

# Resposta da razão testosterona/cortisol durante o treinamento de corredores velocistas e fundistas

CDD. 20. ed. 612.044

Herbert Gustavo SIMÕES\*  
Fabiana MARCON\*\*  
Flávia de OLIVEIRA\*\*\*  
Carmen Silvia Grubert CAMPBELL\*\*  
Vilmar BALDISSERA\*\*\*\*  
Luis Fernando Bicudo Pereira COSTA ROSA\*\*

\* Universidade Católica de Brasília.  
\*\* Universidade de Mogi das Cruzes.  
\*\*\* Universidade de São Paulo.  
\*\*\*\* Universidade Federal de São Carlos.

## Resumo

A razão entre as concentrações dos hormônios Testosterona e Cortisol (T/C) tem sido utilizada para um melhor controle das cargas de treinamento. Os objetivos deste estudo foram investigar e comparar o comportamento da razão T/C e sua relação com o volume e intensidade realizados durante um período de treinamento de atletas velocistas e fundistas. Corredores velocistas (CV-25,8 ± 3,5 anos; 174 ± 7,2 cm, 71,1 ± 3,7 kg; n = 6) e fundistas (CF-27,5 ± 8,7 anos, 174 ± 3,8 cm, 67,7 ± 5,8 kg; n = 6), executaram o seguinte teste padronizado de corrida pré e pós um mesociclo de treino: 1 x 500 m à máxima intensidade e 6 x 800 m progressivos. Sangue venoso (5 ml) foi coletado em repouso, após a corrida de 500 m e ao final de 6 x 800 m para determinação das concentrações de testosterona e cortisol (radioimunoensaio). Os fundistas realizaram um maior volume de treinamento, enquanto os velocistas realizaram treinamentos de menor volume, porém mais intensos e com maior participação anaeróbia. Não houve diferença significativa para os valores médios da razão T/C para ambos os grupos após o período de treinamento. No entanto, quando se observa o comportamento individual da razão T/C, nota-se uma resposta adaptativa adequada para alguns indivíduos e inadequadas para outros, sendo que a maior incidência de queda da razão T/C foi observada entre os CF. Conclui-se que a utilização da razão T/C para o controle das cargas de treinamento deve ser feita individualmente, e que aparentemente esta variável sofre uma maior influência do volume do treinamento do que da intensidade do mesmo.

UNITERMOS: Testosterona; Cortisol; Corredores; Treinamento; RazãoT/C; Lactato mínimo.

## Introdução

Durante um período de treinamento podem ocorrer adaptações fisiológicas em resposta à sobrecarga aplicada, resultando em melhora no desempenho desportivo. No entanto, muitas vezes uma relação inadequada entre o volume (ex: distância de corrida) e a intensidade do treinamento (ex: velocidade de corrida) pode resultar em condições indesejáveis como "overtraining" (FRY, KRAEMER & RAMSEY, 1998). Segundo VERVOORN, QUIST, VERSMULST, ERICK, DE VRIES e THJISEN (1991), o processo de "overtraining" está associado a uma recuperação incompleta entre as sessões de treinamento. Como sintomas do "overtraining" destacam-se a

fadiga crônica, perda do apetite, diminuição da performance, aumento da frequência cardíaca de repouso, infecções frequentes, distúrbios do sono, alterações de humor e o desinteresse geral do atleta pelo treino (MACKINNON, 2000; NOAKES, 1991).

Segundo BANFI, MARINELLI, ROI e AGAPE (1993), a mensuração periódica dos hormônios esteróides testosterona e cortisol pode auxiliar no controle da sobrecarga aplicada durante um período de treinamento atlético. O comportamento destes hormônios pode indicar se está ocorrendo uma resposta adaptativa ou não ao programa de exercícios realizado. O testosterona é um hormônio anabólico,

enquanto o hormônio cortisol, cuja produção é aumentada em situações de estresse (como o treinamento intenso e de longa duração), está relacionado com o catabolismo dos tecidos muscular esquelético e adiposo (HOFFMAN, FALK, RADOM-ISAAC, WEINSTEIN, MAGAZANIK & YAROM, 1997). Assim, a razão entre as concentrações plasmáticas destes dois hormônios pode ser utilizada como sinalizadora do nível de anabolismo/catabolismo apresentado pelo praticante.

Pesquisas recentes têm investigado o comportamento da razão Testosterona /Cortisol (T/C) durante o treinamento. VERVOORN et al. (1991) observaram, durante um período de treinamento intensivo em remadores (fundistas), sinais de recuperação incompleta naqueles atletas que apresentaram uma diminuição maior que 30% na razão T/C em repouso. Em estudo semelhante, BANFI et al. (1993) investigaram, durante um macrociclo de treinamento, o comportamento da razão T/C em patinadores velocistas e também verificaram sinais de recuperação incompleta (síndrome do

“overreaching”) em atletas que apresentavam, na condição de repouso, diminuição maior do que 30% na razão T/C ao longo do período estudado. Porém, verifica-se que a literatura internacional não apresenta nenhum estudo comparando o comportamento destas variáveis hormonais entre velocistas e atletas de endurance (fundistas), cujas vias metabólicas estressadas durante os treinos são diferentes (NEWSHOLME, LEECH & DUESTER, 1994).

Os atletas velocistas realizam treinos de maior intensidade e menor volume enfatizando mais o sistema anaeróbio de produção de energia, enquanto que para fundistas a via metabólica mais estressada durante os treinos é a via aeróbia, realizando-se treinos de maior volume e menor intensidade (NEWSHOLME, LEECH & DUESTER, 1994; NOAKES, 1991).

Assim, o objetivo deste estudo foi comparar o comportamento dos hormônios testosterona, cortisol e da razão T/C entre corredores velocistas e fundistas, e sua relação com o volume e intensidade dos treinamentos realizados por estes atletas.

## Métodos

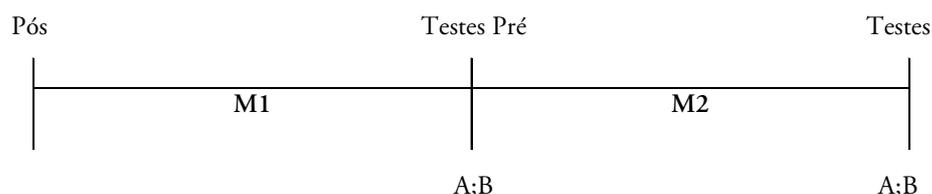
Os procedimentos utilizados no presente estudo foram aprovados pelo “Comitê de Ética de Pesquisa Experimental em Seres Humanos” da Universidade de Mogi das Cruzes. Participaram deste estudo 12 corredores, do sexo masculino, sendo seis velocistas (CV- 25,8 ± 3,5 anos; 174 ± 7,2 cm; 71,1 ± 3,7 kg) e seis fundistas (CF- 27,5 ± 8,7 anos; 174 ± 3,8 cm; 67,7 ± 5,8 kg). Os voluntários passaram por exames médicos prévios, foram informados sobre os riscos e benefícios dos testes a que seriam submetidos, e finalmente assinaram um termo de consentimento concordando em participar do estudo.

Os atletas vinham cumprindo normalmente o programa de treinamento proposto pelos seus treinadores, encontravam-se no primeiro mesociclo de treino (após a transição/férias) denominado de mesociclo 1 (M1), e estavam prestes a iniciar o segundo mesociclo de treinamento, denominado mesociclo 2 (M2). Cada mesociclo de treinamento teve duração aproximada de oito semanas.

Durante os mesociclos estudados (M1 e M2), realizou-se um registro diário dos treinamentos realizados por cada participante, relatando o tipo, intensidade, duração e frequência dos exercícios que integraram seu programa de treinamento. O conhecimento detalhado do treinamento diário realizado foi importante para caracterizar o mesmo, possibilitando assim relacionar os volumes e intensidades com as variáveis hormonais, composição corporal e performance mensuradas no presente estudo, além de comparar o comportamento destas variáveis entre os grupos de velocistas e fundistas.

## Testes realizados

Os voluntários foram submetidos a uma bateria de testes padronizados. Os testes foram realizados na pista de atletismo da Faculdade de Educação Física da Universidade de Mogi das Cruzes - SP, para realização de dosagens hormonais e lactacidêmicas nos momentos pré e pós M2 (ESQUEMA 1).



