

# APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE CARGAS DURANTE UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE KARATE



ARTIGO DE REVISÃO

APPLICATION OF DIFFERENT LOAD QUANTIFICATION METHODS DURING A KARATE TRAINING SESSION

Vinicius Flávio Milanez<sup>1</sup>,  
Rafael Evangelista Pedro<sup>1,2</sup>

1. Universidade Estadual de Londrina – UEL, Grupo de Estudo das Adaptações fisiológicas ao Treinamento (GEAFIT), Centro de Educação Física e Esportes – Londrina – PR.

2. Faculdade de Ensino Superior Dom Bosco, Departamento de Educação Física – Cornélio Procopio – PR.

## Correspondência:

Rua Doutor Moacyr Arcoverde, 302,  
Aquilles Stenghel, 86086-090  
Londrina, PR, Brasil.  
E-mail: rafaelevangelista13@hotmail.com

## RESUMO

A percepção subjetiva de esforço (PSE) da sessão tem se destacado dentre os métodos de quantificação de cargas de treinamento (QCT) em algumas modalidades, sobretudo pelo seu baixo custo e fácil aplicabilidade. No entanto, não há relatos na literatura de sua aplicação na modalidade de karate. O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre o método PSE da sessão com Banister<sub>TRIMP</sub>, Edwards<sub>TL</sub>, Lucia<sub>TRIMP</sub>, Stagno<sub>TRIMP</sub> e Lac<sub>TRIMP</sub>. Para tanto, oito atletas de ambos os sexos (21,6 ± 5,5 anos; 58,8 ± 13,8kg; 170,0 ± 0,11 cm) realizaram uma sessão de treinamento com monitoramento constante da frequência cardíaca (FC), coleta de amostras sanguíneas a cada 10 minutos e aferição da PSE através da escala CR-10, 30 minutos após o término do treinamento, para posterior cálculo dos impulsos de treinamento. Significantes correlações ( $P < 0,05$ ) foram encontradas entre PSE da sessão e Banister<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0,79$ ), Edward<sub>TL</sub> ( $r = 0,81$ ), Lucia<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0,71$ ), Stagno<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0,71$ ) e Lac<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0,91$ ). Dessa forma, os resultados deste estudo sugerem a PSE da sessão como um método eficiente para a QCT em atletas de karate estilo shotokan.

**Palavras-chave:** frequência cardíaca, artes marciais, percepção subjetiva de esforço.

## ABSTRACT

*The subjective ratings of perceived exertion (RPE) of the session have stood out among the methods of load training quantification (LTQ) in some modalities, mainly due to their low cost and easy applicability. However, there are no reports in the literature on their application in the karate modality. The aim of this study was to analyze the relationship between RPE session with Banister<sub>TRIMP</sub>, Edwards<sub>TL</sub>, Lucia<sub>TRIMP</sub>, Stagno<sub>TRIMP</sub> and Lac<sub>TRIMP</sub>. Eight well-trained athletes of both sexes (21.6 ± 5.5 years; 58.8 ± 13.8 weight; 170.0 ± 0.11 height) performed a single training session with continuous heart rate monitoring, blood lactate collections every 10 min and RPE quantification through the CR-10 scale, 30 min after the end of the training, for subsequent calculation of training impulse. Significant correlations ( $P < 0.05$ ) were found between RPE session and Banister<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0.79$ ), Edward<sub>TL</sub> ( $r = 0.81$ ), Lucia<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0.71$ ), Stagno<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0.71$ ) and Lac<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0.91$ ). Thus, the results of this study suggest the RPE session as an efficient method from the LTQ in shotokan karate athletes.*

**Keywords:** heart rate, martial arts, subjective perceived exertion.

## INTRODUÇÃO

O karate é uma das artes marciais mais praticadas no mundo<sup>1</sup>, e os atletas que visam a competição são submetidos a extenuantes sessões de treinamento para seu aprimoramento técnico e físico. O processo de treinamento elaborado pelos treinadores tem por objetivo maximizar o desempenho esportivo<sup>2</sup>, e o sucesso dos atletas depende do monitoramento preciso da carga interna de treinamento (CT)<sup>3</sup>. Dessa forma, o monitoramento da (CT) além de ser um componente importante para conduzir o atleta ao pico do desempenho planejado<sup>4</sup> é um instrumento eficiente para a prevenção do *overtraining*<sup>5,6</sup>.

