



## ARTIGO ORIGINAL

**TESTE DE CORRIDA CONTÍNUA DE MÚLTIPLAS ETAPAS  
PARA PREDIZER A CAPACIDADE AERÓBICA**

David L. Montgomery \*  
Monica Helena N. Pereira

Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão  
Física de São Caetano do Sul.

\*Universidade McGill-Canadá

## RESUMO

MONTGOMERY, D.L. e PEREIRA, M.H.N. Teste de corrida contínua de múltiplas etapas para prever a capacidade aeróbica. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, vol.3, nº4, pp 36-41

Baseado na premissa de que o aumento do consumo de oxigênio é diretamente proporcional à velocidade da corrida contínua é que o teste máximo de corrida contínua de múltiplas etapas, foi desenvolvido. Este teste é iniciado à uma velocidade de 5km/h com incrementos de 1,0 km/h a cada minuto. O ritmo de corrida dos sujeitos é coordenado através de sinais emitidos a cada 20 metros. O sinal é emitido por uma fita gravada ou por lapito que é soprado pelo avaliador durante um tempo apropriado. O teste termina quando o indivíduo não consegue se manter completo os 5 metros antes da marca apropriada para o som do sinal. O  $VO_{2max}$  (ml/kg.min) é predito baseado na última etapa completada e estimada na economia da corrida do sujeito (média ou boa). A equação para prever o  $VO_2$  na corrida horizontal, inclui o componente do trabalho horizontal e o componente de repouso (3,5 ml/kg.min). A inclinação da relação entre o  $VO_2$  (ml/kg.min) versus a velocidade (km/h) é de 0,20 para os sujeitos com uma economia de corrida média e de 0,18 para corredores treinados com uma boa economia de corrida. O teste máximo de corrida contínua de múltiplas etapas é um teste qualificado como inexpensivo, que é fácil de administrar em grandes grupos. Normas baseadas na idade, sexo e nacionalidade necessitam ser estabelecidas para o teste máximo de corrida contínua

com múltiplas etapas.

**Unitermos:** Teste de corrida, prever o  $VO_{2max}$ , economia de corrida.

## INTRODUÇÃO

Durante as investigações científicas, a medida direta do  $VO_2$  é usualmente o método escolhido. Entretanto, durante as rotinas de testes, o  $VO_2$  predito pode ser mais oportuno. Testes de campo, como o teste de corrida de 12 minutos (8) são os mais populares pela sua simplicidade, fácil administração e baixo custo financeiro. Embora a corrida de 12 minutos seja um teste válido e reprodutível para avaliar capacidade aeróbica (8,28) este teste requer conhecimento de ritmo, boa motivação dos sujeitos e é influenciado pela aptidão anaeróbica. Um esforço máximo durante os 12 minutos produz um "stress" considerável sobre os participantes. Nos países de clima quente, como o Brasil, o calor pode ser um "stress" a mais no teste dos 12 minutos. Os testes progressivos são provavelmente os mais seguros(1).

## BASES TEÓRICAS

O propósito desse estudo foi introduzir na América do Sul, o teste máximo de corrida contínua com múltiplas etapas para prever a capacidade aeróbica, como um teste alternativo ao tes



te de corrida dos 12 minutos. O teste é baseado na premissa amplamente aceita de que o consumo de oxigênio, aumenta proporcionalmente com a velocidade de corrida. A terceira edição do "Guidelines for Exercise Testing and Prescription", uma publicação do Colégio Americano de Medicina do Esporte, estabelece equações de predição do equilíbrio de requerimento de oxigênio no andar rápido, entre 50 e 100 metros/minutos e correr numa velocidade maior do que 134m/min (1). A equação para a corrida foi derivada da soma de três componentes representando os requerimentos de oxigênio durante o repouso, o trabalho horizontal e o trabalho vertical.

$$VO_2(\text{ml/kg.min}^{-1}) = \text{velocidade}(\text{m/min}) \times 0,2\text{ml/kg.min}^{-1} + 3,5\text{ml/kg.min}^{-1}$$

Requerimento energético da corrida em m/min = 0,2 ml/kg.min para não atletas  
= 0,18 ml/kg.min para corredores treinados.

Requerimento energético de repouso = 3,5ml/kg.min<sup>-1</sup>.

O consumo de oxigênio de repouso é amplamente aceito como 3,5 ml/kg.min. O componente horizontal da equação surgiu através de um trabalho feito por Dill(12), que relatou um consumo de oxigênio bruto de 0,20ml/kg.min<sup>-1</sup>, para cada metro por minuto de corrida horizontal numa esteira rolante. O componente vertical surgiu baseado em trabalhos de Balke e Ware(4) e de Nagle e colaboradores(24). Como o teste de múltiplas etapas, proposto neste estudo, não inclui a corrida inclinada, o componente vertical é reduzido a zero.

