



UNICEPLAC

Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos

Curso de Educação Física

Trabalho de Conclusão de Curso

**Comparação dos métodos de identificação do Limiar Anaeróbio
pela ventilação e pelo Ponto de Deflexão da FC em praticantes
de lutas**

Brasília-DF

2019



UNICEPLAC

ADEMIR LEITE DE OLIVEIRA

**Comparação dos métodos de identificação do Limiar Anaeróbio
pela ventilação e pelo Ponto de Deflexão da FC em praticantes
de lutas**

Artigo apresentado como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Educação Física pelo Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Tavares de Andrade

Brasília-DF

2019



UNICEPLAC

ADEMIR LEITE DE OLIVEIRA

Comparação dos métodos de identificação do Limiar Anaeróbio pela ventilação e pelo Ponto de Deflexão da FC em praticantes de lutas

Artigo apresentado como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Educação Física pelo Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Gama, 28 de novembro de 2019.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Daniel Tavares de Andrade
Orientador

Prof. Dr. Rafael Olher
Examinador

Prof. Ms. Alexandre Abdala
Examinador

Comparação dos métodos de identificação do Limiar Anaeróbio pela ventilação e pelo Ponto de Deflexão da FC em praticantes de lutas

Ademir Leite de Oliveira

Resumo:

A avaliação do limiar anaeróbio em lutadores é um importante aliado para o treinamento esportivo. Os testes para avaliação do limiar anaeróbio estão normalmente associados a laboratórios especializados e a técnicas invasivas de recolhimento e análise sanguínea e/ou de gases, porém tais métodos geram situações estressantes e riscos desnecessários aos atletas. Vários métodos são utilizados para determinar o nível de treinamento físico de atletas. Dois métodos serão comparados para análise do limiar anaeróbio, a ventilometria e o ponto de deflexão da frequência cardíaca. Tais métodos apresentam a vantagem de serem não invasivo, necessitando exclusivamente de monitoramento. A aferição do limiar anaeróbio foi feita por meio de teste de esteira onde o avaliado utilizou um analisador ventilatório portátil para análise da ventilação máxima e verificadores de frequência cardíaca. Foi utilizada uma esteira ergométrica da marca *Movement*[®] para realização de teste ergoespirométrico de cargas progressivas. A carga inicial foi de 5 km/h, com incrementos de 1 km/h a cada 1 minuto até a exaustão voluntária do participante. Não houve diferença significativa entre as diferenças das médias da FC. O PDFC foi encontrado ligando-se com uma linha reta a partir dos valores de FC de 140 até 170 bpm. O ponto mais distante, medido perpendicularmente a reta e a curva da FC foi considerado o PDFC. Para melhor interpretação dos dados da FC medido foi calculado a média da diferença da FC entre o *Fitcheck*[®] e o *Safe Runner*. Os resultados encontrados na pesquisa demonstram que os atletas apresentaram diferentes limiares na relação entre a intensidade do exercício e a frequência cardíaca. Três avaliados alcançaram valores de FC próximos aos encontrados na ventilação, os outros oito revelaram valores distantes, porém apresentando correlação positiva, ou seja, há equivalência entre os valores, entretanto a análise ventilatória mostrou-se mais apropriada para a determinação do limiar anaeróbio. Em todos os voluntários foi possível encontrar o valor do PDFC.

Palavras-chave: Limiar de lactato. Curva de FC. Ergoespirometria. Método não-invasivo.

Abstract:

Anaerobic threshold assessment in fighters is an important ally for sports training. Anaerobic threshold tests are usually associated with specialized laboratories and invasive blood and / or gas collection and analysis techniques, but such methods create stressful situations and unnecessary risks for athletes. Several methods are used to determine the level of physical training of athletes. Two methods will be compared for anaerobic threshold analysis, ventilometry and heart rate deflection point. Such methods have the advantage of being noninvasive, requiring only monitoring. The anaerobic threshold was measured by a treadmill test where the subject used a portable ventilatory analyzer to analyze maximum ventilation and heart rate verifiers. A Movement® treadmill was used to perform progressive load ergospirometric testing. The initial load was 5 km / h, with increments of 1 km / h every 1 minute until the participant's voluntary exhaustion. There was no significant difference between HR mean differences. The PDFC was found by linking with a straight line from HR values from 140 to 170 bpm. The most distant point, measured perpendicular to the line and the HR curve, was considered the PDFC. For a better interpretation of the measured Fc data, the mean HR difference between Fitcheck® and Safe Runner was calculated. The results found in the research show that athletes presented different thresholds in the relationship between exercise intensity and heart rate. Three evaluated values reached HR values close to those found in ventilation, the other eight revealed distant values, but presenting a positive correlation, that is, there is equivalence between the values, however the ventilatory analysis was more appropriate to determine the anaerobic threshold. In all volunteers it was possible to find the value of PDFC.

Keywords : Lactate threshold. HR curve. Ergospirometry. Noninvasive Method.

1. INTRODUÇÃO

Determinar a intensidade de esforço de uma atividade física é fundamental para a elaboração de um programa de treinamento físico específico. O exercício específico desencadeia adaptações próprias que criam efeitos característicos desse treinamento. A depender do tipo de sobrecarga imposta ocorrem adaptações nos sistemas metabólicos e fisiológicos. Por isso, é necessário um planejamento de ações que vise o alcance do melhor resultado possível para adaptação do organismo humano com o intuito de realizar de forma mais adequada determinada tarefa (McARDLE et al., 1998).

