

## CONCEITOS E ATUALIZAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DA PERIODIZAÇÃO E CARGA DE TREINAMENTO II – PERIODIZAÇÃO LINEAR

### CONCEPTS AND UPDATES ON THE USE OF PERIODIZATION AND TRAINING LOAD II – LINEAR PERIODIZATION

Vitor Luiz de Andrade<sup>1</sup>

Leandro Oliveira da Cruz Siqueira<sup>2</sup>

**RESUMO:** Na parte I deste artigo, foi apresentado dados sobre o controle de carga e as adaptações frente a periodização em bloco. Nesta segunda parte, será tratado prioritariamente o método de periodização linear. Foi utilizada a seguinte estratégia de pesquisa no PubMed, que pesquisou palavras e sua posição no manuscrito, sendo elas: treinamento/carga de treinamento. Também foram utilizados termos conjugados como carga externa, carga interna ou carga de treinamento e periodização do treinamento. Após estabelecer o estado da arte na periodização e carga de treinamento, foi possível afirmar que a periodização linear apresenta bons resultados não somente para atletas, mas também para algumas doenças e fatores de risco, além de demonstrar que a carga de treinamento calculada a partir da PSE-sessão se mostrou mais efetiva nos estudos citados e é uma ferramenta de fácil aplicação e muito promissora. Entretanto, não se deve descartar o uso da frequência cardíaca para monitoramento das cargas de treinamento.

Palavras-chave: Periodização; Carga de treinamento; Periodização linear

**ABSTRACT:** *In part I of this article, data on load control and the adaptations to block periodization were presented. In this second part, the method of linear periodization will be treated as a priority. The following research strategy was used in PubMed, which searched for words and their position in the manuscript, being: training / training load. Also conjugated terms such as external load, internal load or training load and periodization of training were used. After establishing the state of the art in the periodization and training load, it was possible to affirm that the linear periodization presents good results not only for athletes but also for some diseases and risk factors, besides showing that the training load calculated from the PSE-session was shown to be more effective in the cited studies and is an easy-to-apply and very promising tool. However, the use of heart rate should not be ruled out for monitoring training loads.*

Keywords: *Periodization; Training load; Linear periodization*

---

<sup>1</sup> Docente do curso de Educação Física no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: Vitor.l Luiz.de.andrade@gmail.com

<sup>2</sup> Docente do curso de Educação Física no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: Le\_siqueiraedf@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de exercícios físicos tem cada vez mais chamado a atenção pelo seu efeito benéfico contra doenças cardiovasculares (BOUAZIZ et. al, 2017), metabólicas (WARBURTON et. al, 2006), oncológicas (MUSTIAN et. al, 2004), imunológicas (CICCOLO et. al, 2016) e cognitivas (ARCHER, et. al, 2016). Além disso, as possíveis variedades destas doenças também recebem efeito positivo quando utilizada uma intervenção com exercício. Entretanto, o efeito do exercício quando sistematizado e supervisionado por um profissional, mostrou-se mais efetivo que o efeito do exercício controlado pelo próprio indivíduo experiente (STORER et. al, 2014). Mostrando a importância da sistemática embutida de acordo com mais de cinco décadas de estudo no treinamento e ciências do esporte

A sistematização do treinamento e a forma como ele é prescrito é denominada “periodização”. Como a própria definição supracitada menciona, a periodização deve ser sistematizada e controlada. Para isto, ferramentas de controle do treinamento devem ser elaboradas e estudadas para compor e mostrar os reais efeitos dos diferentes tipos de periodização tanto no esporte quanto na reabilitação e prevenção de doenças e lesões (LAMBERT; BORRESEN, 2010).

## 2 MATERIAIS E MÉTODO

Foi utilizada a seguinte estratégia de pesquisa no PubMed, que pesquisou palavras e sua posição no manuscrito: (treinamento [Título / resumo], periodização [Título / resumo] ou carga de treinamento [Título / resumo]). Também foram utilizados termos conjugados como: (treinamento periodizado [Título / resumo], carga externa [Título / resumo], carga interna [Título / resumo] ou carga de treinamento e periodização do treinamento [Título / resumo]). Todos os termos foram pesquisados em Inglês. Para todos os bancos de dados, não havia limite de dados.

Os critérios de inclusão para esta revisão foram: i) estudos de intervenção originais com humanos saudáveis e atletas de todos os níveis, ii) estudos que realizaram intervenções periodizadas de treinamento, iii) estudos que quantificaram a carga de treino e mostraram a distribuição das cargas de treinamento, iv) estudos que fizeram intervenção com treinamento aeróbio e anaeróbio, incluindo força e potência (treinamento neuromuscular também foram incluídos), v) estudos que

Revista Educação Física UNIFAFIBE, Bebedouro/SP - Vol. V– setembro/2017.

utilizaram ferramentas consideradas padrão ouro ou aceitas como tal pela comunidade científica também foram incluídas. Os estudos que não comprovaram pela leitura três ou mais dos critérios de inclusão, não foram incluídos na pesquisa. Foram incluídas meta-análises controladas e criteriosas, comungando com nossos critérios de inclusão.

### 3 Desenvolvimento

Dando continuidade ao artigo anterior, seguimos argumentando que um importante fator para ser considerado é que ao final do período competitivo da periodização, há uma queda do volume de treinamento e manutenção e até aumento da intensidade, este fator é denominado de polimento (RAGLIN et.al, 1996). Este tipo de periodização em concordância com o polimento resultou em evidências de aumento da capacidade atlética e fatores que influenciam na performance nos esportes. Costill et al. (1985) evidenciaram 3,1% de melhora do desempenho de 200 m em nadadores após esta prática. Não são encontrados estudos atuais longitudinais relacionados à periodização clássica. Entretanto, oito semanas de treinamento na periodização linear melhorou a composição corporal (-6,5% na espessura das dobras cutâneas), circunferência de braço (+2,0%) e força (11%) em atletas de judô (FRANCHINI et.al, 2015).

Nas últimas décadas foram investigados os possíveis mecanismos relacionados ou aumento da performance após a periodização. Um estudo realizou quatro semanas de treinamento no final do período competitivo e mediu a economia pelo consumo de oxigênio em diferentes intensidades e verificou uma diminuição da captação de oxigênio de 6,6% a 11 km/h, 7,6% a 13 km/h, 5,7% a 14,5 km/h e 6,4% a 16 km/h. Além disso, o estudo realizou a medida da proteína desacopladora mitocondrial que tendeu a um aumento no grupo que treinou (34 +/- 6 versus 47 +/- 7 unidades arbitrárias,  $p = 0,06$ ) (IAIA et.al, 2009). Esta proteína é responsável pelo transporte de íons entre membrana mitocondrial e citosol. O estudo mostrou que a diminuição do consumo de oxigênio durante as intensidades não é mediada pela regulação da retirada de íons mitocondriais e apesar de uma queda no volume de treinamento, a capacidade oxidativa muscular se manteve (IAIA et.al, 2009). Isto se traduz em um efeito benéfico da redução do volume de treino neste período.