ESQUEMA 1 - Representação dos períodos de treinamento e testes realizados.

Segundo VAN CAUTER e TUREK (1995) e REILLY, ATKINSON e WATERHOUSE (1997) os maiores valores para a concentração de cortisol circulante têm sido relatados no período da manhã. Assim, para se evitar interferência do ritmo circadiano sobre a concentração do cortisol, os testes físicos e coletas sanguíneas foram realizados entre 9 h e 10 h da manhã, conforme sugerido por THUMA, GILDERS, VERDUN e LOUCKS (1995). A mensuração da lactacidemia e dos hormônios cortisol e testosterona foi realizada em repouso e durante os testes de esforço. A composição corporal dos participantes também foi mensurada, utilizando-se do método de dobras cutâneas proposto por GUEDES e GUEDES (1991).

### Teste padronizado de exercício

Antes de iniciarem o teste, os voluntários executaram um aquecimento prévio, composto por uma corrida moderada com duração de cinco minutos e exercícios gerais de alongamento durante 10 minutos. Após o aquecimento, os atletas realizaram um "sprint" de 500 m rasos à máxima intensidade possível, e após oito minutos de pausa iniciaram um teste progressivo constituído de seis séries de corrida de 800 m com 45 segundos de pausa entre elas. As intensidades destas séries progressivas de 800 m foram de 84, 87, 90, 93, 96 e 99% da velocidade média obtida em um teste máximo de 3000 m, o qual foi realizado anteriormente à participação no presente estudo. Durante o teste progressivo (6 x 800 m) foi emitido estímulo sonoro para o controle da intensidade (velocidade) durante cada série de 800 m. Sangue venoso foi coletado da veia superficial do antebraço

antes de iniciar o teste (repouso), no primeiro minuto após "sprint" de 500 m, bem como ao final das seis séries progressivas de 800 m. O comportamento da lactacidemia durante este teste possibilitou a determinação da velocidade de corrida correspondente ao lactato mínimo dos participantes (FIGURA 1), conforme descrito em estudo anterior (SIMÕES, CAMPBELL, BALDISSERA, DENADAI & KOKUBUN, 1999). O protocolo do lactato mínimo consiste em um teste incremental precedido por um exercício máximo para indução de acidose láctica (no presente estudo utilizou-se de "sprint" de 500 m). Assim, durante os estágios iniciais do teste incremental, a remoção de lactato sanguíneo supera a produção do mesmo até um momento a partir do qual a produção passa a predominar sobre a remoção, e o lactato sanguíneo volta a se acumular novamente (FIGURA 1). Dessa maneira, a intensidade de exercício correspondente à menor concentração de lactato durante o teste é utilizada como intensidade do lactato mínimo (LM). Estudos anteriores tem evidenciado que a intensidade do LM corresponde tanto à máxima fase estável de lactato, quanto à transição aeróbia-anaeróbia dos processos de produção de energia (SIMÕES, CAMPBELL, KUSHNICK, NAKAMURA, KATSANOS, BALDISSERA & MOFFATT, 2003; SIMÕES et al., 1999; TEGT BUR, BUSSE & BRAUMANN, 1993). No presente estudo, a velocidade correspondente ao LM ( $249,6 \pm 32,9 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $265,3 \pm 18,8 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ) respectivamente para corredores velocistas e fundistas foi importante para analisarmos em quais intensidades relativas do LM os participantes realizaram seus treinamentos, nos diferentes mesociclos estudados (M1 e M2).

A - Avaliações biométricas e dosagens hormonais em repouso; B - Teste padronizado de corrida (1 x 500 m e 6 x 800 m progressivos), com dosagens lactacidêmicas e hormonais durante exercício.  
M1: mesociclo de treinamento realizado antes dos testes pré M2; M2: mesociclo de treinamento realizado entre os testes pré e pós M2. Cada mesociclo teve duração aproximada de oito semanas.

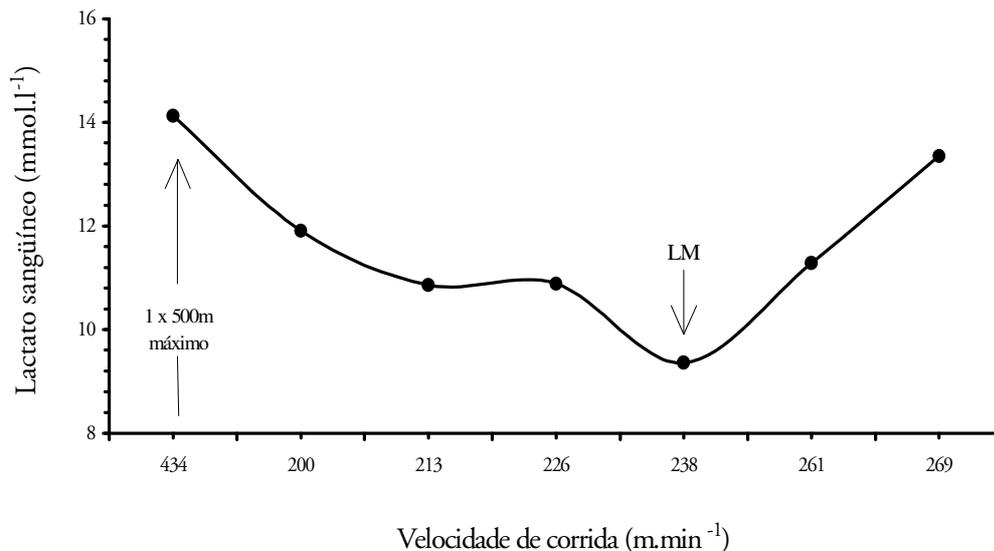


FIGURA 1 - Determinação do LM para um voluntário (V4) a partir de 1 x 500 m máximo e 6 x 800 m progressivos. A velocidade do LM foi de 238 m.min<sup>-1</sup>.

### Coleta sanguínea e dosagens laboratoriais

Utilizando-se de luvas cirúrgicas, agulhas e seringas descartáveis, 5 ml de sangue venoso foram coletados da veia superficial do antebraço antes do início do teste (repouso), após a corrida de 500 m e ao final das seis séries de 800 m. O procedimento de coletas sanguíneas foi realizado por um profissional qualificado da área de saúde (Biomédico). As amostras de sangue foram depositadas em tubos de ensaio contendo 50 µl de uma solução de heparina diluída em solução fisiológica (500 µl de heparina para cada 1500 µl de solução), sendo imediatamente centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos, para que o plasma sanguíneo fosse separado. As amostras de plasma eram mantidas e transportadas em gelo seco até o laboratório onde foram congeladas a -80 °C. Para as dosagens hormonais, foram utilizadas alíquotas a partir de 1 ml do plasma coletado, e as concentrações de testosterona e cortisol foram determinadas por técnicas de radioimunoensaio utilizando-se um contador radioativo (Contador Gama Cobra) e os valores de testosterona e cortisol foram expressos em ng.dl<sup>-1</sup> e µg.dl<sup>-1</sup> respectivamente.

A lactacidemia foi determinada eletroenzimaticamente (YSI 2300S) ao final de cada série de exercício, a partir de 25 µl de sangue capilarizado coletados do lóbulo da orelha e depositados em tubos Eppendorf (OLIVEIRA, MARCON, CAMPBELL & SIMÕES, 2002). Os tubos Eppendorf continham 50 µl de solução

de fluoreto de sódio 1%, que é hipotônica em relação às hemácias, provocando hemólise e inibição da glicólise, prevenindo assim a coagulação sanguínea e a produção de lactato pelas hemácias (SIMÕES, CAMPBELL, BALDISSERA, DENADAI & KOKUBUN, 1998).

### Determinação da razão testosterona/cortisol (T/C)

A razão T/C foi determinada pré e pós M2, através da divisão da concentração livre de testosterona pela concentração livre de cortisol plasmáticos (VERVOORN et al., 1990).

