fator crucial para determinar a qualidade do desempenho esportivo é a capacidade do atleta em lidar com o “stress”

De acordo com Vasconcellos (1992), a maioria das situações não causa o “stress” diretamente, dependendo da avaliação da demanda e da quantidade de recursos que o indivíduo dispõe para lidar com elas. Uma nova ocorrência, novos conhecimentos e novas experiências fazem com que se desenvolva um sistema integrado de estruturas e conteúdos que interferirão na sua análise, ou de situações já vivenciadas, na avaliação das mesmas e nas respostas emitidas (através de reações do organismo ou de comportamentos).

Passer (1984) afirma que nem sempre a competição representa uma fonte de “stress” para o atleta. Isto dependerá dos recursos que o mesmo possui para lidar com essas fontes, além das qualidades pessoais e das experiências passadas. Para os atletas bem preparados, a competição terá um caráter desafiador. Mas para aqueles que não apresentam os requisitos mínimos necessários, ela representará uma ameaça ao seu bem estar físico, psicológico e social, provocando altos níveis de “stress” e transformando-se em um fator negativo e redutor do desempenho.

De maneira geral, entende-se que o “stress” competitivo, em qualquer fase da competição, pode ser gerado por situações direta ou indiretamente relacionadas a ela ou, de acordo com De Rose Junior (1996) a situações inerentes e adjacentes ao processo competitivo. De acordo com esse autor, as situações inerentes ao processo competitivo “são aquelas que fazem parte diretamente do processo, podendo estar relacionadas ao próprio indivíduo e/ou ao meio ambiente” (p.25).

O basquetebol é um esporte potencialmente gerador de “stress”, em que os atletas são solicitados a desempenhar de forma ideal, sob circunstâncias dinâmicas que exigem grande atenção, concentração e participação ativa,

mediadas por pressões diversas como: tempo de jogo, adversários, arbitragem, necessidade de vencer, obtenção de status social, recompensa e necessidade de reconhecimento (De Rose Junior & Vasconcellos, 1993; Madden & Kirby, 1990).

Bar-Eli & Tenenbaum (1988), analisando o comportamento dos atletas em função das fases do jogo, concluíram que nos últimos 10 minutos de jogo a fadiga tem uma participação importante no comportamento dos jogadores, aumentando a tendência em não se manter um nível ótimo de ativação e desempenho. Isto faz com que os jogadores apresentem uma maior vulnerabilidade às situações consideradas ameaçadoras, aumentando de certa forma os níveis de “stress”. Esse estudo foi realizado com 28 especialistas em basquetebol (técnicos e atletas) da então Alemanha Ocidental, que responderam a um questionário sobre crises psicológicas durante a competição.

Madden, Summers & Brown (1990), utilizando um questionário específico para situações de “stress” em jogos, identificaram a “falta de forma física”, “arbitragem” “perder a bola” e “errar bandejas” como aquelas que provocavam maiores níveis de “stress” em 133 jogadores australianos de basquetebol (84 homens e 49 mulheres) entre 15 e 44 anos de idade.

De Rose Junior & Vasconcellos (1993), em estudo realizado com 41 atletas de seleções brasileiras adultas (masculino e feminino) e juvenil (masculino) identificaram as principais situações de jogo consideradas como causadoras de “stress” pelos atletas. Estas foram: sair com cinco faltas e ser excluído do jogo, jogar em más condições físicas, errar lances-livres em momentos decisivos, perder para equipes tecnicamente inferiores, arbitragem e substituição por deficiência técnica.

Madden & Kirby (1995) identificaram como causas de “stress” as seguintes situações genéricas: erros provenientes de habilidade pessoal, tensão própria do jogo (resultado, tempo de jogo, etc.), desempenho da equipe, erros gerais e execução de tarefas excessivas. Foram analisados 133 jogadores e jogadoras de basquetebol da Liga Australiana, na faixa etária de 14 a 44 anos.

Raglin, Ekstein & Garl (1995), estudando os efeitos de treinamentos prolongados sobre o comportamento dos atletas, constataram que após seis semanas de treinos alguns fatores negativos foram evidenciados, como: tensão, depressão, nervosismo, fadiga e confusão mental.

Esses fatores somente tiveram seu impacto diminuído com a diminuição da frequência dos treinos. Esse estudo foi realizado com 13 jogadores de basquetebol universitários norte-americanos, na faixa etária de 20 anos.

De Rose Junior, Vasconcellos, Simões & Medalha (1996) realizaram um estudo com 25 atletas de seleções brasileiras masculina e feminina e constataram que atletas de alto nível possuem um padrão de comportamento de “stress” compatível com a média populacional, mas que apresentavam um perfil voltado a ter muitas ambições e levar a sério suas obrigações.

Seggar, Pedersen, Hawkes & McGawn (1997) concluíram em seus estudos que o “stress” causava desgaste físico e psicológico em atletas, inclusive do basquetebol, evidenciando-se situações como problemas de compatibilidade com técnico e companheiros de equipe, bem estar físico (treinamento, repouso, etc.) e também a eficiência escolar. O estudo foi realizado com 148 atletas de equipes femininas universitárias norte-americanas de tênis, ginástica e basquetebol.

Todos os estudos citados mostram como é importante que se conheça a fundo a relação entre basquetebol e “stress”, para que possa contribuir para a melhor formação e preparação de atletas, em qualquer nível, objetivando seu melhor desempenho.

Desta forma o presente estudo foi idealizado com os seguintes objetivos:

- a) identificar situações, diretamente relacionadas ao processo competitivo, que são consideradas como causadoras de “stress” na opinião de atletas de alto nível;
- b) agrupar essas situações em fontes e fatores específicos, de acordo com suas características.

## **METODOLOGIA**

### **Amostra**

O presente estudo foi realizado com 19 atletas adultos de basquetebol (10 homens e nove mulheres), na faixa etária de 23 a 38 anos, todos com participação em Jogos Olímpicos e/ou Campeonatos Mundiais representando a Seleção Nacional do Brasil. A idade média dos homens foi de 32 anos e a das mulheres 29 anos.

Os atletas foram pré-selecionados a partir de uma condição essencial: terem participado de, pelo menos, uma das duas últimas versões dos Jogos Olímpicos e/ou Campeonato Mundial da

modalidade. Uma única atleta entrevistada não participou dessas competições, mas esteve presente em três Campeonatos Mundiais Inter-Clubes.

### **Procedimentos**

A pesquisa foi feita através de entrevista semi-estruturada (ANEXO I), gravada em vídeo para garantir a confiabilidade dos registros e das análises posteriores. Todas as entrevistas foram feitas e analisadas por, pelo menos, dois dos autores, com o auxílio de um operador de vídeo, em local fechado escolhido pelo entrevistado. A duração média das entrevistas foi de 45 minutos.

O contato para as entrevistas foi feito por telefone ou pessoalmente. Os atletas eram informados sobre os objetivos do estudo, os procedimentos da entrevista e a forma como os resultados seriam analisados e divulgados.

### **Análise do conteúdo das entrevistas**

As entrevistas foram realizadas e analisadas de acordo com os procedimentos definidos por Bain (1989), Locke (1989) e Côté, Salmela, Baria & Russell (1993), não havendo qualquer modificação das opiniões ou fatos relatados pelos atletas. Após todas as entrevistas terem sido assistidas, as situações consideradas pelos atletas como causadoras de “stress” foram anotadas. Posteriormente, as análises dos dois autores foram comparadas e as situações comuns registradas em um único documento para cada entrevistado. As situações duvidosas ou que foram observadas somente por um dos analistas eram discutidas e, se necessário, a entrevista era revista em conjunto.

Todas as situações citadas foram registradas, independentemente do número de atletas que as citavam.

## **RESULTADOS: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO**

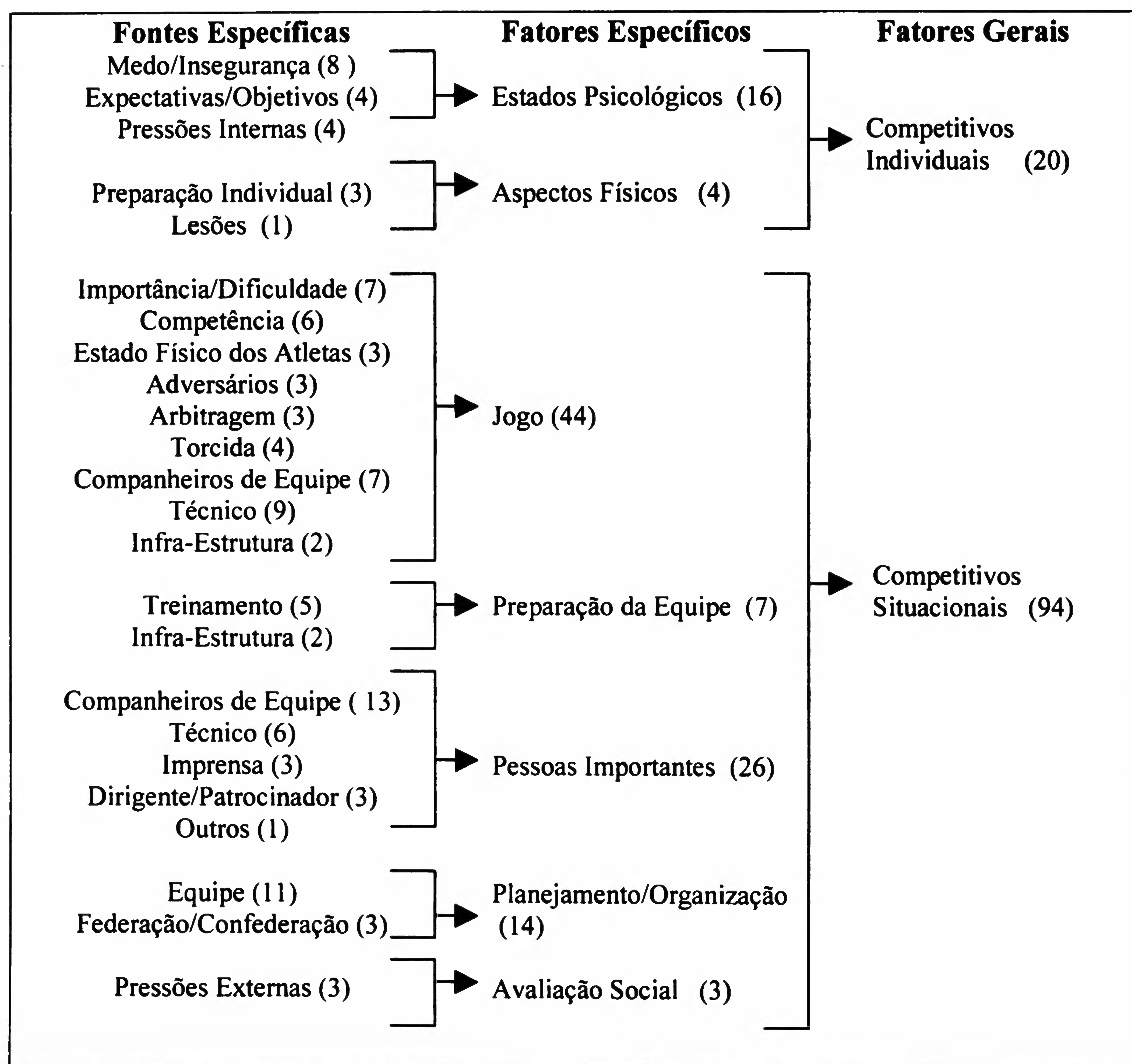
No total foram registradas 126 situações consideradas pelos atletas como fontes de “stress” no basquetebol, sendo que 114 estavam diretamente relacionadas ao processo competitivo (90,5%), e 12 (9,5%) indiretamente relacionadas à competição. Neste estudo serão analisadas somente as situações diretamente relacionadas ao processo competitivo.

Essas 114 situações foram agrupadas de acordo com características similares gerando 24 fontes específicas de “stress” no basquetebol que, por sua vez foram novamente agrupadas de acordo com características similares e categorizadas em sete fatores específicos de “stress” no basquetebol.

Analisando-se a origem e as características desses sete fatores específicos,

concluiu-se que os mesmos estavam relacionados, basicamente, com questões de cunho individual (estados psicológicos e aspectos físicos) e de cunho situacional (jogo, preparação da equipe, pessoas importantes, planejamento e organização e avaliação social). Desta forma foram estabelecidos dois fatores gerais de “stress”: os **Individuais** e os **Situacionais** (QUADRO 1).

**QUADRO 1** Fontes, fatores específicos e fatores gerais competitivos de “stress” no basquetebol.



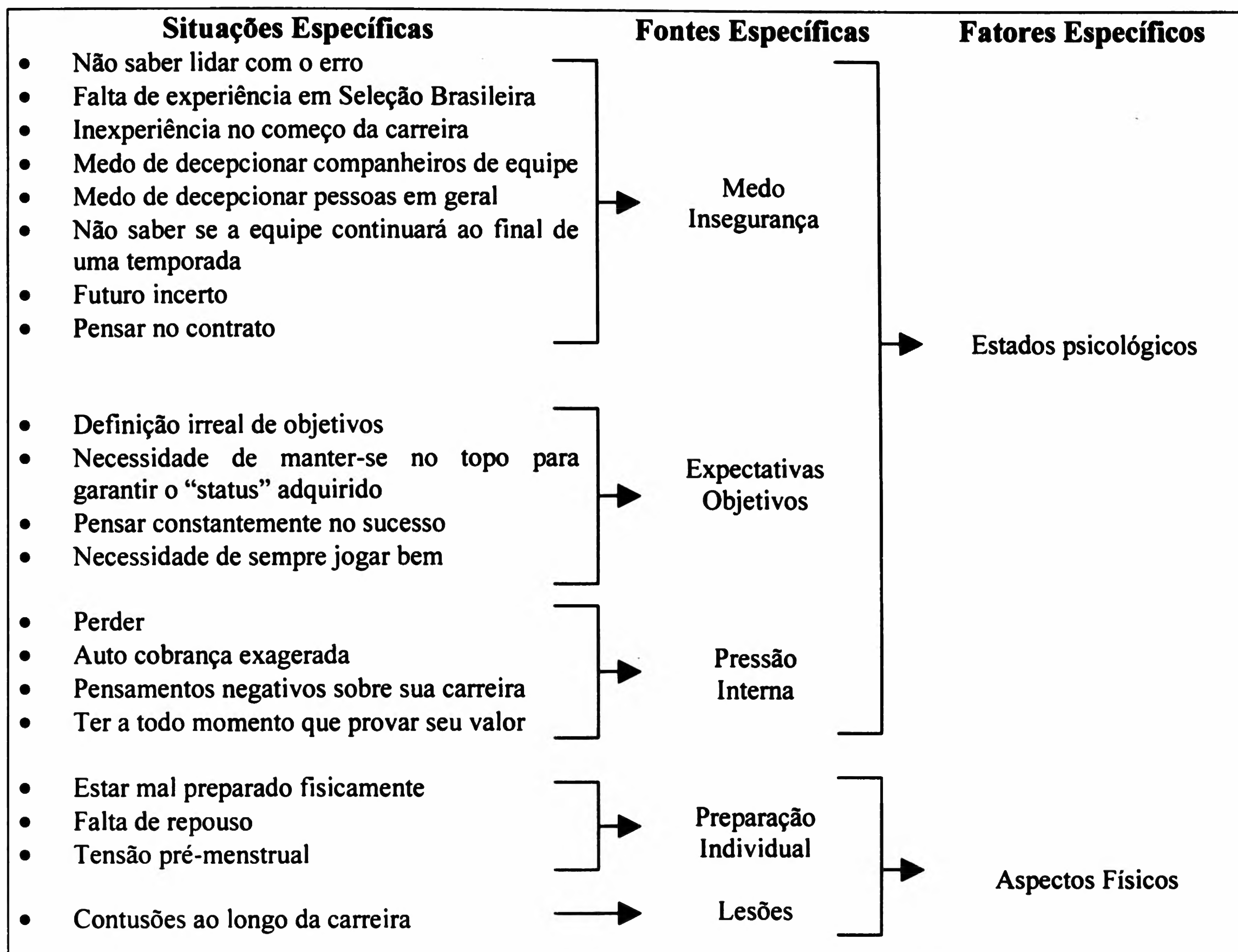
Obs: entre parêntesis está o número de situações relacionadas a cada fonte ou fator.

Os **Fatores Individuais**, aqueles que dependem quase que exclusivamente do indivíduo, foram definidos a partir de dois fatores específicos, representados por seis fontes e 20 situações

causadoras de “stress” O QUADRO 2 mostra as situações e fontes de “stress” relacionadas a esses fatores específicos.



