

**Artigo original**Talita Grossi¹Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo¹Lorival José Carminatti²Juliano Fernandes da Silva¹**DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DA AULA DE POWER JUMP POR MEIO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA****DETERMINATION OF THE INTENSITY OF A POWER JUMP SESSION BY MEANS OF HEART RATE MONITORING****RESUMO**

O Power Jump (PJ) caracteriza-se como uma aula segura, de fácil execução, com ações intermitentes retardando a fadiga. Contudo, são escassos os estudos específicos sobre o assunto. O objetivo deste estudo foi determinar a intensidade da aula de PJ por meio da frequência cardíaca (FC). Participaram do estudo 11 mulheres praticantes da modalidade (21,7±1,9 anos; 59,3±4,8kg; 162,6±5,6cm; 22,6±3,2 %G). Os indivíduos foram primeiramente submetidos a um teste incremental em esteira ergométrica (TI), obtendo valores de consumo de oxigênio (VO₂), FC máxima (FCmax), ponto de deflexão da FC (PDFC) e gasto calórico (GC). Os indivíduos tiveram sua FC monitorada em duas aulas da modalidade do mix nove. Os domínios fisiológicos foram delimitados de acordo com os valores de PDFC em três domínios de esforço: severo, pesado e moderado. Foi empregada a estatística descritiva (média±DP). Para comparações de FC e GC entre PJ1 e PJ2, foi realizado o teste t de Student, e, para comparações entre os domínios a análise de variância Two-way, complementada pelo Scheffé test. Foi adotado p<0,05. A FCmax no TI foi de 195±10 bpm. A velocidade, FC e %FCmax correspondentes ao PDFC e 80% do PDFC foram 10,1±0,95km.h⁻¹, 178±7 bpm e 91,7±4,0%; 8,1±0,76km.h⁻¹, 143±5 bpm; 73,4±3,2%, respectivamente. Foi significativa a diferença da FCmédia e GC entre PJ1 (161±11 bpm, 386±58,2kcal) e PJ2 (156±10 bpm, 355,1±53,8 kcal). O tempo de permanência no domínio pesado foi de 51±14,5%; severo 27±19,7% e 23±8,7% no moderado. Pode-se concluir que as alunas permaneceram maior parte das aulas no domínio pesado, intensidade que é adequada para o aprimoramento da capacidade aeróbia.

Palavras-chave: Domínios fisiológicos; Ponto de deflexão da frequência cardíaca; Gasto calórico.

ABSTRACT

A Power Jump (PJ) session is considered to be a safe and easy class that also involves intermittent exercises that prolong the time to exhaustion. However, there is not enough information about this subject in the literature. The purpose of this study was to determine the intensity of a PJ session by means of heart rate (HR) monitoring. Eleven physically active females participated in the study (age: 21.7 ± 1.9 years; body mass: 59.3 ± 4.8 kg; height: 162.6 ± 5.6 cm; percentage body fat: 22.6 ± 3.2 %). Participants were asked to perform an incremental test (IT), in order to obtain values for oxygen uptake (VO₂), maximal heart rate (HRmax), heart rate deflection point (HRDP) and energy expenditure (EE). The HR of the subjects was monitored during a special type of Power Jump session called "mix nine" on two different occasions. According to the HRDP values, physiological domains could be divided into three exercise intensity classes: moderate, heavy and severe. Descriptive statistics were adopted (mean ± SD). Student's t test was used to compare HR and EE between PJ1 and PJ2. For comparisons between domains, two-way ANOVA and the Scheffé test were used. The level of significance was set at p<0.05. Mean HRmax obtained during the IT was 195±10bpm. The velocities, HR and %HRmax corresponding to HRDP and 80% of HRDP were 10.1±0.95km.h⁻¹, 178±7bpm and 91.7±4.0%; and 8.1±0.76km.h⁻¹, 143±5bpm and 73.4±3.2%, respectively. Values for HRmean and EE were significantly different when PJ1 (161±11bpm, 386±58.2kcal) and PJ2 (156±10bpm, 355.1±53.8kcal) were compared. The times spent in each exercise intensity domain were: heavy 51±14.5%; severe 27±19.7% and moderate 23±8.7%. These results show that the subjects spent most of the time in the heavy exercise domain which, in turn, appears to be the most indicated for improving aerobic capacity.

Key words: Physiological domains; Heart rate; Energy expenditure.

¹ Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Esforço Físico, Florianópolis, SC, Brasil.

² Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina, Laboratório de Pesquisa Morfo-funcional- LAPEM. Brasil.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, vem sendo dada maior importância à prática de atividades físicas em nossa sociedade, principalmente para o desenvolvimento dos componentes da aptidão física voltados à saúde. Dentre os quais, pode-se ressaltar a aptidão cardiorrespiratória, a força, a endurance muscular, a flexibilidade e a composição corporal¹. Desta forma, a busca por uma melhor qualidade de vida, por um envelhecimento saudável e a melhoria dos padrões estéticos parece despertar nas pessoas um maior interesse para a realização de exercícios físicos, principalmente aqueles que são realizados de forma segura e eficiente.