A efetividade do treinamento periodizado linear para grupos engajados em algum tipo de modalidade vem sendo descritas há muito tempo na literatura. Entretanto, atualmente, este tipo de periodização tem se mostrado efetiva também no tratamento não farmacológico de doenças ou fatores de risco. Doze semanas de treinamento aeróbio melhorou o consumo máximo de oxigênio (290%), intensidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio (40%) e limiar anaeróbio (12%) em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (LEITE, et.al, 2015). Quatorze semanas de treinamento em adolescentes obesos diminuíram o peso (8,7%), percentual de gordura (15,8%), gordura visceral (34,8%), colesterol total (10,4%), lipoproteína de baixa densidade (13,6%), pressão sistólica (14,2%) e aumentaram o consumo máximo de oxigênio e massa livre de gordura (10,1%, 3,4%; respectivamente) (FOSCHINI et.al, 2010). Indivíduos que realizavam hemodiálise geralmente tem intolerância ao esforço e fraqueza que são derivadas principalmente da atividade reduzida da succinato desidrogenase de fibras musculares é reduzida densidade de capilares e áreas de corte transversal. Um estudo realizou 21 semanas de treinamento e encontraram no grupo treinamento aeróbio e resistido um aumento da densidade capilar em 28% e 14,3% no grupo aeróbio. O número de capilares em torno do tipo de fibra individual aumentou significativamente nos dois grupos também (11 e 9,6%, respectivamente) (LEWIS et.al, 2015).

Embora o treinamento periodizado linear tenha se mostrado efetivo em diversas experiências ao longo de 60 anos de utilização, tanto no esporte e mais recentemente no desenvolvimento de adaptações positivas em circunstâncias patológicas e sobre fatores de risco. Algumas limitações importantes foram apontadas em relação ao uso da periodização linear em indivíduos de médio e alto nível. São elas, I: baixa disponibilidade energética para o desempenho simultâneo de cargas de treinamento diversificadas; II: as adaptações celulares como, biogênese mitocondrial, síntese de proteínas e enzimas anaeróbias pressupõe caminhos separados de adaptação biológica; III: diferentes sistemas fisiológicos necessitam de diferentes períodos de recuperação; IV: variações entre modalidades de exercício por muitas vezes interagem negativamente devido a déficit energético, complexidade técnica e fadiga neuromuscular; V: diferentes níveis de concentração são necessários em diferentes tarefas e por muitas vezes não interagem simultaneamente; VI: o estímulo suficiente para um progresso específico de

treinamento em atletas exige elevadas cargas de estímulo e neste tipo de periodização podem não ser suficientes pela simultaneidade de estímulos; VII: este tipo de periodização não oferece vários picos de performance durante o ciclo anual (ISSURIN, 2010). Porém, quando se trata de indivíduos de baixo nível atlético, sedentários ou portadores de doenças estes fatores podem ser negligenciados, principalmente porque a variação dos treinamentos pode se traduzir em um atrativo importante para a manutenção do indivíduo no programa de treinamento. Estes fatores e limitações “forçaram” treinadores e pesquisadores a desenvolver métodos contemporâneos alternativos de periodização que conseguissem corrigir estes possíveis erros, principalmente para se adequar a novas perspectivas como, I: o aumento do número de competições por temporada; II: motivação financeira; III: cooperação entre pesquisadores e treinadores; IV: luta contra drogas ilegais e intervenções do tipo; V: implementação de avançadas tecnologias no esporte. (ISSURIN, 2010).

A adição de HIT e treinamento de resistência de velocidade ao treinamento aeróbio de intensidade moderada (BANGSBO, et.al, 2009) ou a substituição do treinamento por HIT e treinamento de resistência à velocidade (THOMASSEN et.al, 2016) demonstraram melhorar o desempenho de resistência. Estas melhorias de desempenho em atletas de resistência moderadamente treinados (BANGSBO, et.al, 2009) e bem treinados (THOMASSEN et.al, 2016) ocorreram apesar de uma redução substancial no volume de treinamento. Quando modularam a intensidade, duração e volume de treinamento as respostas moleculares a um protocolo de exercício exaustivo realizado antes e após um programa de intervenção de 7 semanas incluíram fosforilação aumentada de Phospholemman, Ser68 (FXD1, uma proteína que regula o transporte de íons), CaMKII  $\gamma/\delta$  Thr-287 e mTOR Ser-2448 (uma proteína envolvida na síntese / hipertrofia de proteínas musculares) e uma diminuição da fosforilação de AMPKa Thr-172 (MUSTIAN et.al, 2017). Esses achados destacam que a manipulação das variáveis do treinamento é a pedra angular da periodização e afetam a plasticidade muscular alterando a expressão de genes seletivos. Em resumo os estudos supracitados mostram a capacidade muscular para traduzir efeitos acumulativos (capacidade de mudança fisiológica resultantes do treinamento) de treinamento em efeitos residuais (retenção de

mudanças induzidas pelo treinamento sistematizado) que provem determinantes efeitos para a continuidade do processo de treinamento (ISSURIN, 2010).

A sinalização hipertrófica de fibras tipo II induzidas pelo treinamento periodizado em blocos com a seleção de treinos com HIT parece demonstrar muito mais do que apenas hipertrofia do miócito. Experimentalmente foi demonstrado que o aumento do desempenho aeróbio de ratas foi principalmente derivado do aumento da massa muscular, o conteúdo de glicogênio em determinadas bandas musculares (A e C) não foram diferentes entre fibras I e II (JAROMIN et.al, 2016). Entretanto, uma possível explicação para estes achados podem estar relacionados ao provável aumento da capilaridade e densidade mitocondrial. Uma extensa revisão mostra benefícios tanto do HIT quanto do LIT para a capilaridade e balanço de NO e O<sub>2</sub>, assim, confirmando a hipótese levantada pelo estudo anterior, sendo uma adaptação interessante não só para atletas, mas também para saúde e controle de fatores de risco (COCKS; WAGENMAKERS, 2016). Adicionalmente, a possível melhora da densidade mitocondrial pode ser apoiada, pelo menos parcialmente, pelos achados moleculares. Em um estudo de Perry et al. (2010) 9 homens realizaram um HIT de 2 semanas (7 sessões de ciclismo HIT, intercaladas com 1 ou 2 dias de descanso, cada sessão HIT incluída: 10 x 4 min a ~ 90% do VO<sub>2</sub>pico com 2 min de repouso). As respostas de mRNA de co-ativador-1 $\alpha$  (PGC1 $\alpha$ ), citrato sintase (CS) e de  $\beta$ -hidroxiacil-CoA desidrogenase ( $\beta$ -HAD) ativadas pelo proliferador de peroxissoma foram gradualmente diminuídas em comparação com a primeira sessão de HIT. Isto ocorreu na terceira sessão de HIT para PGC1 $\alpha$  e na 5<sup>a</sup> sessão de HIT para CS e  $\beta$ -HAD (as biópsias de músculo foram realizadas antes e depois da 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> sessões). Os maiores níveis de mRNA para CS e  $\beta$ -HAD foram alcançados após a terceira sessão de HIT (5 dias após o início da experiência) (PERRY et. al, 2010). Os resultados sugerem uma possível transcrição precoce que posteriormente pode ter levado a aumentos posteriores na tradução da proteína e provável biogênese mitocondrial (PERRY et. al, 2010).

