

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP
RELATÓRIO DE CONSULTA

TÍTULO: "Efeito do tipo de recuperação sobre o lactato sanguíneo e sobre o desempenho em uma atividade anaeróbica intermitente"

PESQUISADOR: Emerson Franchini

ORIENTADOR: Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Educação Física e Esporte – USP

FINALIDADE: Doutorado

PARTICIPANTES DA ENTREVISTA: Carlos Alberto de Bragança Pereira
Emerson Franchini
Júlia Maria Pavan Soler
Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss
Maria Kelly Venezuela
Rosana Francisco Alves

DATA: 14/03/2000

FINALIDADE DA CONSULTA: Sugestões de planejamento e análise dos dados

RELATÓRIO ELABORADO POR: Maria Kelly Venezuela

1. INTRODUÇÃO

A participação com sucesso em torneios de judô depende de elevado nível técnico-tático tendo como suporte: resistência aeróbica, potência e capacidade anaeróbica láctica, força e flexibilidade. O atleta também necessita ter um bom sistema glicolítico de produção de energia e capacidade aeróbica para sustentar o desempenho durante o período da luta. Esta produção de energia, a partir da glicólise, tem sido demonstrada pela alta concentração de lactato sangüíneo, e sabe-se que o acúmulo excessivo de lactato e H^+ traz prejuízo ao desempenho esportivo, uma vez que os mesmos estão relacionados à fadiga e conseqüente interrupção da atividade.

Como atletas de judô chegam a realizar várias lutas num único dia, muitas vezes com intervalos pequenos (10 a 15 min), pode-se dizer que atletas que tiverem condições de remover o lactato mais rapidamente terão condições de iniciar a luta subsequente com menor propensão à fadiga, podendo, então, ter melhor desempenho.

Com isto, este estudo tem por objetivo verificar se há diferença entre os dois tipos de recuperação (ativa e passiva) sobre a concentração de lactato após a luta de judô e sobre o desempenho posterior.

2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO E DAS VARIÁVEIS

A maior parte dos estudos que envolvem o efeito do tipo de recuperação sobre a remoção do lactato sangüíneo e sobre o desempenho do lutador foram feitos com tarefas laboratoriais. Porém, é necessária a utilização de tarefas mais próximas da atividade realizada em situações reais mais complexas e em testes que se assemelhem à solicitação metabólica da modalidade.

Neste contexto, serão propostos a análise de dados de dois experimentos realizados com tarefas laboratoriais pós recuperação do lutador (Planos Piloto 1 e 2) e o planejamento, assim como a análise de dados, a ser utilizado no experimento que realizará tarefas que se aproximam mais da situação real (Plano Piloto 3).

- **Plano Piloto 1** (Luta – Recuperação ativa ou passiva – Wingate):

Neste experimento, tem-se uma amostra de 17 atletas judocas. A cada indivíduo foram aplicadas, aleatoriamente, as duas séries: luta – recuperação ativa – wingate e luta – recuperação passiva – wingate.

As variáveis observadas para cada indivíduo foram:

- *Antropometria*: estatura (cm) e massa corporal (kg).
- *Composição corporal*: envergadura (cm); massa muscular, óssea, residual e gordura (em %).
- *Esteira*: velocidade de limiar anaeróbico, usada no cálculo da intensidade de recuperação ativa, VLAn.

As variáveis respostas em cada série (Luta–Recuperação–Wingate) foram:

- *Antes de cada recuperação*: concentração de lactato (em mmol/l) utilizada na Tabela 3.1 como t_0 ; e meio tempo da diminuição do lactato (em minutos) após a luta (Tmeio).
- *Durante cada recuperação (15 minutos)*: concentração de lactato (em mmol/l) nos tempos $t = 1, 3, 5, 10$ e 15 minutos; e frequência cardíaca (em bpm) a cada 30 segundos.
- *Para cada uma das quatro séries de Wingate (W_i , $i=1, 2, 3$ e 4)*: potência média em W/kg (PM); potência de pico em W/kg (PP); tempo (em segundo) para atingir a potência de pico (TPP); e frequência cardíaca (bpm) medida a cada segundo num período de 30 segundos.
- *Após as quatro séries de Wingate*: trabalho total (em J/kg) relativo às quatro séries (TT).