Tanto para a saúde como para a performance é necessária a correta aplicação dos princípios do treinamento, destacando-se o da individualidade, e aplicando-se a sobrecarga de acordo com a capacidade funcional do indivíduo. Sobre os fatores que compõem a sobrecarga (intensidade, volume e frequência semanal) a intensidade parece ser a mais importante, determinando, quase que isoladamente, a existência ou não das adaptações e que tipo de adaptação irá existir no treinamento². Assim, é fundamental que os profissionais conheçam detalhadamente a intensidade do exercício prescrito, seguindo um programa de treinamento seguro, eficiente e de acordo com os objetivos pré-determinados.

O American College of Sports Medicine (ACSM)¹ recomenda a realização de exercícios físicos de três a cinco vezes por semana, com duração de 20 a 60 minutos contínuos ou intermitentes, intensidade variando entre 50% e 85% do consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) e, entre 64% e 94% da frequência cardíaca máxima ($FC\text{max}$) para a melhora da aptidão cardiorrespiratória. Kindermann et al.³ propõem a intensidade correspondente ao primeiro aumento das concentrações de lactato (limiar aeróbio) como a intensidade mínima para melhora da capacidade aeróbia. Contudo, apesar dos exercícios moderados contribuírem positivamente para a saúde, evidências mostram que os exercícios com intensidades elevadas são mais eficientes para melhora do $VO_2\text{max}$, sugerindo que devem ser utilizados exercícios de alta intensidade para melhora do componente cardiorrespiratório⁴. Além disso, outras adaptações, como aumento da massa corporal magra, aumento do dispêndio energético pós-exercício, podem ser obtidas com a prescrição de exercícios mais intensos⁵.

No contexto deste modelo de prescrição de exercícios físicos voltado à saúde, as aulas de ginástica realizadas em grupos também deveriam contemplar os fatores que interferem na resposta do treinamento (intensidade, duração, frequência e especificidade) recomendados pelo ACSM⁽¹⁾.

Nesta perspectiva, o Power Jump (PJ) é uma aula pré-coreografada, na qual são realizados movimentos em um mini-trampolim, que permite uma maior segurança devido a sua superfície elástica, promovendo a redução do impacto. Esta modalidade é composta por

nove músicas, cada uma, com o seu objetivo específico, totalizando uma duração de 50 a 55 minutos. O PJ, pode ser classificado como um treinamento intervalado, exigindo a execução repetitiva de um determinado exercício, separado por períodos de recuperação ativa ou passiva⁶. Além disso, o trabalho intermitente retarda a fadiga devido à diminuição da taxa glicolítica na fase de recuperação, permitindo o aumento da intensidade durante os períodos de carga⁷. No PJ a intensidade é controlada por meio da seqüência progressiva dos movimentos. Pode-se aumentá-la à medida que a força exercida para empurrar a superfície elástica seja maior, e o contrário para a sua diminuição. Assim, a aula de PJ pode apresentar intensidades nos diferentes domínios de esforço (moderado, pesado e severo), contudo, ainda não foram realizados estudos verificando o tempo de permanência em cada um deles durante as aulas.

Entre os índices fisiológicos utilizados para controle das intensidades de treinamento, destaca-se o $VO_2\text{max}$ e as respostas associadas ao lactato sanguíneo, no entanto, este último tem sido reconhecido como um índice mais confiável para controle das cargas de treinamento², visto que indivíduos com valores de $VO_2\text{max}$ similares podem apresentar respostas diferentes em relação às intensidades do limiar aeróbio e da máxima fase estável de lactato (MLSS)⁸. A MLSS tem sido reconhecida como a melhor preditora de capacidade aeróbia, representando a maior intensidade de exercício (IMLSS) que pode ser mantida ao longo do tempo, sem uma contínua acumulação de lactato no sangue⁷. Para a determinação da IMSS e da concentração de lactato relativa a MLSS, é necessária a aplicação de vários testes com intensidades constantes, de 20-30 minutos de duração e sucessivas visitas ao laboratório ou ao local de avaliação. Além de se tratar de uma metodologia invasiva, necessita de elevados custos financeiros e avaliadores especializados.

Procurando minimizar o número de avaliações e visitas ao laboratório, Heck et al.⁹ propuseram o limiar anaeróbio (LAn) para a identificação da MSSL com base em um único protocolo de cargas progressivas (estágios com duração de 5 minutos), empregando uma concentração fixa de $4,0 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Heck et al.⁹ ainda propõem que, quando se utilizar estágios com duração de 3 minutos, a concentração fixa utilizada para aproximação com a MLSS deve ser de $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Contudo, esta metodologia ainda continua se tratando de um processo invasivo e dispendioso em relação aos custos financeiros.

Neste estudo, será utilizada a denominação de segundo limiar de transição fisiológica (LTF2) para o LAn e de primeiro limiar de transição fisiológica (LTF1) para o limiar aeróbio.

Como a determinação do lactato sanguíneo é um método invasivo e exige material de alto custo, muitos autores têm sugerido a utilização de métodos não-invasivos para a determinação da resposta do lactato sanguíneo ao exercício, servindo como referência para a prescrição da intensidade do treinamento^{10,11,12}.

Dentre as técnicas não invasivas para a determinação do limiar anaeróbio (LAn), podemos

citar o teste de "CONCONI", o qual se baseia na relação (em princípio linear) entre a velocidade de corrida (VC) - intensidade do exercício - e frequência cardíaca (FC), como demonstrado por vários estudos¹¹.