Com a finalidade de quantificar a CT, existem diversos métodos que são baseados em impulsos de treinamento (TRIMP), medidas que integram volume e intensidade de exercício e que podem ser obtidas a partir de respostas da frequência cardíaca (FC)<sup>7-10</sup>, da concentração sanguínea de lactato (Lac<sub>TRIMP</sub>)<sup>11</sup> e da percepção subjetiva de esforço (PSE da sessão)<sup>12</sup>.

Os métodos baseados na resposta da FC são amplamente utilizados em modalidades de *endurance*<sup>9,13,14</sup>; no entanto, são considerados ineficientes para quantificar a CT em alguns exercícios, tais como treinamento com pesos (TP), treinamento intervalado ou exercícios pliométricos<sup>15-17</sup>. Além disso, o método requer a presença de avaliadores experientes, além de demandar um alto custo financeiro para aquisição e manutenção de numerosos cardiofrequencímetros<sup>16</sup>.

Apesar de aferirem medidas objetivas de modo similar aos métodos baseados na resposta da FC, o método baseado na concentração de lactato sanguíneo [La] também apresenta algumas limitações, uma vez que o procedimento utilizado para as coletas de sangue é invasivo e desagradável para a maioria dos atletas<sup>18</sup>, somado ao alto custo das análises e interrupção constante do treinamento para a realização das coletas de sangue, o que torna difícil a utilização do método Lac<sub>TRIMP</sub> proposto por Seiler e Kjerland<sup>11</sup>.

Alternativamente, o método PSE da sessão tem sido considerado uma das principais técnicas para quantificar a CT descrita na literatura

científica, destacando-se principalmente pelo seu baixo custo financeiro e pela sua praticidade. Boas correlações entre PSE da sessão e os métodos baseados na FC e [La] foram encontradas em exercícios contínuos<sup>5,11,12,15</sup>. Na natação, Wallace *et al.*<sup>19</sup> encontraram correlações significantes ( $r = 0,55 - 0,94; P < 0,05$ ) entre PSE da sessão e os métodos baseados na FC. Entretanto, são limitadas as informações a respeito da relação entre PSE da sessão e os métodos TRIMPs baseados em parâmetros fisiológicos em modalidades com características intermitentes, sobretudo no karate.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a relação do método PSE da sessão com Banister<sub>TRIMP</sub>, Edwards<sub>TL</sub>, Lucia<sub>TRIMP</sub>, Stagno<sub>TRIMP</sub> e LaC<sub>TRIMP</sub> durante uma sessão de treinamento de karate.

## MÉTODOS

### Sujeitos

A amostra foi constituída por oito karatecas de ambos os sexos praticantes do estilo *shotokan*, que é regido pela *World Karate Federation*, sendo cinco faixas marrons e três pretas, filiados à Confederação Brasileira de Karate com experiência em competições nacionais e internacionais. Os atletas treinavam regularmente por um período mínimo de cinco vezes por semana, no mínimo, há cinco anos. O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Local, em acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Parecer 192/07). Todos os sujeitos foram informados acerca dos procedimentos a serem realizados, dos riscos e benefícios associados à participação do estudo e, na sequência, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### Delineamento experimental

Inicialmente, os atletas realizaram um protocolo composto por avaliação antropométrica, avaliação da frequência cardíaca de repouso (FC<sub>rep</sub>) e um teste incremental máximo em esteira (Super ATL, Inbrasport, Brasil). Posteriormente, realizaram uma sessão de treinamento com o monitoramento da FC, coleta de amostras sanguíneas e aferição da PSE através da escala de PSE CR-10. Os sujeitos foram familiarizados com os procedimentos, equipamentos, escala de PSE e instruídos a não realizarem esforços intensos ou ingerirem bebidas alcoólicas nas 24 horas precedentes aos testes, bem como não consumirem alimentos e bebidas cafeinadas nas três horas precedentes aos testes. Todas as etapas foram separadas por um intervalo mínimo de 48 horas.