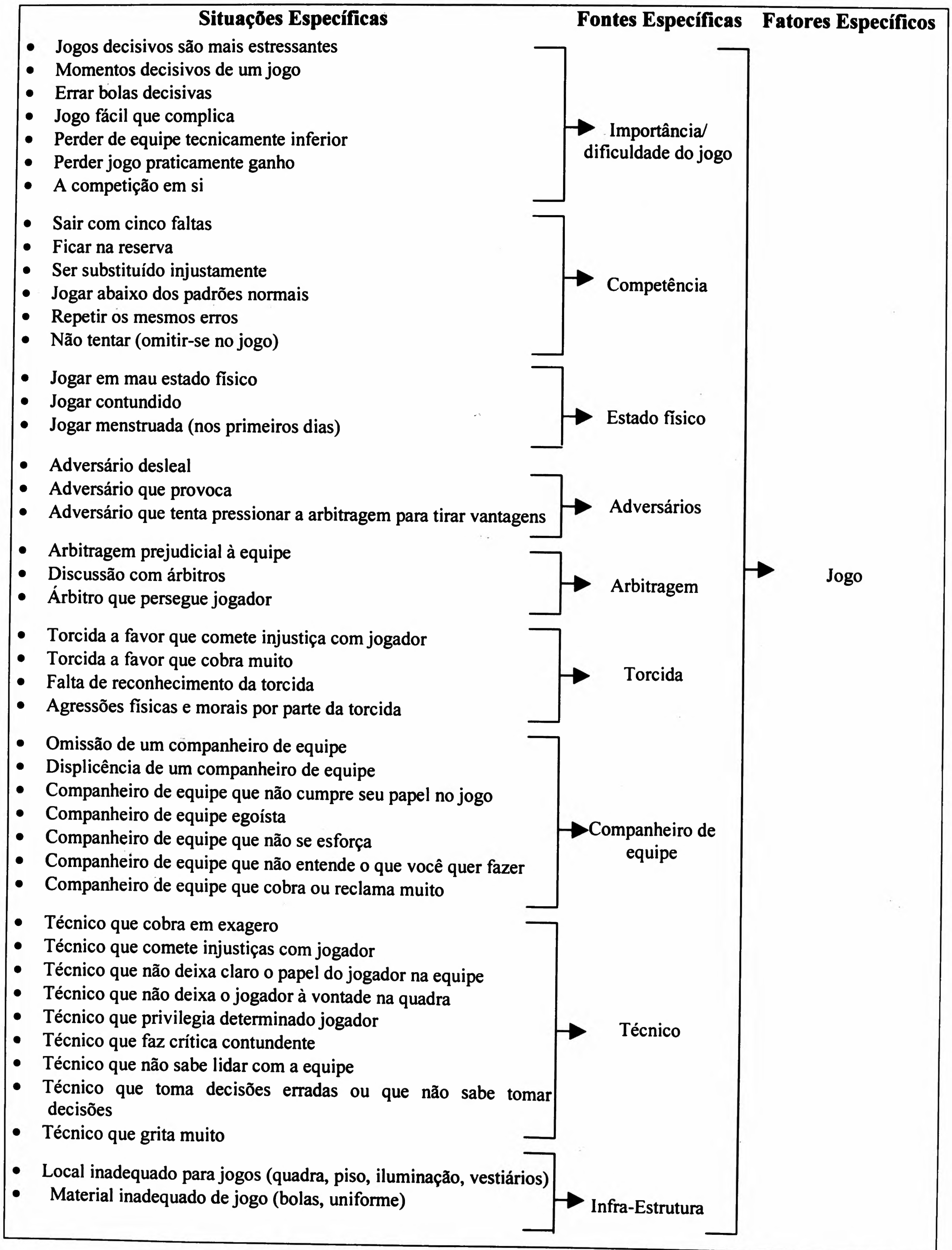
**QUADRO 2 - Situações, fontes e fatores específicos relacionados aos fatores competitivos individuais.**



Os **Fatores Situacionais**, aqueles que acontecem independentemente da ação dos atletas, a partir de situações que são comuns ao contexto competitivo, foram definidos com base

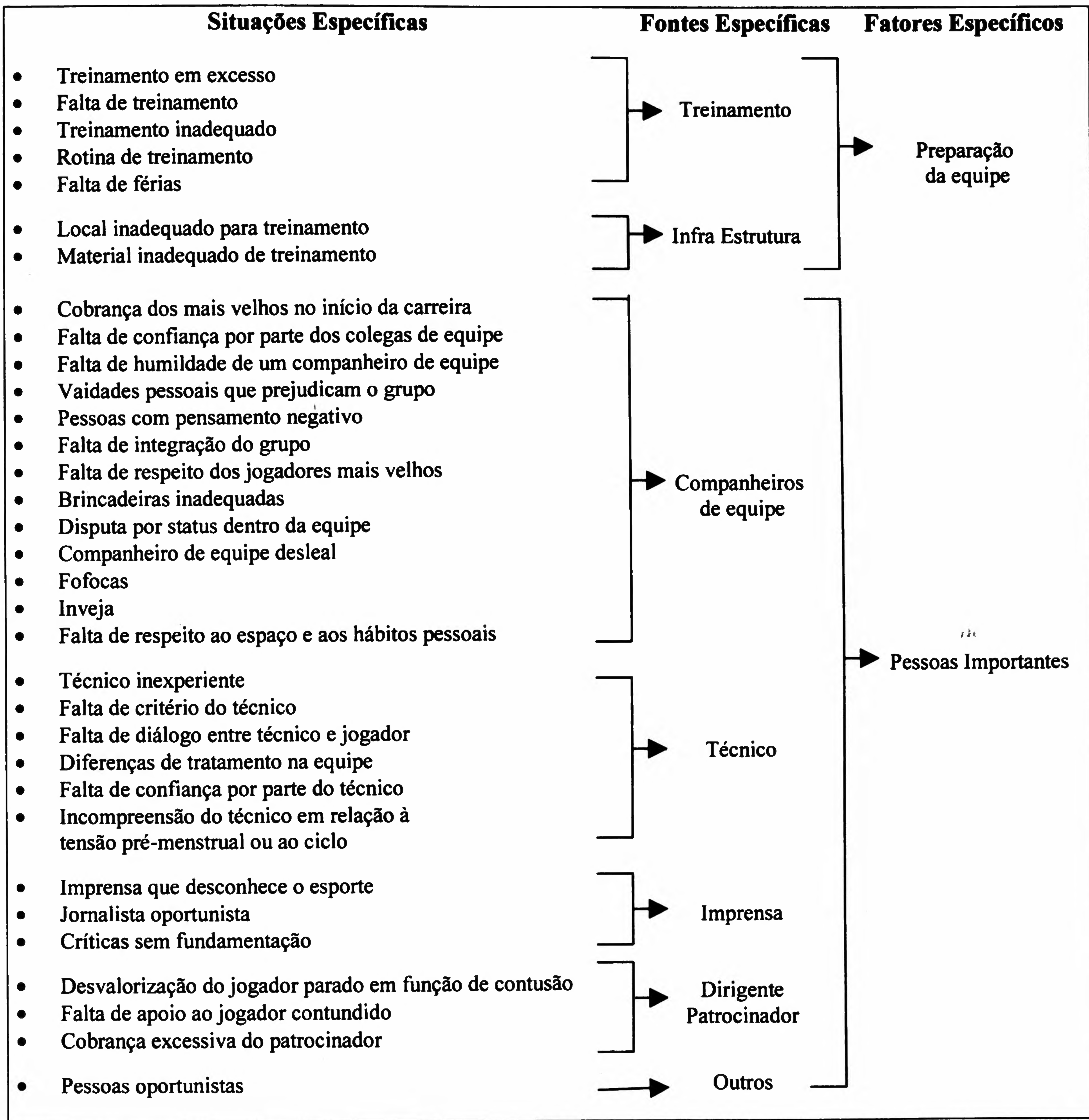
em cinco fatores específicos, representados por 19 fontes e 94 situações causadoras de “stress” O QUADRO 3 mostra as situações e fontes de “stress” relacionadas a esses fatores específicos.

**QUADRO 3 - Situações, fontes e fatores específicos relacionados aos fatores competitivos situacionais.**



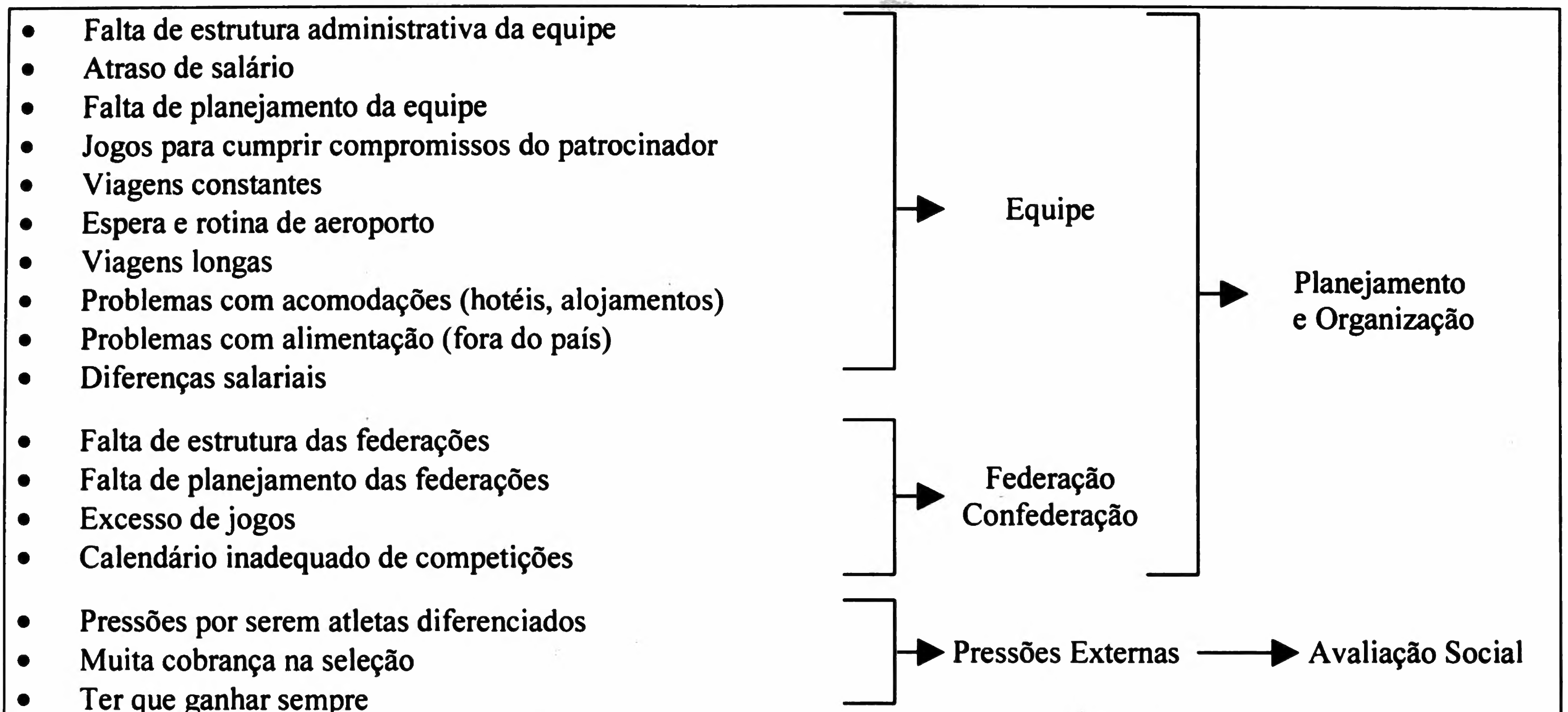
continua

**QUADRO 3 - Situações, fontes e fatores específicos relacionados aos fatores competitivos situacionais (continuação).**



continua

**QUADRO 3 - Situações, fontes e fatores específicos relacionados aos fatores competitivos situacionais (continuação).**



Como mostram os resultados do presente estudo, as situações relacionadas ao “stress” competitivo predominaram em relação às situações relacionadas ao “stress” extracompetitivo (114 – 90,5%; 12 - 9,5%, respectivamente). Essa diferença muito grande no número de situações causadoras de “stress” era esperada pois, o atleta vive em função do processo competitivo e seu envolvimento se dá essencialmente nesse contexto. Esse resultado encontra suporte nos estudos realizados por Jones & Hardy (1990), Gould, Ecklund & Jackson (1993a), Gould, Jackson & Finch (1993b), Barbosa & Cruz (1997) e Seggar et alii (1997).

No entanto, não se pode afirmar que, apesar da grande maioria das situações estar relacionada ao contexto competitivo, as situações extracompetitivas, e que serão objeto de análise específica em outro artigo, não tenham um impacto significativo sobre os atletas, influenciando diretamente em seu desempenho.

#### Fatores competitivos individuais

Foram identificadas 20 situações sob esta condição.

O principal fator específico na ordem de importância para os atletas foi o chamado estados psicológicos, representado por fontes como: medos e inseguranças, expectativas e

objetivos e as pressões internas. Dezesesseis situações foram relacionadas a esse fator (80%), mostrando que existem preocupações com final de contrato, medo de decepcionar as pessoas, não conseguir atingir os objetivos idealizados, futuro incerto na equipe, etc. A inexperiência também foi citada como situação geradora de “stress”, sendo superada com o passar do tempo e com uma maior participação em seleções nacionais.

No rol desses fatores as “pressões internas” aparecem com destaque, mostrando que a maioria dos atletas tem muita responsabilidade, conhecem seu papel como atleta de alto nível e apresentam um nível de auto-cobrança muito alto. Normalmente esses atletas são muito perfeccionistas, não aceitando o erro. De Rose Junior et alii (1996) encontraram perfis semelhantes em atletas brasileiros de basquetebol e handebol. Para os atletas entrevistados, o simples fato de “perder” também pode gerar comportamentos dos mais diversos.

O outro fator individual, categorizado como aspectos físicos, apresentou fontes e situações geradoras de “stress” relacionadas à condição física e a contusões. Estas, especialmente, são motivo de muita preocupação para os atletas. Quase todos os entrevistados passaram por situações de contusões que os tiraram de partidas e até de campeonatos importantes. Alguns tiveram contusões muito graves que os

deixaram afastados durante longo tempo das quadras, provocando até o medo de não mais voltar a jogar e a insegurança do retorno às atividades. Estudos de Jones & Hardy (1990), Gould et alii (1993b), Samulski & Chagas (1996), Barbosa & Cruz (1997) e James & Collins (1997) encontraram resultados semelhantes, mostrando situações de “stress” relacionadas a contusões em esportes como o atletismo, a patinação artística, o futebol, o handebol e a natação.

O QUADRO 2 mostra todas as situações identificadas e que estão relacionadas aos fatores competitivos individuais.

### Fatores competitivos situacionais

Foram identificadas 94 situações de “stress” vinculadas a fatores competitivos situacionais (82,5% em relação aos fatores gerais competitivos). Essas 94 situações foram agrupadas em 19 fontes específicas de “stress”, que foram reagrupadas em cinco fatores específicos situacionais de “stress”.

O principal fator específico situacional de “stress” foi o jogo, gerado a partir de fontes como a competência e o estado físico dos atletas, interferência de técnicos, árbitros e companheiros de equipe, adversários, torcida, treinamento, importância e dificuldade do jogo e a infra-estrutura da competição. Madden et alii (1990), De Rose Junior & Vasconcellos (1993) e Madden & Kirby (1995) encontraram resultados semelhantes quanto ao fator jogo, destacando situações como: sair com cinco faltas, errar lances-livres em momentos decisivos, jogar em mau estado físico ou contundido e ser substituído por deficiência técnica.

Dentre essas fontes específicas, o *técnico* (nove situações), *companheiros de equipe e importância/dificuldade da tarefa* (sete situações) e a *competência* (seis situações) foram as mais destacadas pelos atletas. Os autores citados anteriormente também apontaram essas situações como fontes causadoras de “stress” em atletas de basquetebol.

O *técnico* tem uma grande influência no desempenho dos jogadores em função de seu comportamento durante os jogos. Técnicos com comportamentos extremos (ausentes ou extremamente exigentes), injustos, ou com pouco conhecimento do jogo podem, de acordo com a opinião dos atletas entrevistados, interferir negativamente sobre seu comportamento em jogo.

Quanto aos *companheiros de equipe* as principais situações consideradas como fontes de “stress” foram: omissão em jogo, exagero nas cobranças, egoísmo e falta de esforço. Uma das atletas citou o fato de que “jogar com alguém que não entende o que você quer fazer” pode gerar “stress” em jogo.

Em relação à *importância do jogo*, muitos atletas afirmaram que jogos decisivos provocam mais “stress” em função da responsabilidade e da consequência do resultado. Outro ponto importante é o momento do jogo, já que os minutos finais parecem ser mais propensos a causar “stress”, principalmente em jogos equilibrados, onde qualquer erro pode determinar o resultado final. Bar-Eli & Tenenbaum (1988) mostraram em seu estudo, que os 10 minutos finais de um jogo de basquetebol são os mais tensos e há um aumento da possibilidade de erros. A responsabilidade e o cansaço podem contribuir para esse fato.

Outras situações interessantes estão relacionadas à *dificuldade da tarefa*, no caso do jogo. Houve, neste estudo, um consenso de que todo jogo deveria ser encarado da mesma maneira pelos jogadores. No entanto, existe uma displicência em jogos pressupostamente fáceis, o que muitas vezes leva a um mau desempenho e um aumento natural dos níveis de “stress”, levando até a derrotas inesperadas.

Quanto à *competência*, que é um aspecto envolvendo as capacidades e habilidades no desempenho dos movimentos específicos de um determinado esporte (fundamentos), os atletas reconhecem que errar provoca um certo nível de “stress”, mas faz parte do jogo. Pior do que errar, segundo eles, seria repetir os mesmos erros e, também, não tentar, omitindo-se no jogo.

Apesar de não aparecer com um grande número de situações (três) a arbitragem foi a única fonte de “stress” citada por unanimidade pelos atletas. Os estudos sobre basquetebol desenvolvidos por Madden et alii (1990), e De Rose Junior & Vasconcellos (1993) também apontaram a arbitragem como uma fonte geradora de altos níveis de “stress” em atletas de basquetebol e de handebol.