De acordo com o demonstrado, na literatura atual é cada vez mais difícil encontrar a aplicação da periodização clássica para o desempenho principalmente pelos fatos supracitados, entretanto, cabe ressaltar e demonstrar juntamente com o mencionado que a aplicação deste tipo de periodização para populações especiais e indivíduos de nível atlético baixo ou recreativo é muito interessante e se mostra

promissora para saúde e bem estar. Além disso, com a introdução da organização do treinamento em blocos e seus respectivos resultados positivos tanto a nível celular quanto a nível atlético, pode-se relacionar o treinamento periodizado em blocos a um planejamento que ao concentrar cargas de treinamento específicas para adaptações específicas em determinados períodos consegue de maneira efetiva agregar efeitos acumulativos desejados para a melhora do desempenho.

Um dos grandes desafios do treinador e do pesquisador na prática da periodização é a quantificação da dose de treinamento. Em muitas vezes, o estudo da dose de treinamento se relaciona indiretamente com uma série de abordagens importantes para a aplicação da teoria do treinamento e adaptação, são elas: I: aspectos de formação e concentração de estímulos; II: relações entre o treinamento e a eficácia do mesmo; III: síndrome do treinamento excessivo ou lesões indesejadas; IV: eficácia das possíveis estratégias de treinamento individualizado (LAMBERT; BORRESEN, 2010). Além disso, a dose de treinamento se manifesta de duas maneiras são elas: I: a dose externa, também denominada de carga externa; II: a dose interna, também chamada de carga interna. Em resumo, a descrição das cargas de treinamento poderão providenciar possíveis explicações científicas para as mudanças desejadas ou não no processo de treinamento ou desempenho atlético. Neste sentido, a combinação de ambas é fundamental para o monitoramento do treinamento.

O registro das cargas, portanto, podem ser importantes na identificação de eventos de fadiga instaurada. Por exemplo, utilizando a carga externa de 400 W durante 30 min, a potência até poderá ser mantida durante o tempo de estímulo, contudo, dependendo do estado de fadiga do atleta, isto pode ser conseguido com uma frequência cardíaca alta ou baixa ou uma percepção de esforço alta ou baixa. É este desacoplamento ou divergência entre cargas externas e internas que podem auxiliar na diferenciação entre um atleta descansado e um atleta cansado (HALSON, 2014).

As ferramentas utilizadas para quantificação das cargas externas de treinamento estão relacionadas a uma série de possíveis variáveis que são intimamente ligadas com o esporte praticado. São derivadas principalmente de trabalho, tempo, distância e peso. Para a medida da potência, velocidade e aceleração atualmente estão disponíveis tecnologias de medição contínua da

potência como SRM™ e PowerTap™ (JOBSON, et. al, 2009). O treinamento e competição podem ser registrados e o fornecimento de dados inclui potência média, normalizada, velocidade e aceleração (HALSON, 2014).

Para esportes de corrida, locomoção em pé ou ciclismo, o registro e análise do tempo em movimento e deslocamento é fundamental. O rastreamento por posicionamento global (GPS) e a análise por vídeo (ProZone™) estão cada vez mais populares para monitorar atletas (AUGHEY, 2011). O rastreamento por GPS é realizado geralmente por meio de dispositivos integrados com o sistema, aplicativos de celular (RunKeeper™; Strava™; Garmin Connect™) ou relógios (Relógios Garmin™, Polar™, TomTom™). O monitoramento por meio do GPS é influenciado por alguns fatores como, a taxa de amostragem, velocidade, duração e tipo de tarefa (AUGHEY, 2011). Além disso, parece que quanto maior a velocidade de movimento, menor a confiabilidade do GPS (AUGHEY, 2011). Quando as tarefas exigem mudanças de direção, saltos e ações ofensivas e defensivas, o GPS se torna limitado (AUGHEY, 2011). Entretanto, para esportes cíclicos, se mostra muito interessante principalmente porque o ambiente é aberto, a velocidade é constante e neste caso fornece um dado robusto do deslocamento do indivíduo (erro entre 0,11 - 0,78 m do valor real nestas condições) (WITTE; WILSON, 2005).

Em todos os casos de esportes cíclicos e acíclicos, a medida de limiares metabólicos determinados a partir de testes incrementais quanto suas estratificações como, velocidade de limiar ventilatório 1 (LV1), velocidade de limiar ventilatório 2 (LV2) e velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2max}$ ) são propostas que podem descrever a carga de treinamento. Principalmente quando o treinamento é de intensidade variada, o tempo em cada intensidade e distância percorrida quando individualizada se mostra cada vez mais promissora porque fornece informações que facilitam o entendimento e interpretação dos resultados do trabalho (LOVELL; ABT, 2013). No treinamento resistido, é muito comum o uso da multiplicação do número de repetições\*peso para descrever a carga externa de um exercício. No processo de treinamento, há possibilidade da soma total das cargas ou a estratificação pela divisão de membros superiores e inferiores (SWEET, et. al, 2004).

Quando se trata de cargas internas de treinamento, é um grande desafio principalmente dos pesquisadores em encontrar um padrão-ouro para a avaliação da

carga interna (LAMBERT; BORRESEN, 2010). Entretanto, na prática, diversos métodos e ferramentas já foram propostas para descrever as respostas fisiológicas agudas referentes ao estímulo de treino. Primeiramente, medidas diretas de respostas agudas são possíveis, porém, na maioria das vezes inviáveis. São elas, o registro do consumo de oxigênio que é diretamente proporcional à taxa metabólica (MEDBO et. al, 1988) imposta pelo exercício e a concentração de lactato que é considerado um bom marcador de intensidade de exercício e por isso, uma variável de carga interna de treinamento (SWART; JENNINGS, 2004). A primeira se torna limitada em circunstâncias de treinamento diário e competição (LAMBERT; BORRESEN, 2010), principalmente por conta de custos de manutenção, número de equipamentos e possíveis influências da “parafernália” utilizada na avaliação. A segunda é muito dependente de outros fatores como, ingestão de carboidratos, dano muscular, natureza do exercício e estado de equilíbrio do sistema ácido-base (LAMBERT; BORRESEN, 2010).

Entretanto, outros métodos são muito difundidos e utilizados no processo de treinamento. A frequência cardíaca (FC) é a ferramenta mais comum para avaliação da carga interna (HALSON, 2014). Há uma relação direta entre a FC e o consumo de oxigênio (HOPKINS, 1981). A relação com o consumo de oxigênio, infinidade de marcas, modelos e valores de monitores fazem do uso da FC o mais comum, principalmente no treinamento individualizado. Entretanto, há uma variação diária de até 6,5% na FC submáxima e por isso, deve haver o controle, se possível, da temperatura, hidratação e se houver, da medicação (BAGGER; PETERSEN; PEDERSEN, 2003). A FC média é utilizada para descrever a carga interna da sessão.

A percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE sessão) foi um método desenvolvido inicialmente por Foster (FOSTER, 1998) que é destinado a contornar problemas relacionados à FC durante o treinamento e competição. Este método classifica a percepção subjetiva de esforço em uma escala de 0 - 10 (Tabela 1.) como anteriormente relatado (ver introdução) pela dificuldade geral do esforço, tradicionalmente é realizada após 30 min do término do treino e é dimensionada em unidades arbitrárias pela multiplicação do esforço percebido durante a sessão e o tempo total da sessão (em minutos) ou o número de repetições no caso de treinamento resistido (SWEET et. al, 2004).

TABELA1. Escala de Percepção subjetiva de esforço (PSE) modificada por Foster e utilizada por atletas durante o processo de treinamento.

Unidade (unidade arbitrária) de Percepção	Descrição da Percepção
0	Repouso
1	Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	---
7	Muito difícil
8	---
9	---
10	Máximo

Esse método simples se mostrou válido e confiável, com correlações individuais elevadas entre PSE da sessão e pontuação de zona de FC ( $r = 0,75$  e  $r = 0,90$ ) (FOSTER, 1998). Pesquisas subsequentes identificaram correlações individuais entre as áreas PSE e FC (variando de  $r = 0,54$  a  $r = 0,78$ ) no esporte coletivo e uma correlação de  $r = 0,84$  também foi relatada em atletas de resistência (BORRESEN; LAMBERT, 2008). O método PSE da sessão foi desenvolvido para eliminar a necessidade de utilizar monitores de FC ou outros métodos de avaliação da intensidade do exercício (HALSON, 2014). Embora o método PSE da sessão seja simples, válido e confiável, a adição do monitoramento da FC pode ajudar a entender alguma da variância que a PSE sozinha não explica.

Neste sentido, o monitoramento dos dois indicadores pode fornecer informações sobre o estado de fadiga do atleta. A combinação de FC e a PSE (FC/PSE) pode mostraram possível evento de fadiga estabelecida (MARTIN; ANDERSEN, 2000). Por exemplo, a carga interna de um ciclista que tem uma FC submáxima reduzida (140 bpm) em combinação com uma PSE elevada (8 u.a.) (carga interna de 17,5 u.a.), pode ser bastante diferente de um ciclista com uma

Revista Educação Física UNIFAFIBE, Bebedouro/SP - Vol. V- setembro/2017.

razão FC-PSE normal (185/8) (carga interna de 23,1 u.a.) (HALSON, 2014). Neste exemplo, indivíduos que relatam PSE mais elevadas para FC mais baixas tem maior probabilidade de terem melhores respostas de desempenho no polimento ( $r = 0,72$ ) (MARTIN; ANDERSEN, 2000).

Ainda, utilizando-se dessas duas ferramentas (FC e PSE), um método por muitas vezes considerado muito útil para quantificar a carga interna de treinamento é o Impulso de Treinamento (TRIMP) (HALSON, 2014). O TRIMP se resume a uma unidade de carga interna determinada a partir da duração do esforço e a FC durante a sessão (BORRESEN; LAMBERT, 2008). Outras derivações do modelo TRIMP inicial de Morton foram desenvolvidas. O modelo TRIMP de Lucia se baseia em três zonas de FC ancoradas nos limiares metabólicos determinados individualmente durante teste incremental (LUCIA et. al, 2000). O TRIMP individualizado (iTRIMP) foi desenvolvido para uso em corredores (MANZI et. al, 2008), sua utilização reduz problemas associados a zonas arbitrárias e ponderações genéricas e demonstrou relacionar-se melhor do que os modelos TRIMP anteriores a mudanças na velocidade dos limiares metabólicos (MANZI et. al, 2008). Em resumo, o TRIMP é calculado a partir da multiplicação entre o tempo de esforço (total ou dividido em zonas) e a resposta da FC (média total ou média dentro das zonas estabelecidas). Entretanto, problemas relacionados a confiabilidade da medida da FC como, hidratação, ambiente, estado de treinamento e fatores psicológicos podem influenciar no produto final da carga (LAMBERT; BORRESEN, 2010).

Por isso, uma alternativa para o TRIMP é a medida da carga interna PSE da sessão. Como supracitado, a multiplicação do tempo de esforço pela PSE é considerado um método muito interessante para monitoramento da carga interna. Estudos demonstraram que a PSE-sessão se correlacionou com o TRIMP de Morton no futebol ( $r = 0,60$ ), corrida ( $r = 0,76$ ) e natação ( $r = 0,74$ ) (BORRESEN; LAMBERT, 2008; IMPELLIZZERI, et. al, 2004; WALLACE; SLATTERY; COUTTS, 2010).

Baseando-se nas diferentes possibilidades de monitoramento da carga externa e interna, em resumo podem ser demonstrados alguns exemplos. Primeiramente em uma situação hipotética, um indivíduo corredor obteve em teste incremental os dois limiares metabólicos identificados (LV1 = 11 km/h com uma FC de 125 bpm e PSE = 4; LV2 = 14 km/h com uma FC de 165 bpm e PSE = 7) e a

$iVO_{2max}$  (16 km/h com uma FC de 180 bpm). Em uma semana, o indivíduo treinou durante 5 dias, uma vez por dia. No primeiro dia, o treino durou 60 min de intensidade contínua a 10 km/h (FC = 120; PSE 3), no segundo dia o treino durou 35 min com a intensidade variando de 10 – 15 km/h (FC média de 150 bpm; PSE = 6), no terceiro dia o indivíduo realizou um treino de 50 min na intensidade de LV2 (FC = 165; PSE = 7), no quarto dia um treino mais leve com duração de 30 min na intensidade de LV1 (FC = 130 e PSE = 4) e no último dia da semana um treino na intensidade de  $iVO_{2max}$  que durou 21 min de estímulo (FC = 181; PSE = 9).

Qual a carga externa?

- Volume (distância em metros) = velocidade (m/s)\*tempo (s)
  - [(dia 1 = 10000; dia 2= 7292; dia 3= 11666; dia 4= 5000; dia 5= 5600)].
- Intensidade = velocidade média dos treinos;
- Volume total da semana = 39558,3 m;
- Carga externa (u.a.) = volume (quilômetros) \*intensidade (m/s)
  - [(dia 1 = 27,8; dia 2= 25,3; dia 3= 45,4; dia 4= 13,9; dia 5= 24,9)].
- Carga externa total (u.a.) =  $\sum$  carga
  - [(137,2)].
- Carga externa média diária (u.a.) =  $\sum$  carga / número de dias
  - [(27,5)]

Qual o percentual da carga externa nas zonas de intensidade LV1, LV2 e  $iVO_{2max}$ ?

- LV1 = 30,4%;
- LV1 - LV2 = 51,5%;
- $iVO_{2max}$ = 18,3%

Qual a carga interna?