Neste plano, o objetivo é verificar se as variáveis concentração de lactato, Tmeio e o desempenho (PM, PP e TPP) diferem entre as recuperações ativa e passiva.

- **Plano Piloto 2** (Luta – Recuperação ativa ou passiva – Sterkowicz):

Neste experimento, tem-se uma amostra de 6 atletas judocas. A cada indivíduo foram aplicadas, aleatoriamente, as duas séries: luta–recuperação ativa – sterkowicz e luta – recuperação passiva – sterkowicz.

As variáveis observadas para cada indivíduo foram:

- *Antropometria*: estatura (cm) e peso (kg).

- *Esteira*: velocidade de limiar anaeróbico, usada no cálculo da intensidade de recuperação ativa, VLAn.

As variáveis respostas em cada série (Luta–Recuperação–Sterkowicz) foram:

- *Durante cada recuperação (15 minutos)*: concentração de lactato (em mmol/l) nos tempos $t = 1, 3, 5, 10$ e 15 minutos; percentual da diminuição da concentração de lactato no período de recuperação, e média da frequência cardíaca (bpm) medida durante a recuperação.
- *Sterkowicz*: número de arremessos em três séries, uma com 15 segundos de duração (A) e duas com 30 segundos de duração cada (B e C); concentração de lactato antes de cada situação e nos tempos 1 minuto e 30 segundos, 3 e 5 minutos após cada série de arremessos; delta da contração de lactato que é a diferença entre o lactato inicial e o valor máximo entre os três tempos; frequência cardíaca (bpm) medida logo após o teste (FCapos) e um minuto após o término do teste (FC1min); índice que é soma das duas frequências dividida pelo número de arremessos nas três séries, e meio tempo da diminuição do lactato após a luta (em minutos).

Neste plano, o objetivo é verificar se as variáveis concentração de lactato, Tmeio e o desempenho (número de arremessos, FCapos, FC1min, índice e delta de lactato) diferem entre as recuperações ativa e passiva.

- **Plano Piloto 3** (Luta1 – Recuperação ativa ou passiva – Luta 2 – Recuperação passiva):

Neste plano, cada indivíduo será também submetido as duas recuperações após a primeira luta, e este poderá lutar (Luta2) com adversário que será submetido a recuperação passiva ou ativa. Sendo assim, cada indivíduo poderá realizar quatro vezes este plano para que todas as combinações sejam observadas, as quais são:

- RPxRP: recuperação passiva versus recuperação passiva do adversário;
- RPxRA: recuperação passiva versus recuperação ativa do adversário;
- RAxRP: recuperação ativa versus recuperação passiva do adversário e,
- RAxRA: recuperação ativa versus recuperação ativa do adversário.

Mas caso não seja possível submeter um mesmo judoca a realizar quatro vezes o Plano 3, isto é, se o indivíduo for submetido, por exemplo, à apenas duas séries, deve-se escolher, aleatoriamente para cada indivíduo, duas entre os quatro tipos de combinações de recuperação listadas acima.

Para cada série aplicada ao indivíduo, devem ser medidas a concentração de lactato (em mmol/l) após o término da luta1 e durante a recuperação em tempos pré determinados; na luta2 deve ser medida alguma variável que caracterize desempenho ou até mesmo a frequência cardíaca, a qual também poderia ser medida na luta1, além da variável meio tempo (tempo de diminuição do lactato) que será observada após as lutas 1 e 2.

Cada luta será gravada em vídeo, a qual será posteriormente observada em câmara lenta para indicar pontuação obtida pelos atletas (koka, yuko, waza-ari e ippon); número ashi = número de técnicas de pernas aplicadas durante a luta; número koshi = número de técnicas de quadril ; número te = número de técnicas de braço; número imobilização = número de imobilização no solo; número shime = número de estrangulamentos no solo; número kansetsu = número de chaves articulares no solo; tempo em pé, tempo de intervalo (paralisações), tempo no solo entre outros tempos expressos em segundos, e resultado da luta (vitória ou derrota).