Os adversários também têm sua parcela de contribuição para elevar os níveis de “stress” dos jogadores de basquetebol. Isto ocorre menos em função da capacidade técnica ou da ameaça que representa para a equipe, mas muito mais em função de alguns comportamentos que são recriminados pelos atletas como provocar e usar de

deslealdade para tentar parar um jogador. Neste aspecto houve manifestações de alguns atletas citando desavenças com adversários que utilizam esses meios pouco recomendáveis na prática esportiva.

Uma outra fonte de "stress" relacionada ao fator "jogo", denominada "estado físico" que engloba situações como jogar fisicamente mal preparado ou contundido, também foram definidas como causadoras de "stress". Estudos realizados por Jones & Hardy (1990), Gould et alii (1993b), De Rose Junior et alii (1994), Samulski & Chagas (1996) e Barbosa & Cruz (1997) apontaram o mesmo resultado.

Um aspecto específico das atletas foi a relação da tensão pré-menstrual e da menstruação como fontes geradoras de "stress". Algumas atletas declararam que a tensão pré-menstrual pode chegar a atrapalhar o desempenho, pois as deixam em estado de irritação, nervosismo e provocam mudanças no humor. Outras, alegaram que este fator não chega a atrapalhar o desempenho e nem gerar altos níveis de "stress", mas causam certo incômodo. Algumas, no entanto, chegaram a reclamar da incompreensão de alguns técnicos face a este aspecto fisiológico natural.

Uma fonte que merece um pequeno comentário é a infra-estrutura de jogo, ou seja, os ginásios, as quadras e o material utilizado. Alguns atletas mostraram preocupação, pois esse fator pode afetar diretamente a sua segurança. Esse mesmo fator foi identificado como importante causa de "stress" em jogadores de futebol. (Samulski & Chagas, 1996)

Como foi constatado, o "jogo" parece ser o fator específico que engloba o maior número de fontes e, conseqüentemente, de situações específicas de "stress" no basquetebol. No entanto, o jogo é apenas um momento (talvez o mais marcante) do processo competitivo. Daí a importância de discutir-se também outros fatores inseridos no contexto da competição e que causam tanto ou até mais "stress" que o próprio jogo.

Um fator bastante significativo, segundo o ponto de vista dos atletas, em relação aos fatores competitivos situacionais, é a influência de pessoas importantes no contexto geral da competição. Os companheiros de equipe (13 situações) e o técnico (seis situações) foram os mais citados. Ainda em relação à influência de pessoas importantes, os atletas identificaram situações envolvendo imprensa e dirigentes. Quanto à imprensa a maior reclamação dos atletas foi em relação a críticas infundadas feitas por

jornalistas que não entendem de basquetebol, já que sua especialidade, normalmente é o futebol. No Brasil, essa situação é muito comum, pois sendo o futebol o esporte de maior importância, os demais esportes não são tratados pela imprensa em geral, com o mesmo cuidado. Já os dirigentes atuam como fontes geradoras de "stress" quando exageram nas cobranças, ou quando não dão o devido respaldo aos jogadores, especialmente quando se contundem com certa gravidade.

O planejamento e organização, que englobou situações relacionadas à estrutura administrativa das equipes e das entidades que administram o basquetebol, também apresentou um número significativo de situações causadoras de "stress" (14), entre elas: calendário, excesso de jogos, viagens constantes, problemas salariais e falta de planejamento das entidades foram as mais citadas pelos atletas. Seis atletas e ex-atletas norte-americanos (atletismo), em estudo realizado por Jones & Hardy (1990) chegaram a apontar o amadorismo das instituições como sendo uma das fontes de "stress" para eles.

No caso específico das equipes foram citadas várias situações, com destaque para: atraso de salário e diferenças salariais, jogos para cumprir compromissos de patrocinador, viagens longas (que incluem espera e rotinas em aeroportos), problemas com acomodações e alimentação (principalmente fora do país). Essas duas últimas situações foram também identificadas em estudo realizado com atletas brasileiros olímpicos de handebol (De Rose Junior et alii, 1994).

Um outro fator específico citado pelos atletas, é a preparação da equipe. Os atletas têm muita consciência dos problemas que podem ocorrer pela inadequação dos treinamentos. De Rose Junior et alii (1994), em estudo com atletas olímpicos de handebol, identificaram como causas do "stress" dos atletas, os longos períodos de preparação, a falta de repouso e a falta de estrutura de treinamento. Raglin et alii (1995), em estudo realizado com jogadores de basquetebol, encontraram sinais de tensão, depressão, nervosismo, fadiga e confusão mental após seis semanas de treinamentos intensivos, sem períodos de repouso. A inadequação da preparação técnico-tática também é citada como fonte de "stress" por Samulski & Chagas (1996) em estudos com futebolistas.

Finalmente, existem as fontes relacionadas à avaliação social, representada por situações de pressões externas, muito comuns em

função do “status” dos atletas entrevistados. “Ter que ganhar sempre” e “sofrer muitas cobranças por serem atletas da seleção” são situações, até certo ponto, comuns para esses jogadores, mas que causam certo nível de “stress”. Resultados semelhantes foram encontrados por Barbosa & Cruz (1997).

## CONCLUSÕES

Após todas as considerações pode-se, portanto, concluir que de todos os fatores específicos competitivos citados, quatro merecem destaque, pois englobam a grande maioria das situações (100) identificadas como causadoras de “stress”. São eles (pela ordem de ocorrências): o jogo (44), a influência de pessoas importantes (26), os estados psicológicos (16) e o planejamento e organização (14). Juntos, eles representam 88% dos fatores gerais competitivos e 79% de todas as situações identificadas.

Os medos/inseguranças, os técnicos, os companheiros de equipe, a organização das equipes, a importância e dificuldade do jogo e a própria competência são as fontes de “stress” mais comuns e que podem influenciar negativamente no desempenho dos atletas.

No entanto, como ficou demonstrado ao longo desta discussão, o número de situações não está necessariamente relacionado ao impacto das mesmas e o nível de “stress” que elas provocam nos atletas. Este fato pode sugerir novas pesquisas para a definição dos níveis de “stress” provocados por tais situações, além de se poder investigar também o mesmo tema em atletas de outras faixas etárias (infantis, juvenis, etc.).

Outros aspectos muito importantes, e que serão abordados em outro artigo, são aqueles relacionados ao que acontece fora do processo competitivo e que são tão, ou até mais importantes, que as situações competitivas causadoras de “stress”, podendo interferir significativamente no desempenho dos atletas.

### ANEXO I - Guia de entrevista com atletas olímpicos de basquetebol, para identificação de situações causadoras de “stress” em competição.

Após ter entendido os conceitos de situações causadoras de “stress” (direta e indiretamente relacionadas à competição) e o conceito de “stress” adotado neste estudo, responda as seguintes questões:

- 1) Identificação:
  - Nome
  - Idade
  - Quando iniciou a praticar basquetebol?
  - Há quanto tempo pratica basquetebol?
  - Já participou de seleções de categorias menores?
  - Há quantos anos integra a Seleção Brasileira?
  - Em quantos Jogos Olímpicos e Campeonatos Mundiais já participou?
  - Qual seu nível de escolaridade?
  - Qual sua posição?
- 2) Quais as situações indiretamente relacionadas à competição que causam “stress” em você durante a competição?
- 3) Quais as situações diretamente relacionadas à competição que causam “stress” em você durante a mesma? Procure relacioná-las com os fatores apontados anteriormente.
- 4) Especificamente, em relação ao jogo de basquetebol, quais as situações que mais causam “stress” em você?
- 5) Como esse “stress” é manifestado?
- 6) Qual foi a situação de “stress” mais crítica em sua carreira?
- 7) Há alguma outra consideração que você queira fazer a respeito desse assunto?

---

**ABSTRACT**
**STRESSING SITUATIONS IN HIGH LEVEL BASKETBALL: COMPETITIVE FACTORS**

One of the most important psychological aspects for athletes is stress. It is very important to know which are the situations that can lead athletes to stress in order to minimize the consequences in their performance. This research had two purposes: to identify stressing situations related to the competitive process and to categorize those situations in sources and factors of stress. The study was made with 19 basketball players (10 men and nine women) with age ranging from 23 to 38 years. All the athletes have been participating in international competitions representing Brazilian National Team. The data were collected through semi-structured interviews. Those interviews were analyzed by the authors. 114 competitive stressing situations were found and categorized into 24 sources of stress, representing the following specific factors: psychological states, physical aspects, game, team preparation, important people, planning/organization and social evaluation. Psychological states and physical aspects were defined as *individual competitive factors* (20 stressing situations). 16 of these situations were related to psychological states (fears, doubts and self pressures). The others were called *situational competitive factors* (94 stressing situations). 44 of these stressing situations were related to the game (importance and difficulty of the game, coach, teammates, opponents, referees and self competence). Other important sources of stress were important people (26 situations) and planning/organization (14 situations).

UNITERMS: Stress; Competition; Basketball.

---

**NOTA**

Projeto financiado pela FAPESP

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BAIN, L.L. Interpretative and critical research in sport and physical education. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.60, n.1, p.21-4, 1989.
- BARBOSA, L.G.; CRUZ, J.F. Estudo do stress, da ansiedade e das estratégias de confronto psicológico no andebol de alta competição. **Psicologia: teoria e investigação prática**, v.2, p.523-48, 1997.
- BAR-ELI, M.; TENENBAUM, G. The interaction of individual psychological crisis and time phases in basketball. **Perceptual and Motor Skills**, v.66, p.523-30, 1988.
- CÔTÉ, J.; SALMELA, J.H.; BARIA, A.; RUSSELL, S.J. Organizing and interpreting unstructured qualitative data. **The Sport Psychologist**, v.7, p.127-37, 1993.
- DE ROSE JUNIOR, D. **Stress pré-competitivo no esporte infanto-juvenil: elaboração e validação de um instrumento**. São Paulo, 1996. 110p. Tese (Doutorado) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.
- DE ROSE JUNIOR, D.; VASCONCELLOS, E.G. Situações específicas de "stress" no basquetebol. **Revista Paulista de Educação Física**, v.7, n.2, p.25-34, 1993.
- DE ROSE JUNIOR, D.; VASCONCELLOS, E.G.; SIMÕES, A.C. Situações de jogo causadoras de "stress" no handebol de alto nível. **Revista Paulista de Educação Física**, v.8, n.1, p.30-7, 1994.
- DE ROSE JUNIOR, D.; VASCONCELLOS, E.G.; SIMÕES, A.C.; MEDALHA, J. Padrão de comportamento do "stress" em atletas de alto nível. **Revista Paulista de Educação Física**, v.10, n.2, p.139-45, 1996.
- GOULD, D.; ECKLUND, R.C.; JACKSON, S.A. Coping strategies used by U.S. Olympic wrestlers. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.1, p.83-93, 1993a.
- GOULD, D.; JACKSON, S.A.; FINCH, L. Sources of stress in national champion figure skaters. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.15, n.2, p.134-59, 1993b.
- JAMES, B.; COLLINS, D. Self-presentational sources of competitive stress during performance. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.19, p.17-35, 1997.
- JONES, J.G.; HARDY, L. **Stress and performance in sport**. Chichester, J.Wiley & Sons, 1990.
- LIMA, T. Os limites da alta competição. **Revista Horizonte**, v.39, p.74, 1990.
- LOCKE, L.F. Qualitative research as a form of scientific inquiry in sport and physical education. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.60, n.1, p.1-20, 1989.



- McPHERSON, B.D.; CURTIS, J.E.; LOY, J.W. **The social significance of sport: an introduction to the sociology of sport.** Champaign, Human Kinetics, 1989.
- MADDEN, C.C.; KIRBY, R.J. Gender differences in competitive stress. **Perceptual and Motor Skills**, v.80, p.848-59, 1995.
- MADDEN, C.C.; SUMMERS, J.J.; BROWN, D.F. The influence of perceived stress on coping with competitive basketball. **International Journal of Sport Psychology**, v.21, p.21-35, 1990.
- PASSER, M.W. Competitive trait anxiety in children and adolescents. In: SILVA, J.M.; WEINBERG, R.S., eds. **Psychological foundations of sport.** Champaign, Human Kinetics, 1984. p.130-44.
- RAGLIN, J.S.; EKSTEN, F.; GARL, T. Mood state response to a pre-season conditioning program in male college basketball players. **International Journal of Sport Psychology**, v.26, p.214-25, 1995.
- SAMULSKI, D.; CHAGAS, M.H. Análise do stress e psíquico na competição em jogadores de futebol de campo das categorias juvenil e júnior. **Revista da Associação dos Professores de Educação Física de Londrina**, v.2, n.19, p.3-11, 1996.
- SEGGAR, J.F.; PEDERSEN, D.M.; HAWKES, N.R.; McGAWN, C. A measure of stress for athletic performance. **Perceptual and Motor Skills**, v.84, p.227-36, 1997.
- VASCONCELLOS, E.G. O modelo psiconeuroendocrinológico de stress. In: SEGER, L. **Psicologia e odontologia: uma abordagem integradora.** São Paulo, Livraria Santos, 1992. p.25-47.

Recebido para publicação em: 16 fev. 2000

Revisado em: 20 jul. 2000

Aceito em: 14 ago. 2000

**ENDEREÇO:** Dante De Rose Junior  
Departamento de Esporte  
Escola de Educação Física e Esporte - USP  
Av. Prof. Mello Moraes, 65  
05508-900 – São Paulo – SP - BRASIL  
e-mail: danrose@usp.br

## SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA PARA ATIVIDADES DE “ENDURANCE”

Marcelo Saldanha AOKI\*  
Marília Cerqueira Leite SEELAENDER\*

### RESUMO

Os ácidos graxos são o principal substrato energético utilizado pelas fibras musculares durante a realização de um exercício de intensidade submáxima e longa duração. A instalação da fadiga periférica durante este tipo de atividade está relacionada à redução dos estoques endógenos de carboidrato. A adoção da suplementação lipídica visa maximizar a utilização deste tipo de substrato em detrimento aos estoques de carboidrato, promovendo assim, o efeito poupador de glicogênio (“sparing effect”). A suplementação lipídica para atividades de “endurance” pode ser classificada em duas principais estratégias: a) elevação aguda dos ácidos graxos no plasma e b) administração de dietas hiperlipídicas. Existe, contudo, muita controvérsia em relação aos possíveis efeitos benéficos ou deletérios deste tipo de suplementação para atletas. O objetivo deste trabalho foi revisar a literatura sobre os efeitos da suplementação lipídica sobre o desempenho físico tanto de animais como de humanos.

UNITERMOS: Suplementação lipídica; Desempenho físico; Efeito poupador de glicogênio.

### INTRODUÇÃO

Relatos remotos, datados de 580 a.C., versam sobre a adoção de dietas especiais pelos atletas gregos (Grandjean, 1997). A manipulação dietética e o uso de alimentos específicos constituem estratégias utilizadas para se atingir diversos objetivos, por exemplo, no século XIX, preconisava-se a dietoterapia para o tratamento e prevenção de doenças (Krause & Malan, 1991) e, mas recentemente, conheceu-se a importância da nutrição para a melhoria do desempenho no esporte (Probart, Bird & Parker, 1993). Diversos estudos em atletas de elite têm demonstrado uma grande variação no percentual de distribuição dos nutrientes em suas dietas. Após analisar as dietas de diversos atletas, Grandjean (1997) obteve os seguintes resultados, os carboidratos, lipídios e proteínas representavam entre 33 a 57%, 29 a 49% e 12 a 26% do total de energia, respectivamente. É importante notar que há um alto consumo de lipídios pelos atletas,

perfazendo até 49% do total da energia ingerida. Entretanto, ao analisar uma população mais específica de corredores de longa distância, Pendergast, Hovath, Leddy & Venkatraman (1996) constataram que a contribuição energética proveniente dos lipídios na dieta destes atletas era de apenas 15 a 20% do total das calorias ingeridas.

Os ácidos graxos provenientes da dieta podem seguir imediatamente três caminhos após a ingestão: serem diretamente metabolizados para gerar energia, armazenados para posterior utilização ou incorporados nas estruturas das células (Ayre & Hulbert, 1996b). Além de representarem a maior reserva e o mais eficiente substrato em termos de fornecimento absoluto de energia (Newsholme, 1994), os lipídios juntamente com os carboidratos estabelecem uma relação conhecida como ciclo glicose-ácidos graxos. Randle, Hales, Garland & Newsholme (1963) propuseram a hipótese da existência de um ciclo de

Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo.

interação entre os carboidratos e os lipídios para explicar a relação recíproca entre as taxas de oxidação de glicose e ácidos graxos. Segundo Newsholme (1994) embora alguns aspectos do modelo experimental tenham sido modificados desde sua criação, algumas evidências suportam a importante proposta de que a redução dos estoques endógenos de carboidrato (glicogênio) aumenta a mobilização e a oxidação de ácidos graxos e, concomitantemente, a utilização de glicose é diminuída. No entanto, quando os estoques de carboidrato são repostos, há uma redução na concentração plasmática de ácidos graxos em resposta a uma menor mobilização a partir do tecido adiposo e uma maior captação pelo fígado, ocasionando uma maior utilização de glicose pelo músculo.

Ao longo de uma sessão de atividade física de intensidade moderada (60 a 80% da frequência cardíaca máxima ou 50 a 75% do  $VO_{2max}$  (Pollock & Wilmore, 1993) e longa duração ("endurance") a energia é obtida através dos processos oxidativos, no interior da mitocôndria. Neste tipo de exercício, os ácidos graxos são o principal substrato para as fibras oxidativas de contração lenta.