- TRIMP (u.a.) = tempo \* FC
  - [(dia 1 = 7200; dia 2= 5250; dia 3= 8250; dia 4= 3900; dia 5= 3801)].
- PSE-sessão (u.a.) = tempo \* PSE
  - [(dia 1= 180; dia 2= 210; dia 3=350; dia 4= 120; dia 5=189)].

Qual a carga total?

- TRIMP (u.a.) =  $\sum$  carga

- [(28401)].
- PSE-sessão (u.a.) =  $\sum$  carga
  - [(1049)].

Qual a carga média diária?

- TRIMP (u.a.) =  $\sum$  carga total / dias
  - [(5680,2)]
- PSE-sessão (u.a.) =  $\sum$  carga total / dias
  - [(209,8)]

Nesta semana qual foi o percentual da carga interna nas zonas de intensidade LV1, LV2 e  $iVO_{2max}$ ?

- TRIMP
  - LV1 = 30,6%;
  - LV1 - LV2 = 58,7%;
  - $iVO_{2max}$  = 10,7%
- PSE-sessão
  - LV1 = 45,9%;
  - LV1 - LV2 = 43,4%;
  - $iVO_{2max}$  = 10,7%

Neste exemplo, o cálculo de carga interna que mais se aproximou da carga interna foi o TRIMP, os comportamentos da carga externa e dos dois métodos de quantificação da carga interna estão na Figura 1.

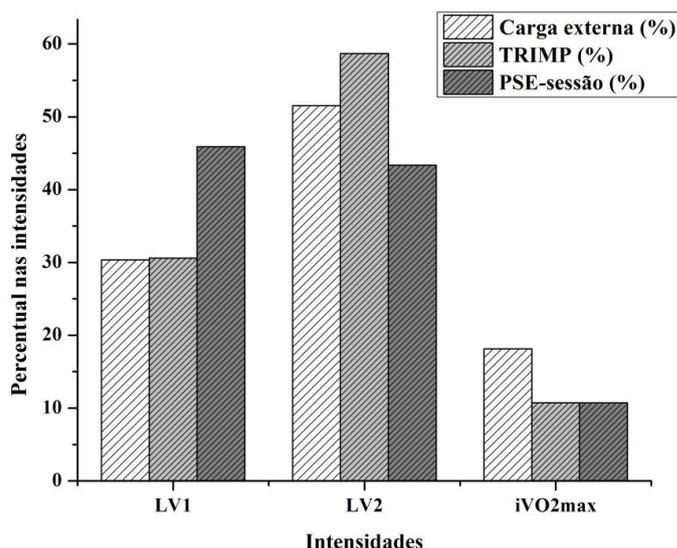


FIGURA1. Ilustração da distribuição das cargas externas e internas do exemplo

Outra ferramenta muito utilizada no processo de treinamento é o Índice de Monotonia do treinamento. A monotonia do treinamento, inicialmente foi desenvolvida como um método de determinar dia-a-dia se o treino foi difícil “dia-difícil” ou se foi fácil “dia-fácil” principalmente porque isto contribuiria juntamente com a carga externa e interna do treinamento quanto às oscilações que poderiam ser a origem da síndrome do super treinamento (BAGGER; PETERSEN; PEDERSEN, 2003). Na prática, treinadores manipulam intensidade e volume de treinamento durante seu plano de treinamento, a fim de evitar a estagnação na adaptação (causada principalmente pela monotonia de treinamento) e potencialmente aumentar as adaptações de treinamento (GOUTIANOS, 2016).

Tem sido sugerido que este índice descreve a variabilidade do treinamento e pode ser definido a partir da carga média diária/desvio padrão da carga média diária e é geralmente calculada ao final de uma semana ou microciclo de treinamento (FOSTER, 1998). No nosso exemplo, o índice de monotonia por meio da carga calculada pelo TRIMP foi de 2,9 u.a. e calculada pela PSE-sessão foi 2,5 u.a. A interpretação do índice de monotonia deve ser a partir da variação, ou seja, quanto mais variado for o treinamento, menor a monotonia enquanto que quanto maior o índice, maior a monotonia, caracterizando um possível estado de adaptabilidade negativa ou indesejada ao treinamento. Em uma situação hipotética, um indivíduo realizou uma periodização composta de um mesociclos de 4 microciclos de

treinamento que foram compostos de 8 treinos no LV1, 8 treinos entre o LV1 e LV2 e 4 treinos na  $iVO_2\max$ , os treinos foram baseados nos mesmos índices fisiológicos do primeiro exemplo (Tabela 2).

TABELA2. Distribuição e modelo de treinamento monitorado de quatro microciclos de um indivíduo corredor.

Microciclo	Volume (km)	Intensidade (km/h)	Duração (min)	FC (média de bpm)	PSE- sessão
Micro 1	10.0	13.0	46.2	165.0	7.0
	12.0	10.0	72.0	120.0	3.0
	5.0	16.0	18.8	181.0	8.0
	5.0	14.0	21.4	160.0	7.0
	9.0	8.0	67.5	122.0	4.0
Micro 2	14.0	8.0	105.0	125.0	4.0
	10.0	13.0	46.2	150.0	8.0
	8.0	9.0	53.3	125.0	4.0
	5.0	14.0	21.4	163.0	6.0
	10.0	10.0	60.0	120.0	4.0
Micro 3	10.0	13.0	46.2	160.0	7.0
	6.0	17.0	21.2	183.0	9.0
	8.0	10.0	48.0	125.0	4.0
	10.0	14.0	42.9	165.0	8.0
	10.0	10.0	60.0	125.0	4.0
Micro 4	8.0	16.0	30.0	185.0	9.0
	10.0	13.0	46.2	158.0	8.0
	6.0	10.0	36.0	120.0	4.0
	10.0	13.0	46.2	165.0	7.0
	6.0	17.0	21.2	185.0	8.0

As oscilações dos parâmetros de carga externa e interna estão disponíveis na Figura 2.