O livro Guia do Colégio Americano de Medicina do Esporte(1) é amplamente usado como guia para certificação, avaliação e referências. O livro apresenta uma tabela (p.171) que fornece os valores do VO<sub>2</sub>máx. que vão de 30ml/kg.min (134 m/min, 0% inclinação) a 57ml/kg.min (268m/min, 0% inclinação), o que sugere que a equação é adequada para populações normais e para atletas.

A variação inter-individual do VO<sub>2</sub>(ml/kg.min) à uma velocidade horizontal específica pode refletir diferenças na economia de corrida. Bons

corredores são mais econômicos do que seria esperado quando se utiliza a fórmula do livro guia do Colégio Americano (5,7,10,11,23,27). Por exemplo, a fórmula (1) prediz o VO<sub>2</sub> de 51,7 ml/kg.min a 241 m/min enquanto um corredor de longa distância treinado nesta velocidade apresentaria um VO<sub>2</sub> de 46,9 da mesma forma outras equações chegariam a outros valores 44,6 (11), 44,7(7), 45,4(5), 45,4(23), 45,6(10) e 46,5(27) ml/kg.min.

Para a corrida horizontal, o VO<sub>2</sub> bruto da equação guia (1) é de 0,20ml/kg.m., o que está de acordo com os valores relatados por Margaria e colaboradores(19). Para corredores treinados, o VO<sub>2</sub> bruto na corrida horizontal é menor do que os valores de 0,17 a 0,18 ml/kg.min relatados por Fox e Costill (14), McMiken e Daniels (21) e Montgomery e col.(23). O consumo de oxigênio na corrida horizontal a uma velocidade de 5 a 25km/h é apresentado na Figura 1 para indivíduos destreinados e corredores treinados.

A Tabela 1, prediz o consumo de oxigênio na corrida horizontal com velocidade de 5 a 25 km/h. Para os sujeitos com uma média economia de corrida (não atletas) os valores de VO<sub>2</sub> foram calculados usando a inclinação de 0,20ml/kg.m. Para corredores experientes com uma boa economia de corrida (treinados) os valores de VO<sub>2</sub> foram calculados usando a inclinação de 0,18 ml/kg.m.

FIGURA 1 - VO<sub>2</sub> vs velocidade para média economia de corrida. Wilcox e Bulbulian 1982.

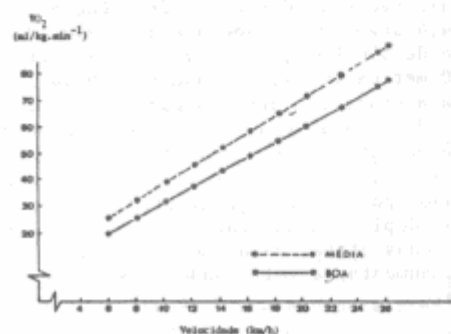


TABELA 1 - Predição do  $VO_2$  máx. (ml/kg.min) para velocidade de corrida.

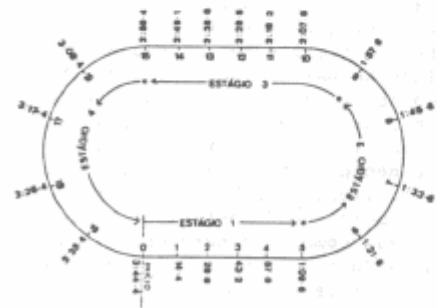
Etapas	Velocidade km/h	Velocidade m/min	Distância a ser percorri- da. m	Tempo (s) a cada 20m	$VO_2$ (ml/kg.min)	
					Média Economia	Boa Economia
1	5	83,3	80	14,4	20,2	18,5
2	6	100,0	100	12,0	23,5	21,5
3	7	116,7	120	10,3	26,8	24,5
4	8	133,3	140	9,0	30,2	27,5
5	9	150,0	140	8,0	33,5	30,5
6	10	166,7	160	7,2	36,8	33,5
7	11	183,3	200	6,5	40,2	36,5
8	12	200,0	200	6,0	43,5	39,5
9	13	216,7	220	5,5	46,8	42,5
10	14	233,3	240	5,1	50,2	45,5
11	15	250,0	240	4,8	53,5	48,5
12	16	266,7	260	4,5	56,8	51,5
13	17	283,3	300	4,24	60,2	54,5
14	18	300,0	300	4,00	63,5	57,5
15	19	316,7	300	3,79	66,8	60,5
16	20	333,3	340	3,60	70,2	63,5
17	21	350,0	340	3,43	73,5	66,5
18	22	366,7	380	3,27	76,8	69,5
19	23	383,3	380	3,13	80,2	72,5
20	24	400,0	400	3,00	83,5	75,5
21	25	416,7	420	2,88	86,8	78,5

#### TESTE DE CORRIDA CONTÍNUA COM MÚLTIPLAS ETAPAS

Para o teste de corrida contínua com múltiplas etapas recomenda-se usar uma pista de 400 metros. A pista deve ser marcada a cada 20 metros como mostra a Figura 2. A marcação deve ser visível para os corredores. Durante o teste, os sujeitos são orientados por sinais auditivos emitidos usando-se um gravador. Para a primeira etapa do teste, os sinais são emitidos à uma frequência de 14,4 segundos, desde que uma velocidade de 5,0 km/h, é equivalente a correr 20 metros em 14,4 segundos (Tabela 1). Cada etapa tem aproximadamente um minuto de duração e a velocidade é aumentada em 1,0 km/h em cada etapa.