No entanto, a capacidade de realizar este tipo de atividade por um maior tempo é limitada pelo conteúdo de glicogênio muscular e hepático (Bergstrom et alii, 1967). Partindo deste pressuposto, surgiu o conceito de se submeter o atleta a uma manipulação dietética, enfatizando uma sobrecarga de carboidratos antes da competição, no intuito de retardar a fadiga (Bergstrom et alii, 1967). Esta, instala-se no nível periférico em decorrência da redução do conteúdo de glicogênio muscular. Apesar da dieta de supercompensação aumentar, com sucesso, o conteúdo muscular de glicogênio durante a fase de privação de carboidratos, a alta intensidade de treinamento pode ocasionar prejuízos psicológicos e físicos (Hoffman & Coleman, 1991).

A partir destas hipóteses propostas na década de 60, diversos estudos embasados na idéia do ciclo glicose-ácidos graxos adotaram estratégias afim de aumentar a disponibilidade ou otimizar a capacidade de oxidar ácidos graxos, ambas visando promover o efeito poupador de glicogênio ("sparing effect") e conseqüentemente melhorar o desempenho.

Com o intuito de aumentar a disponibilidade do substrato, a elevação aguda de ácidos graxos no plasma é o principal procedimento utilizado. Já para induzir as

adaptações metabólicas responsáveis por otimizar a oxidação de ácidos graxos o recurso utilizado é a administração de dietas hiperlipídicas (Sherman & Leenders, 1995).

## ELEVAÇÃO AGUDA DE ÁCIDOS GRAXOS NO PLASMA

Na década de 70 surgiram diversos estudos que utilizaram a elevação aguda de ácidos graxos no plasma, tanto em humanos como em ratos. Apesar das diferenças no metabolismo intermediário destes mamíferos, estes estudos obtiveram resultados semelhantes. Rennie, Winder & Holloszy (1976) e Hickson, Rennie, Conlee, Winder & Holloszy (1977), após administrar intragastricamente óleo de milho seguido de uma injeção de heparina, em ratos, observaram que a utilização de carboidrato foi reduzida e o tempo de exaustão da corrida foi aumentado em relação ao controle.

Costill, Coyle, Dalsky, Evans, Fink & Hoopes (1977) estudando seres humanos, relataram que com uma refeição rica em lipídios, associada à ativação da lipase lipoproteica (LPL) pela administração intravenosa de heparina, verificou-se uma elevação aguda de ácidos graxos plasmáticos e uma redução na ordem de 40% da utilização do carboidrato endógeno em comparação ao grupo controle durante o exercício de 30 minutos a 70% do  $VO_{2max}$  em esteira.

Dick, Putman, Heigenhauser, Hultman & Spriet (1993) utilizaram a infusão de Intralipid, composta preponderantemente por ácidos graxos de cadeia longa insaturados (85%), em humanos, associada à administração de heparina, durante a realização de um exercício aeróbio de intensidade alta (85% do  $VO_{2max}$ ) por 15 minutos em ciclo ergômetro. Ficou evidenciado não somente um aumento da concentração de ácidos graxos no plasma, como também uma redução de aproximadamente 47% na degradação de glicogênio muscular, em comparação ao grupo controle. Outro estudo realizado por Vukovich, Costill, Hickey, Trappe, Cole & Fink (1993) comparou a ingestão de uma refeição rica em ácidos graxos (90% cadeia longa saturado) e a infusão de Intralipid, ambos conjugados com administração de heparina, em humanos, antes de um exercício em ciclo ergômetro (70% do  $VO_{2max}$  por 45 minutos). A concentração plasmática de ácidos graxos dos grupos Intralipid e refeição rica em lipídios foram significativamente maiores que a

do grupo controle. Com relação à ocorrência do "sparing effect", não foi verificada diferença entre os grupos Intralipid e refeição rica em lipídios, apenas de ambos em relação ao controle.

Os triacilgliceróis de cadeia média (TCM), por apresentarem características físicas específicas, têm sido objeto de estudo sendo administrados em dietas enterais e paraenterais (Jeukendrup, Saris, Diesen, Brouns & Wagenmakers, 1996b). Os TCM são constituídos por ácidos graxos que possuem de seis a 12 átomos de carbono na sua cadeia (Beckers, Jeukendrup, Brouns, Wagenmakers & Saris, 1992). Estes compostos sofrem ação da lipase no estômago e no duodeno, liberando glicerol e ácidos graxos de cadeia média (AGCM). Os AGCM são mais polares e hidrofílicos que os de cadeia longa (AGCL), logo sua absorção pelas células epiteliais do intestino é mais rápida (Beckers et alii, 1992). Quanto ao transporte, os AGCM são liberados no sistema porta-hepático ligados à albumina, seguindo direto para o fígado (Jeukendrup, Saris, Schrauwen, Brouns & Wagenmakers, 1995).

Massicotte, Péronnet, Brisson & Hillaire-Marcel (1992) compararam o efeito da ingestão de uma solução de TCM ao de uma de glicose, em seres humanos, antes da realização de uma sessão de exercício prolongado (120 min), realizado em ciclo ergômetro a 65% do  $VO_{2max}$ . A medida das taxas de oxidação mostra que os dois substratos contribuíram de forma semelhante para geração de energia durante o exercício e em ambos casos houve manutenção da glicemia. Entretanto, nenhum dos dois substratos foi eficiente para promover a diminuição da utilização do carboidrato endógeno. É importante ressaltar que no estudo de Massicotte et alii (1992) não houve administração de heparina. Os mesmos, ao final de seu trabalho, levantaram uma hipótese de que uma maior disponibilidade plasmática de ácidos graxos livres inibiria apenas a utilização dos depósitos endógenos de gordura, porém não teria efeito algum sobre a utilização do carboidrato endógeno.

A administração de TCM em conjunto com carboidratos foi outro método utilizado por Jeukendrup et alii (1995) na intenção de elevar a concentração plasmática de ácidos graxos em atletas. Os resultados demonstraram que durante o exercício realizado em ciclo ergômetro a 57% do  $VO_{2max}$  por 180 minutos, a taxa de oxidação dos TCM quando associados à glicose atingiu 72% da quantidade administrada. Entretanto, a tolerância gastrointestinal ao TCM é reduzida (aproximadamente de 30 gramas em três

horas - comunicação pessoal do Prof. Asker E. Jeukendrup) o que limitaria sua contribuição energética durante o exercício (3% a 7% do total de energia dispendida). Estudos anteriores como o de Ivy, Costill, Fink & Maglischo (1980) também comprovaram que a tolerância máxima ao TCM é da ordem de 30 gramas. Jeukendrup et alii (1996b) induziram a depleção de glicogênio em indivíduos e, em sequência, administraram TCM, TCM associado a carboidrato ou apenas carboidrato antes de uma sessão de exercício de 90 minutos a 57% do  $VO_{2max}$  em ciclo ergômetro. Primeiro, conclui-se que a contribuição energética dos TCM é pequena, e segundo, que indivíduos com estoques de glicogênio reduzidos aumentaram substantivamente a oxidação total de gorduras; no entanto, a oxidação do TCM administrado não foi aumentada significativamente. Em outro estudo realizado por Jeukendrup, Saris, Brouns, Halliday & Wagenmakers (1996a), durante um exercício a 57% do  $VO_{2max}$  por 180 minutos em ciclo ergômetro, a suplementação com 29 gramas de TCM associada ao carboidrato, não foi capaz de promover elevação na concentração de ácidos graxos plasmáticos e também não influenciou a utilização de carboidrato endógeno.

Por outro lado, um estudo realizado por Vanzyl, Lambert, Hawley, Noakes & Dennis (1996), relatou melhora do desempenho decorrente da ingestão de TCM. Os indivíduos treinados foram submetidos a um exercício submáximo (60% do  $VO_{2max}$  por 120 minutos em ciclo ergômetro) seguido por uma simulação de um teste em bicicleta, onde a distância de 40 quilômetros deveria ser percorrida no menor tempo possível. Durante o exercício, os atletas receberam, inicialmente 400 ml seguidos de 100 ml a cada 10 minutos, dos seguintes tipos de solução: TCM a 4,3%, TCM a 4,3% associado a carboidrato a 10% e apenas carboidrato a 10%. Os atletas que receberam a solução de TCM em conjunto com carboidrato obtiveram uma melhora significativa no tempo dispendido para percorrer os 40 quilômetros e uma menor oxidação dos estoques de carboidrato endógeno. A quantidade de TCM utilizada por Vanzyl et alii (1996), 86 gramas, é significativamente maior que a quantidade administrada em estudos anteriores. Vanzyl et alii (1996) argumentam que a quantidade reduzida, de aproximadamente 30 gramas (4 ml/kg no início e 2 ml/kg a cada 20 minutos de uma solução a 5%), de TCM utilizada por Jeukendrup et alii (1995, 1996a, b) não foi eficiente em promover o aumento dos

ácidos graxos plasmáticos e conseqüentemente o "sparing effect"

Jeukendrup, Thielen, Wagenmakers, Brouns & Saris (1998) realizaram um estudo semelhante ao de Vanzyl et alii (1996) utilizando 90 gramas de TCM, no qual os indivíduos treinados se exercitaram por 120 minutos a 60% do  $VO_{2max}$  e, logo após, foram submetidos a um teste em ciclo ergômetro. A administração das soluções foi realizada da seguinte maneira: 8 ml/kg no início do exercício e 2 ml/kg a cada 15 minutos durante o exercício. A ingestão da solução de carboidrato a 10% e da solução de TCM a 5% e carboidrato a 10% não demonstrou diferença significativa no tempo de realização do trabalho. A solução de TCM a 5% não somente causou um desconforto gastrointestinal, como também prejudicou o desempenho em comparação aos grupos placebo (água) e o grupo que recebeu carboidrato a 10%.

Existe uma certa controvérsia em relação à melhora do desempenho induzida pela administração de TCM que ainda precisa ser elucidada. Entretanto, há uma tendência na literatura em não se atribuir a ocorrência do "sparing effect", e desta forma beneficiando o desempenho, à suplementação com TCM.

Alguns estudos, contudo, propõem que somente a disponibilidade plasmática de ácidos graxos não seria limitante de uma maior oxidação. Romijn, Coyle, Sidossis, Zhang & Wolfe, (1995) comparam o mesmo tipo de exercício realizado em intensidades diferentes (65% e 85% do  $VO_{2max}$ ). Foi constatada uma maior capacidade de oxidação de ácidos graxos ( $42 \mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) durante o de menor intensidade em relação ao de maior intensidade ( $34 \mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), mesmo quando a oferta era mantida por infusões de Intralipid. Sem dúvida, outros fatores além da disponibilidade estão controlando a utilização deste substrato pela fibra muscular tais como, a capacidade de transporte mitocondrial, a regulação do ciclo de interação glicose-ácidos graxos e a maior atividade e/ou expressão das enzimas envolvidas nos processos oxidativos (Romijn et alii, 1995).

## DIETAS HIPERLIPÍDICAS

Outro método utilizado na suplementação lipídica é o emprego de dietas hiperlipídicas. Estudos recentes que investigam o papel da dieta rica em lipídios no exercício de longa duração têm mostrado que esta prática não

prejudica e, possivelmente, auxilia o desempenho, tanto em ratos (Miller, Bryce & Conlee, 1984) como em humanos (Muoio, Leddy, Horvath, Awad & Pendergast, 1994; Phinney, Bistrian, Evans, Gervino, & Blackburn, 1983).

Os mecanismos responsáveis pela maior eficiência na utilização dos lipídios demonstrada pela fibra muscular, após o tratamento com dietas hiperlipídicas, relacionam-se, possivelmente, às adaptações metabólicas específicas. Em um primeiro momento, baseados na hipótese do ciclo glicose-ácidos graxos, Schrauwen, Lichtenbelt, Saris & Westerterp (1997, 1998) sugerem que o balanço negativo de carboidratos imposto pela dieta hiperlipídica ocasionaria uma redução nos estoques de glicogênio, conseqüentemente favorecendo a oxidação de lipídios. Phinney et alii (1983) após submeterem seres humanos a uma dieta hiperlipídica por 28 dias, observaram redução na ordem de 47% dos estoques de carboidrato endógeno em comparação com uma dieta padrão (66% carboidrato). Entretanto, o tempo de realização do esforço não apresentou diferença significativa entre os dois grupos, demonstrando que a contribuição energética proveniente da oxidação dos lipídios no grupo submetido à dieta hiperlipídica compensou o menor conteúdo de glicogênio muscular. Hawley, Brouns & Jeukendrup (1998) ressaltaram que o aumento na contribuição relativa da oxidação dos lipídios para geração de energia durante um exercício submáximo, como o observado no estudo de Phinney et alii (1983), de 28 dias de administração de uma dieta hiperlipídica, é alcançado na mesma magnitude com apenas sete a 10 dias de dieta.

Em um segundo momento, as adaptações enzimáticas promovidas pelas dietas hiperlipídicas também estariam contribuindo de maneira significativa. Algumas hipóteses foram levantadas afim de explicar as alterações na capacidade enzimática para oxidação de lipídios, tais como, a ativação de enzimas pré-existentes, menor degradação de enzimas já ativadas e indução no processo de síntese enzimática.

Fisher, Evans, Phinney, Blackburn, Bistrian & Young (1983) relataram um aumento na atividade do complexo enzimático Carnitina Palmitoil Transferase (CPT I, Carnitina-Acil Translocase e CPT II) responsável pelo transporte mitocondrial de ácidos graxos (principal passo da regulação da oxidação de lipídios), após quatro semanas de consumo de uma dieta hiperlipídica. Thumelin, Esser, Charvy, Kolodziej, Zammit,

McGarry, Girard & Pegorier (1994) sugeriram que a regulação da CPT I seja feita por modulação da expressão gênica. Dietas ricas em ácidos graxos, por exemplo, podem promover a transcrição do RNAm para a CPT I (Thumelin et alii, 1994). As adaptações desencadeadas pelas dietas hiperlipídicas parecem estabelecer uma relação diretamente proporcional ao percentual de lipídeos na dieta.

Estudos utilizando animais como os de Miller et alii (1984) demonstraram que ratos submetidos a dietas ricas em lipídios, por uma e cinco semanas, conseguem correr por mais tempo do que animais controle. A atividade das enzimas citrato sintase e 3-hidroxiacil-CoA desidrogenase também foi aumentada no grupo experimental em comparação ao controle. A manutenção ou melhora do desempenho evidenciada pelo treinamento associado à dieta hiperlipídica, para Simi, Sempore, Mayet & Favier (1991), é atribuída não apenas ao aumento da disponibilidade de ácidos graxos no plasma, mas também, às adaptações musculares induzidas pela dieta, relacionadas à maior capacidade em oxidar gorduras e, por conseguinte, de poupar carboidrato. Simi, Sempore, Mayet & Favier (1991) verificaram que ratos sedentários submetidos a uma dieta hiperlipídica apresentaram um aumento de 15% no  $VO_{2max}$  em relação ao controle. O treinamento de 12 semanas, "per se" foi capaz de aumentar o  $VO_{2max}$  em 20%. E a resposta à combinação de ambos foi um aumento significativo de 35% em relação ao controle. Foi observado que o tempo de exaustão apresentou o mesmo padrão de resposta do  $VO_{2max}$ , evidenciando o efeito sinérgico da dieta ao treinamento. Lapachet, Wayne & Arnall (1996) afirmaram que ratos, ao consumirem uma dieta hiperlipídica (79% lipídios) durante o treinamento de "endurance", aumentaram a atividade da 3-hidroxiacil-CoA desidrogenase (3-HAD), enzima envolvida no processo de oxidação mitocondrial. Concomitantemente, verificou-se uma redução da utilização de carboidrato e aumento no tempo de exaustão durante a corrida.

Nemeth, Rosser, Choksi, Norris & Baker (1992) concluíram que substratos provenientes da dieta podem afetar o perfil metabólico do músculo e a síntese de enzimas. Após submeter, por uma semana, ratos recém-nascidos e adultos a uma dieta na qual 70% das calorias são provenientes de lipídios observaram, tanto para os recém-nascidos quanto para os adultos, um aumento significativo da atividade da 3-HAD em relação ao grupo controle. Cheng,

Karamizerak, Noakes, Dennis & Lambert (1994) observaram um aumento significativo na atividade da 3-HAD e uma maior resistência à fadiga durante a realização de exercício submáximo em esteira, quando os ratos ingeriram uma dieta com 70% de lipídios em comparação à ingestão de uma dieta a 40% ou a uma dieta padrão, sugerindo que as adaptações podem ser dose-dependentes.

Algumas evidências em seres humanos corroboram os resultados obtidos nos modelos animais. Muoio et alii (1994) observaram em corredores treinados, que ao elevar o percentual de lipídios encontrados na dieta de 24 para 38% durante sete dias, o tempo de exaustão do teste máximo em esteira (realizado 75-85%  $VO_{2max}$ ) foi aumentado. Lambert, Speechly, Dennis & Noakes (1994) compararam o efeito do consumo de duas dietas diferentes (70% de lipídios e 7% de carboidratos e 74% carboidratos e 12% de lipídios). O tempo de exaustão durante o exercício foi aumentado com a primeira dieta e houve também uma redução da taxa de oxidação de carboidratos.

