

**ANDRÉ LUIS ZYTKOWSKI**

**EFEITO DO TREINAMENTO CONCORRENTE SOBRE A PERFORMANCE FÍSICA**

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharel em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Turma W: Prof. Iverson Ladewig



**CURITIBA**

**2005**

**ANDRE LUIS ZYTKOWSKI**

**EFEITO DO TREINAMENTO CONCORRENTE SOBRE A PERFORMANCE FÍSICA**

**Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharel em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.**

**ORIENTADOR: Dr. RAUL OSIECKI**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda a minha família, professores e colegas que me auxiliaram na minha formação acadêmica e na conclusão deste trabalho.

“Não há fatos eternos, como não há verdades absolutas”.

Nietzsche

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
<b>2.0 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	4
2.1 ADAPTAÇÕES DO TREINAMENTO DE FORÇA .....	4
2.2 ADAPTAÇÕES DO TREINAMENTO DE ENDURANCE .....	5
2.3 EFEITO CONCORRENTE .....	6
2.3.1 Hipótese aguda e crônica.....	7
2.3.2 Efeitos do treinamento concorrente sobre a capacidade aeróbica.....	8
2.3.3 Efeitos do treinamento concorrente sobre a força muscular .....	9
2.3.4 Efeitos do treinamento concorrente sobre as respostas hormonais.....	12
2.3.5 Efeitos do treinamento concorrente sobre o músculo esquelético .....	14
2.3.6 Efeitos do treinamento concorrente sobre a potência muscular.....	16
<b>3.0 METODOLOGIA</b> .....	18
<b>4.0 CONCLUSÃO</b> .....	19
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	21

## RESUMO

Este trabalho de revisão visa compreender quais são as respostas que os exercícios de endurance e de força, realizados juntos em um programa de treinamento, induzem ao organismo. A força máxima parece não ser afetada de forma negativa quando a realização dos treinamentos ocorre de forma periodizada. Parece que a resposta hormonal é diferenciada com relação aos treinamentos. Isto é observado principalmente com relação ao cortisol urinário, que apresenta um aumento crônico significativo após a realização do treinamento combinado comparado com o treinamento de força. Devido à função fisiológica do cortisol no metabolismo corporal, este aumento poderia ser um indicativo de catabolismo muscular o que atenuaria a hipertrofia das fibras musculares. Hipertrofia esta que está diretamente relacionada com o aumento de força máxima. Nos estudos que se realizaram análises histológicas da musculatura observaram-se, em sua maioria, uma atenuação da hipertrofia das fibras do tipo I no grupo que realizou treinamento concorrente comparado com o grupo que realizou treinamento de força somente. A causa desta atenuação da hipertrofia das fibras do tipo I permanece ainda sem explicação. As fibras parecem responder adaptativamente de forma diferenciada nos treinamento de força e endurance. A hipertrofia muscular total mensurada por ressonância magnética parece não ser afetada com o treinamento concorrente. A potência parece que é influenciada de forma negativa quando se realiza o treinamento concorrente principalmente devido a alterações nas respostas neurais mensuradas por eletromiografia nas contrações realizadas em alta velocidade.

Palavras Chave: Endurance, Força, Concorrente

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

A capacidade de um organismo se adaptar e otimizar a resposta fisiológica e morfológica é alvo de inúmeros estudos. Estes estudos têm como fim, compreender como o organismo se adapta a determinados estímulos e que protocolos específicos podem otimizar estes ganhos de forma mais eficaz e satisfatória possível.

O desporto de alto nível, a prática recreativa e a atividade física para controle ou melhora de certas condições adversas de saúde, necessita que este indivíduo realize atividades com as mais variadas características (BELL et all, 2000).

Estas atividades podem apresentar predominância de certos mecanismos fisiológicos para a geração de energia, ou seja, podemos ter atividades muito intensas e de curta duração ou atividades menos intensas e de longa duração, ou atividades que necessitem que estes mecanismos se adaptem conjuntamente. Neste contexto observamos que nosso organismo se adapta de forma específica ao estímulo que lhe é oferecido.

O uso de múltiplos componentes de condicionamento endereçado para neuromuscular força e saúde cardiovascular é uma importante parte da recomendação dos regimes de exercícios voltados à saúde (IZQUIERDO, 2005).

Tendo ciência deste panorama corpóreo e da necessidade que certas atividades físicas demandam ao organismo, Hickson em 1980 realizou uma pesquisa especificamente analisando a interação entre atividades de baixa intensidade e longa duração (endurance) e atividade de alta intensidade e pequena duração (trabalho voltado para o aprimoramento da força). Verificando que as duas poderiam apresentar uma certa “incompatibilidade”, devido a possíveis adaptações fisiológicas antagônicas.

Posteriormente ao estudo de Hickson a comunidade científica iniciou uma intensa busca para tentar compreender os mecanismos pelos quais este fenômeno é orientado e se realmente este efeito adaptacional é incompatível.

Nestes anos posteriores ao estudo de Hickson observa-se que varias pesquisas tem reportado algumas discrepâncias nos resultados obtidos que

parecem ser explicados pela variabilidade dos protocolos utilizados, com relação à frequência e volume dos treinamentos (IZQUIERDO et al, 2005).

A concorrência dos treinamentos parece colocar a fibra muscular frente ao dilema de tentar adaptar-se ao estímulo oxidativo para aumentar sua capacidade aeróbica e ao estímulo do treinamento pesado de força para aumentar sua capacidade de desenvolver força, influenciando assim a adaptação da fibra muscular ao estímulo de forma “antagônica” (KRAEMER et al, 1999).