Entre os métodos indiretos, não invasivos e principalmente de baixo custo para aproximação da intensidade MLSS, o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) é um dos métodos alternativos mais utilizados^{10,11,13,14}. O PDFC representa a perda da linearidade na relação entre FC e intensidade de exercício e, apesar de alguns autores¹² questionarem o PDFC para aproximação da MLSS ou LTF2, esta variável vem sendo utilizada e estudada amplamente^{15,16}, principalmente por ser um método não invasivo, de fácil aplicabilidade e de baixo custo operacional e financeiro¹⁴.

O único estudo em modalidade similar (Jump Fit) ao PJ foi desenvolvido por Furtado et al.¹⁷, com o objetivo de verificar o comportamento do consumo de oxigênio, da FC e do gasto calórico (GC). No entanto, todas as avaliações desse estudo foram realizadas em ambiente laboratorial, desconsiderando o princípio da especificidade, uma vez que as avaliações em ambiente laboratorial podem apresentar resultados dissociados da rotina de treinamento empregado nas aulas de Jump Fit.

Nesta perspectiva, considerando a ausência de estudos na área sobre a intensidade de exercício da aula de PJ, o presente estudo teve como objetivos: 1) determinar o perfil fisiológico da aula de PJ, a partir de índices determinados em teste incremental em esteira ergométrica (TI); 2) estabelecer três domínios fisiológicos delimitados pela FC; 3) estimar o GC e determinar a exigência fisiológica imposta às alunas durante a aula, de acordo com o tempo de permanência em cada domínio.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra

Participaram voluntariamente desta investigação 11 mulheres saudáveis praticantes da modalidade de PJ pelo período de, no mínimo, dois meses (idade de $21,7 \pm 1,9$ anos; massa corporal de $59,3 \pm 4,8$ kg; estatura de $162,6 \pm 5,6$ cm; índice de massa corporal de $22,5 \pm 2,0$ kg.m⁻² e percentual de gordura de $22,6 \pm 3,2$ %). A seleção do grupo foi realizada de forma intencional não probabilística, com o intuito de realizar a pesquisa em um grupo homogêneo em relação à idade, ao sexo, à prática da modalidade e de atividade física em geral.

Todos os procedimentos utilizados neste estudo foram aprovados previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) e a inclusão das voluntárias na amostra se deu com a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (protocolo 269/06).

A coleta de dados foi dividida em três etapas: a primeira foi realizada em laboratório contemplando o TI e a avaliação antropométrica, e a segunda e terceira etapas foram realizadas em dois dias, não consecutivos, na academia de ginástica em que as alunas realizam suas aulas.

Avaliação da composição corporal

Inicialmente, o grupo foi submetido a uma avaliação antropométrica, na qual foram mensuradas as seguintes variáveis: massa corporal (TOLEDO, Brasil), estatura (SANNY, EUA), percentual de gordura (%G). As dobras cutâneas das regiões tricúspita (A), supra-iliaca (B), panturrilha medial (C) e, sub-escapular (D) foram determinadas (CESCORF, Brasil) sempre do lado direito do voluntário. A estimativa da densidade corporal (DC) foi realizada segundo a proposta de Petroski¹⁸, densidade corporal = $1,029024 - 0,000672*(A+B+C+D) + 0,000002*(A+B+C+D)^2 - 0,000261*(idade) - 0,000560*(massa\ corporal) + 0,000546*(estatura)$, utilizando-se a equação de Siri¹⁹, que é: $\%G = (495/DC) - 450$ para conversão da densidade corporal em %G. Onde: Idade (anos completos); massa corporal (kg); estatura (cm); A, B, C e D: dobras cutâneas (mm).

Protocolo para a determinação do VO₂max e o PDFC

As voluntárias foram submetidas a um teste incremental em esteira ergométrica (IMBRAMED, modelo ATL 10200) para a determinação do pico de velocidade (PV), frequência cardíaca máxima (FCmax), PDFC e VO₂max. O teste iniciou com uma velocidade de 6,0 km.h⁻¹, inclinação fixa de 1%, com incrementos de carga de 1,0 km.h⁻¹ a cada estágio, o qual teve a duração de um minuto. O teste foi considerado máximo quando as avaliadas atingiam todos os critérios a seguir: razão de troca respiratória maior que 1,10, FCmax de, no mínimo, 90% da FCmax predita para a idade e a exaustão voluntária²⁰.

A FC foi monitorada por meio do cardiofrequenciômetro da marca Polar® (modelo S610i), registrando valores de FC no final de cada estágio/minuto. Para a determinação do PDFC, foi utilizado o método matemático D_{máx}, proposto por Kara et al.¹³. O PDFC foi utilizado para aproximação do LTF2 e a FC correspondente a carga de 80% do PDFC para aproximação do primeiro limiar de transição fisiológica (LTF1).

O VO₂ foi mensurado por meio de um analisador de gases (AEROSPORT Inc., modelo TEEM 100, EUA), estando a avaliada conectada ao aparelho, utilizando um bocal e um clip nasal, sendo os dados reduzidos às médias de cada minuto. O VO₂max foi considerado como o maior valor obtido durante o teste nestes intervalos de 20s. Este equipamento foi calibrado antes do início das coletas, de acordo com os procedimentos preconizados pelo fabricante.

Monitoramento da aula (PJ)

A aula utilizada para essa pesquisa foi o mix nove do PJ, por ser o mais atual na época do estudo (novembro de 2006). Todos os indivíduos avaliados realizaram duas aulas idênticas de PJ com duração de 51 minutos e 10 segundos.