### Tratamento estatístico

Os resultados foram expressos como média (± desvio padrão). Teste t-student pareado foi aplicado para verificar as diferenças pré e pós M2, em cada grupo. O teste Anova foi aplicado para verificar as diferenças entre as variáveis estudadas pré e pós M2, nas condições de repouso e exercício, para ambos os grupos. Teste de Correlação de Pearson foi aplicado para verificar a relação entre as variáveis estudadas. O nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

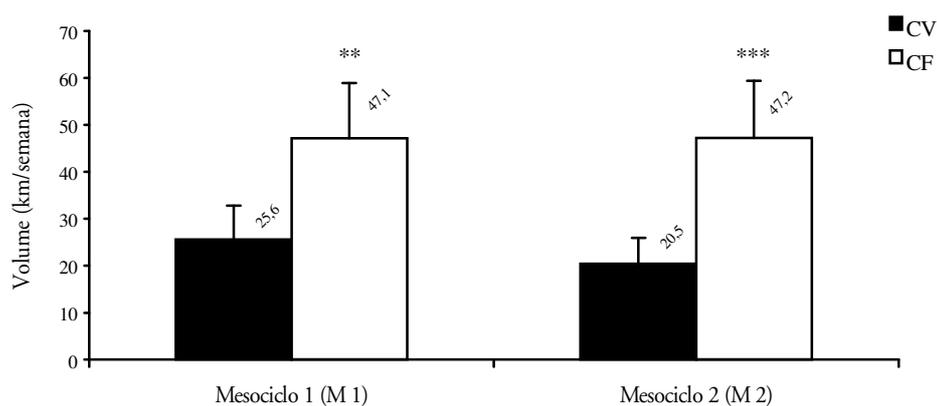
As avaliações biométricas (TABELA 1) não apresentaram mudanças significativas em ambos os grupos após treinamento ( $p > 0,05$ ). O grupo de CF realizou um volume total de treinamento (km/semana) significativamente maior do que o grupo CV ( $p < 0,01$ ) tanto no M1 quanto no M2 (FIGURA 2). Durante o M2 tanto CV quanto CF aumentaram significativamente a porcentagem do volume de treino realizado acima da intensidade do LM ( $p < 0,001$ ; FIGURA 3). Contudo, o volume relativo realizado por CV em intensidades acima do LM foi maior quando

comparado a CF, caracterizando um treinamento mais intenso.

Os registros diários dos treinamentos evidenciaram que os participantes realizavam ainda sessões envolvendo outros tipos de exercícios além da corrida. Verificou-se que os CV realizaram um volume de exercícios de musculação e pliometria superior ao de CF, o que pode ser observado na TABELA 2. As FIGURAS 4 e 5 apresentam os volumes de treinamento realizados em intensidades relativas ao LM durante M2, para todos os participantes do grupo de CV e CF respectivamente.

TABELA 1 - Características biométricas pré e pós treinamento (M2) para os participantes do grupo de CV (n = 6) e CF (n = 6).

	CV			CF		
	Peso (kg)	Gordura (%)	Massa Magra (kg)	Peso (kg)	Gordura (%)	Massa Magra (kg)
Pré	71,1 ± 3,7	8,1 ± 3,0	65,2 ± 3,3	67,7 ± 5,8	9,7 ± 4,4	60,9 ± 6,6
Pós	70,7 ± 3,3	7,7 ± 3,9	65,3 ± 4,2	67,1 ± 6,8	7,9 ± 3,4	60,6 ± 3,3



\*\* $p < 0,05$ ; \*\*\* $p < 0,001$  em relação a CV.

FIGURA 2 - Volume de treinamento semanal realizado durante M1 e M2 para ambos os grupos.

\* p < 0,05; \*\* p < 0,01;  
 \*\*\* p < 0,001 em relação  
 a M1. + p < 0,05; \*\* p <  
 0,01; \*\*\* p < 0,001 em  
 relação à variável cor-  
 respondente para CV,  
 dentro de cada período  
 estudado (M1 e M2).

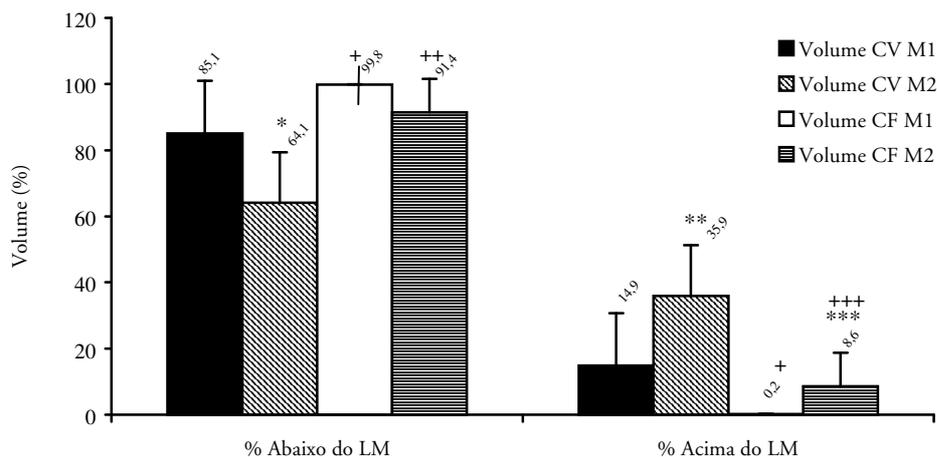


FIGURA 3 - Volume relativo de treinamento (% do volume semanal) realizado em intensidades abaixo e acima do LM, durante M1 e M2 para CV e CF.

TABELA 2 - Tipos de exercícios adicionais (além do treinamento de corrida) realizados por ambos os grupos.

Tipos de exercícios / treinamento realizado	CV	CF
Saltos pliométricos	200 saltos/ semana	-
Musculação - Força	2 exercícios para cada grupo muscular, sendo 2 x 6 repetições máximas, 2 x / semana	2 exercícios para cada grupo muscular, sendo 2 x 15 a 20 repetições, 2 x semana
Alongamento	15 min /dia	15 min / dia
Flexibilidade	40 min 3x / semana	-

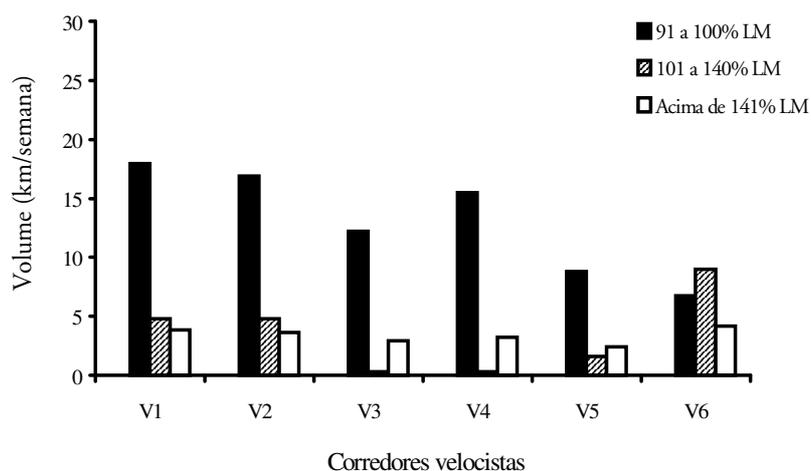


FIGURA 4 - Volume de treinamento semanal (km/semana) realizado durante o M2 em diferentes intensidades relativas (%) do LM, para cada participante do grupo de CV (V1 a V6 – voluntários 1 a 6).

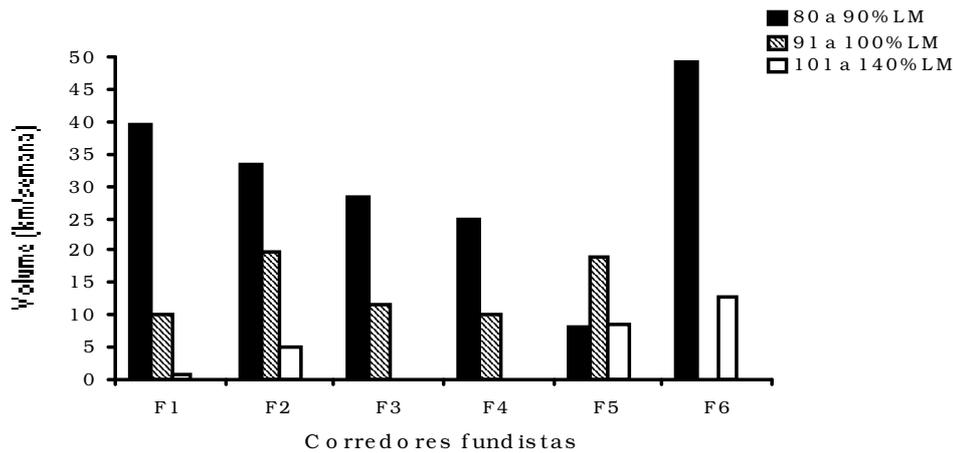


FIGURA 5 - Volume de treino semanal (km/semana) realizado durante o M2 em diferentes intensidades relativas (%) do LM, para cada participante do grupo de CF (F1 a F6 – voluntários 1 a 6).

Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre pré e pós M2, para os valores médios da razão T/C nas condições repouso, após “sprint” de 500 m e após seis séries de 800 m progressivas, para ambos os grupos ( $p > 0,05$ ; FIGURA 6). As concentrações de testosterona foram maiores para CV em relação a CF em todas as condições (repouso, após 500 m e após 6 x 800 m) apenas nos testes pré M2

( $p < 0,05$ ; FIGURA 7). As concentrações médias de cortisol apresentaram diferenças significativas em relação ao repouso somente após as seis séries de 800 m realizadas durante os pré M2, tanto para CV quanto para CF. Já para os testes realizados pós M2, apenas CV apresentaram diferenças estatisticamente significativas para a resposta do cortisol após as 6 x 800 m em relação ao repouso ( $p < 0,05$ ; FIGURA 8).

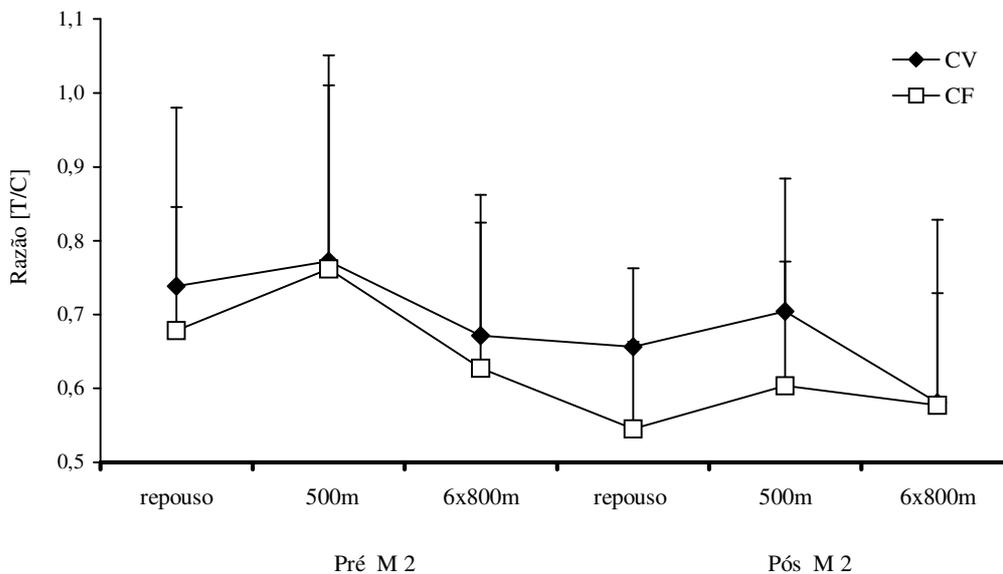


FIGURA 6 - Valores médios da razão T/C pré e pós M2, na condição de repouso e durante o teste de exercício padronizado, para CV e CF.

\* p < 0,05; \*\* p < 0,01 e relação ao momento correspondente para CF.

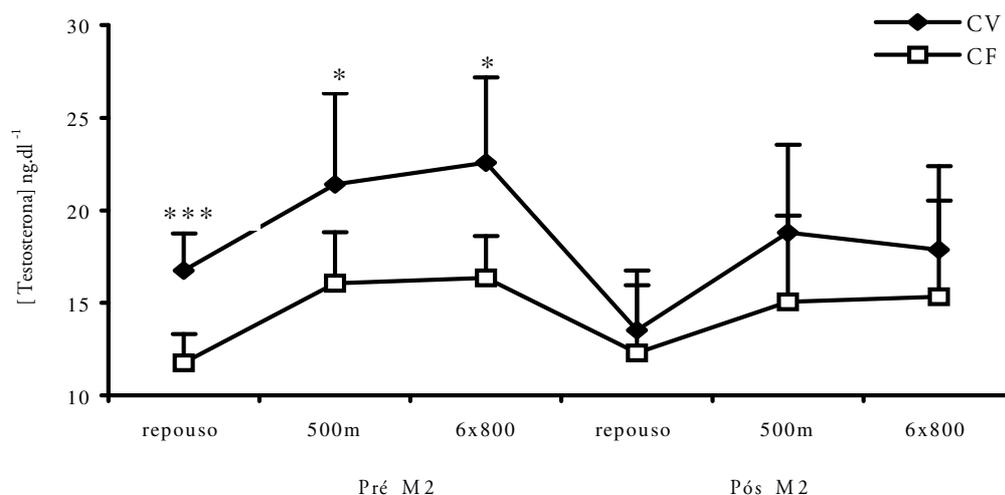


FIGURA 7 - Resultados médios da concentração de Testosterona pré e pós M2, na condição de repouso e durante o teste de exercício padronizado para ambos os grupos estudados (CV e CF).

\*p < 0,05 em relação aos valores de repouso pré M2 para ambos os grupos; +p < 0,05 em relação ao valor de repouso pós M2 para CV.

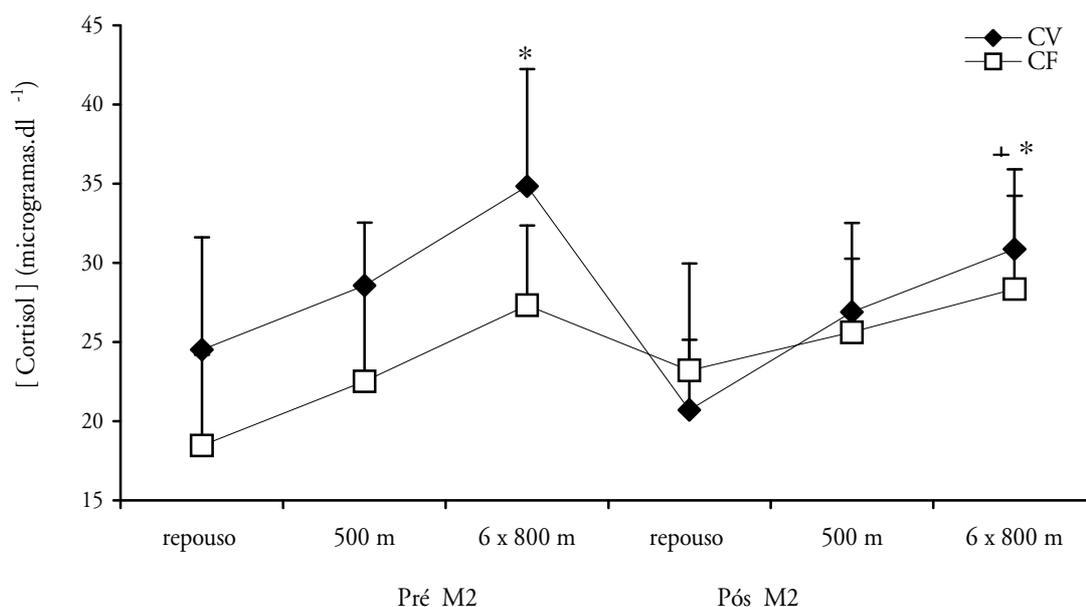
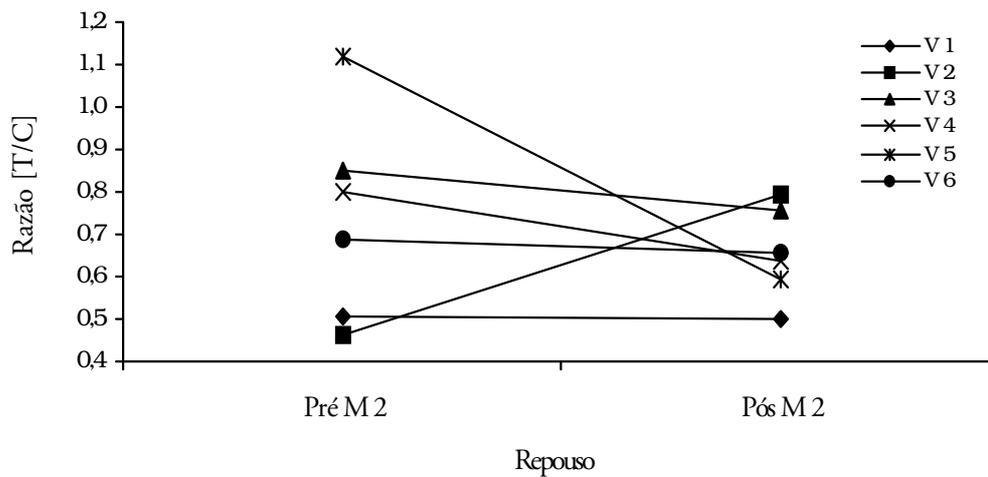


FIGURA 8 - Resultados médios da concentração de Cortisol pré e pós M2, na condição de repouso e durante o teste de exercício padronizado, para ambos os grupos estudados (CV e CF).