Este efeito deletério do exercício de endurance sobre subsequente exercício de força pode estar também presente em uma adaptação metabólica aguda do organismo, proporcionando um efeito deletério em força a longo prazo (AOKI et al, 2003)

Portanto este trabalho visa através de uma revisão da literatura, compreender quais são as principais modificações na performance e nas adaptações fisiológicas, que o treinamento de característica combinada proporciona ao organismo.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A realização combinada dos exercícios de endurance e de força está presente em inúmeras atividades esportivas, tanto em alto nível como para fins de condicionamento físico e saúde. Portanto a compreensão das adaptações orgânico/fisiológicas do treinamento combinado, por parte dos profissionais que trabalham com o exercício, é essencial tanto na aquisição de altas performances como no aprimoramento de valências importantes para uma boa saúde.

Como é muito difícil observar uma atividade com características exclusivamente voltadas a força ou a endurance nos desportos ou na nossa vida cotidiana, a combinação das valências força e endurance deve ser analisada em qualquer programa desportivo.

Portanto, devido à importância da combinação destas variáveis este trabalho tem o intuito de investigar esta interação entre as modalidades de exercícios através de uma revisão da literatura, subsidiando os profissionais que trabalham com a prática esportiva sobre os efeitos que ambos exercícios de forma combinada produzem no organismo.

### 1.3 OBJETIVOS

Através de uma revisão da literatura, compreender de forma mais concreta as adaptações que ocorrem no organismo, quando o mesmo é submetido a um treinamento concorrente e qual é a influência desta respectiva adaptação na performance.

O principal enfoque deste trabalho foi com referência às adaptações que o treinamento de força combinado com o de endurance, promove nas variáveis relacionadas diretamente com a performance atlética.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ADAPTAÇÕES DO TREINAMENTO DE FORÇA

O aumento da secção transversa de músculo (hipertrofia) é uma das adaptações mais importantes do treinamento de força (KRAEMER, 1999). A hipertrofia muscular foi observada em animais e humanos submetidos ao treinamento de força, ocorrendo nas fibras musculares pré-existentes. Este aumento na área de secção transversa das fibras musculares já existentes é atribuído ao tamanho e ao aumento do número dos filamentos de actina e miosina e à adição de sarcômeros dentro das fibras musculares pré-existentes.(KRAEMER, 1999). Porém, esta adaptação hipertrófica não apresenta tanta magnitude em programas de treinamento de força de curto prazo (4 a 8 semanas) (KRAEMER, 1999).

Outro autor (FOSS, 2000), atribui a hipertrofia muscular aos seguintes fatores:

- ✓ Aumento no número e tamanho das miofibrilas por fibra muscular;
- ✓ Aumento na quantidade total de proteína contráctil, particularmente no filamento de miosina;
- ✓ Aumento na densidade capilar por fibra;
- ✓ Aumento nas quantidades e na força dos tecidos conjuntivos, tendinosos e ligamentares.

A melhora na qualidade das proteínas contrácteis do músculo é observada nas fases iniciais do treinamento pesado de força (KRAEMER, 1999).

Até o presente momento o aumento de força tem sido explicado pela hipertrofia das fibras musculares preexistentes. Mas, em um estudo com gatos e outro com ratos submetidos a um treinamento intenso de força ocorreu um aumento do número de fibras musculares (hiperplasia). No entanto, ainda há poucos estudos com humanos para que se afirme o mesmo para tal. (FOSS, 2000; KRAEMER, 1999).

No treinamento de força é observado também adaptação no tecido conjuntivo como aumento no tamanho e na força de ligamentos de tendões, ossos e na espessura das superfícies articulares da cartilagem hialina. (KRAEMER, 1999).

Já no início do treinamento de força ocorre uma modificação adaptativa das fibras musculares do tipo II. As fibras do subtipo IIB adquirem características do subtipo IIA, modificação esta que se mantém até que o treinamento cesse (destreino). Estas modificações são atribuídas a adaptações das proteínas da cadeia pesada. (KRAEMER, 1999).

Os ganhos iniciais de força no início do treinamento são atribuídos a fatores neurais. (KRAEMER, 1999; FOSS, 2000; MCARDLE, KATCH e KATCH, 2004). Estudos evidenciam que os fatores neurais são os mais significantes nos ganhos iniciais de força durante um período de 12 semanas (FOSS, 2000; ACSM, 2000), posteriormente ocorrendo, em maior parte, este ganho de força devido a fatores hipertróficos.

Estes fatores neurais são atribuídos ao impulso neural aumentado para o músculo, sincronização aumentada das unidades motoras, ativação aumentada do aparato contrátil e inibição dos mecanismos protetores do músculo. (KRAEMER, 1999).

## 2.2 ADAPTAÇÕES DO TREINAMENTO DE ENDURANCE

O treinamento de endurance promove uma infinidade de adaptações corporais. Podemos dividi-las em adaptações musculares e sistêmicas. Devido à característica deste trabalho vamos nos ater as adaptações músculo esqueléticas somente (FOSS, 2000).

Entre as adaptações localizadas nos músculos, observamos o aumento na mioglobina, a melhor oxidação dos carboidratos, melhor oxidação de gorduras. Estas adaptações estão associadas a uma maior vantagem com relação à oxidação de substratos proporcionando ao indivíduo uma maior eficiência em atividades de longa duração e baixa intensidade (FOSS, 2000).