Neste plano, o objetivo é verificar se as variáveis concentração de lactato, Tmeio e o desempenho do lutador pós recuperação diferem quanto as possíveis combinações das recuperações passiva e ativa.

3. SUGESTÕES DO CEA

- **Plano Piloto 1**

Para verificar se há diferença entre as variáveis VLAn, Tmeio e TT nas recuperações ativa e passiva, um teste estatístico apropriado seria o teste *t de student* para observações emparelhadas (Bussab e Morettin, 1987, ver pág.283-285). Este teste consiste em verificar se há diferença entre a variável observada na recuperação ativa e na passiva considerando cada variável.

Para verificar se existe diferença nos dois tipos de recuperação quanto à concentração de lactato medidas nos tempos 0, 1, 3, 5, 10 e 15 minutos, deve-se utilizar a análise de dados longitudinais (Singer e Andrade, 1986). Neste caso, tem-se como fatores: o tipo de recuperação, ativa e passiva (2 níveis); o tempo em que foi medida a concentração de lactato, antes de iniciar a recuperação (tempo zero) e nos tempos 1, 3, 5, 10 e 15 minutos avaliados durante a recuperação (6 níveis). A Tabela 3.1 apresenta um formato de como devem estar dispostos os dados.

Tabela 3.1 – Disposição das observações para a *Concentração de Lactato* (mmol/l)

Indivíduo	Recuperação Ativa						Recuperação Passiva					
	t ₀	t ₁	t ₃	t ₅	t ₁₀	t ₁₅	t ₀	t ₁	t ₃	t ₅	t ₁₀	t ₁₅
1	2,6	11,9	11,0	8,9	8,10	5,7	2,1	10,4	10,9	10,6	9,1	7,5
...					
17	1,7	8,1	7,4	7,0	5,2	4,9	1,7	7,2	8,2	7,5	5,4	4,2

É importante ressaltar que no caso de dados longitudinais não balanceados em relação ao tempo, isto é, se não houver todas as observações em todos os tempos para todos os indivíduos, deve-se aplicar um modelo mais eficiente (veja Andreoni (1989)).

Também é interessante a construção de gráficos de perfis, conforme indicado no Gráfico 3.1 (este gráfico foi construído com dados reais do experimento e $d_i = t_i - t_0$, $i = 1, 3, 5, 10, 15$ é a diferença entre a concentração medida durante a recuperação (t_i) e com a medida antes de iniciar a recuperação (t_0)), para poder verificar o comportamento desta variável em questão medida nos dois tipos de recuperação, ou seja, verificar possível efeito de interação entre o tipo de recuperação e tempo. Neste gráfico também pode ser incluído o erro padrão para cada média.

Para verificar se existe diferença entre a situação controle e dos dois tipos de recuperações quanto às variáveis relacionadas ao desempenho medidas nos quatro tipos de wingate, deve-se utilizar planejamento com medidas repetidas. Como as variáveis relacionadas ao desempenho não são comparáveis entre si, então tem-se como fatores: recuperação ativa e passiva (2 níveis); e medida de uma das variáveis

relacionada ao desempenho nos quatro tipos de wingate (4 níveis). A Tabela 3.2 apresenta como devem ser dispostos os dados utilizando como exemplo a variável PM.

Gráfico 3.1 – Perfis Médios da Diferença da Concentração de Lactato por Recuperação