A elaboração do melhor programa de treinamento necessita de testes para determinação dos pontos fortes e fracos do atleta em relação ao seu esporte e para compreensão da exigência metabólica dessa atividade. A frequência cardíaca (FC) é um importante parâmetro para a observação do esforço (SHAW E DEUTSCH, 1982). Assim como, as medidas para consumo de oxigênio (VO_2 max) verificadas por meio de um analisador ventilatório.

De acordo com a pesquisa de Castro César (2002, p. 74), desde a década de 1920 observa-se que grandes quantidades de ácido láctico são formadas quando o músculo carece de oxigênio. Essa formação é proveniente do metabolismo anaeróbio e sua importância está associada ao fato de permitir a manutenção da atividade física durante o exercício intenso, na qual o consumo de oxigênio não é satisfatório para a demanda energética. Portanto, a medida do acúmulo de lactato pode ser empregada como um índice do metabolismo anaeróbio e o exercício deve ser considerado intenso caso ultrapasse o limiar anaeróbio.

O limiar anaeróbio pode ser definido de forma não invasiva analisando-se a ocorrência de alterações de trocas gasosas e ventilatórias durante o exercício. Em um teste de esforço de carga crescente, por exemplo, a ventilação pulmonar aumenta proporcionalmente a ampliação do consumo de oxigênio até certa intensidade, acima da qual passa a crescerem categoria superior às necessidades metabólicas (hiperventilação) (WASSERMAN E MCLORY, 1964).

Ocorrem importantes alterações no organismo conforme a intensidade do exercício ultrapasse o limiar anaeróbio (Wasserman et al., 1999), como por exemplo: acidose metabólica, hiperventilação, modificação da coordenação motora, alteração do padrão de recrutamento das fibras musculares, alteração dos substratos energéticos, alteração da cinética do consumo de oxigênio e fadiga muscular. Sendo assim, é de fundamental

relevância determinar se a frequência cardíaca e a hiperventilação durante a prática de um esporte permanece acima ou abaixo do limiar anaeróbio (CASTRO CESAR, 2002).

O ponto de deflexão de frequência cardíaca (PDFC) é um método indireto para análise das variáveis relacionadas ao aumento contínuo do volume de ejeção em intensidades próximas ao esforço máximo e a espessura das paredes cardíacas e se associa ao segundo limiar de lactato. Desse modo, o PDFC pode ser um parâmetro alternativo de fácil aplicabilidade para a determinação indireta da intensidade submáxima referente à capacidade aeróbia (COSTA et al., 2007).

Com o objetivo de descrever e elaborar treinos físicos para praticantes de artes marciais com base em suas capacidades físicas e modalidades com treinos específicos. Esta proposta tem o fim de descrever e elaborar o treinamento para lutadores ao longo de seu calendário de competição, pois existem poucos estudos relacionados com a organização de treinamentos focados especificamente para lutadores, percebendo esta carência o presente trabalho foi direcionado a área de preparação desportiva de alto rendimento. Pois em uma luta é exigido do atleta que execute inúmeros ataques, defesas, contragolpes de forma sistemática e em um ritmo e momento apropriado, normalmente são executados ataques e bloqueios simultâneos ou em ataques em resposta aos estímulos do adversário e ainda são utilizados ataques combinados que utilizam lados opostos do corpo demandando grande velocidade.

Tendo em vista que as lutas de competição são lutas transitórias onde existem momentos de altos e baixos se faz necessário conhecer esse processo de transição aeróbio e anaeróbio para que o preparador e o professor possam estar aptos a identificar qual o melhor ponto de treinamento ou melhor ponto de transição para que seu atleta consiga evoluir a cada treino e a cada competição. Sendo assim, faz-se importante conhecer a frequência cardíaca e o limiar anaeróbio de cada atleta para que no momento de luta onde não há controle dessas variações seja necessário o atleta estar bem preparado e bem condicionado para poder efetuar e realizar uma boa luta.

Isto posto, busca-se comparar o uso dos métodos de identificação do limiar anaeróbio pela ventilação e pelo PDFC em praticantes de luta possibilitando determinar a intensidade de esforço da luta, permitindo uma melhor elaboração de um programa de treinamento físico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Limiar anaeróbio

O limiar anaeróbio refere-se à intensidade de exercício na qual a concentração de lactato no sangue começa a se acumular em uma velocidade mais alta em comparação ao que vinha acontecendo nos exercícios de intensidade mais leve. A partir deste ponto a velocidade de produção de lactato ultrapassa a velocidade de remoção causando um acúmulo (OLIVEIRA, 2012).