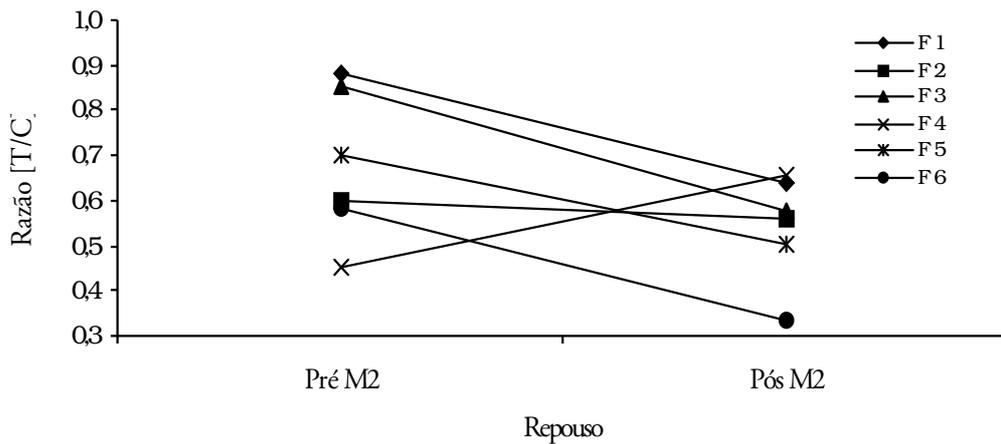
Embora não tenham sido verificadas diferenças estatisticamente significativas para os valores médios da razão T/C em ambos os grupos, pré e pós M2 (FIGURA 6), observando os resultados

individualmente na condição de repouso, pré e pós M2 (FIGURAS 9 e 10), verifica-se que há uma diminuição da razão T/C para alguns participantes, principalmente entre os participantes do grupo CF.



Os valores são referentes à condição de repouso, pré e pós M2. Apenas o voluntário V5 apresentou queda maior que 30% na razão T/C pós M2.

FIGURA 9 - Comportamento individual da razão da T/C para os participantes do grupo de CV.



Os valores referem-se à condição de repouso, pré e pós M2. Os voluntários F1, F3 e F6 apresentaram queda maior que 30% na razão T/C pós M2.

FIGURA 10 - Comportamento individual da razão da T/C para os participantes do grupo de CF.

As correlações entre as principais variáveis investigadas durante M2 para todos os participantes juntos (CF e CV;  $n = 12$ ), bem como para CF e CV em separado estão apresentadas na TABELA 3. Quando os resultados de todos os voluntários foram analisados conjuntamente (CF e CV,  $n = 12$ ), o volume total de treinamento (Km/semana) correlacionou-se positivamente com as concentrações basais de cortisol ( $r = 0,61$ ;  $p = 0,03$ ). Similarmente, altas correlações também foram observadas

entre o volume total de treinamento e as concentrações basais de cortisol ( $r = 0,747$ ;  $p = 0,05$ ) e testosterona ( $r = 0,866$ ;  $p = 0,03$ ) para CF.

Já para CV, o volume realizado acima do LM é que apresentou correlação significativa (TABELA 3) com as concentrações basais de cortisol ( $r = 0,848$ ;  $p = 0,032$ ) e testosterona ( $r = 0,808$ ;  $p = 0,05$ ). Correlação negativa foi observada entre a razão T/C e o Volume de treinamento realizado acima LM para CF.

TABELA 3 - Correlações existentes entre as concentrações basais de Cortisol, Testosterona e Razão T/C com o Volume Total (km/semana) e com as % do Volume Total Realizado em Intensidades Acima do Lactato Mínimo, em pós M2, para todos os participantes juntos (CV e CF), e para CF e CV em separado.

Cortisol, Testosterona e Razão T/C - referentes ao repouso (pós M2). Volume total - Volume de treinamento (km/semana) realizado durante M2. %Volume acima LM - Volume relativo (% do volume total) do treino de corrida que foi realizado em intensidades acima do ao lactato mínimo, durante M2.	Dados correlacionados	CV e CF (n = 12)	CF (n = 6)	CV (n = 6)
	Cortisol vs Volume total		r = <b>0,614</b> ; p = <b>0,03</b>	r = <b>0,747</b> ; p = <b>0,05</b>
Cortisol vs %Volume acima LM		r = 0,221; p = 0,49	r = 0,513; p = 0,26	r = <b>0,848</b> ; p = <b>0,032</b>
Testosterona vs Volume total		r = 0,302; p = 0,34	r = <b>0,866</b> ; p = <b>0,03</b>	r = 0,467; p = 0,35
Testosterona vs %Volume acima LM		r = 0,399; p = 0,20	r = -0,12; P = 0,81	r = <b>0,808</b> ; p = <b>0,05</b>
Razão T/C vs Volume total		r = - 0,350; p = 0,26	r = - 0,005; p = 0,10	r = 0,053; p = 0,92
Razão T/C vs %Volume acima LM		r = 0,175; p = 0,59	r = - <b>0,846</b> ; p = <b>0,03</b>	r = 0,071; p = 0,89
$\Delta$ da Razão T/C vs Volume total		r = - 0,15; p = 0,64	r = - 0,51; p = 0,30	r = 0,68; p = 0,13
$\Delta$ da Razão T/C vs %Volume acima LM		r = 0,092; p = 0,77	r = - 0,489; p = 0,32	r = 0,15; p = 0,77

## Discussão

Os resultados das variáveis biométricas sugerem que as cargas de treinamento foram adequadas no sentido de não resultar em condição predominantemente catabólica, pois não houve diminuição de massa magra para ambos os grupos estudados (TABELA 1). No entanto, o volume (FIGURA 2) e intensidade dos treinamentos (FIGURA 3) foram significativamente diferentes entre CV e CF.

Os CV realizaram treinos de menor volume (FIGURA 2) e maior intensidade (FIGURA 3), especialmente durante o M2, quando os treinamentos tornaram-se mais específicos, explorando-se mais o componente anaeróbico para CV. Durante o M2, ambos os grupos aumentaram a intensidade de seus treinamentos, ou seja, passaram a realizar uma maior porcentagem de seu treinamento acima da velocidade do LM, de acordo com a especificidade de cada modalidade esportiva. Durante o M2 o grupo CF realizou em média 8,6% de seu volume de treinamento acima do LM, enquanto que o grupo CV realizou em média 35,9% de seu volume de treinamento em intensidades acima do LM (FIGURA 3). Estes resultados estão de acordo com o proposto por WEINECK (1999) e NOAKES (1991). Segundo

estes autores, corredores fundistas devem realizar um maior volume total de treinamento em relação a corredores velocistas, enquanto velocistas realizam treinamento de menor volume explorando intensidades mais elevadas e com alto componente anaeróbico. Pode-se observar nas FIGURAS 4 e 5 quais foram as intensidades relativas em que o treinamento foi realizado para cada um dos participantes do presente estudo, em ambos os grupos. Durante o M2 o grupo de CF realizou um maior volume de treino, porém em intensidades mais baixas (entre 80 e 90% da velocidade do LM - FIGURAS 3 e 5), enquanto que o grupo de CV realizou um volume semanal bem menor, porém em intensidades mais elevadas (FIGURAS 3 e 4).