Para o acompanhamento da aula, e para seguir um padrão com todas as alunas, o monitoramento da FC iniciou na primeira faixa (aquecimento) e finalizado

no final da nona música (alongamento/volta à calma). Todas as aulas foram conduzidas pela mesma professora, e o *compact disk* não foi interrompido em nenhuma avaliação, sendo respeitado e utilizado o tempo de coreografias e recuperação estipulados pelos profissionais do PJ. Foram utilizados monitores de FC da marca Polar® (modelo S610i).

Para determinar a intensidade de esforço das alunas durante as aulas, foram delimitados domínios fisiológicos de acordo com a proposta de Carminatti¹⁶, sendo definido como domínio de esforço moderado os valores de FC que ficaram abaixo de 80% do PDFC (LTF1), domínio de esforço pesado, abrangendo os valores de FC entre 80% e 100% do PDFC (LTF2) e domínio de esforço severo os valores de FC acima do PDFC, conforme a figura 1.

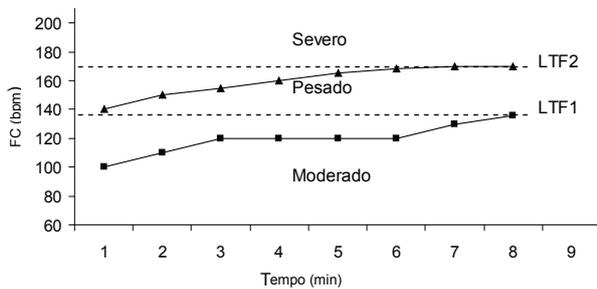


Figura 1. FC nos diferentes domínios de esforço.

Gasto calórico

O GC foi estimado a partir do produto entre VO_2 por minuto e equivalente calórico para cada faixa de quociente respiratório (QR) obtidos no TI. Posteriormente, foi realizada uma relação linear entre os valores de FC e GC e, dessa forma, foram geradas equações de regressão para estimar o GC durante a aula de PJ²¹.

Análise estatística

Utilizou-se a estatística descritiva para análise e tratamento dos dados, apresentados em forma de média e desvio padrão. O teste t de Student, para amostras dependentes e a análise de variância Two-way complementada pelo teste de Scheffé foram realizados para comparar os resultados obtidos em relação ao GC, FCmax e FCmédica nas duas aulas de PJ e a permanência nos domínios fisiológicos, respectivamente. Foi adotado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Inicialmente estão apresentados os valores médios relativos ao TI e, posteriormente, as variáveis obtidas no monitoramento das aulas. Em relação aos valores obtidos no TI (tabela 1), observa-se que a média da FCmax foi de 195 ± 10 bpm, valor muito próximo da frequência cardíaca máxima predita pela idade ($FC_{max_{pred}}$), que foi em média 198 ± 2 bpm. Assim, pode-se afirmar que o TI alcançou um de seus propósitos que foi expor os avaliados a uma situação muito próxima da intensidade máxima predita, visto que os valores de FCmax alcançados foram, em média, de $98,48 \pm 5,05\%$ da $FC_{max_{pred}}$ pela idade. Em relação aos valores de VO_2 max e PV foram observados valores médios de $39,8 \pm 4,75$ mL.kg⁻¹.min⁻¹ e $13,4 \pm 1,7$ km.h⁻¹, respectivamente (tabela 1).

O valor médio de velocidade referente ao PDFC foi de aproximadamente $10,1 \pm 0,9$ km.h⁻¹, correspondendo a $76,3 \pm 9,5\%$ do PV, enquanto a velocidade de 80% do PDFC foi de $8,1 \pm 0,8$ km.h⁻¹. O PDFC ocorreu por volta de 178 ± 7 bpm, correspondendo a $91,7 \pm 4,01\%$ da FCmax determinada no TI, enquanto o valor referente a 80% do PDFC apresentou-se por volta de 143 ± 5 bpm (tabela 2).

Em relação às variáveis obtidas durante o monitoramento das aulas, observa-se que o valor médio da FCmax no PJ1 (196 ± 11 bpm) ultrapassa $0,5\%$ da FCmax encontrada no TI (tabela 3). Já o valor

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão da $FC_{max_{pred}}$, FCmax, %FCmax_{pred}, PV e VO_2 max absoluto (l/min) e relativo (ml/kg/min) referentes ao teste incremental de esteira ergométrica.

n (11)	$FC_{max_{pred}}$ (bpm)	FCmax (bpm)	% FCmax _{pred} (%)	PV (km.h ⁻¹)	VO_2 max absoluto L.min ⁻¹	VO_2 max relativo mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹
Média ± (DP)	198 ± 2	195 ± 10	$98,48 \pm 5,05$	$13,4 \pm 1,7$	$2,4 \pm 0,27$	$39,8 \pm 4,75$

Nota: $FC_{max_{pred}}$ = frequência cardíaca máxima predita, FCmax = frequência cardíaca máxima atingida no TI, % FCmax_{pred} = percentual da FCmax em relação a $FC_{max_{pred}}$, PV = pico de velocidade, VO_2 max = consumo máximo de oxigênio.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão da FC (bpm) e velocidade (km.h⁻¹) referente ao PDFC (bpm), 80% do PDFC (bpm), e percentual relativo do valor do PDFC em relação ao PV (VPDFC%PV) e a FCmax (PDFC%FCmax).

