

Limiar de lactato em exercício resistido

²Cristiano Lino Monteiro de Barros

¹Guilherme Gularte de Agostini

²Emerson Silami Garcia

³Vilmar Baldissera

¹Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia – MG

²Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte – MG

³Universidade Federal de São Carlos – São Carlos – SP

Resumo: Existem muitas pesquisas sobre o limiar do lactato (LL) durante atividades como corrida, ciclismo, remo e natação, mas não existem informações sobre este parâmetro durante exercícios resistidos. O objetivo do presente estudo foi comparar valores relativos e absolutos do LL, em relação à carga máxima, nos exercícios leg-press (LP) e rosca direta (RD), de homens treinados (T) e não-treinados (NT). Os valores relativos do LL dos 4 grupos (LP-T = $32,22 \pm 4,40\%$; LP-NT = $28,0 \pm 6,32\%$; RD-T = $32,22 \pm 6,66\%$; RD-NT = $28,88 \pm 3,33\%$) não foram diferentes. Os resultados em valores absolutos ($173,0 \pm 51,97$ kg para LP-T, $84,10 \pm 18,78$ kg para LP-NT, $18,73 \pm 4,13$ kg para RD-T e $10,81 \pm 1,27$ kg para RD-NT) foram diferentes ($p < 0,05$). Os resultados do presente estudo sugerem que o LL nos exercícios LP e RD são semelhantes somente quando se considera a carga relativa.

Palavras-chave: Limiar de Lactato, Exercício Resistido, Carga Máxima.

Lactate threshold in resistance exercise

Abstract: Lactate thresholds (LT) during activities such as running, cycling, rowing, and swimming have been the subject of many studies for the past several decades. However, little is known about the LT parameter during endurance exercises. The purpose of this study was to assess and compare relative and absolute values of LT relative to individual maximal workload during leg-press (LP) and elbow flexion (EF) exercises for both trained (T) and untrained (U) male participants. There was no difference between the relative LT for the four groups (LP-T = $32.22 \pm 4.40\%$; LP-U = $28.0 \pm 6.32\%$; EF-T = $32.22 \pm 6.66\%$; RD-U = $28.88 \pm 3.33\%$). On the other hand, the absolute values for both trained groups (LP-T = 173.0 ± 51.97 kg and EF-T = 18.73 ± 4.13 kg) were significantly different ($p < .05$) compared to the untrained groups (LP-U = 84.10 ± 18.78 kg; EF-U = 10.81 ± 1.27 kg). The results suggest that the LT for LP and EF exercises are similar only when relative workload is considered.

Key Words: Lactate threshold, endurance exercise, maximum strength.

Introdução

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é geralmente considerado o “gold standard” para a avaliação da performance aeróbia. No entanto, o limiar anaeróbio (LA) pode fornecer melhores índices da capacidade aeróbia do que o VO_{2max} , especialmente quando se trata de cargas sustentáveis de trabalho submáximo (GASKILL et al, 2001).

O conceito de LA tem sido alvo de inúmeras pesquisas científicas desde a década de 50 com as primeiras descobertas de Hollmann e Hettinger (apud WELTMAN, 1995). Fisiologistas do exercício, preparadores físicos, técnicos desportivos e médicos têm encontrado no LA uma maneira

prática para a prescrição de exercícios, acompanhamento dos efeitos do treinamento e predição da performance desportiva.

O termo LA foi introduzido pela primeira vez por Wasserman e Mellory (1964), que, trabalhando com cardiopatas, o definiram como “a intensidade de exercício na qual a concentração sanguínea de lactato começa a aumentar e a de bicarbonato começa a diminuir”. Propondo parâmetros ventilatórios para se estimar o ponto de inflexão na curva de lactato, Wasserman (1967) modificou o conceito de LA para “a intensidade de exercício acima da qual a concentração sanguínea de lactato aumenta de forma progressiva e a ventilação pulmonar se intensifica também de maneira não-linear ao oxigênio consumido”.

Após a identificação do LA, os trabalhos de Kindermann et al. (1979); Farrel et al. (1979), Coyle et al. (1986); Wasserman et al. (1986) propuseram diversas metodologias para o fenômeno e conceituaram-no de diversas formas. Entretanto, todos estes trabalhos foram realizados em exercícios dinâmicos cíclicos não resistidos, como corrida, natação e ciclismo.