Não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos ácidos graxos oferecidos tem importância na regulação de parâmetros metabólicos. A posição e o número de insaturações são capazes de alterar o metabolismo de diversas formas. Segundo Pan, Hulbert & Storlien (1994), o perfil dos lipídios contidos em uma dieta é capaz de influenciar a fisiologia de animais e, um dos mecanismos possivelmente envolvidos é a substituição dos ácidos graxos que compõem a membrana celular. Ayre & Hulbert (1996a) submeteram ratos a dietas ricas em ácidos graxos insaturados do tipo n-3, n-6 e ácidos graxos saturados de cadeia média e verificaram que as diferentes dietas foram capazes de alterar a composição dos fosfolipídios da membrana do músculo sóleo e longo extensor digital. Em outro estudo, Ayre & Hulbert (1996b), após a administração de uma dieta com diferentes tipos de ácidos graxos (n-3) e (n-6) observaram que as adaptações de desempenho do músculo induzidas pelas dietas experimentais foram revertidas, em ambos os grupos, pela adoção da mesma dieta oferecida ao grupo controle. Em 1997, Ayre & Hulbert verificaram também uma dramática redução na resistência aeróbia em ratos tratados com ácidos graxos do tipo n-3 em comparação ao grupo tratado com ácidos graxos do tipo n-6.

Um outro estudo realizado por Brilla & Landerholm (1990), em seres humanos, mostrou que a suplementação de 4 g/dia de ácidos graxos

insaturados do tipo omega-3 (presente em grande quantidade no óleo de peixe, por exemplo) por um período de 10 semanas, não alterou as concentrações plasmáticas do colesterol total, triacilgliceróis, HDL e LDL. Também não foi observada diminuição do percentual de gordura corporal do grupo suplementado em comparação ao grupo controle. Em relação ao consumo máximo de oxigênio, foi observado um discreto aumento (não significativo) no  $VO_{2max}$  do grupo suplementado em relação ao controle. Já o limiar ventilatório, expresso em percentual do  $VO_{2max}$ , foi maior no grupo suplementado ( $79,6\% \pm 6,6$ ) em relação ao grupo controle ( $61,8\% \pm 10,3$ ). Os autores justificam seus resultados através de mecanismos previamente observados em outros estudos, nos quais a suplementação com óleo de peixe promoveu uma redução na viscosidade sanguínea, na agregação plaquetária e um aumento de deposição deste tipo de ácido graxos na membrana das células, alterando as características das mesmas. O conjunto de adaptações acima citados contribuiriam para a maior oferta de oxigênio e a melhor perfusão dos tecidos ativos, desta forma alterando o metabolismo aeróbico. Entretanto, Raastad, Hostmark & Stromme (1997) não observaram melhoria na capacidade aeróbica máxima, no limiar de lactato e no desempenho da corrida após suplementar jogadores de futebol com ácidos graxos insaturados do tipo omega-3 (5,2 g/dia de triacilglicerol de óleo de peixe concentrado) durante 10 semanas.

A importância da qualidade dos ácidos graxos presentes na dieta e sua influência no desempenho físico são objetos recentes de estudo. Desta forma, todo o empenho dispendido na melhor compreensão deste assunto torna-se plenamente justificado.

O curso temporal das adaptações às dietas hiperlipídicas está descrito na literatura. Uma das primeiras adaptações a estas dietas é o aparecimento de resistência hepática à insulina, que resulta numa falha do órgão em controlar a secreção de glicose, reduzindo a síntese de glicogênio (Kraegen, Clark, Jenkins, Daley, Chisholm & Storlien, 1991). Após uma semana, pode se verificar um aumento na oxidação de lipídios no repouso e durante o exercício, aumento na concentração plasmática de ácidos graxos livres e aumento na oxidação de lipídios provenientes da dieta (Lambert, Hawley, Goedecke, Noakes & Dennis, 1997). As modificações evidenciadas no músculo, responsáveis pelo aumento da oxidação de lipídios, tais como o aumento na atividade das

enzimas relacionadas com o metabolismo lipídico (complexo CPT e 3-HAD) surgem logo após duas semanas de exposição à dieta (Cheng et alii, 1994). Neste estágio, a captação de glicose pelo músculo estimulada por insulina é dramaticamente reduzida, ocasionando uma menor síntese de glicogênio (Kraegen et alii, 1991). A substituição total dos ácidos graxos que constituem a membrana da fibra muscular, também responsável por alterações no metabolismo, ocorre em aproximadamente duas semanas (Ayre & Hulbert, 1996a). Em torno da terceira semana é possível observar uma redução nos estoques de glicogênio muscular e uma diminuição da oxidação de glicose (Lambert et alii, 1997). Em estudos nos quais os ratos permanecem expostos à dieta hiperlipídica por mais de quatro semanas, há uma redução nos receptores de insulina e na concentração de RNAm para os transportadores GLUT-4, o que resulta no quadro de resistência periférica à insulina (Kim, Tamura, Iwashita, Tokuyama & Suzuki, 1994; Rosholt, King & Horton, 1994).

Uma grande preocupação com relação a utilização de dietas hiperlipídicas são os efeitos deletérios associados a esta manipulação dietética, tais como o aparecimento de resistência periférica à insulina e maior incidência de doenças cardiovasculares (Willett, 1994), imunodepressão (Peck, 1994) e obesidade (Bouchard, 1996). No entanto, um estudo realizado por Pendergast et alii, (1996) com corredores constatou que os fatores de risco de doenças cardiovasculares e a atividade do sistema imunológico não foram alterados quando a ingestão diária de lipídios foi aumentada de 15% para 42% por um período de oito semanas. Leddy, Horvath, Rowland & Pendergast (1997) relataram, em seres humanos, que um aumento de 16% para 30% ou até 40% da energia proveniente de lipídios presentes na dieta não alterou as concentrações plasmáticas de LDL e apolipoproteína B, e além disso aumentou os níveis de HDL no sangue.

A qualidade das gorduras encontradas na dieta e o período de exposição às dietas hiperlipídicas assim como, as marcantes diferenças entre o metabolismo de atletas e sedentários, inquestionavelmente, contribuem para a discrepância destes resultados. Os efeitos deletérios da adoção de dietas hiperlipídicas em indivíduos sedentários estão amplamente estabelecidos, porém a utilização de dietas hiperlipídicas por atletas requer ainda estudos mais conclusivos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento dos efeitos benéficos e deletérios da suplementação de dietas hiperlipídicas para atletas é ainda incipiente. Dentre as estratégias propostas na literatura, a elevação aguda dos ácidos plasmáticos através de infusões lipídicas ou refeições com alto teor lipídico parecem estar relacionadas com um melhor desempenho somente quando associadas à administração de heparina. A utilização do TCM é controversa, porém a grande maioria dos estudos apontam que, apesar de suas características específicas (absorção rápida e transporte via circulação porta-hepática), o TCM não é capaz de promover o *sparing effect* e, conseqüentemente, um melhor desempenho. Devido à reduzida tolerância gastrointestinal ao TCM, sua contribuição energética durante o exercício é irrelevante.

A administração de dietas hiperlipídicas parece contribuir maximizando a capacidade de utilização dos lipídios pela fibra muscular e conseqüentemente minimizando a

participação dos carboidratos, provavelmente através de alterações de parâmetros metabólicos. Não apenas o alto teor lipídico da dieta, mas também os diferentes tipos de ácidos graxos são capazes de alterar o metabolismo, como por exemplo, através da sua incorporação na membrana das células. No entanto a adoção deste tipo de prática ainda precisa ser melhor estudada, sendo necessária muita cautela na prescrição da quantidade de lipídios e duração da dieta. Apesar de evidências apresentadas na literatura, referentes a alterações metabólicas que talvez possam contribuir para o desempenho, é importante ressaltar que muitas destas evidências foram obtidas através da utilização de modelos animais e há muito o que pesquisar em seres humanos.

Sendo os ácidos graxos o principal substrato para a realização do exercício de resistência aeróbia, a descoberta de estratégias de suplementação eficientes e seguras que maximizem sua utilização em detrimento dos carboidratos torna-se, indubitavelmente, alvo de interesse dos pesquisadores da área.

---

## ABSTRACT

### LIPID SUPPLEMENTATION IN ENDURANCE ACTIVITIES

Free fatty acids (FFA) are the main energetic substrate for muscle fibers during submaximal sustained exercise. The etiology of peripheral fatigue is associated with the reduction of glycogen stores. Many studies investigated the possibility that lipid supplementation may enhance fat utilization, hence promoting the glycogen sparing effect. Two major strategies are adopted to supplement athletes with lipids: a) acute elevation of FFA in the plasma and b) consumption of high fat diets. There is, however, controversy about the possible beneficial and deleterious effects of this sort of supplementation. The purpose of the present paper was to review the effects of lipid supplementation on the improvement of performance in rats and men.

UNITERMS: Lipid supplementation; Performance; Sparing effect.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRE, K.J.; HULBERT, A.J. Dietary fatty acid profile influences the composition of skeletal muscle phospholipids in rats. *Journal of Nutrition*, v.126, p.653-62, 1996a.  
 \_\_\_\_\_. Dietary fatty acid profile affects endurance in rats. *Lipids*, v.32, p.1265-70, 1997.  
 \_\_\_\_\_. Effects of changes in dietary fatty acids on isolated skeletal muscle function in rats. *Journal of Applied Physiology*, v.80, n.2, p.464-71, 1996b.

BECKERS, E.J.; JEUKENDRUP, A.E.; BROUNS, F.; WAGENMAKERS, A.J.M.; SARIS, W.H.M. Gastric emptying of carbohydrate-medium chain triglyceride suspensions at rest. *International Journal of Sports Medicine*, v.13, n.8, p.581-4, 1992.  
 BERGSTROM, J.; HERMANSEN, L.; HULTMAN, E.; SALTIN, B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiologica Scandinavica*, v.71, p.140-50, 1967.



- BRILLA, L.R.; LANDERHOLM, T.E. Effect of fish oil supplementation and exercise on serum lipids and aerobic fitness. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.30, p.173-80, 1990.
- BOUCHARD, C. Can obesity be prevented? **Nutrition Review**, v.54, p.125-30, 1996.
- CHENG, B.; KARAMIZERAK, O.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C.; LAMBERT, E.V. Time course of changes in rat muscle enzymes involved in fat oxidation following exercise training and a high fat diet. **Clinical Science**, v.87, 1994. Supplement.
- COSTILL, D.L.; COYLE, E.; DALSKY, G.; EVANS, W.; FINK, W.; HOOPEES, D. Effects of elevated plasma FFA and insulin on muscle glycogen usage during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.43, p.695-9, 1977.
- DICK, D.J.; PUTMAN, C.T.; HEIGENHAUSER, G.J. F.; HULTMAN, E.; SPRIET, L.L. Regulation of fat-carbohydrate interaction in skeletal muscle during intense aerobic cycling. **American Journal of Physiology**, v.265, p.E852-9, 1993.
- FISHER, E.C.; EVANS, W.J.; PHINNEY, S.D.; BLACKBURN, G.L.; BISTRAN, B.B.; YOUNG, V.R. Changes in skeletal muscle metabolism induced by a eucaloric ketogenic diet. In: KNUTTGEN, H.G.; VOGEL, J.A.; POORTMANS, J., eds. **Biochemistry of exercise**. Champaign, Human Kinetics, 1983. p.497-501.
- GRANDJEAN, A.C. Diets of elites athletes: has the discipline of sports nutrition made an impact? **Journal of Nutrition**, v.127, p.874-7, 1997.
- HAWLEY, J.A.; BROUNS, F.; JEUKENDRUP, A.E. Strategies to enhanced fat utilisation during exercise. **Sports Medicine**, v.25, n.4, p.241-57, 1998.
- HICKSON, R.D.; RENNIE, M.J.; CONLEE, R.K.; WINDER, W.W.; HOLLOSZY, J.O. Effects of increased plasma fatty acids on glycogen utilization and endurance. **Journal of Applied Physiology**, v.43, p.829-33, 1977.
- HOFFMAN, C.J.; COLEMAN, E. An eating plan and update on recommended dietary practices for the endurance athlete. **Journal of American Diet Association**, v.91, p.325-30, 1991.
- IVY, J.L.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J.; MAGLISCHO, E. Contribution of medium and long triglyceride intake to energy metabolism during prolonged exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.1, p.15-20, 1980.
- JEUKENDRUP, A.E.; SARIS, W.H.M.; BROUNS, F.; HALLIDAY, D.; WAGENMAKERS, A.J.M. Effects of carbohydrate and fat supplementation on carbohydrate metabolism during prolonged exercise. **Metabolism**, v.45, n.7, p.915-21, 1996a.
- JEUKENDRUP, A.E.; SARIS, W.H.M.; DIESEN, R.V.; BROUNS, F.; WAGENMAKERS, A.J.M. Effect of endogenous carbohydrate availability on oral medium-chain triglyceride oxidation during prolonged exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.80, n.3, p.949-54, 1996b.
- JEUKENDRUP, A.E.; SARIS, W.H.M.; SCHRAUWEN, P.; BROUNS, F.; WAGENMAKERS, A.J.M. Metabolic availability of medium-chain triglycerides coingested with carbohydrates during prolonged exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.79, n.3, p.756-62, 1995.
- JEUKENDRUP, A.E.; THIELEN, J.J.H.C.; WAGENMAKERS, A.J.M.; BROUNS, F.; SARIS, W.H.M. Effect of medium-chain triacylglycerol and carbohydrate ingestion during exercise on substrate utilization and subsequent cycling performance. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.67, p.397-404, 1998.
- KIM, Y.; TAMURA, T.; IWASHITA, S.; TOKUYAMA, K.; SUZUKI, M. Effect of high-fat diet on gene expression of Glut4 and insulin receptor in soleus muscle. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.202, p.519-26, 1994.
- KRAEGER, E.W.; CLARK, P.W.; JENKINS, A.B.; DALEY, E.A.; CHISHOLM, D.J.; STORLIEN, L. H. Development of muscle insulin resistance after liver insulin resistance in high-fat-fed rats. **Diabetes**, v.40, p.1397-403, 1991.
- KRAUSE, M.V.; MALAN, L.K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo, Roca, 1991.
- LAMBERT, E.V.; HAWLEY, J.A.; GOEDECKE, J.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Nutritional strategies for promoting fat utilization and delaying the onset of fatigue during prolonged exercise. **Journal of Sports Sciences**, v.15, p.315-24, 1997.
- LAMBERT, E.V.; SPEECHLY, D.S.; DENNIS, S.C.; NOAKES, T.D. Enhanced endurance performance during moderate intensity exercise following 2 weeks adaptation to a high fat diet in trained cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v.69, p.287-93, 1994.
- LAPACHET, R.A.B.; WAYNE, C.M.; ARNALL, D.A. Body fat and exercise endurance in trained rats adapted to a high-fat and/or high-carbohydrate diet. **Journal of Applied Physiology**, v.80, n.4, p.1173-9, 1996.
- LEDDY, J.; HORVATH, P.; ROWLAND, J.; PENDERGAST, D. Effect of a high or a low fat diet on cardiovascular risk factors in male and female runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.29, p.17-25, 1997.
- MASSICOTTE, D.; PÉRONNET, F.; BRISSON, G.R.; HILLAIRE-MARCEL, C. Oxidation of exogenous medium-chain free fatty acids during prolonged exercise: Comparison with glucose. **Journal of Applied Physiology**, v.73, n.4, p.1334-9, 1992.
- MILLER, W.C.; BRYCE, G.R.; CONLEE, R.K. Adaptations to a high fat diet that increase endurance in male rats. **Journal of Applied Physiology**, v.56, p.78-83, 1984.
- MUOIO, D.M.; LEDDY, J.J.; HORVATH, P.J.; AWAD, A.B.; PENDERGAST, D.R. Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal VO<sub>2</sub> and endurance in runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, p.81-8, 1994.