n (11)	PDFC (bpm)	80% PDFC (bpm)	VPDFC (Km.h ⁻¹)	V80%PDFC (Km.h ⁻¹)	PDFC%FCmax (%)	VPDFC% PV (%)
Média ± DP	178 ± 7	143 ± 5	$10,1 \pm 0,9$	$8,1 \pm 0,8$	$91,7 \pm 4,01$	$76,3 \pm 9,5$

Nota: PDFC = ponto de deflexão da frequência cardíaca, 80% PDFC = FC relativa a oitenta por cento do PDFC, VPDFC = velocidade relativa ao PDFC, V80%PDFC = velocidade relativa a 80% do PDFC, PDFC%FCmax = percentual do PDFC em relação a FCmax, PDFC% PV = percentual da VPDFC em relação ao PV.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão das FCmax e FCmédia no PJ1 e PJ2.

n (11)	FCmax PJ1 (bpm)	FCmédia PJ1 (bpm)	FCmax PJ2 (bpm)	FCmédia PJ2 (bpm)
Média ± DP	196 ± 11*	161 ± 11*	190 ± 11	156 ± 10

*p<0,05 em relação ao PJ2.

Nota: FCmax PJ1 = frequência cardíaca máxima na primeira aula monitorada, FCmédia PJ1 = frequência cardíaca média na primeira aula monitorada, FCmax PJ2 = frequência cardíaca máxima na segunda aula monitorada, FCmédia PJ2 = frequência cardíaca média na segunda aula monitorada.

médio da FCmax do PJ2 (190 ± 11 bpm) totaliza 97,4% da FCmax encontrada no TI. Os valores de FCmédia observados no PJ1 e PJ2 foram de 161 ± 11 bpm e 156 ± 10 bpm, respectivamente, sendo encontradas diferenças significantes (p<0,05) no que diz respeito à FCmax e a FCmédia comparando as duas aulas.

Na tabela 4, são apresentados os valores relativos ao GC no PJ1 e PJ2. Diferenças significativas (p<0,05) foram encontradas comparando os valores obtidos de GC no PJ1, 386,0 ± 58,3kcal e no PJ2, 355,1 ± 53,8 kcal.

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão do GC no PJ1 e PJ2.

N (11)	GC PJ1 (kcal)	GC PJ2 (kcal)
Média ± DP	386,0±58,3*	355,1±53,8

*p<0,05 em relação ao PJ2

Nota: GC PJ1 = gasto calórico na primeira aula monitorada, GC PJ2 = gasto calórico na segunda aula monitorada.

Com relação ao tempo de permanência em cada domínio, no PJ1 quase metade da aula foi realizada no domínio pesado (49,6 ± 14,8%), 29,0 ± 19,5% no domínio severo e 21,3 ± 5,9% no domínio moderado, enquanto no PJ2 as alunas permaneceram 52,6 ± 14,8% na intensidade pesada, 25,4 ± 10,8% na moderada e 22,1 ± 20,3% realizando esforço no domínio severo. Verificando a média de PJ1 e PJ2, a maior parte das aulas os indivíduos permaneceram realizando esforço pesado (51,1 ± 14,5%), 25,6 ± 19,7% severo, e a menor parte (23,4 ± 8,7%) na intensidade moderada (tabela 5). Não foram encontradas diferenças significativas, em comparação as duas aulas de PJ, no que diz respeito à permanência nos domínios fisiológicos.

Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão do percentual de tempo que as voluntárias ficaram em cada domínio fisiológico no PJ1, PJ2 e média das duas aulas de PJ.

Aulas N (11)	Severo (%)	Pesado (%)	Moderado (%)
(PJ1) média ± DP	29,0 ± 19,5	49,6 ± 14,8	21,3 ± 5,9
(PJ2) média ± DP	22,1 ± 20,3	52,6 ± 14,8	25,4 ± 10,8
(PJ1 e PJ2) média ± DP	25,6 ± 19,7	51,1 ± 14,5	23,4 ± 8,7

DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi determinar o perfil fisiológico da aula de PJ em relação a sua intensidade por meio da FC em duas aulas idênticas da modalidade. Assim, foi determinada a intensidade de esforço dos indivíduos a partir dos índices fisiológicos observados anteriormente no TI.

Na avaliação das capacidades físicas, seja em laboratório ou em testes de campo, indica-se o uso de ergômetros e/ou testes que mais se aproximem das ações e gestos esportivos utilizados na modalidade praticada²². Porém, como não existe um protocolo de cargas progressivas para a aula no mini-trampolim, e de acordo com outra pesquisa na área com aulas de ginástica de academia¹⁷, o protocolo utilizado para avaliação cardiorrespiratória foi o TI em esteira ergométrica.

Em relação aos índices fisiológicos determinados no TI, o grupo apresentou um VO₂max de 39,8 ± 4,7 mL.kg⁻¹.min⁻¹ ou 2,4 ± 0,3 L.min⁻¹ (tabela 1). Conforme a classificação do nível de aptidão física do ACSM¹, o grupo avaliado apresenta boa aptidão física geral. Existe consenso na literatura, que o VO₂max é o índice fisiológico que melhor descreve a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório. Além disso, ele representa a capacidade máxima de integração do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio para a produção aeróbia de energia²³.