### Teste incremental

As velocidades iniciais foram calculadas individualmente a partir do teste de velocidade máxima e variaram entre 6 e 8 km.h<sup>-1</sup>. A inclinação foi fixada em 1% e os incrementos de 1 km.h<sup>-1</sup> foram realizados a cada três minutos até a exaustão voluntária. Durante todo o teste progressivo, a FC foi registrada por meio de um cardiofrequencímetro Polar<sup>®</sup> (S810i, Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia), assim como as trocas gasosas pulmonares foram registradas a cada 20 segundos por meio do analisador de gases VO2000 (MedGraphics, EUA). A calibração do analisador de gases foi realizada anteriormente a cada teste a partir de uma amostra de gás ambiente e de concentrações gasosas conhecidas de O<sub>2</sub> (16%) e CO<sub>2</sub> (5%). O fluxo de gases para o aparelho também foi calibrado por meio de uma seringa com três litros de volume. A frequência cardíaca máxima (FC<sub>max</sub>) foi considerada como a média do registro da FC dos últimos 30 segundos do teste progressivo. Para que o valor de consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max) fosse aceito, foram adotados os critérios sugeridos por Billat *et al.*<sup>20</sup>. O limiar ventilatório (LV) e o ponto de compensação respiratória (PCR) foram determinados de acordo com o procedimento sugerido por Lucia *et al.*<sup>9</sup>.

### Sessão de treinamento (ST)

Durante a ST, a temperatura manteve-se entre 23 e 26 graus e, no início, os atletas realizaram um aquecimento breve e alongamentos, ambos não padronizados e com duração de aproximadamente 20 minutos. Cada sessão de treinamento teve duração média de 91,9 minutos, separadas em pequenos turnos com duração de dois minutos em que eram realizadas técnicas de ataque com socos e chutes, técnicas de defesa, contragolpes com socos e chutes sem a presença do oponente. Os movimentos foram repetidos na presença de oponentes e com o acréscimo das técnicas de quedas. Pequenos intervalos eram realizados entre os turnos com duração entre 30 e 60 segundos para mudanças de técnicas, do oponente ou para descanso, conforme a rotina diária de treinamento dos atletas.

O relógio do cardiofrequencímetro foi posicionado estrategicamente nas costas do atleta, fixado junto à fita transmissora dentro do quimono para proteger o aparelho e preservar a integridade física dos atletas. A sessão de treinamento de karate ocorreu com monitoramento constante da FC, coleta de amostras sanguíneas a cada 10 minutos e aferição da PSE através da escala CR-10 Borg, modificada por Foster *et al.*<sup>12</sup>, 30 minutos após o término da sessão de treinamento, para posterior cálculo dos impulsos de treinamento.

### Quantificação pelo método Banister<sub>TRIMP</sub>

O cálculo da carga de treinamento proposta por Banister<sup>7</sup> foi realizado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{TRIMP} = \text{DT} * \text{FC}_R * 0,64 * e^{1,92 * \text{FC}_R} \text{ (homens)}$$

$$\text{TRIMP} = \text{DT} * \text{FC}_R * 0,86 * e^{1,672 * \text{FC}_R} \text{ (mulheres)}$$

Onde DT era a duração da sessão de treino expressa em minutos e a FC de reserva (FC<sub>R</sub>) era determinada pela seguinte equação:

$$\text{FC}_R = (\text{FC}_{\text{ST}} - \text{FC}_B) / (\text{FC}_{\text{max}} - \text{FC}_B)$$

Onde FC<sub>ST</sub> era a FC média da sessão, FC<sub>B</sub> era a FC de repouso.

### Quantificação pelo método Edwards<sub>TL</sub>

A quantificação da carga de treinamento pelo método de Edwards<sup>8</sup> foi realizada a partir da divisão de zonas de intensidades relativas à FC<sub>max</sub> (zona 1: 50 a 60% da FC<sub>max</sub>; zona 2: 60 a 70% da FC<sub>max</sub>; zona 3: 70 a 80% da FC<sub>max</sub>; zona 4: 80 a 90% da FC<sub>max</sub>; zona 5: 90 a 100% da FC<sub>max</sub>). Os registros abaixo de 50% da FC<sub>max</sub> foram descartados. Para a estimativa da Edwards<sub>TL</sub>, o tempo acumulado em cada zona foi multiplicado pelo valor da mesma e os resultados obtidos foram somados.