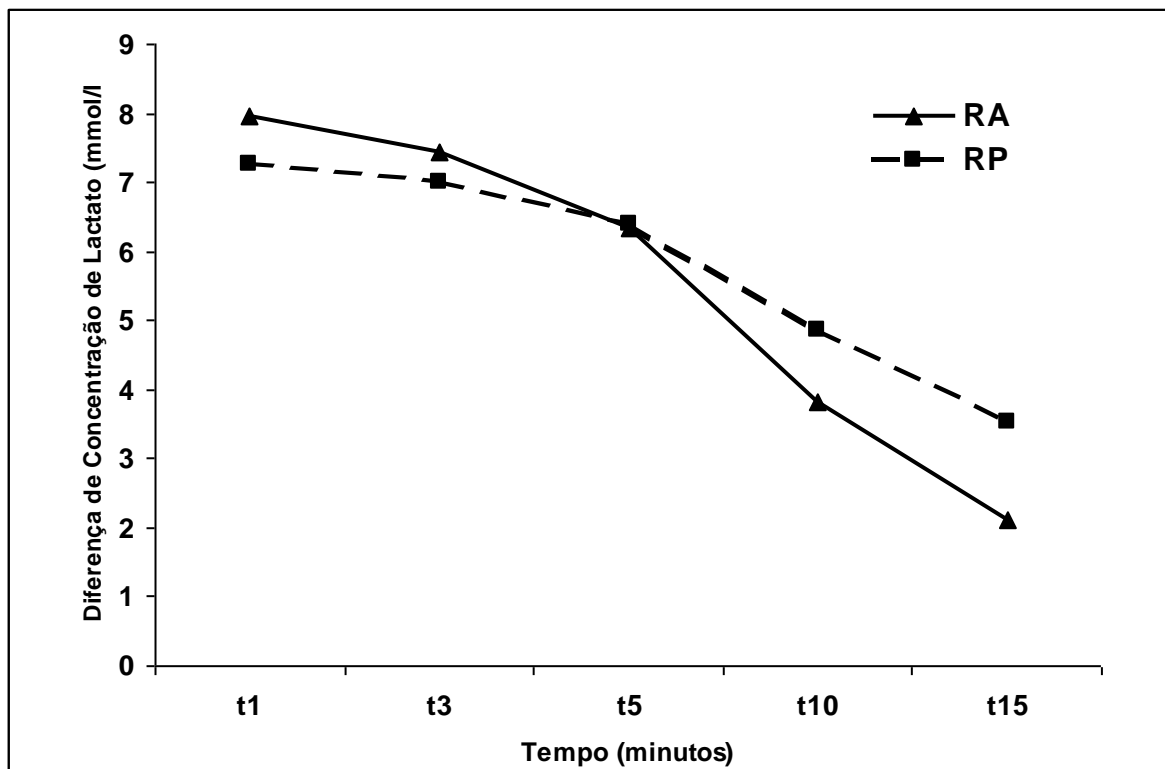


Tabela 3.2 – Disposição das observações para a *Potência Média (PM)*

Indivíduo	Controle				Recup. Ativa				Recup. Passiva			
	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄
1	4,66	4,59	4,16	4,31	5,64	5,02	4,42	3,90	5,71	4,93	4,05	3,82
2	5,44	4,79	3,65	3,15	5,64	4,58	3,76	3,25	5,33	4,78	4,41	3,63
...												
17	4,84	3,35	2,95	2,66	3,83	4,29	3,66	3,65	4,60	3,38	3,15	3,06

Nesse caso, é possível a comparação de médias entre e dentro dos fatores, isto é, verificar o comportamento do wingate W_1 entre controle, recuperação ativa e passiva, assim para os wingates W_2 , W_3 e W_4 e verificar o comportamento das médias dos wingates dentro de controle, recuperação ativa e passiva.

- **Plano Piloto 2:**

As variáveis medidas durante a recuperação devem ser analisadas conforme indicado no Plano Piloto 1 (Tabela 3.1), assim como as variáveis que medem a concentração de lactato após as três séries de arremessos e a frequência cardíaca medida em dois momentos (FCapós e FC1min). Para a variável que conta o número de arremessos aplicadas na forma A, B e C, o modelo linear generalizado (Agresti, 1990) deve ser aplicado caso a hipótese de normalidade à variável número de arremessos não seja satisfeita. Caso contrário, utiliza-se a mesma técnica apresentada para a Tabela 3.1 se as três séries não foram aplicadas de forma aleatória aos indivíduos, ou seja, se todos os indivíduos seguiram a mesma ordem da série, como por exemplo, todos os indivíduos arremessaram na ordem A, B e C. Se esta ordem foi aleatorizada aos indivíduos (Cox, 1958), então deve-se aplicar a análise de variância para medidas repetidas com 2 fatores, os quais são: o tipo de recuperação e formas de arremessos (Neter et al, 1996, ver pág.1176-1184).