Tratando-se de exercícios resistidos, sabe-se que para esforços estáticos, uma contração com intensidade superior a 20% de 1RM promove o aumento da pressão intramuscular, a qual aumenta de forma linear com a tensão muscular (PETROFSKY et al., 1981), provocando colabamento capilar e desta forma, exacerbando o metabolismo anaeróbio (HOLLMANN; HETTINGER, 1989). Para contrações dinâmicas resistidas, os valores da força máxima para provocarem o colabamento capilar necessitam ser na ordem de 30% de 1RM (VILLIGER et al., 1995) e, assim, as contrações dinâmicas alteram a perfusão em maiores valores relativos de 1RM que às isométricas. O objetivo do presente estudo consiste na avaliação da cinética da lactacidemia em exercício resistido perante a realização de um teste crescente até a fadiga voluntária, a fim de determinar o limiar de lactato e, em que intensidade da carga máxima o mesmo se expressa.

Métodos

Voluntários e os grupos experimentais

Quarenta voluntários do sexo masculino, saudáveis, foram divididos em 4 grupos: leg-press treinados (LP-T), leg-press não treinados (LP-NT), rosca direta treinados (RD-T), e rosca direta não treinados (RD-NT). As características individuais dos 4 grupos para as variáveis idade, tempo de treinamento e massa corporal estão mostradas na Tabela 1. Todos os sujeitos foram informados dos riscos e benefícios potenciais dos protocolos de teste e deram seus consentimentos escritos para participarem. O referido projeto de pesquisa foi aprovado pela comissão de ética de pesquisa em humanos da UFSCar.

Tabela 1. Valores médios (\pm dp) para as variáveis idade, tempo de treino e peso em relação aos 4 grupos experimentais. LP-T = leg press treinado; LP-NT = leg-press não treinado; RD-T = rosca direta treinado e, RD-NT = rosca direta não treinado.* Indica diferença entre os grupos LP-T e LP-NT nas variáveis tempo de treino e peso. ♦ Diferença entre RD-T e RD-NT nas variáveis tempo de treino e peso. Nível de significância $p < 0,05$.

Grupos	Idade(anos)	Tempo treino (anos)	Peso(kg)
LP-T	23,3 \pm 4,73	3,90 \pm 1,10*	84,65 \pm 12,52*
LP-NT	24,6 \pm 3,77	0,15 \pm 0,24	72,24 \pm 05,92
RD-T	25,1 \pm 5,70	3,30 \pm 1,33♦	81,40 \pm 89,22♦
RD-NT	23,8 \pm 4,04	0,19 \pm 0,24	72,55 \pm 06,37

Escolha dos exercícios e determinação da carga máxima

Baseado nos objetivos do trabalho, os exercícios leg press 45° (Vitaly), extensão do quadril e do joelho com flexão plantar, classificado como estrutural ou multiarticular (FLECK; KRAEMER, 1997) e rosca direta, flexão do cotovelo, classificado como exercício localizado ou monoarticular, (FLECK; KRAEMER, 1997), foram selecionados. Para determinação da carga máxima, foi realizado o protocolo de Guimarães Neto (1997).

Protocolo do teste crescente

Trinta minutos após a realização do teste de 1RM, realizou-se o teste crescente do exercício resistido, o qual iniciava-se com carga de 10% de 1RM. O acréscimo de cargas dava-se de 10 em 10% de 1RM. A duração de cada estágio foi de 1 minuto, com dois minutos de intervalo passivo, tempo este destinado à coleta de sangue, a qual iniciava imediatamente após o término do estágio de exercício, e ao acréscimo de novas cargas. O ritmo de movimento foi pré-estabelecido numa frequência de 20 repetições por minuto, sendo o mesmo controlado por sinal sonoro. O final do teste foi determinado pela incapacidade de realizar o número de repetições completas no tempo referido para o estágio. Ressalta-se que todos voluntários suportaram a realização dos testes.