### Quantificação pelo método Lucia<sub>TRIMP</sub>

Durante o teste incremental de VO<sub>2</sub>max no laboratório, foram determinados os tempos relativos ao LV e PCR. Por meio da relação entre FC e tempo, foram encontrados valores de FC relativos ao LV e ao PCR. A partir desses valores de FC, três zonas de intensidades foram determinadas: zona 1, abaixo do LV; zona 2, entre o LV e PCR; e zona 3, acima do PCR. Para o cálculo do Lucia<sub>TRIMP</sub> foi realizada multiplicação do tempo acumulado em cada uma das três zonas pelo valor respectivo da mesma, e os resultados obtidos nas multiplicações foram somados.

### Quantificação pelo método Stagno<sub>TRIMP</sub>

O cálculo da carga de treinamento proposta por Stagno<sup>10</sup> foi realizado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{TRIMP} = \text{duração} * \text{FC}_R * 0,1225 * e^{3,9434 * \text{FC}_R}$$

Onde, FC<sub>R</sub> era a frequência cardíaca de reserva determinada pela seguinte equação:

$$\text{FC}_R = (\text{FC}_{\text{ST}} - \text{FC}_B) / (\text{FC}_{\text{max}} - \text{FC}_B)$$

## Quantificação pelo método Lac<sub>TRIMP</sub>

Para calcular a carga de treinamento por meio da [La] foram adotadas três zonas de intensidade (zona 1: [La] ≤ 2, zona 2: 2 > [La] < 4, zona 3: [La] ≥ 4) de acordo com o método utilizado por Seiler e Kjerland<sup>11</sup>. Para cada uma dessas zonas foi atribuído um coeficiente relativo (k = 1, para zona 1; k = 2, para zona 2; e k = 3, para zona 3). O Lac<sub>TRIMP</sub> foi calculado pela soma das multiplicações dos tempos passados nas diferentes zonas pelo coeficiente relativo a cada zona.

Para análise da [La] foram coletados 25µl de sangue com capilares heparinizados. As coletas foram realizadas no lóbulo da orelha dos atletas a cada 10 minutos da sessão de treinamento. No momento das coletas foram realizados 60 segundos de descanso. Imediatamente após as coletas, o sangue foi armazenado em tubos Eppendorf contendo 50µl de fluoreto de sódio 1%. O lactato sanguíneo foi analisado em um lactímetro da marca YSL 1500 STAT SPORT (Yellow Spring Co, EUA).

## Quantificação pelo método PSE da sessão

Para quantificação da CT por meio do método PSE da sessão, foi calculado o produto entre a duração de treinamento acumulado em minutos e o valor apontado na escala de PSE CR-10 modificada por Foster *et al.*<sup>12</sup>, que fora apresentada aos atletas 30 minutos após o final da ST, dessa forma, quantificando o esforço referente ao total da sessão. Todos os atletas eram familiarizados com a escala de PSE CR-10 há pelo menos dois anos.

## Análise estatística

Os resultados são expressos em média e desvio padrão (±). A distribuição dos dados dentro da curva de normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro Wilk. A análise de correlação de Spearman foi utilizada para verificar as possíveis associações entre os métodos. O nível de significância das análises foi fixado em 5%. Os dados foram tratados utilizando-se o programa SPSS for Windows, versão 13.0.

## RESULTADOS

As características antropométricas e fisiológicas dos karatecas são apresentadas em média e desvio padrão na tabela 1. A duração média das sessões de treinamento foi de 91,9 ± 12 minutos.

**Tabela 1.** Características antropométricas e fisiológicas dos sujeitos apresentados em valores médios e desvio padrão (±).

	Homens (n = 4)	Mulheres (n = 4)
Idade (anos)	23,8 ± 7,3	19,5 ± 2,1
Estatura (cm)	170 ± 10,7	162,5 ± 3,5
Peso corporal (kg)	64,5 ± 18	55,1 ± 7,7
Gordura corporal (%)	7,4 ± 5,6	15,2 ± 3,6
VO <sub>2max</sub> (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	51,8 ± 6,9	41,9 ± 5,5
FC <sub>max</sub> (bpm)	202 ± 3,4	192,5 ± 3,8

Na tabela 2 são apresentadas as correlações entre (Edwards<sub>TL</sub> versus Banister<sub>TRIMP</sub>; Edwards<sub>TL</sub> versus Lucia<sub>TRIMP</sub>; Edwards<sub>TL</sub> versus Stagno<sub>TRIMP</sub>; Edwards<sub>TL</sub> versus Lac<sub>TRIMP</sub>; Lucia<sub>TRIMP</sub> versus Lac<sub>TRIMP</sub>; Banister<sub>TRIMP</sub> versus Stagno<sub>TRIMP</sub>).