O potencial aeróbico global do músculo aumenta igualmente nas fibras do tipo I e tipo II. Estas fibras se adaptam bioquimicamente aumentando a capacidade das mesmas em suportar o stress oxidativo (FOSS, 2000).

Com o início do treinamento de endurance começa um processo adaptativo, no qual, observa-se uma conversão das fibras do IIb (extremamente glicolíticas) para as fibras do tipo IIA (glicolíticas oxidativas rápidas) (FOSS, 2000).

As demais alterações bioquímicas, segundo Foss (2000), são resumidas a seguir:

- ✓ Aumento no número e no tamanho das mitocôndrias.
- ✓ Maior atividade das enzimas do ciclo de Krebs e do sistema de transporte de elétrons.
- ✓ Maiores reservas musculares de glicogênio
- ✓ Maiores reservas de triglicéridios musculares.
- ✓ Maior atividade das enzimas que participam na ativação no transporte e na oxidação dos ácidos graxos.

### 2.3 EFEITO CONCORRENTE

Na realização de uma atividade esportiva ou atlética podemos observar uma demanda dos mais variados movimentos, que podem necessitar em sua execução de uma ampla gama de variáveis a níveis fisiológicos, psicológicas e anatômicas, ou seja, um processo de adaptação orgânico como um todo em todas as suas estâncias.

Devido a estas adaptações que nosso organismo realiza de forma específica e individualizada a cada estímulo que ele recebe, o processo de treinamento deste organismo deve ser pautado em atividades que sejam as mais próximas da realidade do movimento possível. Neste caso, devemos ter plena ciência das adaptações que o organismo realiza a cada estímulo que ele é submetido e a partir deste conhecimento determinar a melhor forma de treinamento. Portanto, o treinamento deve levar em consideração a especificidade do movimento e a aplicabilidade do mesmo na atividade atlética.

Considerando estes processos que o organismo é submetido com o treinamento, o tempo de execução de um movimento, bem como a intensidade que este impõe ao organismo, promovem adaptações diferenciadas, o que de forma mais ampla interfere no gesto atlético e conseqüentemente na performance que o mesmo será realizado.

Quando nos referimos mais especificamente às realizações atléticas que envolvem as valências, força e resistência (endurance), observamos uma certa diferenciação significativa nas suas respectivas adaptações orgânicas, devido à especificidade que estas apresentam. Enquanto os estímulos voltados mais

especificamente para a aquisição orgânica da valência força, de forma pura, são pautados em mecanismos fisiológicos que provem energia de forma mais imediata e intensa, os estímulos de resistência utilizam-se de mecanismos, para a obtenção desta mesma energia, mais lentos e menos intensos, o que de fato, pode inferir uma certa incompatibilidade entre os treinamentos, inferência esta que providenciou a criação do termo na literatura, para se referir a tal fenômeno, de “treinamento concorrente”.

Segundo Kraemer (1999), a concorrência dos treinamentos coloca a fibra muscular frente ao dilema de tentar adaptar-se ao estímulo oxidativo para aumentar sua capacidade aeróbica e ao estímulo do treinamento pesado de força para aumentar sua capacidade de desenvolver força, influenciando assim a adaptação da fibra muscular ao estímulo de forma “antagônica”.

### 2.3.1 Hipótese aguda e crônica

Em um trabalho de revisão realizado por Leveritt et al (1999), ele enumera duas hipóteses para esta interação deletéria, na força, no treinamento concorrente, que são denominadas pelo autor de hipótese crônica e hipótese aguda.

A hipótese crônica assinala que as adaptações específicas do treinamento de força, quando realizado o treinamento concorrente, não possibilitam que o músculo esquelético se adapte metabólica e morfológicamente, isto porque muitas adaptações a nível muscular são diferentes entre o treinamento de força e de endurance (LEVERITT et al, 1999). Nesta hipótese, o treinamento de força seria realizado normalmente, porém, as adaptações em força estariam comprometidas (interferência pós-exercício caracterizando um processo crônico) (AOKI et al, 2003).

A hipótese aguda explicita que a fadiga residual do componente endurance do treinamento concorrente compromete a habilidade de desenvolver tensão durante a componente força. (LEVERITT et al, 1999). Neste caso, a falta de adaptação estaria relacionada à incapacidade de realizar o treinamento de força adequadamente por algumas condições adversas induzidas pelo exercício de endurance (AOKI et al, 2003).

A hipótese da interferência aguda é sustentada pelo estudo de Craig e colaboradores (1991), citado por Aoki et al (2003), que verificou o desenvolvimento de força nos membros inferiores. Este estudo observou o comprometido da força pela realização previa de corridas.

A possível explicação para este efeito agudo debilitante sobre a atividade de força, pós-exercício de endurance, estaria relacionada segundo Leveritt et al (1999), a fadiga periférica, danos na musculatura e depleção de glicogênio, este ultimo, que em estudo de Aoki et al (2003), mostrou não ser aparentemente uma possível causa do efeito agudo, deletério em força.

### 2.3.2 Efeitos do treinamento concorrente sobre a capacidade aeróbica.

Diversos estudos têm analisado os efeitos sobre a capacidade aeróbica no treinamento concorrente, evidenciando que o consumo máximo de oxigênio nem a endurance é comprometida pela execução simultânea do treinamento de força e endurance (KRAEMER et al, 1999).