- NEMETH, P.M.; ROSSER, B.W.C.; CHOKSI, R.M.; NORRIS, B.J.; BAKER, K.M. Metabolic response to a high-fat diet in neonatal and adult rat muscle. *American Journal of Physiology*, v.262, p.C282-6, 1992.
- NEWSHOLME, E.A. An introduction to the roles of the glucose-fatty acid cycle in sustained exercise. In: MAUGHAN, R.J.; SHIRREFFS, S.M., eds. *Biochemistry of exercise*. Champaign, Human Kinetics, 1994. p.122-5.
- PAN, D.A.; HULBERT, A.J.; STORLIEN, L.H. Dietary fats, membrane phospholipids and obesity. *Journal of Nutrition*, v.124, p.1555-65, 1994.
- PECK, M.D. Interactions of lipids with immune function: experimental and clinical studies of lipids and immunity. *Journal of Nutrition and Biochemistry*, v.5, p.514-21, 1994.
- PENDERGAST, D.R.; HORVATH, P.J.; LEDDY, J.J.; VENKATRAMAN, J.T. The role of dietary fat on performance, metabolism, and health. *American Journal of Sports Medicine*, v.24, n.6, p.53-8, 1996.
- PHINNEY, S.D.; BISTRIAN, B.R.; EVANS, W.J.; GERVINO, E.; BLACKBURN, G.L. The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metabolism*, v.32, p.769-76, 1983.
- POLLOCK, M.R.; WILMORE, J.H. *Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação*. 2.ed. Rio de Janeiro, Medsi, 1993.
- PROBART, C.K.; BIRD, P.J.; PARKER, K.A. Diet and athletic performance. *Clinical Nutrition*, v.77, n.4, p.757-72, 1993.
- RAASTAD, T.; HOSTMARK, A.T.; STROMME, S.B. Omega-3 fatty acid supplementation does not improve maximal aerobic power, anaerobic threshold and running performance in well-trained soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports*, v.7, n.1, p.25-31, 1997.
- RANDLE, P.J.; HALES, C.N.; GARLAND, P.B.; NEWSHOLME, E.A. The glucose fatty-acid cycle. *The Lancet*, v.1, p.785-9, 1963
- RENNIE, M.J.; WINDER, W.W.; HOLLOSZY, J.O. A sparing effect of increased plasma fatty acids on muscle and liver glycogen content in the exercising rat. *Biochemistry Journal*, v.156, p.647-55, 1976.
- ROMIJN, J.A.; COYLE, E.F.; SIDOSSIS, L.S.; ZHANG, X.-J.; WOLFE, R.R. Relationship between fatty acids delivery and fatty oxidation during strenuous exercise. *Journal of Applied Physiology*, v.79, n.6, p.1939-45, 1995.
- ROSHOLT, M.N.; KING, P.A.; HORTON, E.S. High fat diet reduces glucose transporter responses to both insulin and exercise. *American Journal of Physiology*, v.35, p.95-101, 1994.
- SCHRAUWEN, P.; LICHTENBELT, W.D.V.M.; SARIS, W.H.M.; WESTERTERP, K.R. Fat balance in obese subjects: role of glycogen stores. *American Journal of Physiology*, v.274, p.E1027-33, 1998
- \_\_\_\_\_. Role of glycogen-lowering exercise in the change of fat oxidation in response to high-fat diet. *American Journal of Physiology*, v.273, p.E623-9, 1997.
- SHERMAN, W.M.; LEENDERS, N. Fat loading: the next magic bullet? *International Journal of Sport Nutrition*, v.5, p.S1-12, 1995.
- SIMI, B.; SEMPORE, B.; MAYET, M.H.; FAVIER, R.J. Additive effects of training and high fat diet on energy metabolism during exercise. *Journal of Applied Physiology*, v.71, n.1, p.197-203, 1991.
- THUMELIN, S.; ESSER, V.; CHARVY, D.; KOLODZIEJ, M; ZAMMIT, V.A.; McGARRY, J.D.; GIRARD, J.; PEGORIER, J-P. Expression of liver carnitine palmitoyltransferase I and II genes during development in the rat. *Biochemistry Journal*, v.300, p.583-7, 1994.
- VANZYL, C.G.; LAMBERT, E.V.; HAWLEY, J.A.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Effects of medium-chain triglyceride ingestion on fuel metabolism and cycling performance. *Journal of Applied Physiology*, v.80, n.6, p.2217-25, 1996.
- VUKOVICH, .M.D.; COSTILL, D.L.; HICKEY, M.S.; TRAPPE, S.W.; COLE, K.J.; FINK, W.J. Effect of fat emulsion infusion and fat feeding on muscle glycogen utilization during cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, v.75, n.4, p.1513-8, 1993.
- WILLETT, W.C. Diet and health: what should we eat? *Science*, v.264, p.532-7, 1994.
- WOLFE, B.M.; KLEIN, S.; PETERS, E.J.; SCHMIDT, B.F.; WOLFE, R.R. Effect of elevated free fatty acids on glucose oxidation in normal humans. *Metabolism*, v.37, p.323-9, 1988.

Recebido para publicação em: 06 nov. 1998

1a. revisão: 07 abr. 1999

2a. revisão: 26 jan. 2000

Aceito em: 04 fev. 2000

ENDEREÇO: Marcelo Saldanha Aoki

Departamento de Histologia e Embriologia

Instituto de Ciências Biomédicas - USP

Av. Lineu Prestes, 1524

05508-900 - São Paulo - SP BRASIL

e-mail: msaoki@usp.br

## EFEITOS DO DESTREINAMENTO FÍSICO SOBRE A "PERFORMANCE" DO ATLETA: UMA REVISÃO DAS ALTERAÇÕES CARDIOVASCULARES E MÚSCULO-ESQUELÉTICAS

Fabiana de Sant'Anna EVANGELISTA\*  
Patricia Chakur BRUM\*

---

### RESUMO

As adaptações cardiovasculares e metabólicas adquiridas com o treinamento físico de "endurance" podem ser revertidas quando o atleta é submetido a um período de inatividade física, devido ao reajuste dos sistemas corporais às alterações dos estímulos fisiológicos induzidos pelo treinamento físico. Reduções significantes do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) parecem ocorrer dentro de duas a quatro semanas de destreino físico, provocando um grande declínio da "performance" do atleta em esportes de "endurance". A queda inicial do  $VO_{2max}$  está associada à redução do débito cardíaco consequente da redução do volume sistólico, haja visto que a frequência cardíaca permanece praticamente inalterada. O destreino físico também provoca alterações das adaptações do músculo esquelético que resultam em uma redução significativa da diferença artério-venosa máxima de oxigênio contribuindo também para a redução do  $VO_{2max}$ . Se a condição física elevada de um atleta pode ser obtida após alguns anos seguidos de treinamento físico efetivo, preparadores físicos e técnicos devem estar atentos para que possíveis eventualidades que impeçam a continuidade da preparação física do atleta não resultem em prejuízos na sua "performance". Sendo assim, esta revisão tem como objetivo descrever o curso temporal e a magnitude de perda das adaptações fisiológicas adquiridas com o treinamento físico, bem como os mecanismos envolvidos nas mesmas.

UNITERMOS: Destreino físico; Adaptações cardiovasculares e músculo-esqueléticas; Consumo máximo de oxigênio; Fisiologia do exercício.

---

### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um pico de "performance", característico em atletas de competição, depende das adaptações resultantes de vários anos de treinamento físico (Neufer, 1989). Adaptações como o aumento do volume sistólico (Negrão, Forjaz, Rondon & Brum, 1996), o aumento do débito cardíaco máximo (Blomqvist & Saltin, 1983; Brandão, Wanjngarten, Rondon, Giogi, Hironaka & Negrão, 1993), o aumento do metabolismo oxidativo do músculo esquelético (Henriksson & Reitman, 1977; Morgan, Cobb,

Short, Ross & Gunn, 1971) e o aumento do consumo máximo de oxigênio (Blomqvist & Saltin, 1983; Rowell, 1986) possibilitam um melhor fornecimento e utilização de oxigênio e de substratos energéticos durante o exercício físico (Negrão et alii, 1996), aumentando a capacidade do atleta em resistir ao esforço físico por uma intensidade e duração maiores (Maughan, 1990).

Inerente aos benefícios adquiridos com o treinamento físico é o conceito da reversibilidade, o qual mostra que quando o

---

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

treinamento físico é suspenso ou reduzido, os sistemas corporais se reajustam de acordo com a diminuição do estímulo (Coyle, 1994). Desta forma, o destreinamento físico resulta em perda das adaptações cardiovasculares e metabólicas adquiridas com o treinamento físico de "endurance", provocando um prejuízo da "performance" do atleta em esportes de longa duração ao diminuir a capacidade de sustentar um exercício físico por um tempo mais prolongado com uma maior intensidade.

Os efeitos do destreinamento físico podem ocorrer em situações nas quais o atleta é afastado do treinamento por causa de lesão ou mesmo férias, ou quando o atleta entra na fase de transição do ciclo de treinamento físico. Nestes casos, os treinadores devem ter maior cuidado para que a inatividade temporária, a qual os atletas estarão submetidos, não implique em prejuízos no desempenho físico do atleta.

Tendo em vista a importância das adaptações fisiológicas ao treinamento físico de "endurance" para a "performance" do atleta e a reversibilidade das mesmas após um período de destreinamento físico, esta revisão objetiva descrever o curso temporal e a magnitude de perda das adaptações fisiológicas adquiridas com o treinamento físico e quais os mecanismos envolvidos nas mesmas.

## CURSO TEMPORAL E MAGNITUDE DE PERDA DAS ADAPTAÇÕES ADQUIRIDAS COM O TREINAMENTO FÍSICO AERÓBIO

O destreinamento físico acarreta em perda das adaptações do sistema cardiovascular (centrais) e metabólicas do músculo esquelético (periféricas) adquiridas com o treinamento físico aeróbio, resultando na diminuição do  $VO_{2max}$ .

### Sistema cardiovascular

Os efeitos do destreinamento sobre as adaptações centrais adquiridas com o treinamento físico estão diretamente relacionados ao débito cardíaco, o qual sofre modificações em função da readaptação da frequência cardíaca e do volume sistólico.

Alguns estudos mostraram que a frequência cardíaca tanto no exercício submáximo como máximo, aumentam após duas a quatro semanas de destreinamento físico (Coyle, Hemmert & Coggan, 1986; Coyle, Martin, Bloomfield, Lowry & Holloszy, 1985; Deitrick, Whedon, Shorr, Toscani & Davis, 1948; Stremel, Convertino, Bernauer & Greenleaf, 1976). Madsen, Pedersen, Djurhuus & Klitgaard (1993) confirmaram que quatro semanas de destreinamento físico são suficientes para alterar o comportamento da frequência cardíaca durante a realização de um exercício físico até a exaustão, como mostra a TABELA 1.

**TABELA 1** - Evolução da frequência cardíaca durante a realização de um exercício físico em cicloergômetro até a exaustão. (Adaptado de Madsen et alii, 1993).

FC (bpm)	Exercício físico				
	10 min	20 min	40 min	60 min	máximo
Treinado	151 ± 5	157 ± 4	165 ± 4	168 ± 5	175 ± 5
Destreinado	157 ± 5*	164 ± 4*	172 ± 4*	174 ± 5*	178 ± 4*

Os valores estão representados na forma de média ± desvio padrão de nove sujeitos.

\*Diferença significativa em relação aos indivíduos treinados ( $p < 0,01$ ).

Convertino (1997) mostrou que após 21 dias de destreinamento o débito cardíaco máximo sofreu uma redução de 26% passando de 20 l.min<sup>-1</sup> para 14,8 l.min<sup>-1</sup>. Apesar da frequência cardíaca máxima ter sofrido um pequeno aumento de 193 bpm para 197 bpm após o destreinamento, a redução do volume sistólico de 104 para 74 ml não foi suficientemente compensada, e acarretou

portanto, na redução do débito cardíaco máximo. Em um outro estudo realizado por Convertino, Sandler, Webb & Annis (1982), o débito cardíaco e volume sistólico foram medidos durante o exercício máximo e submáximo após 10 dias de destreinamento físico. Confirmando resultados já obtidos, houve 23% de redução do débito cardíaco (19,7 l.min<sup>-1</sup> para 15,1 l.min<sup>-1</sup>) e uma pequena

variação da diferença artério-venosa de oxigênio. Essa redução do débito cardíaco foi resultante principalmente da diminuição de 28% do volume sistólico, já que a frequência cardíaca aumentou de 170 para 180 bpm após o destreino físico.

Coyle, Martin, Sinacore, Joyner, Hagberg & Holloszy (1984) demonstraram num elegante estudo com atletas de "endurance" altamente treinados, os efeitos fisiológicos do destreino físico durante um período de 12 a 84 dias (TABELA 2). O volume sistólico durante exercício máximo diminuiu cerca de 11% após 21

dias de destreino físico e, após 56 dias, permaneceu estabilizado 14% abaixo dos valores atingidos após o treinamento físico. Em relação à frequência cardíaca máxima, a maioria das mudanças ocorreu durante os primeiros dias de destreino físico, aumentando significativamente em 4, 5, 6 e 5% após 12, 21, 56, e 84 dias de inatividade, respectivamente. Durante 21 a 84 dias de inatividade, houve uma redução do débito cardíaco máximo por volta de 8-9% dos valores iniciais.

**TABELA 2** - Efeitos do destreino físico sobre a frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS) e débito cardíaco (DC) em atletas de "endurance". (Adaptado de Coyle et alii, 1984).

	treinado	DF 12 dias	DF 21 dias	DF 56 dias	DF 84 dias
FCmax (bpm)% $\Delta$	187 $\pm$ 3	195 $\pm$ 2* +4%	195 $\pm$ 2* +4%	199 $\pm$ 3* +6%	197 $\pm$ 2* +5%
VS (ml) % $\Delta$	148 $\pm$ 8	134 $\pm$ 9* -10%	131 $\pm$ 9* -11%	127 $\pm$ 6* -14%	129 $\pm$ 6* -13%
DC(l.min <sup>-1</sup> ) % $\Delta$	27,8 $\pm$ 1,5	26 $\pm$ 1,7 -7%	25,5 $\pm$ 1,7* -8%	25,2 $\pm$ 1,1* -9%	25,2 $\pm$ 1,2* -10%

Os valores estão representados na forma de média  $\pm$  desvio padrão e % de mudanças em relação aos valores pós-treinamento físico; DC estimado como produto da FC pelo VS. DF = destreino físico.

\*Diferença significativa em relação aos indivíduos treinados ( $p < 0,05$ ).

Segundo Coyle et alii (1984), o volume sistólico durante exercício máximo diminuiu cerca de 11% após 21 dias de destreino e, após 56 dias, estabilizou-se 14% abaixo dos valores atingidos após o treinamento físico. Em relação à frequência cardíaca máxima, a maioria das mudanças ocorreu durante os primeiros dias de destreino, aumentando significativamente em 4, 5, 6 e 5% após 12, 21, 56, e 84 dias de inatividade, respectivamente. Durante 21 a 84 dias de inatividade, houve uma redução do débito cardíaco máximo por volta de 8-9% dos valores iniciais.

Somando-se às modificações do débito cardíaco resultantes do destreino físico, alterações no próprio miocárdio e no volume sanguíneo também podem contribuir para a redução do volume sistólico. Num estudo com corredores de elite submetidos à três semanas de inatividade física, Ehsani, Hagberg & Hickson (1978) mostraram através de ecocardiografia, um declínio da dimensão diastólica final no ventrículo esquerdo de 51 para 46,3 mm e redução da

espessura da parede do miocárdio de 10,7 para 8 mm. Além disso, Convertino, Bisson, Bates, Goldwater & Sandler (1981) mostraram que atletas submetidos ao destreino físico de duas a quatro semanas apresentaram uma diminuição significativa do volume sanguíneo quando realizaram um exercício físico na posição vertical.

### Músculo esquelético

Somando-se aos efeitos do destreino físico sobre o débito cardíaco, as readaptações periféricas (músculo esquelético) que controlam a diferença artério-venosa de oxigênio (diferença entre oferta e consumo de oxigênio), também podem contribuir para a redução do consumo máximo de oxigênio após a inatividade física (Convertino, 1997).

O fluxo sanguíneo muscular e a capilarização contribuem diretamente para a oferta de oxigênio para os músculos em exercício físico. Já a otimização da utilização do oxigênio é determinada pelas enzimas oxidativas.

Convertino et alii (1982) mostraram que após o destreino físico, o fluxo sanguíneo em repouso para a musculatura das pernas estava reduzido em 36%, estando este associado a uma redução de 38% da capilarização.

Os efeitos do destreino físico sobre a capilarização são bastante controversos. Segundo Houston, Bentzen & Larsen (1979), corredores de longa distância altamente treinados apresentaram uma menor densidade capilar (capilares por mm<sup>2</sup> de tecido muscular) após 15 dias de destreino. Saltin & Rowell (1980) também mostraram que indivíduos altamente treinados quando submetidos a um período de sete a 12 dias de inatividade física para a recuperação de pequenas lesões no joelho, apresentaram uma redução significativa da densidade capilar. Em contrapartida, Klausen, Andersen & Pelle (1981), não encontraram diferenças significantes na densidade capilar após oito semanas de destreino físico. Coyle et alii (1984) também mostraram que 12 semanas de destreino físico não foram suficientes para reduzir a capilarização aumentada induzida pelo treinamento físico.

Os efeitos do destreino físico são bastante evidentes quando se leva em consideração a atividade máxima de enzimas oxidativas. Coyle et alii (1985) obtiveram uma

redução de 40% da atividade das enzimas succinato desidrogenase e citocromo oxidase em atletas altamente treinados após oito semanas de destreino físico. Houston et alii (1979) obtiveram apenas 24% de declínio da atividade da succinato desidrogenase em corredores após 15 dias de destreino físico.

Coyle et alii (1984) mostraram que no período compreendido entre a terceira a oitava semanas iniciais de destreino físico há uma grande redução da atividade das enzimas oxidativas (succinato desidrogenase e citocromo oxidase), mas estas ainda permaneciam 50% acima dos níveis controle durante 12 semanas. Já Henriksson & Reitman (1977) mostraram que seis semanas de destreino foram suficientes para a completa readaptação das enzimas supra citadas.

Num estudo realizado por Chi, Hintz, Coyle, Martin, Ivy, Nemeth, Holloszy & Lowry (1983), indivíduos previamente treinados por um longo período foram submetidos à 84 dias de destreino físico para que a atividade máxima da succinato desidrogenase e da citrato sintase fossem observadas. Apesar do declínio da atividade das enzimas ao longo dos dias de destreino físico, os valores finais ainda foram superiores aos valores pré-treinamento, como mostra a TABELA 3.

**TABELA 3** - Atividade das enzimas oxidativas de um indivíduo treinado antes do treinamento físico e durante o período de 84 dias de destreino físico. (Adaptado de Chi et alii, 1983).

dias destreino	Atividade máxima das enzimas (mol.Kg proteína <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> )	
	succinato desidrogenase	citrato sintase
Pré-treino	2,32	5,08
Pós-treino(dia 0)	4,56	12,2
6	4,43	11,5
13	3,77	11,0
22	3,13	9,6
56	2,95	7,8
84	3,14	8,2

A perda das adaptações cardiovasculares e metabólica musculares resultam na redução do VO<sub>2max</sub> após um período de duas a quatro semanas de inatividade física tanto durante o exercício submáximo (Convertino et alii, 1982; Coyle et alii, 1984, 1985, 1986) como durante exercício máximo (Saltin, Blomqvist, Mitchell,

Johnson, Wildenthal & Chapman, 1968; Taylor, Henschel, Brozek & Keys, 1949).