Com relação ao comportamento médio da razão T/C (FIGURA 6), não houve diferença significativa após o período estudado, porém a concentração de testosterona (FIGURA 7) mostrou uma tendência de queda nas condições de repouso e exercício após M2 para CV.

As concentrações de testosterona em repouso e exercício pré M2 estavam mais elevadas para CV quando comparadas a CF ( $p < 0,05$ ), sendo que

esta diferença deixou de existir após o M2. Esta tendência de queda na concentração de testosterona para velocistas pode estar relacionada ao aumento da intensidade do treinamento realizado durante M2 para estes participantes. Tem sido sugerido que corredores fundistas podem apresentar aumento na concentração basal do hormônio prolactina em resposta ao treinamento (SMALLRIDGE, WHORTON, BURMAN & FERGUSON, 1985), com consequente diminuição da concentração de testosterona circulante. No entanto, este tipo de resposta ainda não foi investigada em corredores velocistas.

O aumento nos níveis circulantes de prolactina tem sido sugerido como um dos principais responsáveis pela inibição na liberação de gonadotropinas pelo hipotálamo (FAGLIA, BRECK-PECCOZ & TRAVAGLINI, 1977). Durante um programa de exercícios realizados cronicamente, tanto o aumento da secreção de um fator hipotalâmico de liberação de prolactina, bem como uma aumentada produção e secreção hipofisária deste hormônio, poderiam desencadear uma inibição na produção e secreção de hormônio luteinizante pela adenohipófise, com consequente diminuição na produção de testosterona pelos testículos (LEHMANN, KNIZIA, GASTMANN, PETERSEN, KHALAF, BAUER, KERP & KEUL, 1993). No entanto, mais recentemente STRÜDER, HOLLMANN, PLATEN, ROST, WEICKER e WEBER (1998) compararam a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal de indivíduos sedentários e atletas de endurance idosos, que realizavam regularmente corridas de longa duração de baixa intensidade (65% do  $VO_{2max}$ ), e não foram observadas alterações significantes na concentração de testosterona circulante entre os grupos. Uma possível diminuição na atividade do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, que resultaria em diminuição na concentração de testosterona circulante, parece depender da relação entre volume e intensidade dos treinamentos realizados. A literatura é carente sobre a relação entre volumes e intensidades de treinamento e seus efeitos sobre os níveis de hormônios esteróides circulantes. No presente estudo, a tendência de queda na concentração de testosterona entre os testes pré e pós M2, foi observada apenas para o grupo de CV (FIGURA 7) que se exercitou em intensidades mais elevadas que CF (FIGURAS 3 a 5), sugerindo que a intensidade seja mais importante do que o volume para desencadear um efeito inibitório sobre os níveis basais de testosterona plasmática. É possível que exista uma relação volume-intensidade a partir da qual a atividade do eixo

hipotálamo-hipófise-gonadal sofra inibição com consequente diminuição na concentração de testosterona plasmática. No entanto, a possível existência de um limiar de relação volume-intensidade ainda não foi investigada.

Com relação à resposta do cortisol durante o exercício padronizado realizado nos testes pré e pós M2 do presente estudo, observou-se um aumento significativo na concentração ao final de 6 x 800 m, quando comparado à condição de repouso (FIGURA 8). Vários autores têm sugerido aumento nas concentrações plasmáticas de cortisol durante exercício extenuante. Em situações de estresse (exercício físico intenso e prolongado, dor, calor, etc.) ocorre aumento nos níveis cerebrais de dopamina e norepinefrina, desencadeando um aumento na secreção hipotalâmica de fatores de liberação hormonal. Estes fatores promovem por sua vez um aumento na secreção de hormônios hipofisários como ACTH (adrenocorticotropina), resultando em maior secreção de cortisol pelo córtex das glândulas adrenais. O efeito da intensidade de exercício sobre a resposta do cortisol plasmático tem sido descrito por FARREL, GARTHWAITE e TRAVAGLINI (1983). Segundo estes autores, apesar dos mecanismos responsáveis pelo aumento da secreção de cortisol em exercícios de alta intensidade ainda não terem sido totalmente esclarecidos, tem sido verificada alta correlação entre o aumento na concentração de lactato sanguíneo e o aumento nas concentrações de ACTH e cortisol plasmáticos durante exercícios de alta intensidade. Um possível mecanismo responsável por este aumento na resposta do cortisol seria a hipóxia induzindo maior estimulação hipotalâmica, resultando em aumento na secreção de fator de liberação adrenocorticotrópico com consequente ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e aumento do cortisol circulante, como já foi demonstrado experimentalmente em animais e em humanos (RAFFY, TZANKOFF & FITZGERALD, 1981; SUTTON, 1978). O protocolo empregado no presente estudo caracterizou-se como um exercício de alta intensidade, suficiente para desencadear um aumento na concentração de cortisol plasmático.

Apesar da ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal ser altamente sensível à intensidade do exercício (SIMÕES, 2002), esta ativação é lenta (BRENNER, SHEK, ZAMECNIK & SHEPHARD, 1998). KINDERMANN, SCHNABEL, SCHIMIT, BIRO, CASSENS e WEBER (1982) relataram uma elevação da concentração de cortisol depois de 15 min da realização de um exercício intenso. No entanto, tem

sido sugerido que este aumento é mais pronunciado em exercícios intensos de longa duração (BRENNER et al., 1998; SHINKAI, WATANABE, ASAI & SHECK, 1996). Segundo BRENNER et al. (1998), a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal pode levar de 20 a 30 minutos para resultar em aumento nas concentrações circulantes de glicocorticóides, e exercícios de curta duração podem resultar em pouco ou nenhum aumento na secreção de cortisol. Além disso, tem sido demonstrado que a repetição de séries de exercício intermitente resulta em respostas mais acentuadas na liberação de hormônios metabólicos quando comparado a uma série única de exercício (HOFFMAN et al., 1997; RAYNAUD, CAPDEROU, MARTINEAUD, BORDACHER & DURAND, 1983; WOUASSI, MERCIER, AHMAIDI, BRUN, MERCIER, ORSETTI & PRÉFAUT, 1997).

No presente estudo, a sessão padronizada de exercícios foi intermitente (1 x 500 m + 6 x 800 m), e teve duração total de aproximadamente 25 minutos, tendo sido suficiente para resultar em aumento nos níveis de cortisol circulante em relação ao repouso durante os testes realizados em pré M2. Já durante os testes pós M2 estas respostas foram menos acentuadas (FIGURA 8). Durante os exercícios padronizados realizados em pós M2, a resposta do cortisol foi menor para ambos os grupos quando comparada aos testes pré M2. Este comportamento do cortisol (FIGURA 8) sugere uma resposta adaptativa do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, em decorrência de um maior componente anaeróbio láctico durante os treinamentos realizados em M2 para ambos os grupos, conforme pode ser observado nas FIGURAS 3 a 5 do presente estudo. Nossos resultados estão de acordo com os estudos de LEHMANN et al. (1993) que evidenciaram uma diminuição na resposta dos hormônios ACTH e cortisol após seis semanas de treinamento de endurance em atletas recreacionais. Contudo, este tipo de resposta ainda não havia sido observado e descrito para atletas de potência como o grupo de CV do presente estudo.

Embora os valores médios da razão T/C não tenham apresentado uma queda significativa para ambos os grupos após M2 (FIGURA 6), quando se observa os resultados individualmente na condição de repouso (FIGURAS 9 e 10) nota-se que um participante (V5) do grupo de CV (FIGURA 9), e três participantes (F1, F3 e F6) do grupo CF (FIGURA 10) apresentaram uma diminuição maior do que 30% na razão T/C, e um dos participantes (F5) apresentou queda na razão T/C de aproximadamente 25%. Assim, nota-se que a incidência de queda

da razão T/C foi maior entre os participantes do grupo CF (FIGURA 10). O motivo de uma maior incidência de queda na razão T/C entre CF deve-se principalmente em função de uma tendência de aumento na concentração de cortisol pós M2 (FIGURA 8), já que os valores médios da concentração basal de testosterona em pré e pós M2 para este grupo (CF) não apresentaram diferenças (FIGURA 7). Assim, apesar de não termos verificado diferenças significativas no comportamento médio da razão T/C para CF após M2, observamos uma maior incidência de queda da razão T/C entre os participantes deste grupo (queda maior que 30%) quando os resultados foram analisados individualmente (FIGURA 10). Assim, como CF realizou um maior volume total de treinamento quando comparado a CV, possivelmente seja esta a causa de uma maior incidência de queda da razão T/C entre os integrantes do grupo CF.