Há evidências bastante sólidas na literatura para respaldar a colocação de Kraemer (1999), podemos comprovar isto no estudo de Hickson et al (1980), o qual realizou um treinamento de 10 semanas. Neste estudo o grupo de força realizou um treinamento com sessões que duravam em torno de 30 a 40 minutos, 5 dias na semana e o de endurance em sessões que duravam 40 minutos, 6 dias por semana, o treinamento concorrente era a junção de ambos os treinamentos. O resultado foi que o VO<sub>2</sub>max aumentou similarmente (25%) nos grupos de endurance e concorrente. Anos mais tarde Dudley et al (1985) realizou um estudo de 7 semanas em que o grupo de força realizou 2 séries de 30 segundos de extensão de pernas em um dinamômetro isocinético, 3 vezes por semana, o grupo de endurance, realizou um treinamento de 5 minutos de exercício em cicloergometro, próximo do VO<sub>2</sub>max, 3 vezes por semana, o grupo concorrente realizou o mesmo treinamento de ambos os grupos em dias alternados. O resultado foi que o treinamento de endurance e o treinamento combinado obtiveram aumentos semelhantes no VO<sub>2</sub>max (18%). Em estudo com militares, Kraemer et al (1995) realizou um treinamento de 12 semanas, e todos os grupos realizaram o treinamento 4 vezes por semana (segunda e terça/quinta e sexta) de forma periodizada, sendo que o treinamento de força era dividido em força pura e

hipertrofia e o de endurance em treinamento contínuo e intervalado de 80 a 100 % do VO<sub>2</sub>max. Constatou aumentos similares nos grupos que realizaram treinamento combinado e de endurance.

No mesmo ano do estudo de Kraemer et all (1995), Mccarthy et all (1995) realizou um trabalho com um treinamento de 3 dias por semanas durante 10 semanas, o protocolo do treinamento de força foi de 4 séries de 5 a 7 repetições de 8 exercícios e o de endurance consistia em 50 min de bicicleta a 70% da frequência cardíaca de reserva. A conclusão deste estudo foi que o similar aumento achado no VO<sub>2</sub> pico no treinamento de endurance apenas e no treinamento combinado indica que o desenvolvimento da potência aeróbica ocorre independente da performance do treinamento de força.

E, por fim, no mais recente estudo analisando o assunto Bell et all (2000), em 12 semanas de treinamento, sendo que o treinamento de força foi realizado 3 vezes por semana (4 a 12 repetições de 2 a 6 series), treinamento de endurance foi realizado também 3 vezes por semana (a 90% do VO<sub>2</sub>max), e o treinamento combinado 6 vezes na semana, sendo que o treinamento de força e endurance eram realizados em dias alternados e tinham os mesmos protocolos dos treinamentos separados. Obtendo também como resultado que ambos os grupos de endurance e o de treinamento combinado não apresentaram diferença significativa no VO<sub>2</sub>max depois do treinamento.

Contudo, apesar da maioria dos estudos apresentarem resultados semelhantes com relação à respectiva variável, Nelson et all (1990) realizou um treinamento de 20 semanas. Passadas as primeiras 11 semanas de estudo o aumento foi similar para o grupo que treinou somente endurance e ou grupo que realizou treinamento combinado, mas com o passar das semanas (20 semanas) o aumento do grupo que realizou treinamento combinado foi significativamente menor comparado ao grupo de endurance.

Portanto, apesar de existirem estudos conflitantes parece mais plausível que o treinamento concorrente não apresenta perda na capacidade aeróbica.

### 2.3.3 Efeitos do treinamento concorrente sobre a força muscular.

Os efeitos do treinamento concorrente sobre a força muscular são muito discutidos na literatura, devido a um número extremamente significativo de

estudos que em sua metodologia utiliza-se de protocolos e populações extremamente diferenciados com relação à intensidade e o volume de seus respectivos treinamentos (BELL et al, 2000).

Portanto, a análise dos resultados obtidos com relação ao presente tema deve ser cautelosa com relação aos protocolos do treinamento e com o tempo de duração do estudo, pois as adaptações do treinamento concorrente podem requerer um maior tempo para que as respostas fisiológicas ocorram (KRAEMER et al, 1995).

O primeiro estudo que avaliou a inter-relação das valências força e endurance foi de Hickson et al (1980), que conforme protocolo anteriormente citado, observou um aumento similar entre o grupo que realizou treinamento de força e combinado nas primeiras 7 semanas, ocorrendo um declínio nesta variável nas 9 e 10 semanas. Concluindo que o treinamento concorrente pode reduzir a capacidade de desenvolver força.

Convém, no entanto salientar a fala de Kraemer et al (1995), o mesmo, critica a intensidade de treinamento que Hickson (1980) empregou em seu estudo, pois o débil desenvolvimento de força pode ser resultado do excesso de treinamento (overtraining), ao invés de uma possível incompatibilidade entre ambos.

Anos após, em um estudo de Kraemer et al (1995) foi observada diferença significativa entre o grupo de treinamento combinado e de força, apesar de no exercício de leg press haver um aumento maior na força no grupo que treinou somente força, ambos os grupos obtiveram aumentos significativos com o treinamento na força. Vale aqui também ressaltar que neste mesmo trabalho, foi realizado também o teste de 1RM na cadeira extensora e não foi observada diferença significativa entre o grupo de força e o combinado.