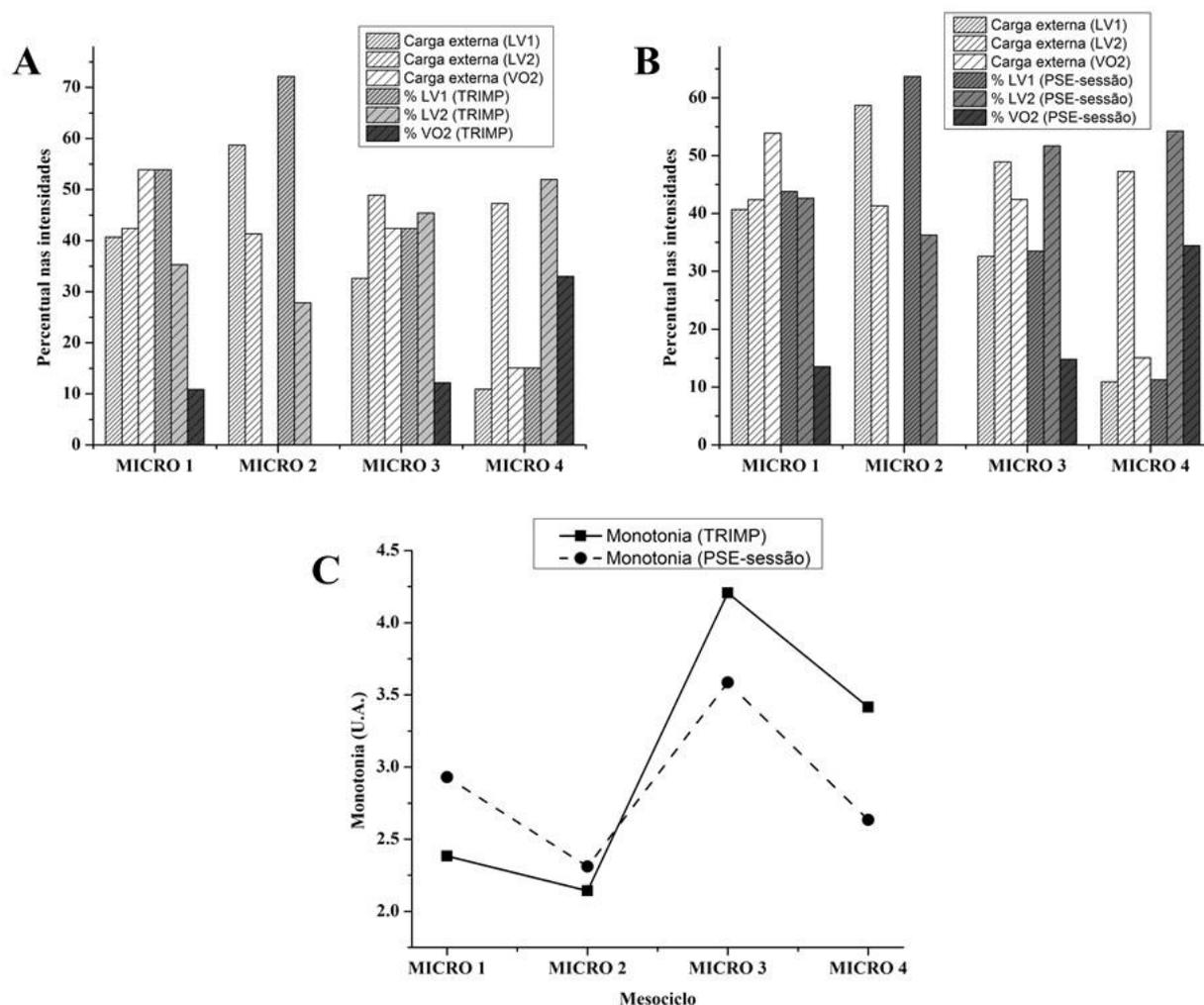


FIGURA 2. Exemplo das distribuições das cargas externas e internas em um mesociclo de treinamento composto por quatro microciclos de cinco sessões de treinamento. A = carga externa e carga interna determinada por meio do TRIMP; B = carga externa e carga interna determinada por meio da PSE-sessão; C = ondulação da monotonia do treinamento de acordo com a periodização ao longo dos quatro microciclos.

Os treinamentos foram realizados e tiveram uma carga externa e interna concentrada no terceiro microciclo, neste período, o volume de treinamento foi de 44 km em uma média de 12,8 km/h. Embora o segundo microciclo tenha apresentado um volume maior (47 km), a intensidade foi menor (10,8 km/h) sendo que todos os treinamentos foram condensados em intensidades de LV1 e LV2. A carga interna apresentou-se maior em todos os casos no microciclo dois (37407.60073 U.A. e 1371.136 U.A.). Entretanto, a monotonia apresentou-se maior quando foi incrementado o treino acima do LV2 nos casos. Muito provavelmente explicada pelo

Revista Educação Física UNIFAFIBE, Bebedouro/SP - Vol. V- setembro/2017.

aumento da carga diária acumulada em detrimento de uma variação que não implicou em mudança no desvio padrão da medida. Este é um momento importante na periodização que é o de ajuste da carga, quando acumulada a carga e graficamente representada como possível mecanismo contra regulador da adaptação, a carga deve ser modulada para harmonizar o planejamento e garantir o processo de adaptação positiva. Neste sentido, quando o atleta se adapta ao treinamento e se torna mais apto, o atleta poderá ser reavaliado e a velocidade e FC que definiram as zonas de treinamento de referência poderão ser ajustadas (FOSTER et. al, 2017)

Em resumo, são adotados dois tipos de distribuição das cargas de treinamento, as duas determinadas a partir da frequência ou tempo dentro das zonas determinadas previamente. São elas, a polarizada e a baseada no limiar, nas duas situações, poderão ser determinadas as zonas com base científica, a partir de testes incrementais específicos e identificação dos fenômenos fisiológicos que compõem os três indicadores de intensidade de exercício (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013). Além disso, a carga externa e interna de treinamento será determinada com confiabilidade a partir da do tempo, volume, intensidade, frequência cardíaca ou PSE-sessão (LAMBERT; BORRESEN, 2010; FOSTER et. al, 2001; AUGHEY, 2011; FOSTER, 1998; BORRESEN; LAMBERT, 2008; LUCIA et. al, 2000; FOSTER et. al, 2017; KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; SEILER; KJERLAND, 2006; LUCIA et. al, 1998; LUCIA et. al, 1999). Todos estes parâmetros formarão a distribuição desejada do treinamento dentro da periodização.

No estudo de Araújo et al. (2012) realizado com ratos, verificou os efeitos do treinamento periodizado TRAD, a motivação do estudo reuniu desde o controle direto das variáveis e comportamento durante a periodização, o que não poderia ser realizado com total controle em humanos até controle de variáveis internas e externas como, estado de treinamento, sono, lesões, cultura e nacionalidade. O estudo durou 12 semanas e contou com um total de 70 ratos. O conteúdo de glicogênio do soleus aumentou até 115% nas primeiras seis semanas de treinamento. Além disso, o conteúdo de glicogênio do fígado aumentou após a periodização. A razão testosterona/cortisol aumentou 43% ao final da periodização, o conteúdo de lactato-desidrogenase (LDH) aumentou 146% nas primeiras seis semanas e na avaliação de 10,5 semanas era 80% maior que a linha de base,

entretanto, ao final da periodização não havia diferença no conteúdo de LDH (ARAÚJO, 2012). Embora o desempenho dos ratos não tenha aumentado ao final da periodização, marcadores de estresse como corticosterona, creatinaquinase e catalase diminuíram.

Com o efeito positivo esperado na periodização linear que foi predominante por muitos anos, um estudo (GARCIA-PALLARES et. al, 2012) comparou a eficácia do treinamento periodizado tradicional (TRAD - 22 semanas) e o treinamento em blocos (BLO - 12 semanas) em 10 indivíduos altamente treinados, dentre eles dois medalhistas olímpicos do caiaque. Eles equalizaram a carga de treinamento nos dois modelos e adotaram a estratégia de distribuição de carga polarizada nas duas periodizações. Verificaram ganhos similares no consumo pico de oxigênio (12% no TRAD; 9,8% no BLO) e consumo de oxigênio na velocidade correspondente ao LV2 (5,8% no TRAD; 4,4% no BLO). Maiores ganhos no treinamento em BLO foram evidentes na velocidade (~2,6%) e potência pico (5,5%) obtidas no caiaque ergômetro. Neste contexto o treinamento em BLO foi mais efetivo que o TRAD em melhorar variáveis fisiológicas do treinamento.