Já para o grupo de CV, apesar de uma tendência de queda na concentração basal de testosterona em pós M2 (FIGURA 7), este grupo também apresentou em pós M2 uma tendência de queda na concentração basal de cortisol (FIGURA 8). Assim, nenhuma alteração ou tendência de queda na razão T/C foi observada, e apenas um voluntário apresentou queda maior que 30% na razão T/C entre os CV (FIGURA 9). O fato de CF terem apresentado uma maior incidência de queda na razão T/C sugere que o volume provavelmente seja mais importante do que a intensidade do treinamento para desencadear diminuição na razão T/C em atletas corredores.

Segundo VERVOON et al. (1991) e BANFI et al. (1993), se a diminuição da razão for maior do que 30% o indivíduo pode se encontrar em uma situação de cansaço e/ou uma recuperação incompleta, que geralmente é acompanhada pelos clássicos sintomas da síndrome do supertreinamento ("overtraining"), caracterizando uma condição de catabolismo, e prejudicando a resposta adaptativa aos treinamentos.

BANFI et al. (1993) investigaram o comportamento da razão T/C em patinadores velocistas que treinavam intensamente, e verificaram que um aumento abrupto no volume de treino era o principal fator responsável por uma queda maior que 30% na razão T/C. Estes autores observaram ainda que os atletas que apresentaram menor oscilação na razão T/C durante o macrociclo de treinamento, foram os atletas que também experienciaram melhora de performance na temporada de competição. No presente estudo, observamos que apenas o grupo de

CV (que apresentou menor incidência de queda na razão T/C) é que obteve melhora de performance (quando mensurada pelo desempenho em corrida de 500 m máximo) após o período de treinamento estudado (TABELA 1). VERVOORN et al. (1991) investigaram o comportamento da razão T/C em seis remadores olímpicos, durante um período de nove meses de treinamento que antecederam os Jogos Olímpicos realizados em Seoul - Korea, 1988. Estes autores observaram decréscimo de 5 a 50% na razão T/C, para a maioria dos remadores, em períodos de treinamento de maior sobrecarga (maiores volumes e intensidades), sendo que esse comportamento da razão T/C se reverteu nos períodos de treinamento em que a sobrecarga diminuiu. Foi sugerido neste estudo que uma queda maior do que 30% na razão T/C pode indicar apenas uma situação de "overreaching" (recuperação incompleta/cansaço), mas que um declínio prolongado desta razão T/C (vários meses) poderia levar à condição de síndrome do supertreinamento ("overtraining"), com consequente decréscimo da performance atlética e problemas de saúde associados. Assim como no presente estudo, o estudo de VERVOORN et al. (1991) evidenciou que a queda na razão T/C deve-se tanto à diminuição na concentração de testosterona, quanto ao aumento na concentração de cortisol. No entanto, VERVOORN et al. (1991) observaram ainda, neste estudo com remadores, que a diminuição da sobrecarga de treinamento por um período de duas semanas era suficiente para reverter a queda observada na razão T/C dos participantes.

A maior incidência de queda da razão T/C no presente estudo foi observada entre CF (FIGURA 10), provavelmente devido a uma tendência de aumento na concentração basal de cortisol em M2 (FIGURA 8). A concentração basal de cortisol se correlacionou positivamente com o volume de treinamento de todos os participantes juntos (CF e CV, n = 12), mas principalmente entre CF (TABELA 3). No entanto, a porcentagem do volume de treinamento realizado acima do LM é que se correlacionou negativamente com valores da razão T/C pós M2 para CF (TABELA 3). Os resultados do presente estudo indicam que tanto o volume quanto a intensidade dos treinamentos podem interferir na razão T/C. No entanto, possivelmente um pequeno aumento na intensidade dos treinos sem uma redução significativa do volume (FIGURA 3) explique a maior incidência de queda na razão T/C entre CF (FIGURA 10).

Já para CV, que apresentaram uma menor incidência de queda menor que 30% na razão T/C

(FIGURA 9), apenas a % do volume total realizada acima do LM, e não o volume total de treinamento, é que se correlacionou positivamente com a concentração de cortisol pós M2 (TABELA 3), mesmo tendo este grupo de CV se exercitado em intensidades mais altas do que CF (FIGURAS 3, 4 e 5). Assim, a menor incidência de queda menor que 30% na razão T/C entre CV (FIGURA 9) possivelmente tenha ocorrido porque este grupo reduziu adequadamente o volume na medida em que as intensidades de treinamento foram aumentadas durante M2 (FIGURA 3).

Com relação ao hormônio testosterona, observamos altas correlações entre as concentrações basais de testosterona e o volume total de treino para CF, bem como entre testosterona e a porcentagem do volume total realizada acima do LM para CV (TABELA 3). Estes resultados sugerem que indivíduos apresentando maiores concentrações de testosterona podem recuperar-se mais rapidamente entre as sessões de treinamento, e conseqüentemente realizar um maior volume de treinamento específico. No caso de CF, seriam capazes de realizar um maior volume total de treino (de baixa intensidade), e os CV um maior volume de treinamento de alta intensidade (maior % do volume de treino acima do LM). Assim, a possibilidade de realizar um maior volume de treino, com uma recuperação otimizada, talvez explique as correlações positivas entre a concentração basal de testosterona e o volume de treino encontradas no presente estudo (TABELA 3).

O conhecimento das concentrações de testosterona e cortisol, e o comportamento da razão T/C durante um programa de treinamento (macrociclo), podem auxiliar treinadores e fisiologistas no controle das cargas de treinamento, maximizando assim a resposta adaptativa dos participantes ao treinamento realizado.

Uma diminuição da razão T/C maior que 30% pode indicar ao treinador a necessidade de reestruturar o treinamento aplicado, permitindo por exemplo um maior período de descanso entre as sessões de treinamento. Já a manutenção ou aumento da razão T/C poderia indicar uma resposta adaptativa a um programa de treinamento em que tanto a sobrecarga quanto os períodos de descanso provavelmente estavam adequados, e neste caso talvez a sobrecarga pudesse até mesmo ser aumentada. O conhecimento das concentrações dos hormônios testosterona e cortisol é importante para identificar respectivamente um possível estado anabólico e catabólico do atleta (ADLERCREUTZ,

HARKONEN, KUOPPASALMI, NAVERI, HUHTAMIENI, TIKKANEN, REMES, DESSYPRIS & KARVONEN, 1986), permitindo uma melhor interpretação do comportamento da razão T/C. No entanto, este tipo de interpretação deve ser individualizada, considerando também a sobrecarga (volume e intensidade) realizada por cada atleta durante o período de treinamento em questão. A tentativa

de se considerar valores médios de um grupo de atletas (e não o comportamento individual de variáveis como razão T/C, volume e intensidade), pode mascarar uma possível condição de “overreaching” (cansaço ou recuperação incompleta) ou “overtraining” (síndrome do super-treinamento) em algum atleta específico. Por esta razão as análises devem ser individuais.

## Conclusões

Concluimos que o grupo de corredores fundistas, que realizou treinamento de maior volume, apresentou maior incidência de queda na razão T/C quando comparado ao grupo de velocistas que realizou treinamento de menor volume e maior intensidade. Estes resultados sugerem que a razão T/C

seja mais influenciada pelo volume do que pela intensidade dos treinamentos, mas esta hipótese merece maiores investigações. Sugerimos ainda que a utilização da razão testosterona/cortisol para o controle das cargas de treinamento seja feita analisando-se cada atleta individualmente.