De acordo com os estudos de Bell et al (1997), remadores e indivíduos com experiência em treinamento de força, realizaram um treinamento de 16 semanas. Sendo que os remadores realizaram o treinamento específico da modalidade (com características de endurance) e treinamento de força. O treinamento de força foi realizado 6 vezes na semana em dias alternados. Já o grupo de força, realizou somente o treinamento de força 3 vezes por semana. Nos homens o aumento de força foi similar entre os dois grupos, porém nas mulheres houve uma atenuação no aumento de força no grupo de remadoras no leg press.

Novamente em estudo de Bell et al (2000), foi observado um aumento na força de extensão de pernas entre o grupo que realizou treinamento combinado e o grupo que realizou treinamento de força, porém, neste aparelho o grupo que realizou treinamento de força apresentou resultados significativamente maiores que os outros grupos. Neste estudo também foi realizado teste de 1RM no leg press, sendo que não se obteve diferença significativa entre os ganhos do grupo de força e de treinamento concorrente.

Ao lado destes últimos estudos McCarthy et al (2002) realizou uma pesquisa de 10 semanas, com sessões de treinamento de 3 vezes por semana para todos os grupos (força, endurance, combinado). Sendo que o grupo de treinamento concorrente realizou os treinamentos idênticos aos dos outros 2 grupos, no mesmo dia, em períodos diferentes. Este estudo não mostrou diferença significativa entre os aumentos em força do grupo que treinou força e treinamento combinado.

Em estudo recente realizado por Hakkinen et al (2003), que durou um período de 21 semanas, o treinamento combinado consistiu em 2 dias de treinamento de força (mesmo treinamento do grupo de força somente), dois dias de treinamento de endurance e o treinamento de força foi realizado 2 dias durante a semana. Similarmente a maioria dos estudos anteriormente citados, este apresentou aumentos na força entre o grupo treinado em força somente e de treinamento combinado, resultados praticamente idênticos entre os grupos.

Analisando os presentes estudos, observamos que o resultado do estudo de Hickson et al (1980) foi um caso isolado na literatura com relação à diminuição de força logo após do treinamento concorrente. Isso se deve provavelmente a sobrecarga excessiva que o mesmo empregou em seu estudo, portanto concordamos com Kraemer et al (1995), quando o mesmo diz que a atenuação da força pode ser devida, no estudo de Hickson (1980), ao overtraining.

Com relação ao estudo de Kraemer (1995) e posteriormente de Bell (2000), o qual observou-se uma atenuação no desenvolvimento de força no grupo concorrente. Parece que isso aconteça devido à diferenciada ação muscular que cada aparelho proporciona a musculatura (mono e multi articulares) (KRAEMER et al, 1995; BELL et al, 2000).

#### 2.3.4 Efeitos do treinamento concorrente sobre as respostas hormonais.

Na literatura o primeiro estudo que temos ciência sobre as respostas hormonais do treinamento combinado é o de Kraemer et al (1995). O respectivo estudioso realizou análise de cortisol urinário e testosterona. As análises foram realizadas durante a sessão de treinamento (efeito agudo) e durante o período completo de treinamento (efeito crônico).

Com relação à resposta da testosterona, neste estudo de Kraemer et al (1995), observou-se uma diferença significativa com relação ao pré-teste no final do período de treinamento de 12 semanas nos níveis de testosterona no grupo de treinamento concorrente. Não sendo observada nenhuma diferença significativa no grupo que treinou apenas força (efeito crônico). Este estudo também observou respostas bem diferenciadas nos níveis de testosterona, entre os grupos, durante a sessão de treinamento aeróbico.

O achado mais importante neste estudo foi com relação ao cortisol urinários tanto na resposta durante a sessão de treinamento, como no final do período do treinamento, entre os grupos de treinamento de força e concorrente. Observando que no final de 12 semanas o grupo de treinamento combinado teve um aumento crônico no cortisol nas 8 e 12 semanas enquanto o grupo que treinou somente força respondeu ao treinamento com uma diminuição deste indicador nas 8 e 12 semanas do estudo.

O aumento observado no cortisol durante o treinamento concorrente, pode ser o principal mecanismo que poderia promover alterações desfavoráveis ao desenvolvimento da força no treinamento concorrente comparado ao treinamento de força somente. Pois este hormônio aumenta o catabolismo proporcionando respostas musculares, em termos adaptacionais, diferenciadas. (KRAEMER et al, 1995).

Em outro estudo, Bell et al (1997) avaliou as respostas hormonais da testosterona e do cortisol com o treinamento. No caso da testosterona este estudo não encontrou diferenças significativas em nenhum dos grupos no período de 16 semanas. Enquanto que no cortisol, este estudo, encontrou modificações bem diferenciadas entre homens e mulheres. Os homens responderam similarmente até as primeiras 8 semanas de estudo, ambos os grupos de treinamento concorrente e de treinamento de força somente, apresentaram um aumento

significativo e similar. No entanto, na segunda parte do estudo, ocorreu um decréscimo do cortisol nos dois grupos, apresentando na 16 semana diferença significativa com relação a 8 semana, somente no grupo que treinou apenas força.

As mulheres na 8 semana tiveram uma tendência de diminuição nos níveis de cortisol. Esta diminuição sendo significativa somente no grupo que treinou apenas força. Em seguida na segunda parte do estudo os níveis de cortisol sofreram um significativo aumento nas 12 e 16 semanas em ambos os grupos, comparados com a 8 semana de treinamento.