Anterior ao limiar anaeróbio existe um equilíbrio entre produção e remoção de lactato (exercício aeróbio). Quando a taxa de liberação do lactato para o sangue excede a taxa de remoção têm-se o acúmulo que se denomina máxima fase estável do lactato e representa a maior intensidade submáxima de esforço (FIGUEIRA, 2004). O conceito histórico de limiar anaeróbico pode ser idealizado como exercício de intensidade abaixo da qual há uma contribuição aumentada de energia associada à atividade metabólica de acidose e consequentemente compensação respiratória. Atualmente, o limiar anaeróbio é considerado uma marca registrada da pesquisa científica, da aptidão aeróbica e é um método amplamente utilizado como parâmetro para prescrição de exercícios (MAGALHÃES et al., 2019)

O ponto de transição metabólica aeróbio-anaeróbio é identificado quando o esforço físico inicia leve e passa por aumentos progressivos de intensidade que são realizados em estágios de duração fixa e com aproximadamente três a cinco minutos. Nesse momento é possível observar que ocorre uma mudança abrupta no padrão de respiração (BRUNETTO et al, 2005). A prioridade da respiração não é mais a captação de oxigênio (O₂), mas a eliminação de dióxido de carbono (CO₂). Essa eliminação ocorre em razão do processo de tamponamento do lactato “que é um metabólito da produção energética anaeróbia” (MOTA e HARADA, 2012).

Apesar de existirem, na literatura, controvérsias em relação aos mecanismos que controlam a produção de lactato, existe um consenso quando se fala que a concentração de lactato aumenta de forma exponencial no sangue e no músculo a partir da realização de esforços acima de 50-75% do consumo de oxigênio (DENADAI, 1995).

2.2. Importância do limiar anaeróbio em lutadores

A realização de exercícios físicos demanda envolvimento de diversos sistemas, o metabólico é um deles, responsável pelas reações bioquímicas intracelulares, caracterizando

um estado de estresse sobre o organismo (BA et al., 2009). A avaliação do limiar anaeróbio em lutadores é um importante aliado para o treinamento esportivo, pois viabiliza a prescrição do treinamento físico, o controle da evolução das capacidades físicas e permite melhores condições de trabalho para que os atletas cumpram seus objetivos. Os testes para avaliação do limiar anaeróbio estão normalmente associados a laboratórios especializados e a técnicas invasivas de recolhimento e análise sanguínea e/ou de gases, porém tais métodos geram situações estressantes e riscos desnecessários aos atletas (MACÊDO e BORTOLI, 2012).

O treino para lutadores e a luta em si são atividades cujas intensidades vão de moderada a alta, por isso conhecer os limiares anaeróbios para essa modalidade permite elaboração de um programa de treino físico específico com intensidades que solicitem do metabolismo glicolítico transferência de energia. Dessa forma, é possível realizar a predição da performance, o acompanhamento longitudinal dos efeitos do treinamento e a prescrição da intensidade de treinamento (DENADAI, 1995). Assim como, é possível analisar o ritmo de restauração necessário para restabelecer a função de cada sistema, pois quando respeitado adequadamente o período de regeneração previne instalação de lesões associadas à fadiga e favorece o processo de ressíntese dos substratos energéticos (HOSHI, 2009).

2.3. O uso da ventilometria para determinar o limiar anaeróbio

Em estudo conduzido por FLETCHER & HOPKINS (1907) demonstraram a formação do lactato durante a contração muscular, desde então tem sido dada atenção aos prováveis mecanismos que controlam a produção e remoção do lactato durante o exercício. HOLLMANN et al. (1985), no final dos anos 50, apresentaram o conceito de “início do metabolismo anaeróbio para mensurar a performance cardiorrespiratória”. Esses autores observaram que durante o exercício com acréscimos de carga a cada 3 minutos alcança-se um ponto na qual a ventilação pulmonar aumenta em relação ao consumo de oxigênio. Em 1964 Wasserman & McLory apresentaram o termo “limiar anaeróbio” e indicaram que parâmetros ventilatórios poderiam ser utilizados para estimar o ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo (DENADAI, 1995).

Vários métodos são utilizados para determinar o nível de treinamento físico de atletas. Entre os métodos conhecidos um é a ventilometria para análise do limiar anaeróbio. A ventilometria é um método não invasivo de análise das respostas ventilatórias durante o exercício de cargas progressivas. O teste para determinar o limiar anaeróbio é chamado de

teste ergoespirométrico (MOTA e HARADA, 2012).

O instrumento utilizado para avaliação da mecânica pulmonar é o ventilômetro, este instrumento portátil é capaz de realizar medidas importantes como a ventilação voluntária máxima que reflete o grau de cooperação e esforço voluntário do atleta, a potência de via aérea e a capacidade do diafragma e demais músculos respiratórios em expandir os pulmões sob uma demanda aumentada por um determinado período de tempo (DUARTE et al., 2015).

2.4. O uso do PDFC para determinar limiar anaeróbio

Conforme Brooke e Hamley (1972) a curva da frequência cardíaca (FC) no período de realização do esforço em cargas progressivas possui, na maioria das vezes, característica sigmoide com três fases distintas identificáveis: a fase antecipatória, a linear – em que a inclinação da FC é consistente – e a fase curvilínea – em que a inclinação da FC em relação à carga de trabalho tem um aumento menos pronunciado.

De acordo com a observação dessa curva da FC em teste com incrementos de velocidade, Conconi et al., (1996) sugeriram que era possível determinar um ponto de quebra da linearidade da FC em cargas próximas à velocidade máxima, e que este se relacionava com o segundo limiar de lactato (LL2). Este ponto de quebra foi então denominado de ponto de **deflexão** da FC (PDFC) e vem sendo utilizado como método alternativo para prever o limiar anaeróbio.