**Tabela 2.** Correlação das estimativas das CT entre os métodos Banister<sub>TRIMP</sub>, Edwards<sub>TL</sub>, Lucia<sub>TRIMP</sub>, Stagno<sub>TRIMP</sub> e Lac<sub>TRIMP</sub>.

	Banister <sub>TRIMP</sub>	Edwards <sub>TL</sub>	Lucia <sub>TRIMP</sub>	Stagno <sub>TRIMP</sub>
Banister <sub>TRIMP</sub>	----	----	----	----
Edwards <sub>TL</sub>	r = 0,88**	----	----	----
Lucia <sub>TRIMP</sub>	r = 0,61	r = 0,76*	----	----
Stagno <sub>TRIMP</sub>	r = 0,98**	r = 0,86**	r = 0,64	----
Lac <sub>TRIMP</sub>	r = 0,69	r = 0,86**	r = 0,91**	r = 0,67

\* P < 0,05; \*\* P < 0,01.

Houve forte correlação entre a PSE da sessão e Edwards<sub>TL</sub>, Lucia<sub>TRIMP</sub>, Lac<sub>TRIMP</sub>, Banister<sub>TRIMP</sub> e Stagno<sub>TRIMP</sub> conforme apresentados na figura 1. A análise de correlação demonstrou variações compartilhadas de 66%, 51%, 82%, 62% e 51% entre a PSE da sessão e os métodos Edwards<sub>TL</sub>, Lucia<sub>TRIMP</sub>, Lac<sub>TRIMP</sub>, Banister<sub>TRIMP</sub>, Stagno<sub>TRIMP</sub>, respectivamente.

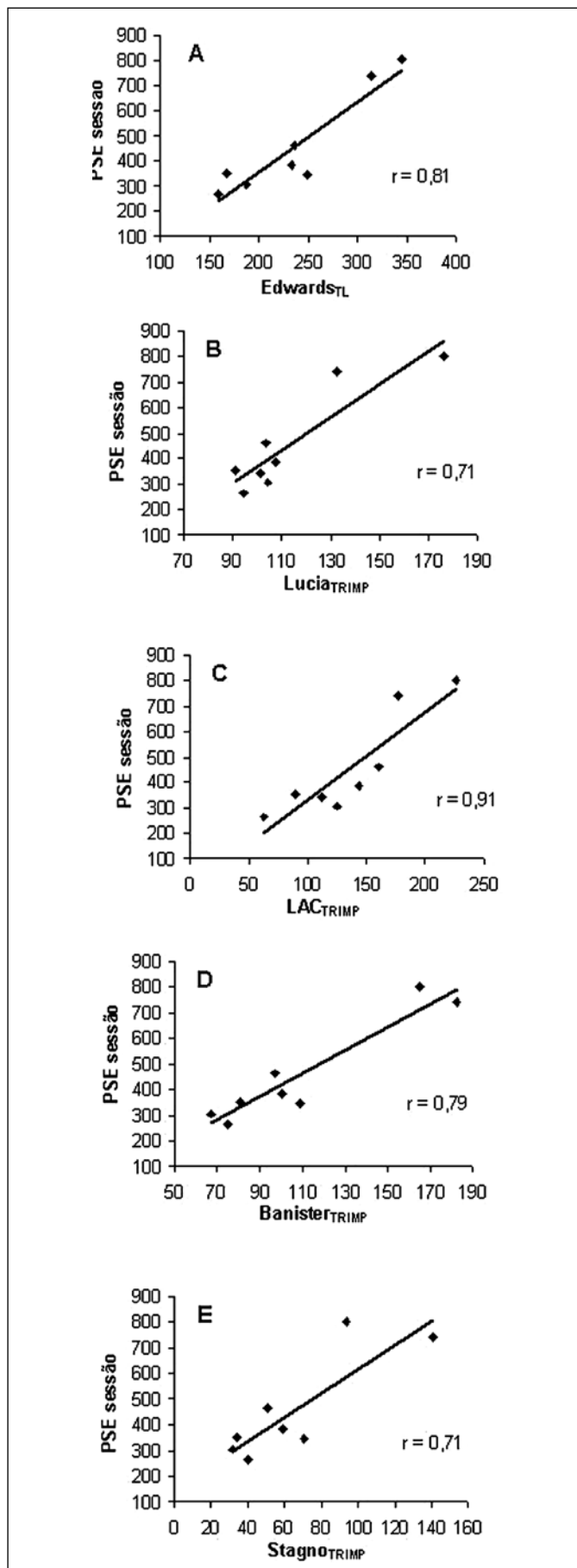
## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi correlacionar diferentes métodos de quantificação de CT baseados nas respostas da FC<sup>7-10</sup>, na concentração sanguínea de lactato [La]<sup>11</sup> e PSE<sup>12</sup>. Houve correlações de moderadas a forte (r = 0,61 a 0,98) entre os métodos TRIMPs baseados na resposta da FC e [La] (tabela 2). No entanto, os principais resultados do presente estudo estão ilustrados na figura 1, onde são demonstradas as fortes correlações encontradas entre os métodos baseados na resposta da FC e [La] com o método PSE da sessão.