Todos os testes foram realizados num prazo máximo de dois meses, sendo que os voluntários treinados realizaram os testes no mesmo horário de seus treinamentos, enquanto que os não treinados realizaram os testes no período da manhã.

Coleta e análise sangüínea

Utilizando-se luvas cirúrgicas, após assepsia local com álcool, foi realizada a punção no lobo da orelha para todos os grupos. A punção foi realizada com a utilização de lanceta descartável. Para cada amostra, era passado algodão na superfície desejada para retirada de possíveis gotas de suor, as quais poderiam contaminar as amostras. Volumes de 25 μ l de sangue arterializado foram retirados e adicionados em tubos de Eppendorff com 50 μ l de fluoreto de sódio a 1% para posterior análise. Capilares calibrados e heparinizados foram utilizados neste processo. A lactacidemia foi determinada utilizando-se um analisador de lactato, método eletroenzimático, modelo YSI 1500 Sport (Yellow Springs Inc.-USA). Os valores de lactacidemia foram expressos em mmol/L. Em geral foram obtidas de 5 a 7 amostras de sangue para cada exercício, o que permitiu a identificação do limiar anaeróbio metabólico através do quociente de lactato em relação ao percentual da carga de 1RM.

Determinação do limiar de lactato

O quociente do lactato, expresso pelo valor mínimo da lactacidemia dividido pela carga de esforço (VILLIGER et al., 1995; LIMA; KISS, 1999), foi utilizado como método de determinação do limiar de lactato. O ponto mínimo desta curva expressa o limiar anaeróbico metabólico.

Análise Estatística

Os resultados da estatística descritiva foram expressos em termos da média e do desvio padrão (dp) das amostras. Foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes. Foram comparados a idade, tempo de treinamento, massa corporal e, os valores relativos e absolutos do limiar de lactato. Em todos os casos, o nível de significância aceito foi de $p < 0,05$.

Resultados

Quando comparada à intensidade do limiar de lactato no exercício LP, os valores encontrados foram de $32,22 \pm 4,40\%$ para LP-T e $28,00 \pm 6,32\%$ para LP-NT os quais não foram diferentes. O mesmo aconteceu quando comparamos o exercício RD e, dessa forma os valores de $32,22 \pm 6,66\%$ para RD-T e $28,88 \pm 3,33\%$ para RD-NT também não se diferiram. Quando comparados exercícios diferentes para o mesmo nível de treinamento, os valores de $32,22 \pm 4,40\%$ para LP-T e $32,22 \pm 6,66\%$ para RD-T, como também $28,00 \pm 6,32\%$ para LP-NT e $28,88 \pm 3,33\%$ para RD-NT, também não foram diferentes. Os resultados estão expressos na Figura 1.

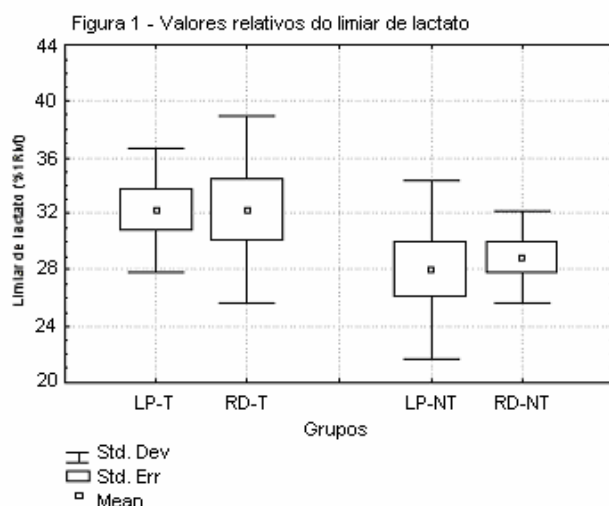


Figura 1. Valores médios relativos ao percentual de 1RM no limiar de lactato para os grupos LP-T = leg-press treinado, RD-T = rosca direta treinado, LP-NT = leg-press não treinado, RD-NT = rosca direta não treinado. Std. Dev.= desvio padrão; Std. Err. = erro padrão; e Mean = média.