De acordo com Silveira et al (2012) o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) adota o pressuposto de que a frequência cardíaca aumenta de forma linear, juntamente com a carga de trabalho, até o momento em que tende a estabilizar, independente dos incrementos na intensidade. Sendo assim, o PDFC tem sido amplamente utilizado para identificação do limiar anaeróbio. Tal método apresenta a vantagem de ser não invasivo, necessitando exclusivamente do monitoramento da frequência cardíaca (COEN et al., 1988; CONCONI et al., 1996).

A identificação do PDFC e suas associações com as zonas de transição metabólica estão ganhando espaço na literatura. De acordo com Denadai (1995) o método de avaliação por meio do percentual da frequência cardíaca apresenta pontos positivos como a sua praticidade para avaliação e negativos como a imprecisão em determinar a intensidade do exercício para analisar a frequência cardíaca máxima, pois de acordo com esse autor existe uma variabilidade individual grande.

Lúcia *et al.* (1999) sugeriu que o PDFC é identificado mais facilmente em sujeitos com maior nível de condicionamento físico em virtude do maior volume de ejeção e maior fração de ejeção ventricular esquerda em sujeitos ativos. Discutiu também em seu estudo que para identificação do PDFC em homens é cabível encontrar cargas absolutas superiores às mulheres, dado que as mulheres apresentam menor volume sistólico, menor dimensão do ventrículo esquerdo e menor concentração de hemoglobina em relação ao homem de mesma idade. Por isso, é necessário verificar as diferenças na identificação do PDFC entre homens e mulheres (WILMORE e COSTILL, 1994).

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo correlacionar o ponto de deflexão da frequência cardíaca com o limiar ventilatório mensurado no teste ventilométrico em lutadores.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Amostra

Foram avaliados onze atletas, sendo oito do sexo masculino e três do sexo feminino. Os atletas participaram voluntariamente do estudo. Todos os testes foram realizados no Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos. Todos os atletas foram informados sobre os objetivos, procedimentos da pesquisa e dos possíveis riscos envolvidos no estudo.

Os critérios de inclusão dos participantes na pesquisa foram: idade mínima de 18 anos completos, ser praticante de artes marciais por no mínimo um ano com frequência assídua e gozar de boa saúde física. Os critérios de exclusão foram: apresentar insuficiência respiratória que pode ocorrer quando o nível de oxigênio no sangue fica muito baixo (insuficiência respiratória hipoxêmica) ou quando nível de dióxido de carbono no sangue fica muito alto (insuficiência respiratória hipercárbica), podendo a ventilação ser comprometida na medida em que o paciente apresenta déficit da força muscular respiratória (SILVA, et al., 2014) e apresentar lesão articular devido à realização do teste de corrida.

Foi realizado um levantamento em uma academia de artes marciais sobre os alunos maiores de idade e que possuíam frequência assídua às aulas de luta no último ano, a academia havia sido previamente consultada e autorizou a pesquisa em seu espaço. A partir das informações apresentadas foi realizada uma anamnese com os atletas que estavam dentro dos critérios da pesquisa sobre: saúde física, estar ativo na academia, interesse em participar da pesquisa e disponibilidade.

4.2 Procedimentos

Para aferição do limiar anaeróbio foi utilizado o analisador ventilatório portátil - *Fitcheck*[®] para *Android*[®] com o objetivo de analisar a capacidade pulmonar, os limiares ventilatórios, VO₂max e a capacidade recuperação cardiovascular. Também foi utilizado o aplicativo *Safe Runner*[®] que é um aplicativo elaborado para treinadores, atletas, preparadores físicos e praticantes de atividades físicas e tem como funções principais identificar o consumo máximo de oxigênio e o limiar anaeróbio para analisar a FC_{máx}, o VO₂max e a capacidade aeróbia (limiar anaeróbio determinado pelo PDFC; velocidade de limiar anaeróbio, a partir da intensidade correspondente ao PDFC; o tempo total e a distância percorrida). O avaliado foi colocado em uma esteira ergométrica da marca *Moviment*[®] para realização de teste ergoespirométrico de cargas progressivas. A carga inicial foi de 5 km/h, aumentada em 1 km/h em espaços de tempo regulares de 1 minuto até a exaustão voluntária do participante e a cada 2 minutos e era apresentada a escala de Borg para avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE).

A FC foi coletada por 2 monitores cardíacos, sendo os mesmos conectados aos smartphones com seus respectivos aplicativos. A amostra foi posteriormente analisada nos próprios aplicativos. Sendo que o app *Safe Runner*, apresentou os resultados de FC, Limiar anaeróbio e VO₂max, no próprio app. Os dados do *Fitcheck* foram exportados na nuvem própria e o limiar anaeróbio foi identificado pelo avaliador de forma manual.

Para realização do teste foi orientado aos participantes que fizessem uma alimentação leve no mínimo 2 hora antes de sua realização, não fumar 2 horas antes e nem 1 hora depois, não realizar o teste em jejum, utilizar roupas confortáveis e tênis devido ao teste de esteira.