Parece claro neste estudo que as respostas do treinamento são imensamente diferenciadas com relação aos sexos. Apesar das poucas pesquisas envolvendo mulheres.

Em estudo mais recente de Bell et al (2000) evidenciando o respectivo assunto. O mesmo desta vez, além da cortisol e da testosterona avaliou também as respostas do hormônio do crescimento e *sex hormone binding globulin*. Após o treinamento de 12 semanas o único indicador com diferença significativa com relação ao início do treinamento foi o cortisol urinário. Apresentando diferença significativa nas mulheres do grupo de treinamento concorrente na 6 e 12 segunda semanas. Nas 6 primeiras semanas do estudo o cortisol deste grupo apresentou uma diminuição significativa, comparado com o pré-teste. Ocorrendo da 6 semana para a 12 semana um aumento significativo comparado ao pré-teste e comparados com todos os outros grupos.

Isto posto, verificamos uma grande divergência com relação às respostas hormonais que os respectivos estudos apresentam. Isto pode ser devido ao diversificado número de protocolos que são utilizados nos treinamentos destes estudos (Kraemer et al,1995). Não obstante as respostas observadas com relação ao cortisol nos estudos, parece deixar bem clara a influência do mesmo nas respostas adaptativas do organismo ao treinamento.

Este comportamento do cortisol sugere um aumento do estado catabólico do organismo influenciando de forma negativa a hipertrofia muscular, atenuando as respostas adaptativas do treinamento. Principalmente com relação ao desenvolvimento da força muscular (BELL et al, 1997).

Portanto parece que a principal explicação para uma possível atenuação ou debilidade no desenvolvimento de força seja este aumento do cortisol no grupo de treinamento concorrente.

### 2.3.5 Efeitos do treinamento concorrente sobre o músculo esquelético.

Em trabalho realizado por Kraemer et all (1995), foi abordada a modificação ocorrida nas fibras musculares com relação aos tipos de treinamentos de força e combinado. Este estudo demonstrou um aumento significativo nas áreas das fibras do tipo I, IIa e IIc no grupo que treinou somente força e novamente neste mesmo grupo um aumento na porcentagem das fibras do tipo IIa em detrimento das fibras do tipo IIb. Modificação esta característica do treinamento de força (KRAEMER et alli, 1999).

Já no grupo de treinamento combinado a única modificação significativa ocorreu por parte da hipertrofia das fibras do tipo IIa e um aumento na porcentagem nas fibras do tipo IIa em detrimento das fibras IIb.

Note, que no grupo de treinamento combinado às fibras do tipo I, não apresentaram respostas hipertróficas. Isto poderia ser uma adaptação que evidenciaria um possível antagonismo dos treinamentos. Esta adaptação diferenciada seria devido ao estress oxidativo imposto ao músculo e a necessidade de otimizar o processo de transferência de oxigênio, resultado da adição do treinamento de endurance sobre o de força (KRAEMER et all, 1995).

Verificando também as adaptações musculares Bell et alli (2000) em um treinamento de 12 semanas, observou resultados semelhantes aos de Kraemer et all (1995). As fibras do tipo I somente tiveram uma hipertrofia significativa no grupo que treinou força somente e as do tipo IIa apresentaram resposta hipertrófica nos dois grupos o de força e combinado. Neste estudo não foi analisada a modificação na porcentagem das fibras.

Em estudo realizado por Mccarthy et all (2002) no qual ele analisou histoquimicamente as fibras musculares e o aumento muscular como um todo com a ressonância magnética, verificou-se um aumento similar na musculatura da coxa nos grupos que realizaram o treinamento para força e o combinado. Sendo que a amplitude das fibras musculares somente no grupo que treinou força somente apresentou hipertrofia significativa nas fibras do tipo I e II, enquanto que

o grupo de treinamento concorrente, somente foi significativa à hipertrofia nas fibras do tipo II.

Posteriormente Hakkinen et al (2003) abordou as respostas musculares com relação às fibras de forma isolada e o músculo como um todo através da ressonância magnética.

Com relação mais especificamente as fibras musculares, este estudo não encontrou modificações com relação à porcentagem das fibras analisadas (I,IIa,IIb). E com relação à resposta hipertrófica, não houve diferença significativa em nenhum subtipo de fibras comparadas nos grupos de força somente e o grupo de treinamento combinado, sendo que os dois grupos apresentaram aumentos significativos em todos subtipos de fibras musculares. O resultado da ressonância magnética tendeu para um aumento muscular similar em ambos os grupos. Portanto este estudo não demonstrou diferenças com relação a esta variável entre os grupos de treinamento concorrente e o de apenas força.

Recentemente Putman et al (2004) publicou uma pesquisa que investigou de forma detalhada as modificações nas fibras no treinamento concorrente. Em um treinamento de 12 semanas similar ao do estudo anteriormente citado de Bell et al (2000). Contemplou a transição das fibras, área de sessão transversa e o conteúdo MHC isoforma.

Com relação à proporção das fibras este estudo demonstrou que as fibras do tipo I e do tipo IIa não obtiveram nenhuma modificação significativa em todos os grupos do estudo. Enquanto, as fibras musculares que possuíam características intermediárias, neste estudo denominado de híbridas, apresentaram modificações. As fibras do tipo I/IIa, tiveram um aumento significativo no grupo que treinou somente força nas 6 e 12 semanas do estudo. O grupo de treinamento combinado de forma totalmente contraditória apresentou uma diminuição significativa neste subtipo de fibras nas 6 e 12 semanas. Outro subtipo analisado quanto a proporção foi as fibras intermediárias híbridas do tipo IIa/d(x) (na amostra estudada não se encontrou fibras verdadeiramente IIb somente intermediárias denominadas d(x)). No caso destas fibras ocorreu uma diminuição similar nos grupos de treinamento combinado e de força somente.