Os valores absolutos de $173,0 \pm 51,97$ kg para LP-T e de $84,10 \pm 18,78$ kg para LP-NT, foram diferentes ($p < 0,05$), assim como os valores de $18,73 \pm 4,13$ kg para RD-T e de $10,81 \pm 1,27$ kg para RD-NT. De maneira inversa aos valores relativos, os valores absolutos do limiar de lactato, diferem significativamente quando comparados os níveis de treinamento diferentes para o mesmo exercício e, além disso, voluntários treinados apresentaram maiores cargas de limiar de lactato do que voluntários não treinados, como mostrado na Figura 2.

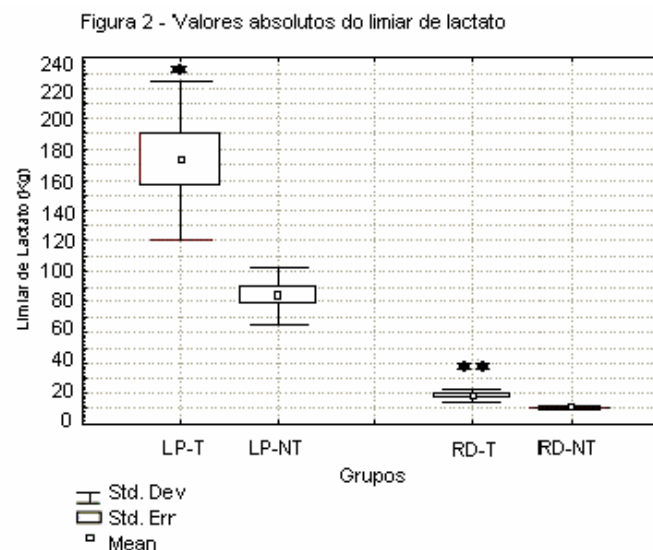


Figura 2. Valores absolutos do limiar de lactato para os grupos LP-T = leg-press treinado, RD-T = rosca direta treinado, LP-NT = leg-press não treinado, RD-NT = rosca direta não treinado. Std. Dev.= desvio padrão; Std. Err. = erro padrão; e Mean = média. * Indica diferença entre LP-T e LP-NT ($p < 0,05$); ** indica diferença entre RD-T e RD-NT ($p < 0,05$).

Os resultados dos limiares de lactato relativo e absoluto estão expressos na Tabela 2.

Tabela-2. Valores médios relativos e absolutos (\pm dp) do limiar de lactato para os 4 grupos experimentais. LL = limiar de lactato; LP-T = leg press treinado; LP-NT = leg-press não treinado; RD-T = rosca direta treinado e, RD-NT = rosca direta não treinado.* Indica diferença entre os grupos LP-T e LP-NT. ♦ Diferença significativa entre os grupos RD-T e RD-NT. Nível de significância $p < 0,05$.

Grupos	LL relativo (%)	LL Absoluto (kg)
LP-T	$32,22 \pm 4,40$	$173,0 \pm 51,97^*$
LP-NT	$28,00 \pm 6,32$	$84,1 \pm 18,78$
RD-T	$32,22 \pm 6,66$	$18,7 \pm 4,13^\diamond$
RD-NT	$28,88 \pm 3,33$	$10,8 \pm 1,27$

Discussão

Determinação do limiar de lactato

De acordo com os resultados do presente estudo (Tabela 2), os valores da lactacidemia permitiram a identificação de uma intensidade de limiar que situou-se entre um mínimo de 28,00% e um máximo de 32,22% de 1RM para os 4 grupos estudados. A viabilidade da mensuração do LL em exercícios resistidos poderá representar um avanço para a prescrição do treinamento com pesos, visto que esta informação torna possível a otimização da resistência muscular localizada aeróbia, qualidade física indispensável para provas de longa duração e intensidade moderada (corridas de aventura, trekking, travessias a nado, entre outras).

Estes dados estão em pleno acordo com os de Villiger et al. (1995), que sugerem que durante a ação muscular resistida dinâmica, a solicitação metabólica é aeróbia somente em cargas de até 30% de 1RM. Concordando com estes dados, Tesch e Karlsson (1977), haviam demonstrado que a concentração de lactato não aumentava em cargas inferiores a 25% 1RM, e sim acima desta.