Os voluntários realizaram o teste em dias diferentes, porém no mesmo horário. Todos foram convocados no período vespertino entre 17:00 e 18:00.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

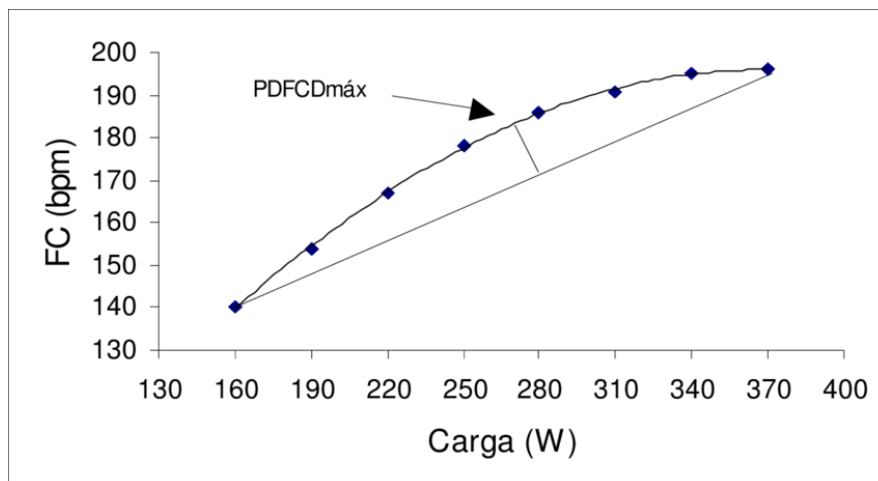
Para identificar as características dos sujeitos, foi utilizada estatística descritiva com valores de média e desvio padrão. Utilizou-se a correlação de Pearson para verificação do grau de associação entre as variáveis.

Foram utilizadas para análise dos resultados das médias encontradas entre a FC no *Fitcheck* e no *Safe Runner* a correlação de Pearson e o teste de hipótese *Test T* a fim de identificar se existia relação entre os resultados obtidos. Todos os dados foram organizados em planilha de *Excel for Windows Microsoft*.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O PDFC foi encontrado ligando-se com uma linha reta a partir dos valores de FC de 140 até 170 bpm, pois foi onde a FC dos avaliados apresentou uma estagnação ou desaceleração (CONCONI et al., 1982). O ponto mais distante, medido perpendicularmente a reta e a curva da FC foi considerado o PDFC. O gráfico 1 exemplifica o fenômeno denominado de PDFC, uma vez que a resposta da frequência cardíaca em exercício incremental não é sempre linear, apresentando um ponto de quebra na curva. Observa-se que existe um aumento progressivo da frequência cardíaca até aproximadamente 190 bpm na qual ocorre a quebra na curva denominada PDFC, o gráfico representa a frequência cardíaca em função da carga de exercícios (LUCCA et al., 2010).

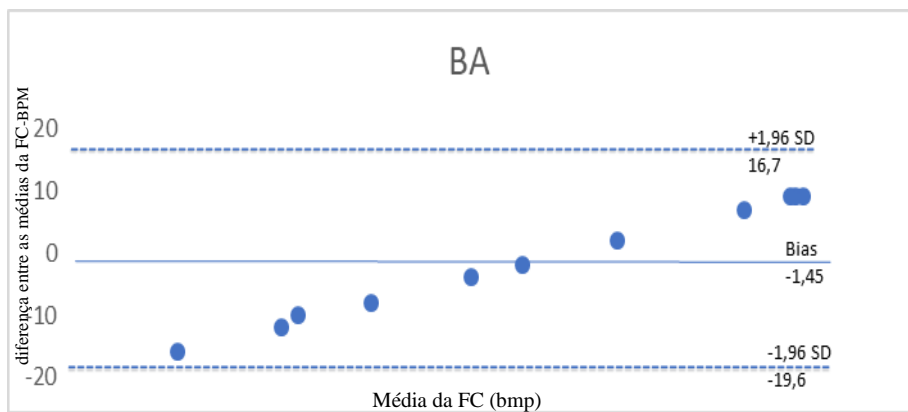
Gráfico 1 – Modelo ilustrativo de PDFC



Adaptado de Lucca; Freccia & Rozanski (2010)

Para melhor interpretação dos dados da FC medido foi calculado a média da diferença da FC entre o *Fitcheck* e o *Safe Runner*, sendo o valor obtido de -1,45, conforme gráfico abaixo. As diferenças das frequências cardíacas encontradas entre os lutadores estão bem próximas à média, da quais quatro atletas apresentaram resultados abaixo da média, três muito próximas e quatro acima da média. O limite inferior de dispersão foi de -19,6 e o limite superior 16,7, alcançando uma amplitude de 36,3. A série de dados do gráfico é representada por BA – *Bland-Altman*, o eixo Y representa a diferença entre as médias da FC do *Safe Runner* e o *Fitcheck* e o eixo X a média entre a FC do *Safe Runner* e o *Fitcheck*.

Gráfico 2 – Gráfico de *Bland-Altman* – Diferenças entre as médias da FC



As avaliações dos atletas foram encontradas médias de FC distintas quando avaliadas pelo equipamento *Fitcheck* e *Safe Runner*, conforme tabela 1. No primeiro a média da FC foi 163 bpm e no segundo 164 bpm, as médias foram próximas com um desvio padrão de $\pm 9,26$ bpm. O coeficiente de correlação de Pearson (r) utilizado para variáveis continuadas foi 0,509. E o teste de hipótese estatístico *Test T* foi 0,708.