Os resultados verificados neste estudo mostraram-se inferiores aos observados por outros autores¹⁷, que estudando um grupo de mulheres fisicamente ativas por um período de seis meses encontraram um VO₂max médio de 44,5 ± 5,1 mL.kg⁻¹.min⁻¹ ou 2,61 L.min⁻¹.

O PV ou vVO₂max foi de 13,4 ± 1,7 km.h⁻¹, mostrando-se superior aos apresentados na literatura (10 ± 0,99 km.h⁻¹) para o perfil dos indivíduos analisados neste estudo¹⁷. O vVO₂max ou PV, que corresponde a

mínima velocidade em que há a ocorrência do VO_2max , é considerado um importante preditor de performance aeróbia^{2,23}.

O valor de FCmax verificado em nosso estudo foi superior aos apresentados por outros autores¹⁷, com mulheres fisicamente ativas, contudo, essa diferença entre as FCmax pode estar associada ao fator idade, visto que esta interfere diretamente nesse índice fisiológico.

Em relação ao PDFC, os dados obtidos neste grupo (178 ± 7 bpm), correspondendo a $91,7 \pm 4,01\%$ da FCmax obtida no TI, corroboram os achados de Cambri et al.²⁴, que, estudando universitários, encontraram o PDFC a $86,5 \pm 4,8\%$ da FCmax. O protocolo utilizado por Cambri et al.²⁴ apresentava incrementos de $0,3 \text{ km.h}^{-1}$, velocidade inicial de 5 km.h^{-1} e os estágios apresentavam a mesma duração do protocolo adotado no nosso estudo (1min).

A velocidade média em que foi identificado o PDFC foi de $10,1 \pm 0,94 \text{ km.h}^{-1}$, valor este que ficou em torno de $76,3 \pm 9,55\%$ do PV (tabela 2), também corrobora os achados na literatura²⁵, que encontrou $80,4 \pm 5,6\%$ do PV. O valor correspondente a 80% do PDFC foi de 143 ± 5 bpm, ficando a $73,3\%$ da FCmax do TI. As variações de FC e velocidades relativas ao PDFC nos diferentes estudos, podem ser decorrentes de fatores intervenientes como idade e nível de condicionamento. Neste estudo, a identificação do PDFC e 80% do PDFC foram objetivando uma aproximação do LTF2 e LTF1, respectivamente.

Para Conconi et al.¹¹ a relação entre FC e VC é, em parte, linear e, em parte, curvilínea. O ponto no qual a linearidade é perdida tem sido chamado PDFC, momento este que, para esses autores, está associado ao LAN.

O PDFC têm sido identificado por meio da técnica de inspeção visual a partir da relação entre intensidade do exercício e frequência cardíaca obtida durante um protocolo incremental até a exaustão voluntária^{15,16}. Mais recentemente, o PDFC também passou a ser determinado a partir de métodos matemáticos¹³ para se diminuir a subjetividade do método de inspeção visual.

Sobre o monitoramento das aulas estudadas, foram encontradas diferenças significantes ($p < 0,05$) entre as duas aulas monitoradas. No PJ1 a FCmax foi superior a do PJ2 (tabela 3), tornando evidente que o maior número de aulas monitoradas pode fornecer resultados mais consistentes. A FCmédia no PJ1 também mostrou-se superior à encontrada no PJ2 (tabela 3). Relacionando a FCmédia da aula com a FCmax do TI, pode-se afirmar que a média do PJ1 correspondeu a $82,8 \pm 6\%$ da FCmax do TI e no PJ2 a $80 \pm 5\%$ da FCmax. Outros autores¹⁷, que analisaram o VO_2 , a FC e o dispêndio energético durante as aulas do Jump Fit (JF) que se caracteriza como uma modalidade similar ao PJ, obtiveram uma FCmédia na aula de $160 \pm 8,9$ bpm e uma FCmax de 171 bpm.

Além do mais, no estudo realizado por Furtado et al.¹⁷ o VO_2 e o dispêndio energético foram mensurados por meio da espirometria de circuito aberto durante apenas uma aula de JF realizada individualmente no laboratório. Este procedimento experimental pode interferir negativamente na performance das

alunas, visto que a aula foi realizada em um ambiente desconhecido e apenas na presença dos avaliadores podendo não ser motivante suficiente para que as voluntárias realizassem os movimentos da modalidade da mesma forma com que executariam no contexto da academia. Fato este que pode ter interferido na validade dos resultados obtidos.

Na pesquisa de Furtado et al.¹⁷, a média do VO_2pico observado durante a aula correspondeu a $81,2\%$ do VO_2max verificado anteriormente na esteira ergométrica ($44,5 \pm 5,1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). O resultado da média de FCmax durante a aula em nosso estudo (tabela 3) foi superior ao achado com o JF por outros autores¹⁷. Já a FC média da aula foi similar entre as duas pesquisas. É importante ressaltar que o grupo avaliado por Furtado et al.¹⁷ apresentava idade média de $26,8 \pm 7,2$ anos, com condição física semelhante às voluntárias do nosso estudo, e, além disso, o n amostral era semelhante ($n=10$). Os valores mais elevados de FCmax no presente estudo, em comparação com os achados na literatura, podem ser explicados pelo fato deste ter sido realizado em situação real de aula em academia, em ambiente já conhecido e confortável, contribuindo para a elevação da intensidade.