As demais variáveis, tais como índice e Tmeio, devem ser testadas pela estatística *t de student* para observações emparelhadas, já que um indivíduo foi submetido a dois tipos de recuperação.

- **Plano Piloto 3:**

Na Tabela 3.3 está ilustrada uma possível aleatorização (Cox, 1958) dos tipos de recuperações no caso em que cada indivíduo possa lutar nas quatro combinações.

Tabela 3.3 – Aleatorização das Recuperações aos Indivíduos

Indivíduo		Recuperação		
1	RPxRP	RPxRA	RAxRP	RAxRA
2	RpxRA	RPxRP	RAxRA	RAxRP
...			...	
n	RpxRA	RAxRA	RPxRA	RPxRP

Na Tabela 3.4 está ilustrada uma possível aleatorização dos tipos de recuperações, no caso em que cada indivíduo possa receber apenas dois entre os quatro tipos possíveis de combinações.

Tabela 3.4 – Aleatorização das *Recuperações* aos *Indivíduos*

Indivíduo	Recuperação	
1	RPxRP	RPxRA
2	RPxRA	RPxRA
...	...	
n	RAxRP	RAxRA

No caso do experimento se desenvolver conforme a Tabela 3.3, tem-se o planejamento balanceado com medidas repetidas e no caso da Tabela 3.4, tem-se planejamento desbalanceado com medidas repetidas. A variável que pode ser analisada neste contexto é a concentração de lactato durante a recuperação, assim como a frequência cardíaca que deve ser medida nas lutas 1 e 2.

Para analisar as variáveis que serão observadas em vídeo, tais como número de ashi, koshi entre outras, pode ser cruzado o tipo de recuperação com o resultado da luta2, e assim, medir o grau de dependência entre estas duas variáveis nominais através da estatística Qui-quadrado (Bussab e Morettin, 1981, ver pág.55-59). Veja ilustração na Tabela 3.5 utilizando como exemplo o número de ashi (técnicas de pernas aplicadas durante a luta2).

Tabela 3.5 – Total de *Ashi* aplicado durante a *Luta 2* (valores figurativos)

Resultado	Recuperação				Total
	RPxRP	RPxRA	RAxRP	RAxRA	
Derrota	52	60	25	49	186
Vitória	38	45	70	51	204
Total	90	105	95	100	390

Observe que na casela que cruzam o resultado derrota e RPxRP deve conter a soma do número de ashi de todos os lutadores que pertencem a esta categoria; na casela que cruzam o resultado vitória e RPxRP deve conter a soma do número de ashi de todos os lutadores que pertencem a esta categoria; e assim sucessivamente. O teste

Qui-quadrado irá verificar se o resultado da luta² é influenciado pelo tipo de recuperação utilizado. Além disso, outras propostas de análise podem ser consideradas com um ANOVA com modelo linear generalizado (Agresti, 1990).

4. CONCLUSÃO

Sugere-se ao pesquisador entrar em contato com o CEA em janeiro do ano 2001 para encaminhar este trabalho a triagem de projetos que serão selecionados para o primeiro semestre de 2001. Porém, isto só poderá ocorrer se os dados relacionados ao plano piloto 3 já estiverem coletados e devidamente colocados numa planilha de banco de dados (como por exemplo, *Microsoft Excel*).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRESTI, A. (1990). **Categorical Data Analysis**. John Wiley & Sons. 558p.
- ANDREONI, S. (1989). **Modelos de Efeitos Aleatórios para Análise de Dados Longitudinais Não Balanceados em Relação ao Tempo**. Mestrado. Instituto de Matemática e Estatística – USP. 142p.
- BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. (1987). **Estatística Básica**. 4ª ed. São Paulo: Atual. 321p.
- COX, D. R. (1958). **Planning of Experiments**. Wiley International Edition. 308p.
- NETER, J., KUTNER, M. H. and NASCHSTHEIM, C. (1996). **Applied Linear Statistical Models**. 4ª ed. IE McGraw Hill. 1265p.
- SINGER, J. M. e ANDRADE, D. F. (1986). **Análise de Dados Longitudinais**. VII Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, Campinas –SP. 106p.