A sessão transversal das fibras depois do treinamento se comportou de forma similar com os estudos previamente discutidos. Ocorrendo um aumento nas

fibras do tipo IIa similar nos dois grupos e um aumento significativo nas fibras do tipo I somente no grupo que treinou apenas força.

E, por fim com relação ao conteúdo de MHC. MHC I não apresentou modificação. MHC IIa apresentou um aumento significativo depois de 12 semanas. As maiores modificações foram observadas no MHC II d(x), que apresentou diminuição no grupo que treinou somente força no final de 12 semanas e no grupo de treinamento combinado na 6 e 12 segunda semanas, sendo esta última significativamente menor comparada com as diminuições visualizadas no treinamento de força sozinho.

Neste estudo também foi observado que houve uma tendência do grupo que realizou treinamento combinado de que as fibras se convertessem para fibras mais lentas, comprometendo a força em produção de movimentos explosivos (PUTMAN et al, 2004).

Apesar dos resultados serem similares com relação às adaptações com relação aos estudos prévios. Putman et al (2004) diz que a hipótese de Kraemer (1995) para a débil hipertrofia das fibras do tipo I, parece não proceder, esta afirmação pautada no estudo de Putman et al (1995). Permanecendo ainda obscuros, os processos, pelos quais este fenômeno ocorra.

Com base nos resultados observados nos estudos parece nos aceitável considerar que o treinamento de força realizado concomitantemente com treinamento de endurance, insita a musculatura a se adaptar de forma diferenciada comparada com o treinamento de força somente. Fenômeno este que pode resultar em um processo de interferência adaptativa entre os treinamentos os quais ainda não foram esclarecidos completamente (PUTMAN et al, 2004).

### 2.3.6 Efeitos do treinamento concorrente sobre a potência muscular.

A potência muscular pode ser comprometida pela execução concomitante de treinamento de força e de endurance (KRAEMER, 1999).

Realmente parece que a potência pode ser uma valência extremamente comprometida pela realização de um treinamento de característica combinada. Isto podemos ver nos estudos de Dudley et al (1985). Que em um dinamômetro isocinético, o grupo que realizou o treinamento combinado, nas mais altas

velocidades, apresentou uma diminuição na magnitude do aumento do torque máximo específico de ângulo comparado com o grupo que treinou somente força.

Anos após Kraemer et al (1995) avaliou a potência anaeróbica com o teste de wingate. Verificando que o grupo de treinamento combinado, apresentou melhora na potência anaeróbica mensurada pelo teste de wingate, somente nos braços. Contrariamente ao grupo que realizou treinamento de força somente, que apresentou melhoras nos membros inferiores e superiores. Cabe ressaltar que o treinamento combinado ocorreu somente na musculatura do membro inferior. Uma possível explicação para estes resultados estaria em uma ativação neural diferenciada devido às características dos treinamentos (KRAEMER et al, 1995).

Tal possibilidade levou anos mais tarde a McCarthy et al (2002) avaliar a resposta eletromiográfica (iEMG) da musculatura do quadríceps. A relação EMG/torque foi analisada durante as contrações isométricas de 20,40,60,80 e 100% da contração máxima voluntária. Ocorreu uma melhora significativa no grupo que treinou força apenas e o grupo treinado de forma combinada, não havendo diferença significativa entre a magnitude desta melhora entre os grupos.

Tentando esclarecer a relação entre os dois tipos de treinamento Hakkinen et al (2003) realizou a análise do sinal eletromiográfico em ações musculares máximas realizadas durante os primeiros 500 milissegundos e as mudanças na máxima porcentagem de desenvolvimento de força. Obtendo nestas análises diferenças significativas entre o grupo que treinou força apenas e treinamento combinado. Estes dados indicam uma diferenciação nas respostas neurais e de potência entre os dois treinamentos. É importante salientar que este estudo foi realizado com um treinamento de força com características explosivas.

Parece que a potência pode ser afetada e a resposta neural diminuída com a realização do treinamento combinado, porém isto não é um consenso. Isto deve ser atribuído a nosso ver devido às diferenças metodologias aplicadas nos respectivos estudos. Mas mesmo com estas contradições parece plausível que o treinamento combinado provoque uma deterioração na performance explosiva devido à especificidade do treinamento.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia consistiu primeiramente na seleção de vários periódicos e livros que explanavam sobre o respectivo tema. Depois de leitura dos mesmos, foi realizado um resumo dos assuntos mais relevantes a este trabalho. E, por fim, a partir da leitura do resumo e posterior consulta de cada referência, foi realizada a transcrição dos dados aqui expostos.

#### 4. CONCLUSÃO

Parece que o treinamento de força combinado com o treinamento de endurance não responde fisiologicamente de forma semelhante ao treinamento de força realizado sozinho.

A nosso ver parece bem claro isso com relação às adaptações que ocorrem no organismo quando as duas modalidades de treinamento são comparadas, principalmente devido às respostas do cortisol, das fibras musculares e neurais em ações de alta velocidade (potência).

Apesar dos estudos apresentarem uma enorme variabilidade com relação aos protocolos empregados e amostra estudada. Observa-se que a performance em endurance não é afetada, diferentemente da performance em atividades ligadas ao desenvolvimento de força, de forma particular a potência.