O fenômeno associado à ocorrência do limiar de lactato em cargas em torno de 30% de 1RM é hemodinâmico, já que nesta intensidade a pressão intramuscular, que aumenta de forma linear com a tensão muscular (PETROFSKY et al., 1981), é maior que a dos capilares, e por conseqüência promove o colapamento destes (HOLLMAN; HETTINGER, 1989).

Apesar de existirem diversas teorias sobre as causas do acúmulo de lactato durante a realização de um teste crescente de exercício dinâmico não resistido (ROWEL; SHEPHERD, 1996), durante a realização de exercícios resistidos, o fator preponderante da produção aumentada de lactato é a hipóxia muscular, já que o aporte de oxigênio diminui devido ao colapamento dos capilares (VILLIGER et al, 1995). Em um estudo de Petrofsky e Herdershot (1984), no qual, através de manobras experimentais a pressão arterial era aumentada acima da intramuscular, o tempo de endurance foi aumentado em intensidades de até 60% da máxima podendo-se concluir que a pressão capilar aumentada promoveu adequado aporte de oxigênio ao funcionamento mitocondrial e com isso, o tempo de início do metabolismo anaeróbio foi retardado.

Limiar de lactato em relação ao grau de treinamento dos voluntários

Fox et al. (1991) e Maglischo (1999), relatam que uma das adaptações ao treinamento seria o deslocamento da curva do limiar de lactato para a direita e, dessa forma, os

voluntários treinados deveriam ter maiores valores relativos do limiar de lactato. No entanto os estudos destes autores foram realizados em exercícios dinâmicos cíclicos, e não com exercícios resistidos.

No caso dos exercícios resistidos, uma explicação para a semelhança entre os limiares para níveis de treinamento diferentes, seria devido ao fenômeno hemodinâmico.

Limiar de lactato para valores absolutos

Os valores absolutos do limiar de lactato apresentam uma importância prática, pois comprovam que quando o objetivo do treinamento é o de melhorar a endurance muscular localizada aeróbia (EMLA), a mesma pode ser melhorada com o aumento da força máxima. Estes dados estão de acordo com os de Hollmann e Hettinger (1989), os quais afirmam que o incremento da EMLA é possível através do aumento da força máxima, pois quando esta se eleva, eleva-se também o limiar anaeróbio.

Outra grande importância prática desta adaptação é que o aumento no limiar anaeróbio absoluto diminui o número de fibras recrutadas para uma mesma intensidade de esforço e, dessa forma, essa adaptação denota grande importância na qualidade de vida e na profilaxia de eventos cardiovasculares devido à redução do duplo-produto (POLLOCK et al., 2000).

Limiar de lactato em relação ao tipo de exercício realizado

Estes dados sugerem existir um padrão similar de ocorrência do limiar anaeróbio para exercícios resistidos que independe do tipo e da quantidade de músculos solicitados para os mesmos.

Os resultados do presente estudo contradizem os de Hargreaves (1995), o qual afirma que exercícios realizados com os membros superiores produzem mais lactato que os realizados com os membros inferiores, para uma mesma intensidade relativa de esforço. Dessa forma, os valores do limiar de lactato deveriam ser menores no exercício RD. Segundo o autor, isso pode ser devido há diferenças nas respostas cardiovasculares e hormonais para as duas formas de exercício.

Esta discordância entre os resultados pode ser devido ao fato de que, os resultados de Hargreaves (1995) foram obtidos em função do consumo máximo de oxigênio em exercícios dinâmicos não resistidos, e não em função de 1RM em exercícios resistidos.

Quando comparados os valores absolutos do limiar de lactato, os maiores valores encontrados para os membros

inferiores em relação aos membros superiores, reflete a maior carga máxima do exercício LP, que é conseguida através da utilização de uma maior massa muscular envolvida na realização do movimento (FLECK; KRAEMER, 1997).

Conclusões

Concluiu-se que durante os exercícios resistidos LP e RD, pode ser identificado um limiar anaeróbio que situa-se em torno de 30% de 1RM. Os valores relativos do limiar de lactato não são diferentes quando se compara indivíduos treinados e não treinados, ao contrário dos valores absolutos, que são significativamente maiores nos indivíduos treinados.