Num estudo realizado por Coyle et alii (1984) envolvendo atletas treinados com intensidade moderada durante 10 anos, observou-se um declínio de 16% do consumo máximo de oxigênio após 84 dias de interrupção do

treinamento físico. Houve um rápido declínio de 7% nos primeiros 12 a 21 dias com um posterior declínio de 9% durante o período de 21 a 84 dias. Já no estudo realizado por Stremel et alii (1976) com indivíduos treinados em intensidade baixa, após a inatividade física de 14 dias levou a uma redução do consumo máximo de oxigênio de 12,3% em relação aos valores pós-treinamento físico.

Greenleaf, Bernauer, Ertl, Trowbridge & Wade (1989) visando verificar a possibilidade de manutenção do  $VO_{2max}$  de indivíduos treinados, realizando apenas exercícios isotônicos e isométricos de curta duração e alta intensidade, observaram que após 30 dias de destreino físico apenas os indivíduos que realizaram exercícios isotônicos mantiveram os

níveis de  $VO_{2max}$ . Os indivíduos que ficaram totalmente inativos apresentaram uma redução de 18,2% do  $VO_{2max}$  (3,27 para 2,6 l/min).

Georgrevskiy, Kakurin, Katkovskii & Senkevich (1966) encontraram uma queda de 9% do  $VO_{2max}$  (3,2 para 2,9 l/min) após 20 dias de destreino físico. No entanto, uma grande porcentagem de queda do  $VO_{2max}$  em atletas (22%) foi mostrada por Saltin & Astrand (1967) após 20 dias de destreino físico. Esta magnitude de queda pode estar relacionada ao elevado valor de  $VO_{2max}$  que os atleta atingiram após o período de treinamento físico (4,46 l/min). A TABELA 4 mostra um resumo de estudos sobre o comportamento do  $VO_{2max}$  após o destreino físico.

**TABELA 4 - Análise da readaptação do consumo máximo de oxigênio após o destreino físico.**

ESTUDO	AMOSTRA	DIAS DF	VO <sub>2</sub> (lO <sub>2</sub> /min)		% DE PERDA
			PÓS-TF	PÓS-DF	
Taylor et alii (1949)	n=2, treinados	28	3,85	3,16	17,9
Georgrevskiy et alii (1966)	n=4, treinados	20	3,2	2,9	9
Saltin & Astrand (1967)	n=3, atletas	20	4,46	3,48	22
Coyle et alii (1985)	n=7, atletas	22	4,22	3,94	6,6
		57		3,67	13
		85		3,56	15,6
Greenleaf et alii (1989)	n=5, treinados	30	3,27	2,60	18,2

DF= destreino físico; TF= treinamento físico; % de perda em relação aos valores pós-treinamento físico.

### MECANISMOS ENVOLVIDOS NAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO DESTREINAMENTO FÍSICO

A perda das adaptações fisiológicas adquiridas com o treinamento físico de "endurance" são decorrentes de prejuízos tanto da função cardiovascular (central) como do músculo esquelético (periférica).

#### Readaptação cardiovascular

O destreino físico provoca uma grande diminuição do débito cardíaco durante exercício físico máximo em função da redução do volume sistólico, já que o mesmo não é compensado pela elevação da frequência cardíaca máxima (Convertino, 1997; Coyle et alii, 1984,

1985, 1986; Saltin et alii, 1968). No entanto, o débito cardíaco durante o repouso e exercício submáximo não são modificados com o destreino físico, pois a queda do volume sistólico é compensada com um aumento significativo da frequência cardíaca em repouso (Smith & Stransky, 1976) e submáxima (Coyle et alii, 1985).

Segundo Crandall, Engelke, Pawelczyk, Raven & Convertino (1994), o aumento da frequência cardíaca de repouso é resultante da redução do tônus vagal cardíaco com uma pequena alteração do tônus simpático. Em contrapartida, no estudo de Evangelista, Martuchi, Negrão & Brum (1999) observou-se que em ratos Wistar o principal mecanismo envolvido na readaptação da frequência cardíaca de repouso após um período de inatividade foi o aumento da

freqüência cardíaca intrínseca.

A resposta de freqüência cardíaca intrínseca com o destreinamento pode ser resultante da readaptação dos mecanismos que regulam o comportamento desta com o treinamento físico. Hammond, White, Brunton & Longhurst (1987) e Ekblom, Kilbom, Malmfors, Sigvardsson & Svanfeldt (1973) usando isoproterenol e noradrenalina, respectivamente, mostraram que após o treinamento físico houve uma queda da sensibilidade dos receptores  $\beta$ -adrenérgicos presentes no nódulo sinoatrial em átrios isolados de ratos. Por outro lado, Schryver & Mertens-Strythagen (1975) sugeriram que o aumento de acetilcolina com o exercício poderia estar contribuindo para a bradicardia pós treinamento.

No entanto, Hughson, Sutton, Fitzgerald & Jones (1977) e Schaefer, Allert, Adams & Laughlin (1992) não encontraram diferenças na sensibilidade dos receptores aos neurotransmissores e isoproterenol, respectivamente, sugerindo que mudanças intrínsecas nas células do nódulo sinoatrial, como redução do número de receptores  $\beta$ -adrenérgicos (Hammond et alii, 1987; Werle, Strobel & Weicker, 1990), seriam responsáveis pela queda da freqüência cardíaca após o treinamento físico.

Além disso, a variação da temperatura corporal (Bolter & Atkinson, 1988), assim como o aumento da concentração de íons, como o potássio (Hughson et alii, 1977) também podem alterar as propriedades eletrofisiológicas da membrana e conseqüentemente, modificar a freqüência de despolarização do nódulo sinoatrial.

A freqüência cardíaca durante o exercício físico também sofre readaptação após o destreinamento devido principalmente à redução do tônus vagal, haja visto o seu controle ser exercido pela ativação simpática simultânea à retirada do tônus vagal (Convertino, 1997).

Os principais fatores que explicam o rápido declínio do volume sistólico após o destreinamento físico são a redução do volume sanguíneo (Coyle et alii, 1986) e a redução da pressão de enchimento cardíaco (Saltin et alii, 1968).

O volume sanguíneo influencia vários aspectos na regulação cardiovascular durante o exercício físico, provavelmente estimulando receptores de baixa pressão (cardiopulmonares), os quais regulam o retorno de sangue venoso para o coração. A redução da pressão venosa central causa constrição dos vasos dos leitos inativos (Johnson, 1977) provocando

aumento da pressão sanguínea e da resistência periférica total, contribuindo para reduzir o retorno venoso (Coyle et alii, 1986) e conseqüentemente, reduzir o enchimento cardíaco identificado como volume diastólico final (Saltin et alii, 1968).

A modificação do padrão bioquímico cardíaco com o destreinamento físico também poderia influenciar na resposta do volume sistólico, haja visto que o aumento da atividade das ATPases cardíacas promovido pelo treinamento (Rupp, 1982; Takeda, Nakamura, Okubo, Nagano 1990), responsável pela melhora da contratilidade, é revertida após um período de inatividade (Scheuer, Bhan, Penpargkul & Malhotra, 1976).

Apesar de Malhotra, Bhan & Scheuer (1976) terem mostrado que a atividade da actomiosina ATPase de ratos treinados com natação reduziu significativamente após 13 dias de destreinamento, ainda não há um consenso sobre a readaptação da contratilidade cardíaca e também do significado fisiológico da queda da atividade das ATPases cardíacas. Isto porque, mesmo com a redução do retorno venoso e do enchimento cardíaco, o estado de contratilidade do miocárdio não é reduzido significativamente. Além disso, há um aumento da complacência cardíaca como resposta adaptativa do organismo à hipovolemia e à redução da pressão de enchimento cardíaco, mantendo o volume sistólico um pouco mais elevado em qualquer pressão de enchimento cardíaco (Convertino, 1997).

### Readaptação músculo-esquelética

As alterações músculo-esqueléticas resultantes do destreinamento físico refletem diretamente na modificação do aproveitamento do oxigênio pelo tecido muscular. Entretanto, os mecanismos envolvidos nesta resposta são contraditórios, pois não há um consenso na literatura se a diferença artério-venosa máxima de oxigênio sofre redução ou não após o destreinamento físico.

Alguns estudos afirmam que a diferença artério-venosa do oxigênio não sofre readaptação com o destreinamento físico (Convertino, 1997; Saltin et alii, 1968). A redução da densidade capilar (Houston et alii, 1979) juntamente com a diminuição do fluxo sanguíneo máximo para os músculos poderiam prejudicar a utilização de oxigênio pelos músculos (Convertino, 1997). No entanto, isto parece não acontecer, pois a diminuição do diâmetro da fibra muscular é maior que a redução da densidade capilar, o que



possibilita uma maior quantidade de capilares disponíveis para cada fibra muscular. De fato, o que parece ocorrer é uma redução na distância média de difusão entre os capilares e a fibra muscular. Além disso, a redução da densidade capilar é de menor magnitude quando relacionada ao declínio do fluxo sanguíneo para os músculos, minimizando a redução do tempo médio de trânsito sanguíneo capilar (Rowell, 1986).

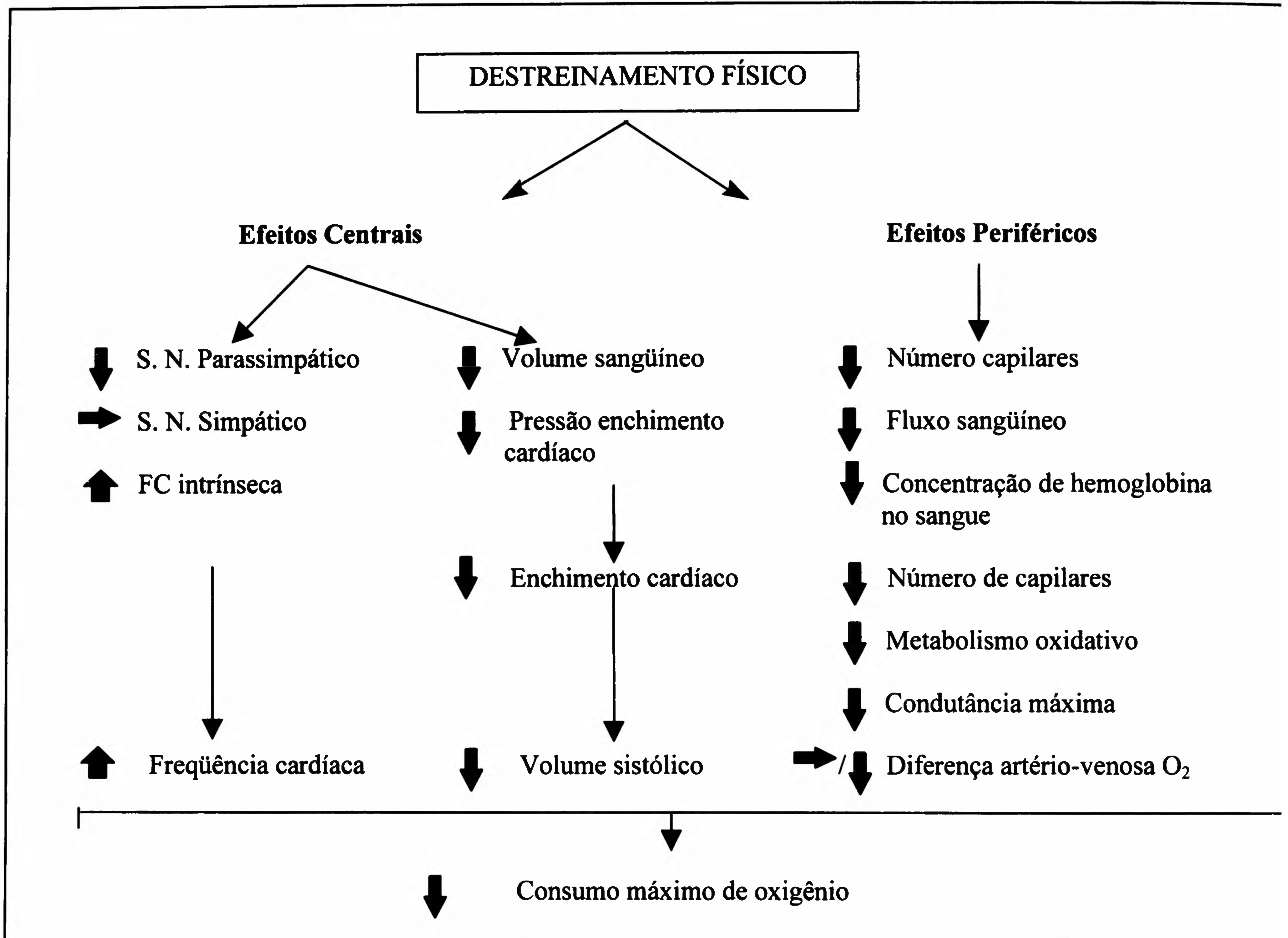
Em controvérsia aos estudos supracitados, Bloomfield (1997), Coyle et alii (1984) e Klausen et alii (1981), mostraram que o destreino físico provoca redução da diferença artério-venosa de oxigênio, a qual não está associada à redução da densidade capilar, mas sim à redução do fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos. Segundo Coyle et alii (1984), indivíduos que treinaram regularmente por um longo período parecem diferir daqueles que treinaram apenas por alguns meses, pois um pequeno período de destreino físico não é suficiente para reverter uma adaptação de longa duração como a densidade capilar.

Além disso, a redução da concentração de hemoglobina no sangue (Convertino et alii, 1981; Lamb, Johnson & Stevens, 1964; Neuffer, 1989), redução parcial da quantidade de mitocôndria muscular (Coyle et alii, 1984) e alterações no metabolismo muscular provocado pela redução da atividade máxima das enzimas oxidativas (Henriksson & Reitman, 1977; Houston et alii, 1979; Madsen et alii, 1993; Moore, Thacker, Kelley, Musch, Sinoway, Foster & Dickinson, 1987) também contribuem para reduzir a diferença artério-venosa de oxigênio após o destreino físico.

### Readaptação do consumo máximo de oxigênio

O  $VO_{2max}$  é influenciado pelas alterações cardiovasculares e músculo-esqueléticas após o destreino físico. Segundo Rowell (1986), a redução do débito cardíaco máximo é o principal mecanismo responsável pela redução do  $VO_{2max}$ , haja visto que a diferença artério-venosa máxima de oxigênio permanece inalterada. Contraditoriamente, Klausen et alii (1981) mostraram que a redução do consumo máximo de oxigênio após o destreino físico está associada à diminuição da diferença artério-venosa de oxigênio, conseqüente da redução da atividade das enzimas oxidativas e da capilarização músculo-esquelética.

Apesar da grande disparidade existente na literatura, vários estudos afirmam que tanto os fatores centrais como os periféricos são responsáveis pela readaptação do consumo máximo de oxigênio após o destreino físico. Segundo Bloomfield (1997), a redução do débito cardíaco máximo assim como a redução da diferença artério-venosa de oxigênio contribuem para a redução do consumo máximo de oxigênio. Coyle et alii (1984) mostraram que a redução do consumo máximo de oxigênio nas primeiras semanas de destreino físico é conseqüente da redução do débito cardíaco máximo, devido à queda do volume sistólico máximo. Quando o destreino permanece por um período superior ao de duas a quatro semanas, a redução da diferença artério-venosa de oxigênio passa a desempenhar um papel importante na readaptação do consumo máximo de oxigênio. A FIGURA 1 mostra um resumo dos possíveis mecanismos envolvidos na readaptação do  $VO_{2max}$  após o destreino físico.



**FIGURA 1** - Modelo dos mecanismos envolvidos na readaptação do consumo máximo de oxigênio no período de destreinoamento.

## CONCLUSÃO

As adaptações fisiológicas adquiridas com o treinamento físico de "endurance" são responsáveis pelo melhor aproveitamento do oxigênio pelos músculos esqueléticos, oferecendo ao atleta uma maior capacidade de execução de um exercício físico de "endurance" numa maior intensidade e por um tempo mais prolongado. No entanto, as adaptações adquiridas com o treinamento físico de "endurance" são revertidas após um período de destreinoamento físico, provocando uma redução do consumo máximo de oxigênio, conseqüentemente, prejuízo da "performance" do atleta.

A redução do débito cardíaco máximo parece constituir-se no mecanismo primário responsável pela diminuição do consumo

máximo de oxigênio após o destreinoamento físico. Esta resposta é conseqüente da redução do volume sistólico, pois a freqüência cardíaca máxima sofre um pequeno aumento após o período de destreinoamento físico. Com relação à diferença artério-venosa máxima de oxigênio, ainda não há um consenso na literatura se a mesma sofre redução após destreinoamento físico, pois alguns autores (Coyle et alii, 1984; Klausen et alii, 1981) observaram uma redução da diferença artério-venosa de oxigênio máxima em indivíduos destreinados, enquanto outros (Convertino, 1997; Saltin et alii, 1968) não observaram modificação nesta variável após o período de destreinoamento físico.

O curso temporal e a magnitude de perda das adaptações adquiridas com o treinamento físico de "endurance" também são controversos na

literatura. A maioria dos estudos mostra que, as principais perdas ocorrem no período compreendido entre a segunda e a quarta semana de destreino físico, podendo retornar próximo aos valores pré-treino físico após alguns meses de inatividade física.

Conclui-se, então, que após um período de destreino físico o atleta é incapaz de manter o seu nível de "performance" semelhante ao atingido pós-treino, devido às perdas cardiovasculares e músculo-esqueléticas ocasionadas pelo período de inatividade.