Acredito que está influencia na potência esteja principalmente relacionada, com o padrão de recrutamento das unidades motoras que as duas modalidades solicitam a musculatura. O exercício de endurance tem uma tendência de um recrutamento mais assíncronico e o treinamento de força de forma extremamente sincronizada. A frequência de estimulação neural também apresenta padrões diferenciados entre as duas atividades (BADILLO, 2001).

A elevação do cortisol pode propiciar uma condição de intenso catabolismo muscular que poderia levar a uma atenuação da resposta hipertrófica, debilitando as respostas em força (KRAEMER,1995). Um indicativo desta atenuação pode estar nas adaptações observadas com relação às fibras do tipo I, que em grande parte dos estudos não apresentou hipertrofia significativa nos grupos que realizaram treinamento combinado (KRAEMER,1995).

Outra questão que merece mais atenção são as respostas ao treinamento concorrente com relação às mulheres. Parece que estas se comportam de maneira extremamente diferenciada com relação aos treinamentos, comparadas aos homens. Porém há a necessidade de mais pesquisas, pois a literatura é escassa com relação a esta população.

Porém apesar de concordar que o treinamento combinado pode debilitar as adaptações em força, discordo do termo “incompatível” utilizado com referência a estas adaptações na literatura, pois acredito que as respostas do treinamento são adaptações específicas características do treinamento executado, principio da

especificidade, e não antagônicas ou incompatíveis. Ou seja, são respostas do organismo a especificidade do estímulo a que ele é submetido.

## REFERÊNCIAS

- ACSM. **Teste de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro. Revinter. Quinta edição. 2000.
- AOKI, Marcelo Saldanha; PONTES Jr, Francisco Luciano; NAVARRO, Francisco; UCHIDA, Marco Carlos; BACURAU, Reury Frank Pereira. **Suplementação de carboidrato não reverte o efeito deletério do exercício de endurance sobre o subsequente desempenho de força**. 2003. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v.9,n.5,p 282-287.
- BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G.. **Fundamentos do treinamento de força: Aplicação ao alto rendimento desportivo**. Artimed. Segunda edição. 2001
- BELL, Gordon ; SYROTUIK, Dan; MARTIN, T. P.; BURNHAM, R.; QUINNEY H. A. **Effect of concurrent strength and hormone concentrations in humans**. 2000. Eur. J. App. Physiol.v 81,p.418-427.
- BELL, Gordon; SYROTUIK, Dan; SOCHA, Teresa; MACLEAN, Ian; QUINNEY, H. Art. **Effect of strength training and concurrent Strength and Endurance Training on Strength, testosterone, and Cortisol**. J. Strength and Cond. Res. 1997. v.11,n.1,p.57-64.
- DUDLEY, G. A.; DJAMIL R.. **Incompatibility of endurance and strength training modes of exercise**. Journal Applied Physiology.1985.v.59,p.1446-1451
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. Artmed. 1999.
- FOSS; Merle L.; Keteyian J. Steven. Fox **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 2000.
- HAKKINEN K.; ALEN M.; KRAEMER W.J.;GOROSTIAGA E.;IZQUIERDO M.; RUSKO H., MIKKOLA J., HAKKINEN A.;VALKEINEN H.; KAARAKAINEN E., ROMU S., EROLA V.,AHTIAINEN J.,PAAVOLAINEN L.. **Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training**. Eur J Appl Physiol. 2003; v.89 n.1,p.42-52.
- HICKSON, R. C. **Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance**. Eur. J. Physiol Occup. Physiol. 1980.v.45,p.255-263
- IZQUIERDO, Mikel; HAKKINEN, Keijo; IBÁÑES,Javier; KRAEMER; William J.; GOROSTIAGA; Esteban M. **Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and cardiovascular markers in middle-aged men**. Eur J Appl Physiol. 2005. v.94,n.70, p. 70-75.

KRAEMER, William J.; PATTON, John F.; GORDON, Scott E.; HARTMAN, Everett A.; DESCHENES, Michael R.; REYNOLDS, Katy; NEWTON, Robert U.; TRIPLETT, N. Travis; DZIADOS, Joseph E. **Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations.** J. Appl. Physiol. 1995. v.78, p.976-989.

LEVERITT, Michael; ABERNETHY, Peter; BARRY, Benjamin K. **Concurrent strength and endurance training.** A review. Sports Med. 1999; v.28, n.6, p.413-27.

MCCARTH, J. P.; AGRE, C. J.; POZNIAK, A. M.; **Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training.** Medicine Science of Sports and Exercise. 2002. v.34, p.511-519.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank L.; KATCH, Victor L.. **Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004.

MCCARTH, J. P.; AGRE, C. J.; GRAF, K. B.; POZNIAK, A. M.; VAILAS C. A.. **Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training.** Medicine Science of Sports and Exercise. 1995. v.27, p.429-436

NELSON, G. A.; ARNELL, A. D.; LOY, F. S.; SILVESTER, J. L.; CONLEE, K. R.. **Consequences of combining strength and endurance training regimens.** Phys. Ther. 1990. v.70, p.287-294

PUTMAN; Charles T.; XU, Xinhao; GILLIES, Ellen; MACLEAN; Ian M.; BELL, Gordon J. **Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fibre-type distribution in humans.** Eur. J. Appl. Physiol. 2004; v.92, p.376-384.