## Abstract

Response of the testosterone to cortisol ratio during training for sprinters and endurance runners

The testosterone/cortisol ratio (T/C) has been suggested for exercise evaluation and training control (BANFI et al., 1993). The purpose of this study was to investigate the plasma testosterone (T) and cortisol (C) responses during a period of training preparation for sprinters and endurance runners. Six endurance runners (ER;  $27.5 \pm 8.7$  years;  $174 \pm 3.8$  cm,  $67.7 \pm 5.8$  kg;  $n = 6$ ) and six sprinters (SR;  $25.8 \pm 3.5$  years;  $174 \pm 7.2$  cm,  $71.1 \pm 3.7$  kg;  $n = 6$ ) that were participating on the 1st phase (P1) of their training period volunteered to this study. The participants performed the following running test, before (pre) and after (post) accomplishing the 2nd phase (P2) of training: Standardized test of exercise- After an all-out 500 m for lactic acidosis induction, the subjects ran 6 x 800 m at intensities between 84 and 99% of their best 3 km performance. The levels of T and C were measured (radioimmunoassay) at rest and immediately after the 500 m all-out and at the end of the 6 x 800 m bouts. The ER performed a higher total training volume (TTV) with predominance of moderate to heavy intensity. The SR performed low TTV with a higher % of their TTV at higher intensities (heavy to severe intensities), mainly during P2. No differences were observed for the mean T/C results for both groups after P2. However, when the data are analyzed on individual basis, an adaptative response was observed for some athletes but not for others. A higher incidence of T/C decrease was observed for ER. It was concluded that the T/C ratio analyzes for training control must be done on individual basis. Also, volume instead of intensity of training seems to have higher influence on T/C ratio.

UNITERMS: Testosterone; Cortisol; Runners; Training; T:C ratio; Lactate minimum.

## Referências

- ADLERCREUTZ, H.; HARKONEN, M.; KUOPPASALMI, K.; NAVERI, H.; HUHTAMIENI, H.; TIKKANEN, H.; REMES, K.; DESSYPRIS, A.; KARVONEN, J. Effect training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their responses during physical exercise. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.7, p.27-8, 1986.
- BANFI, G.; MARINELLI, M.; ROI, G.S.; AGAPE, V. Usefulness of free testosterone/ cortisol ratio during season of elite speed skating athletes. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.14, p.373-9, 1993.
- BRENNER, J.; SHEK, P.N.; ZAMECNIK, J.; SHEPARD, R.J. Stress hormones and the immunological responses to heat and exercise. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.19, p.130-43, 1998.
- FAGLIA G.; BRECK-PECCOZ P.; TRAVAGLINI P. Functional studies in hyperprolactinemic states. In: CROSIGNANI, P.G.; ROBYN, C. (Eds.). *Prolactin and human reproduction*. New York: Academic Press, 1977. p.225.
- FARREL, P.A.; GARTHWAITE, T.L.; GUSTAFSON, A.B. Plasma adrenocorticotropin and cortisol responses to submaximal and exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental Exercise Physiology*, Bethesda, v.55, p.1441-4, 1983.
- FRY, A.C.; KRAEMER, W.J.; RAMSEY, L.T. Pituitary-adrenal gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.85, n.6, p.2352-9, 1998.
- GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E. Proposed equations for predicting the amount of body fat in young adults. *Semina*, Londrina, v.12, p.61-70, 1991.
- HOFFMAN, J.R.; FALK, B.; RADOM-ISAAC, S.; WEINSTEIN, Y.; MAGAZANIK, A.; YAROM, Y. The effect of environmental temperature on testosterone and cortisol responses to high intensity, intermittent exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.75, p.83-7, 1997.
- KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A.; SCHIMIT, W.N.; BIRO, G.; CASSENS, J.; WEBER, F. Catecholamine, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.49, p.389-99, 1982.
- LEHMANN, M.; KNIZIA K.; GASTMANN, U.; PETERSEN, K.G.; KHALAF, A.N.; BAUER, S.; KERP, L.; KEUL, J. Influence of 6 week, 6 days per week, training on pituitary function in recreational athletes. *British Journal of Sports Medicine*, London, v.27, p.186-92, 1993.
- MacKINNON, L.T. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and Cell Biology*, Victoria, v.78, p.502-9, 2000.
- NEWSHOLME, E.; LEECH, T.; DUESTER, G. **Keep on running: the science of training and performance**. Baffins Lane: John Wiley, 1994.
- NOAKES, T.D. **Overtraining: lore of running discover the science and spirit of running**. 3rd ed. Champaign: Leisure Press, 1991.
- OLIVEIRA, F.; MARCON, F.; CAMPBELL, C.S.G.; SIMÕES, H.G. Efeitos de diferentes tipos de recuperação pós-exercício sobre a lactacidemia e desempenho em esforços consecutivos. *Revista Motriz*, Rio Claro, v.8, p.9-15, 2002.
- RAFFY, J.; TZANKOFF, S.P.; FITZGERALD, R.S. ACTH and cortisol responses to hypoxia in dogs. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental Exercise Physiology*, Bethesda, v.51, p.1257-60, 1981
- RAYNAUD, J.; CAPDEROU, A.; MARTINEAUD, J-P.; BORDACHER, J.; DURAND, J. Intersubject variability in growth hormone time course during different types of work. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.55, p.1682-7, 1983.
- REILLY, T.; ATKINSON, G.; WATERHOUSE, J.M. **Biological rhythms and exercise**. Oxford: Oxford University Press, 1997.
- SHINKAI, S.; WATANABE, S.; ASAI, H.; SHEK, P.N. Cortisol responses to exercise and post-exercise suppression of blood lymphocyte sunset counts. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.17, p.597- 603, 1996.
- SIMÕES, H.G. **Respostas hormonais e metabólicas durante os testes de determinação do limiar anaeróbio individual e lactato mínimo**. 2002. 350 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; BALDISSERA, V.; DENADAI, B.S.; KOKUBUN, E. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em teste de pista para corredores. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.12, n.1, p.17-30, 1998.
- \_\_\_\_\_. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.80, p.34-40, 1999
- SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; KUSHNICK, M.R.; NAKAMURA, A.; KATSANOS, C.S.; BALDISSERA, V.; MOFFATT, R.J. Blood glucose threshold and the metabolic responses to incremental exercise tests with and without prior lactic acidosis induction. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.89, p.603-11, 2003.

- SMALLRIDGE, R.C.; WHORTON, N.E.; BURMAN, K.D.; FERGUSON, E.W. Effects of exercise and physical fitness on the pituitary-thyroid axis and prolactin secretion in male runners. *Metabolism*, New York, v.34, p.949-54, 1985.
- STRÜDER, K.H.; HOLLMANN, W.; PLATEN, P.; ROST, R.; WEICKER, H.; WEBWER, K. Hypothalamic-pituitary-adrenal and –gonadal axis function after exercise in sedentary and endurance trained elderly males. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.77, p.285-8, 1998.
- SUTTON, J.R. Hormonal and metabolic responses to exercise in subjects of high and low work capacities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.10, p.1-6, 1978.
- TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.25, p.620-7, 1993.
- THUMA, J.R.; GILDERS, R.; VERDUN, M.; LOUCKS, A.B. Circadian rhythm of cortisol confounds cortisol response to exercise: implications for future research. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.78, n.4, p.134-9, 1993.
- VAN CAUTER, E.; TUREK, F.W. Endocrine and other biological rhythms. In: De GROOT, L.G. *Endocrinology*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. p.2487-548.
- VERVOORN, C.; QUIST, A.M.; VERSMULST, L.J.M.; ERICK, W.B.M.; de VRIES, W.R.; THJISSEN, J.H.H. The behavior of the plasma free testosterone/ cortisol ratio during off season of elite rowing training. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.12, p.257- 63, 1991.
- WEINECK, J. *Treinamento ideal: instruções técnicas sobre desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil*. 9. ed. São Paulo: Manole, 1999.
- WOUASSI, D.; MERCIER, J.; AHMAIDI, S.; BRUN, J.F.; MERCIER, B.; ORSETTI, A.; PRÉFAUT, C.H. Metabolic and hormonal responses during repeated bouts of brief and intense exercise: effects of pre-exercise glucose ingestion. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.76, p.197-202, 1997.

ENDEREÇO

Herbert Gustavo Simões  
Universidade Católica de Brasília - UCB  
Programa de Mestrado em Educação Física - Sala 119  
QS 07, lote 1, EPCT Águas Claras  
72022-900 - Taguatinga - DF - BRASIL  
e-mail: hsimoes@pos.ucb.br

Recebido para publicação: 16/10/2002  
Revisado: 10/04/2003  
Aceito: 30/06/ 2003