Uma abordagem atual sobre as cargas de treinamento, o uso da variabilidade da FC em repouso ou pós-exercício (VFC) tem sido sugerida para indicar adaptações positivas e negativas ao treinamento (PLEWS et. al, 2013). No entanto, as variadas abordagens metodológicas empregadas, bem como a alta variabilidade diária nos fatores ambientais e homeostáticos, resultaram em achados inconsistentes na literatura científica (PLEWS et. al, 2013). Como tal, a VFC foi mostrado para aumentar sem uma mudança na aptidão ( $VO_{2max}$ ) (PORTIER et. a, 2001), bem como diminuir juntamente com aumentos na aptidão (IELAMO et. al, 2002). Para superar algumas das inconsistências nos achados, tem sido sugerido que as médias semanais e de 7 dias têm maior validade do que as medidas de um único dia (PLEWS et. al, 2012).

Enquanto vários índices de VFC podem ser medidos, Plews et al. (PLEWS et. al, 2013) preferem o uso do logaritmo natural da raiz quadrada da soma média das diferenças quadráticas entre os intervalos R-R ( $\ln rMSSD$ ). Isto é devido ao menor coeficiente de variação em comparação com outros índices, à falta de influência da frequência respiratória, e que os dados podem ser coletados em um curto período de tempo e facilmente calculados (PLEWS et. al, 2013). Como é o caso com a

maioria das ferramentas para monitorar os atletas de elite, o monitoramento longitudinal e a compreensão das respostas individuais na VFC ao treinamento, ao afunilamento e à competição são fatores críticos muito importantes (HALSON, 2014).

Para avaliação das cargas internas de treinamento, algumas medidas bioquímicas são utilizadas, são elas a quantificação da creatinaquinase, testosterona e cortisol salivares, marcadores do metabolismo imunológico entre outras abordagens, no entanto, o uso destas medidas como indicadores de carga interna não é atualmente justificado com base na limitada pesquisa nesta área (HALSON, 2014). Além disso, estas medidas podem ser dispendiosas, demoradas e impraticáveis em muitos ambientes (TWIST; HIGHTON, 2013).

#### **4 CONCLUSÃO**

Em resumo, acreditamos que esta revisão conseguiu atingir o objetivo em responder as perguntas inicialmente feitas com relação à periodização e cargas de treinamento. Primeiramente, os conceitos e atualizações relacionados à periodização linear e em blocos foram elucidadas no tópico “Periodização”. Em segundo lugar, foram elencadas diversas maneiras de cálculo das cargas de treinamento bem como exemplificadas para melhor entendimento e aplicação nos tópicos “Carga de treinamento” e “Distribuição das cargas de treinamento”.

E também que a carga de treinamento calculada a partir da PSE-sessão se mostrou mais efetiva nos estudos citados e é uma ferramenta de fácil aplicação e muito promissora. Entretanto, não se deve descartar o uso da frequência cardíaca para monitoramento das cargas de treinamento.

## REFERÊNCIAS

- ARCHER T, RICCI S, MASSONI F, RICCI L, RAPP-RICCIARDI M. Cognitive Benefits of Exercise Intervention. **La Clinica terapeutica**.;167(6):e180-e5, 2016.
- AUGHEY RJ. Applications of GPS technologies to field sports. **International journal of sports physiology and performance**.;6(3):295-310, 2011.
- BAGGER M, PETERSEN PH, PEDERSEN PK. Biological variation in variables associated with exercise training. **International journal of sports medicine**.;24(6):433-40, 2003.
- BANGSBO J, GUNNARSSON TP, WENDELL J, NYBO L, THOMASSEN M. Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump alpha2-subunit expression as well as short- and long-term work capacity in humans. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md : 1985).;107(6):1771-80, 2009.
- BORRESEN J, LAMBERT MI. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. **International journal of sports physiology and performance**.;3(1):16-30, 2008.
- BOUAZIZ W, VOGEL T, SCHMITT E, KALTENBACH G, GENY B, LANG PO. Health benefits of aerobic training programs in adults aged 70 and over: a systematic review. **Archives of gerontology and geriatrics**;69:110-27, 2017.
- CICCOLO JT, JOWERS EM, BARTHOLOMEW JB. The benefits of exercise training for quality of life in HIV/AIDS in the post-HAART era. **Sports medicine** (Auckland, NZ).;34(8):487-99, 2004.
- COCKS M, WAGENMAKERS AJ. The effect of different training modes on skeletal muscle microvascular density and endothelial enzymes controlling NO availability. **The Journal of physiology**.;594(8):2245-57, 2016.
- COSTILL DL, KING DS, THOMAS R, HARGREAVES M. Effects of Reduced Training on Muscular Power in Swimmers. **The Physician and sportsmedicine**.;13(2):94-101., 1985
- DAVIS HA, BASSETT J, HUGHES P, GASS GC. Anaerobic threshold and lactate turnpoint. **European journal of applied physiology and occupational physiology**.;50(3):383-92, 1983.
- DE ARAUJO GG, PAPOTI M, DOS REIS IG, DE MELLO MA, GOBATTO CA. Physiological responses during linear periodized training in rats. **European journal of applied physiology**.;112(3):839-52, 2012.

FOSCHINI D, ARAUJO RC, BACURAU RF, DE PIANO A, DE ALMEIDA SS, CARNIER J, et al. Treatment of obese adolescents: the influence of periodization models and ACE genotype. **Obesity** (Silver Spring, Md).;18(4):766-72, 2010.

FOSTER C, FLORHAUG JA, FRANKLIN J, GOTTSCHALL L, HROVATIN LA, PARKER S, et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**.;15(1):109-15, 2001

FOSTER C, RODRIGUEZ-MARROYO JA, DE KONING JJ. MONITORING TRAINING LOADS: The Past, the Present, and the Future. **International journal of sports physiology and performance**.:1-24, 2017.

FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and science in sports and exercise**.;30(7):1164-8, 1998.

FRANCHINI E, BRANCO BM, AGOSTINHO MF, CALMET M, CANDAU R. Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological, and performance responses to simulated judo matches. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**.;29(2):358-67, 2015.

GARCIA-PALLARES J, GARCIA-FERNANDEZ M, SANCHEZ-MEDINA L, IZQUIERDO M. Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. **European journal of applied physiology**.;110(1):99-107, 2010.

GOUTIANOS G. Block periodization training of endurance athletes: A theoretical approach based on molecular biology. **Cell Mol Exerc Physiol**.;4(1), 2016.

GUNNARSSON TP, CHRISTENSEN PM, THOMASSEN M, NIELSEN LR, BANGSBO J. Effect of intensified training on muscle ion kinetics, fatigue development, and repeated short-term performance in endurance-trained cyclists. **American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology**.;305(7):R811-21, 2013.