Referências

- COYLE, E. F.; COGGAN, A. R.; HEMMERT, M. K.; IVY, J. L. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. **Journal of Applied Physiology**, Baltimore, v.61, n.1, p.165-172, 1986.
- FARREL, P. A.; WILMORE, J. H.; COYLE, E. F.; BILLING, J. E.; COSTIL, D. L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Winter, v.11, n.4, p.338-44, 1979.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Designing resistance training programs**, Champaign, Human Kinetics, 1997.
- FOX, E. L.; BOWLERS, R. W.; FOSS, M. L. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.
- GASKILL, S. E.; RUBY, B. C.; WALKER, A. J.; SANCHEZ, O. A.; SERFASS, R. C.; LEON, A. S. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Minneapolis, v.33, n.11, p.1841-1848, 2001.
- GUIMARÃES NETO, W. M. **Musculação, Anabolismo Total**. São Paulo: Phorte Editora, 1997.
- HARGREAVES, M. **Exercise Metabolism**. Champaign: Human Kinetics, 1995.
- HOLLMANN, W.; HETTINGER, Th. **Medicina de Esporte**. São Paulo: Manole, 1989.
- KINDERMANN, W.; SIMON, W.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **European Journal Applied Physiology**, Homburg, v.42, n.1, p.25-34, 1979.
- LIMA, J. R. P.; KISS, M. A. P. D. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, Londrina, v.4, n.1, p.29-38, 1999.
- MAGLISCHO, W. E. **Nadando ainda mais rápido**, São Paulo: Manole, 1999.
- PETROFSKY, J. S.; PHILLIPS, C. A.; SAWKA, M. N.; HANPETER, D.; STAFFORD, D. Blood flow and metabolism during isometric contractions in cat skeletal muscle. **Journal Applied Physiology**, Loma Linda, v.50, n.3, p.493-502, 1981.
- PETROFSKY, J. S.; HENDERSHOT, D. M. The interrelationship between blood pressure, intramuscular pressure, and isometric endurance in fast and slow twitch skeletal muscle in the cat. **European Journal Applied Physiology**, Loma Linda, v.53, n.2, p.106-111, 1984.
- POLLOCK, M. L.; FRANKLIN, B. A.; BALADY, G. L.; CHAITMAN, B. L.; FLEG, J. L.; FLETCHER, B.; LIMACHER, M.; PIÑA, I. L.; STEIN, R. A.; WILLIAMS, M.; BAZZARRE, T. Resistance Exercise in individual with and without cardiovascular disease. **Circulation**, Dallas, v.101, p.828-833, 2000.
- ROWELL, L. B.; SHEPHERD, J. T. **Handbook of Physiology, Section12: Exercise: Regulation and integration of multiple systems**. New York: Oxford University Press, 1996. In: 616-48.
- TESCH, P. A.; KARLSSON, J. Lactate in fast and slow twitch skeletal muscle fibers of man during isometric contraction. **Acta Physiology Scandinavia**, Stockholm, v.99, n.2, p.230-236, 1977.
- VILLIGER, B.; EGGER, K.; LERCH, R.; PROBST, H.; SCHNEIDER, W.; SPRING, H.; TRITSCHLER, T. **Resistência**. São Paulo: Santos, 1995.
- WASSERMAN, K.; McLLROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal Cardiology**, Torrance, v.14, p.844-852, 1964.
- WASSERMAN, K. Lactate and related acid base and blood gas changes during constant load and graded exercise.

Canadian Medical Association Journal, Torrance, v.96, n.12, p.775-83, 1967.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J. E.; SUE, D. Y.; WHIPP, B. J. **Principles of exercise testing and interpretation**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986.

WELTMAN, A. **The Blood Lactate Response to Exercise**. Champaign: Human Kinetics, 1995. (Current Issues in Exercise Science, Monograph, n.4).

Endereço:

Emerson Silami Garcia
Rua Rio de Janeiro, 2779/602 Bairro Lourdes
Belo Horizonte MG
30160-042
e-mail: silami@ufmg.br

*Manuscrito recebido em 21 de janeiro de 2004.
Manuscrito aceito em 27 de maio de 2004.*