A correlação encontrada entre PSE da sessão e Banister<sub>TRIMP</sub> (r = 0,79) no presente estudo foi similar aos resultados encontrados em diferentes modalidades esportivas, principalmente as de caráter intermitente, tais como rugby (r = 0,46 – 0,94)<sup>21</sup>, futebol masculino (r = 0,50 – 0,77)<sup>16</sup> e futebol feminino (r = 0,84)<sup>22</sup>. Entretanto, o método Banister<sub>TRIMP</sub> é limitado para avaliar exercícios de alta intensidade, tais como TP, treinamentos intervalados de alta intensidade e treinamentos pliométricos<sup>15-17</sup>. A técnica Banister<sub>TRIMP</sub> utiliza a FC<sub>R</sub> média da sessão em sua equação para a quantificação da carga de treinamento, e sua estimativa é limitada para exercícios intermitentes de alta intensidade, uma vez que a média da FC<sub>R</sub> para esses modelos de exercícios não representa a real intensidade realizada<sup>17</sup>.

A PSE da sessão também apresentou forte correlação com o método Edwards<sub>TL</sub> (r = 0,81), corroborando os achados de Impellizzeri *et al.*<sup>16</sup> no futebol masculino (r = 0,54 – 0,78), e de Alexiou e Coutts<sup>22</sup> no futebol feminino (r = 0,85). De acordo com Borresen e Lambert<sup>17</sup>, assim como o método Banister<sub>TRIMP</sub>, a estimativa de intensidade através desse método é superestimada quando comparada ao método PSE da sessão, uma vez que é grande a amplitude dos valores da FC dentro de cada zona de intensidade de exercício e, no entanto, recebe o mesmo coeficiente relativo para a multiplicação da CT. Além disso, a variação de apenas um batimento pode mudar o coeficiente relativo de multiplicação, podendo aumentar ou diminuir desproporcionalmente a quantificação da CT.

A correlação entre PSE da sessão e o método Lucia<sub>TRIMP</sub> (r = 0,71) é similar à correlação encontrada por Impellizzeri *et al.*<sup>16</sup> no futebol masculino (r = 0,61 – 0,85). Desenvolvido originalmente para quantificar CT ou a carga relativa a competições em modalidades de endurance, Lucia<sub>TRIMP</sub> considera a relação entre FC e tempo para encontrar valores de FC relativos ao LV e ao PCR e é mais comumente aplicado em



**Figura 1.** Relação entre os métodos de quantificação de cargas: (A) PSE da sessão e Edwards<sub>TL</sub>, (B) PSE da sessão e Lucia<sub>TRIMP</sub>, (C) PSE da sessão e LAC<sub>TRIMP</sub>, (D) PSE da sessão e Banister<sub>TRIMP</sub>, (E) PSE da sessão e Stagno<sub>TRIMP</sub>. Todas as correlações foram significantes ( $P < 0,05$ ).

modalidades como o ciclismo<sup>9,13,14</sup>. Foster<sup>5</sup> encontrou forte correlação entre PSE da sessão e o método Lucia<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0,75 - 0,90$ ) para esse tipo de modalidade.