Os valores de FCmédia obtidos nas duas aulas em nosso estudo estão de acordo com as recomendações do ACSM¹ em relação à intensidade do exercício, que preconiza valores de 64% a 94% da FCmax, para o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória. O ACSM¹ ainda preconiza a duração das atividades entre 20 e 60 minutos com uma frequência semanal de 3 a 5 vezes, e intensidade variando de 50% a 85% do VO_2max .

A comparação de valores de VO_2 e FC obtidos em aula, com os de VO_2max e FCmax determinados em protocolos laboratoriais com esteira ergométrica, deve considerar possíveis influências do modo de exercício das respectivas aulas, visto que estas solicitam movimentos acíclicos com utilização de membros inferiores e superiores, enquanto a corrida na esteira ergométrica trata-se de um movimento cíclico com maior prevalência de movimentação dos membros inferiores. Londeree et al.²⁶ verificaram que exercícios cíclicos com utilização simultânea de membros superiores e inferiores apresentam uma variação maior no $\% \text{VO}_2\text{max}$ que exercícios que utilizam apenas membros inferiores. Além disso, é necessário ter cautela ao comparar valores médios de FC de estudos diferentes, pois esta variável pode ser influenciada por fatores como idade, temperatura e diferentes ambientes onde são realizados.

O GC foi estimado indiretamente a partir do conhecimento dos equivalentes calóricos para cada faixa de QR. A média do GC no PJ1 foi de $386 \pm 58,3$ kcal e no PJ2, de $355,13 \pm 53,8$ kcal, resultados que foram significativamente diferentes ($p < 0,05$). Outros autores¹⁷, estudando o dispêndio energético, com indivíduos conectados ao analisador de gases em aulas de JF, com duração de 50 minutos, encontraram valores de GC (386,4kcal) idênticos ao PJ1 e superiores ao PJ2 em 32 kcal.

Os valores de GC verificados no nosso estudo

quando apresentados em $\text{Kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($7,3 \pm 1,1 \text{ Kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) mostraram-se próximos aos de Martinovic et al.²⁷, em aulas de Step Training com plataformas de 15 cm ($7,1 \pm 1,1 \text{ Kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) e menores aos observados naquele mesmo estudo em plataformas de 20cm ($8,3 \pm 1,3 \text{ Kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). Comparando os achados, pode-se dizer que a aula de Step com plataforma de 20 cm é a mais intensa, que PJ e, Step com Plataforma de 15 cm.

Os valores de gasto calórico obtidos nas aulas do presente estudo estão de acordo com os recomendados pelo ACSM¹, que sugerem um gasto de 150-400kcal em atividade física programada por dia, objetivando a média 1000kcal por semana. É importante salientar que a realização de atividades físicas com durações mais elevadas tem conseguido um maior gasto energético (2000 kcal/semana) e, conseqüentemente, maior controle da massa corporal gorda¹.

Observando os valores obtidos a partir do monitoramento da FC durante PJ1 e PJ2 (tabela 5), as alunas permaneceram mais da metade das aulas no domínio pesado ($51,1 \pm 14,5\%$). Nesta intensidade, o sistema aeróbio é o predominante, sendo importante salientar que, neste esforço, apesar de acontecer um aumento na produção do ácido láctico em relação aos valores de repouso, este não é suficientemente elevado para interferir na performance, pelo fato de a remoção ser superior ou equilibrar-se com a sua produção²⁸. Em aproximadamente um quarto do tempo de aula houve predomínio do esforço severo ($25,6 \pm 19,7\%$), o qual se destaca por ser uma intensidade superior a MLSS. Portanto, neste domínio, a capacidade de remoção de lactato é inferior à produção e, assim, o individuo pode entrar em fadiga em poucos minutos.

A menor parte da aula esteve no domínio moderado ($23,4 \pm 8,7\%$), que compreende todas as intensidades de esforço que podem ser realizadas sem a modificação do lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso²⁸.

É importante salientar a cinética do VO_2 nos diferentes domínios de esforço. No domínio moderado, o qual as alunas permaneceram menor tempo das aulas, costuma haver um rápido ajuste do VO_2 (80-110s), estabilizando-se após este tempo e ocorrendo a sua manutenção até a interrupção do esforço. No domínio pesado, mesmo após os 80-110s, o VO_2 continua aumentando até uns 15-20 minutos de esforço, dando origem ao componente lento, contribuindo para uma redução na eficiência de trabalho²⁸. No domínio severo não se observa fase estável de VO_2 , sendo o domínio que a aluna atinge o VO_2max e entra em exaustão².

A cinética de VO_2 tem importância fundamental nas adaptações fisiológicas durante o esforço. A utilização de percentuais fixos de VO_2max e FCmax pode ocasionar erros na prescrição de treinamento, pois pessoas treinadas e não treinadas apresentam seus limiares de transição em intensidades diferentes^{2,8}. Analisando a aula de PJ que foi o alvo do presente estudo, é fundamental que os professores tenham conhecimento dos LTF de suas alunas, procurando desenvolver a aula com intensidades mais individualizadas, impedindo que alunas menos condicionadas entrem em

exaustão rapidamente, ou que as bem condicionadas não sofram as adaptações esperadas.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, observou-se que as voluntárias permaneceram a maior parte das aulas no domínio pesado, seguido do severo e moderado, permitindo concluir que a aula de PJ, mix nove, é predominantemente aeróbia, contribuindo, deste modo, para uma melhora do componente cardiorrespiratório. Contudo, é válido destacar que, aproximadamente em um quarto das aulas, as alunas permaneceram no domínio severo, o que eleva a solicitação do sistema anaeróbio em função de uma maior atividade da glicólise anaeróbia, contribuindo para um maior fornecimento de ATP. Também é possível sugerir que, durante o domínio severo, o consumo de oxigênio aumenta de forma bi-exponencial, apresentando, assim, um componente lento, direcionando o VO_2 para o seu valor máximo.