Tabela 1 - Comparação das médias da FC

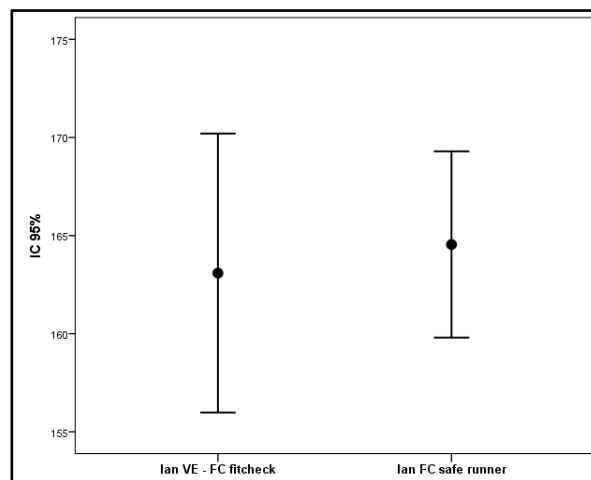
Atletas	lan VE - FC fitcheck	lan FC safe runner	delta	delta %
A1	176	178	-2	99%
A2	157	165	-8	95%
A3	158	170	-12	93%
A4	171	162	9	106%
A5	169	162	7	104%
A6	151	167	-16	90%

A7	169	167	2	101%
A8	141	151	-10	93%
A9	163	167	-4	98%
A10	174	165	9	105%
A11	165	156	9	106%
Médias	163	164	-1,45	99%

O *Teste T de Student* é utilizado para comparar duas amostras e demonstrar se há diferenças significativas nas médias encontradas entre elas. O valor encontrado foi +0,708.

O gráfico 3 demonstra que os dois métodos estão dentro do esperado para avaliar o PDFC, porém o *fitcheck* apresenta maior possibilidade de resultados fidedignos e menor probabilidade de erro, pois apresenta uma amplitude maior dentro do índice de concordância de 95%, variando aproximadamente de 155 bpm a 170 bpm. Já o *Safe Runner* apresenta uma amplitude menor para resultados fidedignos variando de 160 bpm a 168 bpm.

Gráfico 3 – Comparação das médias da FC



7. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram diferentes comportamentos da FC durante teste progressivo. Os métodos avaliados apresentam valores de FC distintos para um mesmo atleta e em uma mesma avaliação de esteira ergométrica. Apesar disso, para utilização do limiar anaeróbio os dois testes aproximaram-se da média e apresentam boa correlação, ou seja, os dois podem ser utilizados como forma de avaliação e determinação de prescrição de treinamento. Foram observados limites de concordância bastante amplos entre as metodologias, demonstrando uma grande variabilidade das medidas.

Considerando-se os aspectos práticos para a prescrição do treinamento anaeróbio, o

PDFC é significativamente associado com a transição aeróbia-anaeróbia. Com base nos indicadores obtidos por meio das avaliações realizadas é possível elaborar programas de treinamentos individualizados e direcionar os atletas com mais precisão e segurança para os alcances do objetivo do treino, seja para determinar a relação de volume e intensidade dos treinos, controle dos indicadores de FC média e máxima, melhora do condicionamento físico e aumento da capacidade pulmonar.

Nos estudos de Kara *et al.* (1996), os autores observaram diferenças entre as intensidades do PDFC em relação os limiares ventilatórios, semelhantes ao da atual pesquisa que encontrou diferenças entre a verificação da FC com o uso do *Safe Runner* e a ventilometria com o *Fitcheck*. Ainda assim houve boa correlação entre as variáveis (demonstrada pelo *test t*) indicando que as duas estão avaliando o mesmo fenômeno fisiológico.

Já o estudo realizado por Conconi *et al.* (1996) demonstrou relação direta entre a perda de linearidade de frequência cardíaca em teste incremental, máximo estado estável de lactato, limiar ventilatório e limiar glicêmico. Esse trabalho colabora com estudos de identificação de PDFC utilizando métodos não invasivos e demonstra a utilidade dos métodos de verificação tanto pela FC e quanto pela ventilometria.

No presente estudo em todos avaliados foi possível identificar o PDFC, tal fato não foi encontrado em alguns trabalhos, como na pesquisa de Lucia *et al.* (1999) que questiona a subjetividade do método, pois nessa pesquisa não foi encontrado o PDFC em todos os sujeitos avaliados utilizando o método de análise proposta por Conconi, (1996). Os resultados encontrados na pesquisa demonstram que os atletas apresentam diferentes limiares na relação entre a intensidade do exercício e a frequência cardíaca, três avaliados alcançaram valores de FC próximos aos encontrados na ventilação, os outros oito revelaram valores distantes, porém apresentando correlação positiva, ou seja, há equivalência entre os valores, porém o *fitcheck* mostrou-se mais apropriado para a avaliação.