Houve forte correlação entre PSE da sessão e Stagno<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0,71$ ). Desenvolvido especialmente para quantificar CT em modalidades coletivas, Stagno<sub>TRIMP</sub> tem sua equação baseada na multiplicação de uma constante representativa do aumento exponencial da [La] em função da fração de aumento da FC<sub>R</sub> de atletas de hockey; no entanto, sua fórmula não prevê atletas do gênero feminino. Por se tratar de um método recente, não há dados na literatura que o correlacione com o método PSE da sessão, o que impossibilitou a comparação com nossos achados.

A mais forte correlação encontrada neste estudo foi entre PSE da sessão versus LAC<sub>TRIMP</sub> ( $r = 0,91$ ), que demonstrou 82% de variação compartilhada entre os métodos. Essa correlação é superior à encontrada por Alexiou e Coutts<sup>22</sup> ( $r = 0,85$ ) e Wallace et al.<sup>19</sup> ( $r = 0,75$ ) no futebol feminino e natação, respectivamente. No entanto, o método LAC<sub>TRIMP</sub> exige equipamentos relativamente sofisticados para as análises, avaliadores experientes e, além disso, o procedimento invasivo não agrada a maioria dos indivíduos<sup>18</sup>, e a interrupção constante do treinamento para a realização das coletas de sangue dificulta a aplicação do método proposto por Seiler e Kjerland<sup>11</sup>. Uma possível explicação para essa forte correlação é a acentuada contribuição do metabolismo anaeróbio durante exercícios intermitentes de alta intensidade<sup>16</sup>, que, por sua vez, é a principal via responsável pela produção e liberação de lactato para a corrente sanguínea. Esse fenômeno fisiológico tem relação direta com a queda do pH sanguíneo e, assim, com a consequente elevação da PCO<sub>2</sub> promovida pelo mecanismo de tamponamento respiratório, o que, além de forçar os centros respiratórios no bulbo, também promove sensação de intenso esforço e sensação de fadiga, as quais influenciam diretamente a PSE.

Os métodos para quantificar CT baseados na FC utilizados no presente estudo têm sido frequentemente adotados como critério de validação para a PSE da sessão<sup>16,17,19,22</sup>. Entretanto, quantificar a carga de treinamento a partir das respostas cardiovasculares em atividades intermitentes com elevada contribuição do metabolismo anaeróbio pode não ser adequado. No estudo de Alexiou e Coutts<sup>22</sup>, ao separar as análises de quantificação da CT por tipo de treinamento, a correlação entre PSE e os métodos baseados na resposta da FC para TP foi de apenas ( $r = 0,25 - 0,52$ ). Por outro lado, Day et al.<sup>23</sup> reportaram uma forte correlação entre PSE da sessão e diferentes intensidades (50, 70 e 90% de uma repetição máxima), método padrão ouro para avaliação da força, sugerindo, dessa forma, que a baixa correlação encontrada em estudos prévios<sup>22</sup> pode ser atribuída ao método baseado na FC e não ao método PSE da sessão.

Exercícios como karate, caracterizado por atividades intensas com curta duração, incluindo ataques com socos e chutes, além dos contra-golpes, intercaladas com pequenas pausas para recuperação, demandam alta participação tanto do metabolismo aeróbio quanto do anaeróbio. Consequentemente, um método que não considera esses dois sistemas, pode não representar de forma precisa a carga interna do esforço.

Coutts et al.<sup>24</sup> demonstraram por meio de análises de regressão múltipla que valores de [La] e FC associados apresentam um coeficiente de explicação para o aumento da PSE de 57,8%, o que foi maior do que os valores de coeficiente de explicação quando a FC foi analisada de forma isolada (43,1%). Esses resultados sugerem importante participação do metabolismo anaeróbio no aumento da PSE, a qual pode ser subestimada quando utilizada apenas a FC como parâmetro, uma vez que a FC apresenta um comportamento linear com a intensidade, enquanto que a [La] apresenta um comportamento exponencial.