Considerando as respostas da FC, da intensidade de exercício e do dispêndio energético, obtidas durante as aulas, o programa de treinamento utilizado parece ser adequado em relação às recomendações do ACSM, que sugere uma intensidade de 64% a 94% da FCmax ou 50% a 85% do VO_2max e um gasto energético, por sessão, em torno de 300kcal a 500kcal para o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória e para a redução da gordura corporal.

Além disso, o domínio pesado predominante durante as aulas, que é delimitado por LTF1 e LTF2, que provavelmente, representa o balanço entre a liberação e remoção de lactato do sangue é a faixa que parece ser adequada para o aprimoramento da capacidade aeróbia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 7 ed. 2006.
2. Denadai BS. Determinação da intensidade relativa de esforço: Consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo. Rev Bras Ativ Fis Saúde 1999;4(2):77-81.
3. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. Eur J. Appl Physiol 1979;42:25-34.
4. O'Donovan G, Owen A, Bird SR, Kearney EM, Nevill AM, Jones DW, et al. Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. J Appl Physiol 2005;98:1619-1625.
5. Borsheim, E.; Bahr, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. Sports Med 2003; 33(14):1037-1060.
6. Robergs RA, Roberts SO. Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde. São Paulo: Phorte; 2002.
7. Beneke R, Hütler M, Duvillard SPV, Sellens M, Leithäuser RM. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. Med Sci Sports Exerc 2003;35:1626-1630.

8. Baldwin J, Snow RJ, Febbraio MK. Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1648-1654.
9. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Holmann, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Sci* 1985;6:117-130.
10. Conconi F, Grazzi G, Casoni I, Guglielmini C, Borsetto C, Ballarin E, et al. The conconi test: methodology after 12 years of application. *Int J Sports Sci* 1996;17(7): 509-519.
11. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of an anaerobic threshold by noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol* 1982;52(4):869-873.
12. Bourgois J, Vrijens J. The Conconi Test. A controversial concept for the determination of the anaerobic threshold in young rowers. *Int J Sports Med*. 1998; 19:553-559.
13. Kara M, Gokbel H, Bedi C, Ergene N, Uçok F, Uysal H. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. *J Sports Med Physiol Fitness* 1996; 36(1):31-34.
14. Schmid A, Huonker M, Aramendi JF, Klüppel E, Barturen M, Grathwohl D. Heart rate deflection compared to 4 mmol l⁻¹ lactate threshold during incremental exercise and to lactate during steady-state exercise on an armcranking ergometer in paraplegic athletes. *Eur J Appl Physiol* 1998;78:177-182.
15. Bodner ME, Rhodes EC. A review of the concept of the heart rate deflection point. *Int. J Sports Sci* 2000;30(1):31-46.
16. Carminatti LJ. Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (tcar) como preditores do máximo steady-state de lactato em jogadores de futsal. [Dissertação de Mestrado - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID)]. Florianópolis (SC): Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), 2006.
17. Furtado E, Simão R, Lemos A. Análise do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e dispêndio energético, durante as aulas do Jump Fit. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(5):371-375.
18. Petroski, EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação Física]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1995.
19. Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: Natl Acad Sci 1961. p. 223-224.
20. Laursen PB, Shing, CM, Peake, JM, Coombes, JS, Jenkins, DG. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(11):1801-1807.
21. Lothian F, Farrally, MR. A comparison of methods for estimating oxygen uptake during intermittent exercise. *J Sports Sci* 1995;13:491-497.
22. Silva AC, Torres FC. Ergoespiometria em Atletas Paraolímpicos Brasileiros. *Rev Bras Med Esporte* 2002;8(3):107-116.
23. Basset DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:70-84.
24. Cambri LT, Foza V, Nakamura F, De-Oliveira FR. Frequência Cardíaca e a Identificação dos Pontos de Transição Metabólica em Esteira Rolante. *Rev Ed Física/UEM* 2006;17(2):131-137.
25. Piasecki F. Métodos de identificação do limiar de transição fisiológica em protocolo progressivo intermitente com pausa. [Dissertação de Mestrado - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID)]. Florianópolis (SC): Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), 2006.
26. Londeree BR, Thomas TR, Ziogas G, Smith TD, Zhang Q. % VO₂ max versus % HR max regressions for six modes of exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27: 458-461.
27. Martinovic NMVP, Bottaro MM, Novaes JS. Respostas Cardiovasculares e Metabólicas do Step Training em Diferentes Alturas de Plataforma. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 2002;7(2):05-13.
28. Gaesser G, Poole DC. The slow component of oxygen uptake kinetics in human. *Exerc Sport Sci Rev* 1996;24:35-70.

Endereço para Correspondência:

Juliano Fernandes da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Desportos - Laboratório de Esforço Físico
Campus Universitário - Trindade
CEP: 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil
E-mail: jufesi23@yahoo.com.br

Recebido em 13/08/07
Revisado em 08/10/07
Aprovado em 24/11/07