Além dos pesquisadores que encontraram boa correlação vale citar alguns que não encontraram com o intuito de demonstrar que os métodos utilizados foram corrigidos e verificados a fim de se evitar cometer os mesmos erros. Ribeiro *et al.* (1985) e Jones & Doust (1995) afirmam que apesar do PDFC de ser um método controverso e criticado é muito utilizado para determinação indireta de Limiares de Transição. No estudo de Ribeiro *et al.* (1985) concluem que existe falha na determinação de um PDFC reproduzível por avaliação subjetiva, pois na primeira pesquisa nove dos quinze pesquisados apresentaram resultados

inadequados para uma avaliação confiável. No entanto, Jones & Doust (1995) ao avaliarem dezesseis sujeitos, com 4-8 dias de distâncias entre teste e reteste, obteve resultados inconclusivos, na qual oito falharam em apresentar ruptura da frequência cardíaca em pelo menos uma das avaliações. Apesar destes trabalhos não encontrarem correlações, o atual trabalho corrobora com os resultados positivos acreditamos que tal teste possa ser utilizado desde que exista um cuidado e observe-se a importância do conhecimento do avaliador bem como sua experiência para aplicação do protocolo e utilização de equipamentos e instrumentos fidedignos.

Outras pesquisas também encontraram correção do limiar anaeróbio com a PDFC foi de Çelik *et al.* (2005) que adaptou o protocolo de *Conconi Test* para remadores. O presente trabalho encontrou correlação positiva na comparação da dispersão entre as variáveis (diferença nas FC), demonstrando que existem equivalências na utilização dos dois métodos.

O valor encontrado no *Test T* representa que não há diferenças significativas entre as médias encontradas nos equipamentos *Fitcheck* e *Safe Runner*, ou seja, os dois instrumentos realizam a medida dentro dos padrões esperados e podem ser utilizadas para determinação do limiar anaeróbio.

O gráfico de Bland-Altman indica uma análise de concordância e dos limites de confiança, analisando se as diferenças dadas pelos limites podem ser consideradas aceitáveis. A FC apresentou comportamento sigmoide e foi possível identificar os PDFC em todos os avaliados, porém em 27% da amostra (três indivíduos) os pontos ficaram distantes nos dois métodos utilizados (*Safe Runner e Fitcheck*). Indicando que diferenças interindividuais podem influenciar nas respostas fisiológicas frente ao exercício físico (HIRAKATA e CARNEY, 2009).

O acesso a monitores cardíacos está cada vez mais comum, dessa forma, aplicativos que utilizam o PDFC, se tornaram mais populares. Apesar de grandes contradições na literatura, o seu uso ainda é expressivo. No entanto, a margem erro encontrada nos estudos sugerem que avaliações que utiliza apenas a FC para determinar o limiar anaeróbio, deve ser utilizado com cautela, visto que não é preciso para todos indivíduos.

7. Conclusão

O presente trabalho demonstra que os métodos podem ser utilizados para determinação do limiar anaeróbio, desde que exista um cuidado e observe-se a importância do conhecimento e experiência para aplicação do protocolo e utilização de equipamentos e

instrumentos fidedignos.

Os resultados encontrados na pesquisa demonstram que os atletas apresentaram diferentes limiares na relação entre a intensidade do exercício e a frequência cardíaca. Três avaliados alcançaram valores de FC próximos aos encontrados na ventilação, os outros oito revelaram valores distantes, porém apresentando correlação positiva, ou seja, há equivalência entre os valores, entretanto a análise ventilatória mostrou-se mais apropriada para a determinação do limiar anaeróbio. Em todos os voluntários foi possível encontrar o valor do PDFC. Porém mesmo o análise ventilatório tendo se mostrado mais apropriado o PDFC por meio da FC acaba sendo mais utilizado devido ao custo benefício e a facilitada para o acesso a uma cinta polar e ao aplicativo.

Novos trabalhos comparando os métodos não invasivos para avaliação do PDFC são importantes e necessários, sobretudo adaptando-se às novas tecnologias para alcance dos objetivos do rendimento em lutadores.