Dessa forma, a PSE da sessão parece ser um bom parâmetro para quantificar cargas de treinamento, pois representa satisfatoriamente a participação de ambos os sistemas, aeróbio e anaeróbio. Além disso, o método PSE da sessão não requer equipamentos sofisticados, pode ser facilmente aplicado por técnicos e preparadores físicos para monitorar a CT, além de poder desenvolver estratégias mais eficientes de periodização específica dos atletas<sup>3</sup>. Embora o presente estudo tenha avaliado somente uma sessão de treinamento para cada atleta, os resultados da literatura<sup>16,21,22</sup> associados aos encontrados neste estudo

demonstram que a PSE da sessão parece ser um bom indicador global da CT em modalidades de esportes intermitentes, tal como o karate. No entanto, mais estudos devem ser realizados de modo a contemplar um maior número de sessões de treinamento bem como de sujeitos.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, PSE da sessão parece ser um bom método para auxiliar os técnicos e preparadores físicos na quantificação das CT no karate estilo *shotokan*.

## REFERÊNCIAS

1. Francescato MP, Talon T, di Prampero PE. Energy cost and energy sources in karate. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995;71:355-61.
2. Hayes PR, Quinn MD. A mathematical model for quantifying training. *Eur J Appl Physiol* 2009;106:839-47.
3. Nakamura FY, Moreira A, Aoky MS. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva de esforço é um método confiável? *Revista da Educação Física* in press 2010.
4. Suzuki S, Sato T, Maeda A, Takahashi Y. Program Design Based on Mathematical Model Using Rating of Perceived Exertion for an Elite Japanese Sprinter: A Case Study. *J Strength Cond Res* 2006;20:36-42.
5. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1164-8.
6. Taha T, Thomas SG. Systems modeling of the relationship between training and performance. *Sports Med* 2003;33:1061-73.
7. Banister EW. Modeling elite athletic performance. In: MacDougall J. D., Wenger H. A., Green H.J., eds. *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. 2nd ed. Champaign, IL: Human kinetics; 1991:403-425.
8. Edwards S. *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press; 1993.
9. Lucia A, Hoyos J, Santalla A, Earnest C, Chicharro JL. Tour de France versus vuelta a España: Which is harder? *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:872-8.
10. Stagno KM, Thatcher R, Somerem KAV. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *J Sports Sci* 2007;25:629-34.
11. Seiler KS, Kjerland GO. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an optimal distribution? *Scand J Med Sci Sports* 2006;16:49-56.
12. Foster C, Hector LL, Welsh R, Schrager M, Grenn MA, Snyder AC. Effects of specific versus cross-training on running performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995;70:367-72.
13. Padilla S, Mujika I, Orbañanos J, Santisteban J, Angulo F, Goirienea JJ. Exercise intensity and load during mass-start stage races in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:796-802.
14. Lanao JE, San Juan AF, Conrad P, Earnest CP, Foster C, Lucia A. How endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:496-504.
15. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hirovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res* 2001;15:109-15.
16. Impellizzeri F, Rampinini E, Coutts A, Sassi A, Marcora S. Use of RPE-Based Training Load in Soccer. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1042-7.
17. Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Physiol Perform* 2008;3:16-30.
18. Irving BA, Rutkowski J, Brock DW, Davis CK, Barrett EJ, Gaesser GA et al. Comparison of Borg- and Omni- RPE as markers of the blood lactate response to exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1348-52.
19. Wallace LK, Slattery KM, Coutts AJ. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training load in swimming. *J Strength Cond Res* 2009;23:33-8.
20. Billat VL, Hill DW, Pinoteau J, Petit B, Koralsztein JP. Effect of protocol on determination of velocity at VO2 max and on its time to exhaustion. *Arch Physiol Biochem* 1996;104:313-21.
21. Coutts AJ, Reaburn P, Murphy A, Pine M, Impellizzeri FM. Validity of the session-RPE method for determining training load in team sport athletes. *J Sci Med Sports* 2003;6:525.
22. Alexiou H, Coutts AJ. Comparison of methods used for quantifying internal training load in various modes of training in women soccer players. *Int J Sports Physiol Perform* 2008;3:320-30.
23. Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J Strength Cond Res* 2004;18:353-8.
24. Coutts AJ, Rampinini E, Marcora SM, Castagna C, Impellizzeri FM. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *J Sci Med Sport* 2009;12:79-84.