### ABSTRACT

#### EFFECTS OF PHYSICAL DETRAINING ON ATHLETE PERFORMANCE: A REVIEW ABOUT SKELETAL MUSCLE AND CARDIOVASCULAR CHANGES

When athletes stop training, the skeletal muscle and cardiovascular adaptations to endurance physical training can be lost due to adjustments of the body systems to a decreased physiological stimulus by physical training. Significant reductions in maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ) have been reported to occur in a range of two to four weeks of physical detraining, resulting in an impairment of endurance performance. The initial decline in  $VO_{2max}$  is associated with a decrease in the maximal cardiac output due to a fall in stroke volume with no change in heart rate values. Physical detraining induces losses in skeletal muscle adaptations which result in decline of arterial-venous oxygen difference. This response contributes to a reduction in  $VO_{2max}$ . However, if the peak performance is achieved after several years of endurance training, physical trainers and coaches must be careful to avoid reductions on the athlete's competitive performance after a temporary exercise training interruption. The purpose of this review was to describe the time course and loss magnitude of physiological adaptations induced by detraining as well as the mechanisms involved in such adaptations.

UNITERMS: Physical detraining; Cardiovascular and skeletal muscle adaptations; Maximal oxygen uptake; Exercise physiology.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOMQUIST, C.G.; SALTIN, B. Cardiovascular adaptations to physical training. *Annual Reviews in Physiology*, v.45, p.169-89, 1983.
- BLOOMFIELD, S.A. Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.29, n.2, p.197-206, 1997.
- BOLTER, C.P.; ATKINSON, K.J. Influence of temperature and adrenergic stimulation on rat sinoatrial frequency. *American Journal of Physiology*, v.254, p.840-4, 1988.
- BRANDÃO, M.U.P.; WANJNGARTEN, M.; RONDON, E.; GIOGI, M.C.P.; HIRONAKA, F.; NEGRÃO, C.E. Left ventricular function during dynamic exercise in untrained and moderately trained subjects. *Journal of Applied Physiology*, v.75, n.5, p.1989-95, 1993.
- CHI, M.M.-Y.; HINTZ, C.S.; COYLE, E.F.; MARTIN III, W.H.; IVY, J.L.; NEMETH, P.M.; HOLLOSZY, J.O.; LOWRY, O.H. Effects of detraining on enzymes of energy metabolism in individual human muscle fibers. *American Journal of Physiology*, v.244, p.C276-87, 1983.
- CONVERTINO, V.A. Cardiovascular consequences of bed rest: effect on maximal oxygen uptake. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.29, n.2, p.191-6, 1997.
- CONVERTINO, V.A.; BISSON, R.; BATES, D.; GOLDWATER, D.; SANDLER, H. Effects of antiorthostatic bed rest on the cardiorespiratory responses to exercise. *Aviation Space Environmental Medicine*, v.52, p.251-5, 1981.
- CONVERTINO, V.A.; SANDLER, H.; WEBB, P.; ANNIS, J.F. Induced venous pooling and cardiorespiratory responses to exercise after bed rest. *Journal of Applied Physiology*, v.52, n.5, p.1343-8, 1982.
- COYLE, E.F. Destreino e retenção das adaptações induzidas pelo treinamento. In: AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. *Prova de esforço e prescrição de exercício*. Rio de Janeiro, Revinter, 1994. Cap.12, p.80-6.
- COYLE, E.F.; HEMMERT, M.K.; COGGAN, A.R. Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume. *Journal of Applied Physiology*, v.60, n.1, p.95-9, 1986.

- COYLE, E.F.; MARTIN, W.H.; BLOOMFIELD, S.A.; LOWRY, O.H.; HOLLOSZY, J.O. Effects of detraining on responses to submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.59, n.3, p.853-9, 1985.
- COYLE, E.F.; MARTIN, W.H.; SINACORE, D.R.; JOYNER, M.J.; HAGBERG, J.M.; HOLLOSZY, J.O. Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. **Respiratory Environmental Exercise Physiology**, v.57, n.6, p.1857-64, 1984.
- CRANDALL, C.G.; ENGELKE, K.A.; PAWELCZYK, J.A.; RAVEN, P.B.; CONVERTINO, V.A. Power spectral and time based analysis of heart rate variability following 15 days simulated microgravity exposure in humans. **Aviation Space Environmental Medicine**, v.65, p.1105-9, 1994.
- DEITRICK, J.E.; WHEDON, G.D.; SHORR, E.; TOSCANI, V.; DAVIS, V.B. Effects of immobilization upon various metabolic and physiologic functions of normal men. **American Journal of Medicine**, v.4, p.3-25, 1948.
- EHSANI, A.J.; HAGBERG, J.M.; HICKSON, R.C. Rapid changes in left ventricular dimensions and mass in response to physical conditioning and deconditioning. **American Journal of Cardiology**, v.42, p.52-56, 1978.
- EKBLOM, B.; KILBOM, A.; MALMFORS, T.; SIGVARDSSON, K.; SVANFELDT, E. Sympathectomy and pharmacological blockade in trained rats. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.89, p.283-5, 1973.
- EVANGELISTA, F.S.; MARTUCHI, S.E.D.; NEGRÃO, C.E.; BRUM, P.C. Detraining effects on the autonomic regulation of heart rate and  $VO_{2max}$  in rats. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.5, p.S225, 1999. Supplement.
- GEORGIEVSKIY, V.A.; KAKURIN, L.I.; KATKOVSKII, B.S.; SENKEVICH, Y.A. Maximum oxygen consumption and functional state of the circulation in simulated zero gravity. In: LAUER, N.V.; KOLCHINSKAYA, A.Z., eds. **The oxygen regime of the organism and its regulation**. Kiev, Naukova Dumka, 1966. p.181-4.
- GREENLEAF, J.E.; BERNAUER, E.M.; ERTL, A.C.; TROWBRIDGE, T.S.; WADE, C.E. Work capacity during 30-days of bad rest with isotonic and isokinetic exercise training. **Journal of Applied Physiology**, v.67, p.1820-6, 1989.
- HAMMOND, H.A.; WHITE, F.C.; BRUNTON, L.L.; LONGHURST, J.C. Association of decreased myocardial  $\beta$ -receptors and chronotropic response to isoproterenol and exercise in pigs following chronic dynamic exercise. **Circulation Research**, v.60, p.720-6, 1987.
- HENRIKSSON, J.; REITMAN, J.S. Time course of changes in human skeletal muscle succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.99, p.91-7, 1977.
- HOUSTON, M.E.; BENTZEN, H.; LARSEN, H. Interrelationships between skeletal muscle adaptations and performance as studied by detraining and retraining. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.105, p.163-70, 1979.
- HUGHSON, R.L.; SUTTON, J.R.; FITZGERALD, J.D.; JONES, N.L. Reduction of intrinsic sinoatrial frequency and norepinephrine response of the exercised rat. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v.55, p.813-20, 1977.
- JOHNSON JUNIOR, R.L. Oxygen transport. In: WILLERSON, J.T.; SANDERS, C.A., eds. **Clinical cardiology**. New York, Grune & Stratton, 1977. p.74-84.
- KLAUSEN, K.; ANDERSEN, L.B.; PELLE, I. Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme levels during training and detraining. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.113, p.9-16, 1981.
- LAMB, L.E.; JOHNSON, R.L.; STEVENS, P.M. Cardiovascular deconditioning from space cabin simulator confinement. **Aerospace Medicine**, v.35, p.420-8, 1964.
- MADSEN, K.; PEDERSEN, P.K.; DJURHUUS, M.S.; KLITGAARD, N.A. Effects of detraining on endurance capacity and metabolic changes during prolonged exhaustive exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.75, n.4, p.1444-51, 1993.
- MALHOTRA, A.; BHAN, A.; SCHEUER, J. Cardiac actomyosin ATPase activity after prolonged physical conditioning and deconditioning. **American Journal of Physiology**, v.230, n.6, p.1622-5, 1976.
- MAUGHAN, R. Physiology and nutrition for middle distance and long distance running. In: LAMB, D.R.; MURRAY, R., eds. **Perspectives in exercise science and sports medicine**. Indianapolis, Benchmark Press, 1990. p.329-71.
- MOORE, R.L.; THACKER, E.M.; KELLEY, G.A.; MUSCH, T.I.; SINOWAY, L.I.; FOSTER, V.L.; DICKINSON, A.L. Effect of training/detraining on submaximal exercise responses in humans. **Journal of Applied Physiology**, v.63, n.5, p.1719-24, 1987.
- MORGAN, T.E.; COBB, L.A.; SHORT, F.A.; ROSS, R.; GUNN, D.R. Effect of long-term exercise on human muscle mitochondria. In: PERNOW, B.; SALTIN, B., eds. **Muscle metabolism during exercise**. New York, Plenum, 1971. p.87-95.
- NEGRÃO, C.E.; FORJAZ, C.L.M.; RONDON, M.U.P.B.; BRUM, P.C. Adaptação cardiovascular ao treinamento físico dinâmico. In: **SOCESP-Cardiologia, atualização e reciclagem**. São Paulo, Atheneu, 1996. v.2, p.532-540.

- NEUFER, P.D. The effect of detraining and reduced training on the physiological adaptations to aerobic exercise training. *Sports Medicine*, v.8, n.5, p.302-21, 1989.
- ROWELL, L.B. **Humam circulation: regulation during physical stress.** New York, Oxford University, 1986.
- RUPP, H. Polymorphic myosin as the common determinant of myofibrillar ATPase in different haemodynamic and thyroid states. *Basic Research Cardiology*, v.77, p.34-46, 1982.
- SALTIN, B.; ASTRAND, P.O. Maximal oxygen uptake in athletes. *Journal of Applied Physiology*, v.23, p.353-8, 1967.
- SALTIN, B.G.; BLOMQUIST, J.H.; MITCHELL, R.L.; JOHNSON, J.; WILDENTHAL, K.; CHAPMAN, C.B. Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation*, v.7, p.1-78, 1968. Supplement.
- SALTIN, B.G.; ROWELL, L.B. Functional adaptations to physical activity and inactivity. *Federation Proceedings*, v.39, p.1506-13, 1980.
- SCHAEFER, M.E.; ALLERT, J.A.; ADAMS, H.R.; LAUGHLIN, M.H. Adrenergic responsiveness and intrinsic sinoatrial automaticity of exercise-trained rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.24, n.8, p.887-94, 1992.
- SCHEUER, J.; BHAN, A.K.; PENPARGKUL, S.; MALHOTRA, A. Effects of physical training and detraining on intrinsic cardiac control mechanisms. *Advances in Cardiology*, v.18, n.2, p.15-25, 1976.
- SCHRYVER, C.; MERTENS-STRYTHAGEN, J. Heart tissue acetylcholine in chronically exercised rats. *Experientia*, v.31, n.3, p.316-8, 1975.
- SMITH, D.P.; STRANSKY, F.W. The effect of training and detraining on the body composition and cardiovascular response of young women to exercise. *Journal of Sports Medicine*, v.16, p.112-20, 1976.
- STREMEL, R.W.; CONVERTINO, V.A.; BERNAUER, E.M.; GREENLEAF, J.E. Cardiorespiratory deconditioning with static and dynamic leg exercise during bed rest. *Journal of Applied Physiology*, v.41, n.6, p.905-9, 1976.
- TAKEDA, N.; NAKAMURA, I.; OKUBO, T.; NAGANO, M. Altered myocardial contractility and energetics in hypertrophied myocardium. *Japanese Circulation Journal*, v.54, n.5, p.540-6, 1990.
- TAYLOR, H.L.; HENSCHER, A.; BROZEK, J.; KEYS, A. Effects of bed rest on cardiovascular function and work performance. *Journal of Applied Physiology*, v.2, p.223-39, 1949.
- WERLE, E.O.; STROBEL, G.; WEICKER, H. Decrease in rat cardiac beta-1 and beta-2 adrenoceptors by training and endurance exercise. *Life Science*, v.46, n.1, p.9-17, 1990.

Recebido para publicação em: 20 abr. 1999

Revisado em: 29 fev. 2000

Aceito em: 13 mar. 2000

ENDEREÇO: Fabiana de Sant'Anna Evangelista  
Laboratório de Fisiologia da Atividade Motora  
Depto. de Biodinâmica do Mov. do Corpo Humano  
Escola de Educação Física e Esporte- USP  
Av. Prof. Mello Moraes, 65  
05508-900- São Paulo- SP- BRASIL



## **REVISTA PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA NORMAS PARA PUBLICAÇÃO**

1. A Revista Paulista de Educação Física é uma publicação da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, que tem por objetivo publicar pesquisas que contribuam para o avanço do conhecimento acerca do movimento humano relacionado à Educação Física e Esporte. Serão considerados para publicação investigações originais, artigos de revisão e ensaios, sob condição de serem contribuições exclusivas para esta Revista, ou seja, que não tenha sido, nem venham a ser publicadas em outros locais.
2. Os artigos de revisão deverão representar uma significativa contribuição à área, os autores deverão ter um reconhecido destaque na área específica de conhecimento e somente serão publicados a convite do Conselho Editorial. Entretanto, um artigo de revisão poderá ser submetido à Revista sem consulta prévia. Se a Revista considerá-lo como uma excepcional contribuição à área, o artigo será aceito para publicação.
3. Todos os textos e ilustrações publicados tornar-se-ão propriedade da Revista Paulista de Educação Física. Os trabalhos não aceitos para publicação ficarão à disposição do autor. A responsabilidade pelas afirmações e opiniões contidas nos trabalhos caberá inteiramente ao(s) autor(es). Autores nacionais deverão enviar textos em português (com exceção do “abstract” em inglês). Autores estrangeiros deverão enviar os textos em inglês.
4. O processo de revisão duplo-cego é usado na análise do trabalho.
5. A Revista Paulista de Educação Física requer que todos os procedimentos apropriados para obtenção do consentimento dos sujeitos para participação no estudo tenham sido adotados. Não há necessidade de especificar os procedimentos, mas deve ser indicado no texto que o consentimento foi obtido. Estudos que envolvem experimentos com animais devem conter uma declaração na seção “Método” que os experimentos foram realizados em conformidade com a regulamentação sobre o assunto adotada no país.
6. Os originais deverão conter de 15 a 40 laudas, incluindo resumo, tabelas, ilustrações e referências bibliográficas. Deverão ser enviados o original e duas cópias completas, datilografadas em espaço duplo, com 24 linhas de 65 caracteres cada. O formato do papel deverá ser A4.
7. A página-título deverá conter apenas o título, o(s) nome(s), o(s) da(s) instituição(ões) e endereço para correspondência. Autores múltiplos devem ser listados em ordem de proporcionalidade do envolvimento no estudo. A página-resumo deverá conter um resumo com não mais de 20 linhas de 65 caracteres cada, num único parágrafo, especificando o objetivo do trabalho, uma breve descrição da metodologia, os principais achados e as conclusões. A página de “abstract” deverá conter a versão do título e do resumo em inglês, observando-se as mesmas orientações para o resumo em português. Os unitermos também deverão ser traduzidos. As notas de rodapé deverão ser evitadas; quando necessárias, que sejam colocadas no final do texto, antes das referências bibliográficas.
8. O sistema de medidas básico a ser utilizado na Revista deverá ser o “Système International d’Unités. Como regra geral, só deverão ser utilizadas abreviaturas e símbolos padronizados. Se abreviações não padronizadas forem utilizadas, recomenda-se a definição das mesmas no momento da primeira aparição no texto.
9. As páginas deverão ser numeradas no canto superior, a começar da página-título e deverão estar arrumadas na seguinte ordem: página-título, página-resumo (incluindo os unitermos), texto, página de “abstract” (incluindo os “uniterms”), referências bibliográficas, títulos e legendas de tabelas e ilustrações originais.
10. As ilustrações deverão ser numeradas com algarismos arábicos na ordem que são inseridas no texto e apresentadas em folhas separadas. O mesmo procedimento deverá ser observado quanto às tabelas que receberão numeração independente. Os números deverão aparecer também nas costas de todos os originais e cópias para melhor identificação. Legendas para as ilustrações e tabelas deverão ser datilografadas em espaço duplo, em uma página separada, colocada após a lista de referências que segue o texto. A posição de cada ilustração ou tabela no texto, deverá ser indicada na margem esquerda do trabalho. As fotografias deverão ser em branco e preto e em papel brilhante, com dimensões mínimas de 12 x 17 cm e máxima de 17 x 22 cm. Apenas um conjunto de fotografias originais e mais dois conjuntos de cópias serão suficientes. Todas as ilustrações devem ser profissionalmente preparadas. Não serão aceitas letras manuscritas.
11. Algarismos arábicos deverão ser usados para numeração de todas as tabelas. Cada tabela deverá ter um cabeçalho breve e os títulos das colunas deverão, sempre que possível, ser abreviados. As tabelas não deverão duplicar material do texto ou das ilustrações. Casas decimais não significativas deverão ser omitidas. Linhas horizontais deverão ser traçadas acima das tabelas, logo abaixo dos títulos das colunas e abaixo da tabela. Não deverão ser usadas linhas verticais. Se necessário, espaços entre as colunas deverão ser usados, ao invés de linhas verticais. Anotações nas tabelas deverão ser indicadas por asteriscos. Para atender às necessidades de diagramação e paginação, todas as ilustrações poderão reduzidas.
12. Referências bibliográficas: as condições exigidas para fazer referências às publicações mencionadas no trabalho serão estabelecidas segundo as orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), expressas na norma NB-66 (NBR 6023). Indicar todos os autores (não utilizar “et alii”). Colocar os títulos dos periódicos por extenso.
13. O original, as duas cópias completas e o disquete deverão ser enviados ao Diretor Responsável da Revista Paulista de Educação Física, Av. Prof. Mello Moraes, 65, CEP 05508-900, Butantã, São Paulo - SP.