REFERÊNCIAS

- BROOKE, J.D.; HAMLEY, E. J. *The heart-ratephysical work curve analysis for the prediction of exhausting work ability*. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, V. 4, p. 23-6, 1972.
- BRUNETTO, A.F.; MOREIRA, B.M; ROSEGUINI, B.T.; HIRAI, D.M.; GUEDES, D.P. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**. São Paulo, V. 11, n. 1, p 22-27, 2005.
- CASTRO CÉSAR, M. Avaliação da intensidade de esforço da luta de caratê por meio da monitorização da frequência cardíaca. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, Campinas, V. 24, n. 1, pg. 73-81, 2002.
- ÇELIK, O.; KOSAR, S.N.; KORKUSCUZ, F.; BOZKURT, M. *Reliability and validity of the modified Conconi test on concept II rowing ergo meters*. **Journal of Strength and Conditioning Research**, V. 19, n. 4, pg. 871-77, 2005.
- COEN, B.; URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. *Value of the Conconi test for determination of the anaerobic threshold*. **Journal of Sports Sciences**, London, V. 9, pg. 372, 1988.
- CONCONI, F.; FERRARI, M.; ZIGLIO, P. G.; DROGHETTI, P.; CODECA, L. *Determination of anaerobic threshold by noninvasive Field test in runners*. **Journal of Applied Physiology: Respirat Environ Exercise Physiology**. V.52, n.4, pg.869-873, 1982.
- CONCONI, F.; GRAZZI, G.; CASONI, I.; GUGLIELMINI, C.; BORSETTO, C.; BALLARIN, E.; MAZZONI, G.; PATRACCHINI, M.; MANFREDINI, F. *The Conconitest: methodology after 12 years of application*. **International Journal of Sports Medicine**, V. 17, n. 7, pg. 509-519, 1996.
- COSTA, V.P.; KARASIAK, F.C.; FRONCHETTI, L.; KROEFF, M.S. Identificação do Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca em *Mountain Bikers*. **Revista Treinamento Desportivo** V.8, n. 1, pg. 71-76, 2007.
- DENADAI, B.S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. **Revista Brasileira de atividade física e saúde**. V. 1, n 2, pg. 74-88, 1995.
- DUARTE, F.; FERRAZ, G.; SOUZA, J.L.S.; PEIXOTO, R.; NASCIMENTO, W.; GOMES, S. Avaliação peumofuncional em nadadores. **Portal Interfisio**. 2015. Disponível em: <<https://interfisio.com.br/avaliacao-pneumofuncional-em-nadadores/>>
- FIGUEIRA, T. R.; DENADAI, B. S. Relações entre o limiar anaeróbio, limiar anaeróbio individual e máxima fase estável de lactato em ciclistas. **R. bras. Ci e Mov**. V. 12 (2), pg. 91-95, 2004.
- FLETCHER, W.M.; HOPKINS, F.G. *Lactic acid in amphibian muscle*. **J Physiol**. V. 35, n. 4; pg. 247-309, 1907.
- JONES A. M., DOUST J. H.. *Lack of Reliability in Conconi's Heart Rate Deflection Point*. **Int. J. Sports Med**. V. 16 (8), pg. 541-544, 1995.
- HOSHI, R.A. Variabilidade da frequência cardíaca como ferramenta de análise da função autonômica: revisão de literatura e comparação do comportamento autonômico e metabólico em recuperação pós-exercício. **Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP**. Presidente Prudente, 2009.

KARA, M.; GOKBEL, H.; BEDIZ, C.; ERGENE, N.; UCOK, K.; UYSAL, H. *Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method.* **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, V. 36, n. 1, pg. 31-34, 1996.

LUCCA, L.; FRECCIA, G.W.; ROZANSKI, E.A. Considerações fisiológicas e metodológicas sobre o limiar de conconi. **Revista Mackenzie de Educação física e esporte**, V. 9, n1, 2010.

LUCIA, A. *et al.* *Heart dimensions may influence the occurrence of the heart rate deflection point in highly trained cyclists.* **British Journal of Sports Medicine**, V.33, pg. 387-92, 1999.

MACÊDO, R.F.; BORTOLI, R. De. Identificação do ponto de deflexão da frequência cardíaca utilizando M Test. **Revista GEINTEC**, V. 2, n. 1, pg. 64-73, 2012.

McARDLE, W. D. *et al.* *Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano.* 4. ed. São Paulo: **Editora Guanabara Koogan**, 1998.

MAGALHÃES, M.; SOUSA, C. V.; AGUIAR, S. S.; KNECHTLE, B.; NIKOLAIDIS, P. T.; ALVES, P.M.; SIMÕES, H. G. Uma perspectiva integrativa do limiar anaeróbico. **Physiology and Behavior**, V. 205, pg. 29-32, 2019.

MOTA, M.R.; HARADA, T.A. Proposta de validação de um ventilômetro através da ergoespirometria. Faculdade de ciências da educação e saúde – FACES. **Centro Universitário de Brasília – UniCEUB**. 2012.

SILVA, B.C.A. da; AMORIM, D.; SALÍCIO, V.A.M.M.; SALÍCIO, M.A.; SHIMOYA-BITTERNCOURT, W. Avaliação da funcionalidade respiratória em pacientes com tempo prolongado de internação hospitalar. **J Health Sci Inst**. V.32(4), pg.433-8, 2014.

SHAW, D. K.; DEUTSCH, D. T. *Heart rate and oxygen up take response to performance of Karate Kata.* **J. Sports Med.**, V. 22, pg. 461-468, 1982.

OLIVEIRA, A. Apostila limiar anaeróbico. Cefise biotecnologia esportiva. **VO2 ProFitness**. 2012.

RIBEIRO J. P., FIELDING R. A., HUGHES, V., BLACK A., BOCHESI M. A., KNUTTGEN, H. G. *Heart rate break point may coincide with the anaerobic and not the aerobic threshold.* **Int. J. Sports Med.** V. 6 (4), pg. 220-224, 1985.

SILVEIRA, B.H. da; Aguiar, R.A.; ALVES, T.L.; CAPUTO, F.; CARMINATTI, L.J. Comparação do Ponto de deflexão da frequência cardíaca com a Máxima fase estável de lactato em corredores de fundo. **Mortriz**, Rio Claro. V.18 n.1, pg. 01-08, 2012.

WASSERMAN, K.; MLORY, M. B. *Detecting the threshold anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise.* **Am. J. Cardiol.** V. 14, pg. 844-852, 1964.

WHIPP B. J. *Principles of Exercise Testing and Interpretation.* **Lippincott Williams & Wilkins**, 3 ed., 1999.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. *Fisiologia do esporte e do exercício.* São Paulo: **Manole**, 2001.