HALSON SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. **Sports medicine** (Auckland, NZ).;44 Suppl 2:S139-47,2014.

HOPKINS WG. Quantification of training in competitive sports. Methods and applications. **Sports medicine** (Auckland, NZ).;12(3):161-83, 1991.

IAIA FM, HELLSTEN Y, NIELSEN JJ, FERNSTROM M, SAHLIN K, BANGSBO J. Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume. **Journal of applied physiology** (Bethesda, Md : 1985).;106(1):73-8, 2009

IELLAMO F, LEGRAMANTE JM, PIGOZZI F, SPATARO A, NORBIATO G, LUCINI D, et al. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. **Circulation**.;105(23):2719-24, 2002.

Revista Educação Física UNIFAFIBE, Bebedouro/SP - Vol. V– setembro/2017.

IMPELLIZZERI FM, RAMPININI E, COUTTS AJ, SASSI A, MARCORA SM. Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and science in sports and exercise.**;36(6):1042-7, 2004.

ISSURIN VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports medicine** (Auckland, NZ);40(3):189-206, 2010

JAROMIN E, WYSZKOWSKA J, LABECKA AM, SADOWSKA ET, KOTEJA P. Hindlimb muscle fibre size and glycogen stores in bank voles with increased aerobic exercise metabolism. *The Journal of experimental biology.*;219(Pt 4):470-3, 2016.

JOBSON SA, PASSFIELD L, ATKINSON G, BARTON G, SCARF P. The analysis and utilization of cycling training data. **Sports medicine** (Auckland, NZ).;39(10):833-44, 2009.

KINDERMANN W, SIMON G, KEUL J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **European journal of applied physiology and occupational physiology.**;42(1):25-34, 1979.

LAMBERT MI, BORRESEN J. Measuring training load in sports. **International journal of sports physiology and performance.**;5(3):406-11,2010.

LEITE MR, RAMOS EM, KALVA-FILHO CA, FREIRE AP, DE ALENCAR SILVA BS, NICOLINO J, et al. Effects of 12 weeks of aerobic training on autonomic modulation, mucociliary clearance, and aerobic parameters in patients with COPD. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease.**;10:2549-57, 2015.

LEWIS MI, FOURNIER M, WANG H, STORER TW, CASABURI R, KOPPLE JD. Effect of endurance and/or strength training on muscle fiber size, oxidative capacity, and capillarity in hemodialysis patients. **Journal of applied physiology** (Bethesda, Md : 1985).;119(8):865-71, 2015.

LOVELL R, ABT G. Individualization of time-motion analysis: a case-cohort example. **International journal of sports physiology and performance.**;8(4):456-8, 2013.

LUCIA A, HOYOS J, PEREZ M, CHICHARRO JL. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. **Medicine and science in sports and exercise.**;32(10):1777-82, 2000.

LUCIA A, PARDO J, DURANTEZ A, HOYOS J, CHICHARRO JL. Physiological differences between professional and elite road cyclists. **International journal of sports medicine.**;19(5):342-8, 1998.

LUCIA A, SANCHEZ O, CARVAJAL A, CHICHARRO JL. Analysis of the aerobic-anaerobic transition in elite cyclists during incremental exercise with the use of electromyography. **British journal of sports medicine.**;33(3):178-85, 1999.

MANN T, LAMBERTS RP, LAMBERT MI. Methods of prescribing relative exercise intensity: physiological and practical considerations. **Sports medicine** (Auckland, NZ).;43(7):613-25, 2013.

MANZI V, IELLAMO F, IMPELLIZZERI F, D'OTTAVIO S, CASTAGNA C. Relation between individualized training impulses and performance in distance runners. **Medicine and science in sports and exercise**.;41(11):2090-6, 2009.

MARTIN DT, ANDERSEN MB. Heart rate-perceived exertion relationship during training and taper. **The Journal of sports medicine and physical fitness**.;40(3):201-8, 2000.

MEDBO JI, MOHN AC, TABATA I, BAHR R, VAAGE O, SEJERSTED OM. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O<sub>2</sub> deficit. **Journal of applied physiology**.;64(1):50-60, 1988.

MUSTIAN KM, ALFANO CM, HECKLER C, KLECKNER AS, KLECKNER IR, LEACH CR, et al. Comparison of Pharmaceutical, Psychological, and Exercise Treatments for Cancer-Related Fatigue: A Meta-analysis. **JAMA oncology**. 2017.

PERRY CG, LALLY J, HOLLOWAY GP, HEIGENHAUSER GJ, BONEN A, SPRIET LL. Repeated transient mRNA bursts precede increases in transcriptional and mitochondrial proteins during training in human skeletal muscle. **The Journal of physiology**.;588(Pt 23):4795-810, 2010.

PLEWS DJ, LAURSEN PB, KILDING AE, BUCHHEIT M. Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. **European journal of applied physiology**.;112(11):3729-41, 2012.

PLEWS DJ, LAURSEN PB, STANLEY J, KILDING AE, BUCHHEIT M. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. **Sports medicine** (Auckland, NZ).;43(9):773-81, 2013.

PORTIER H, LOUISY F, LAUDE D, BERTHELOT M, GUEZENNEC CY. Intense endurance training on heart rate and blood pressure variability in runners. **Medicine and science in sports and exercise**.;33(7):1120-5, 2001

RAGLIN JS, KOCEJA DM, STAGER JM, HARMS CA. Mood, neuromuscular function, and performance during training in female swimmers. **Medicine and science in sports and exercise**.;28(3):372-, 1996

SEILER KS, KJERLAND GO. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? **Scandinavian journal of medicine & science in sports**.;16(1):49-56, 2006.

STORER TW, DOLEZAL BA, BERENC MN, TIMMINS JE, COOPER CB. Effect of supervised, periodized exercise training vs. self-directed training on lean body mass and other fitness variables in health club members. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**.;28(7):1995-2006, 2014

SWART J, JENNINGS C. Use of blood lactate concentration as a marker of training status. *S J Sports Med.*;16:3 - 7, 2004.

SWEET TW, FOSTER C, MCGUIGAN MR, BRICE G. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.**;18(4):796-802, 2004.

THOMASSEN M, GUNNARSSON TP, CHRISTENSEN PM, PAVLOVIC D, SHATTOCK MJ, BANGSBO J. Intensive training and reduced volume increases muscle FXD1 expression and phosphorylation at rest and during exercise in athletes. **American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology.**;310(7):R659-69, 2016.

TWIST C, HIGHTON J. Monitoring fatigue and recovery in rugby league players. **International journal of sports physiology and performance.**;8(5):467-74, 2013.

WALLACE LK, SLATTERY KM, COUTTS AJ. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.**;23(1):33-8, 2009.

WARBURTON DE, NICOL CW, BREDIN SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne.*;174(6):801-9, 2006.

WITTE TH, WILSON AM. Accuracy of WAAS-enabled GPS for the determination of position and speed over ground. **Journal of biomechanics.**;38(8):1717-22, 2005.