A cada 20 metros os sujeitos são avisados por um sinal registrado. Um sinal duplo é usado para anunciar o fim de cada etapa, para que o sujeito possa aumentar a velocidade da sua corrida.

FIGURA 2 - Tempo e posição para uma volta do teste de corrida contínua de múltiplas etapas.



Os sujeitos são orientados para completar o maior número de etapas possíveis. O teste termina quando o sujeito ficar 5 metros atrás do marcador apropriado, ao som do sinal. Já que os sujeitos não recebem crédito parcial para uma etapa incompleta do teste, o mesmo pode ser interrompido, se o sujeito



sentir que não pode completar a etapa. O consumo máximo de oxigênio predito é baseado na última etapa completada (Tabela 1) e na estimativa da economia de corrida do sujeito (média ou boa).

A Tabela 2 foi construída a fim de auxiliar na elaboração de uma gravação para o teste de corrida contínua de múltiplas etapas. Se a utilização de um gravador não foi viável ou o ambiente for muito barulhento, onde o sujeito não consiga ouvir os sinais emitidos, então o avaliador pode apitar no tempo apropriado indicado na Tabela 2.

TABELA 2 - Predição do VO<sub>2</sub> máx. (ml/kg.min) para velocidade de corrida.

Etapas	Minutos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	0-1	16,4	28,28	43,2	57,6																		
2	1+	9,6	21,6	33,6	45,6	57,6																	
3	2+	7,9	18,2	28,5	38,8	49,1	59,4																
4	3+	6,4	17,4	26,4	35,4	44,4	53,4	62,4															
5	4+	10,4	18,4	26,4	34,4	42,4	50,4	58,4															
6	5+	5,6	12,8	20,0	27,2	34,4	41,6	48,8	56,0														
7	6+	2,5	9,0	15,5	22,0	28,5	35,0	41,5	48,0	54,5	61,0												
8	7+	7,0	13,0	19,0	25,0	31,0	37,0	43,0	49,0	55,0	61,0												
9	8+	6,5	12,0	17,5	23,0	28,5	34,0	39,5	45,0	50,5	56,0	61,5											
10	9+	6,6	11,7	16,8	21,9	27,0	32,1	37,2	42,3	47,4	52,5	57,6	62,7										
11	10+	7,5	12,3	17,1	21,9	26,7	31,5	36,3	41,1	45,9	50,7	55,5	60,3	65,1									
12	11+	4,8	9,3	13,8	18,3	22,8	27,3	31,8	36,3	40,8	45,3	49,8	54,3	58,8									
13	12+	3,0	7,3	11,5	15,7	20,0	24,2	28,5	32,7	37,0	41,2	45,5	49,7	53,9	58,2	62,4							
14	13+	6,9	10,6	14,4	18,4	22,4	26,4	30,4	34,4	38,4	42,4	46,4	50,4	54,4	58,4	62,4							
15	14+	6,2	10,0	13,8	17,6	21,4	25,2	29,0	32,8	36,6	40,4	44,2	48,0	51,8	55,6	59,4							
16	15+	3,1	6,7	10,3	13,9	17,5	21,1	24,7	28,3	31,9	35,5	39,1	42,7	46,3	49,9	53,5	57,1	60,7					
17	16+	4,1	7,6	11,0	14,4	17,9	21,3	24,7	28,1	31,6	35,0	38,4	41,9	45,3	48,7	52,2	55,6	59,0					
18	17+	2,3	5,3	8,5	11,8	15,1	18,4	21,6	24,9	28,2	31,4	34,7	38,0	41,2	44,5	47,8	51,1	54,3	57,6	60,9			
19	18+	6,0	7,2	10,3	13,4	16,6	19,7	22,8	25,9	29,1	32,2	35,3	38,5	41,6	44,7	47,9	51,0	54,1	57,2	60,4			
20	19+	3,9	6,4	9,4	12,4	15,4	18,4	21,4	24,4	27,4	30,4	33,4	36,4	39,4	42,4	45,4	48,4	51,4	54,4	57,4	60,4		
21	20+	3,3	6,2	9,0	11,9	14,8	17,7	20,6	23,4	26,3	29,2	32,1	35,0	37,8	40,7	43,6	46,5	49,4	52,3	55,2	58,1	61,0	

CHECANDO A CALIBRAÇÃO

Já que a velocidade do gravador ou da fita pode afetar a precisão do teste de corrida contínua com múltiplas etapas, é necessário haver um processo de verificação da calibração no início do teste. Usando um cronômetro (stop-watch), marca-se 60 segundos de intervalo na gravação. A velocidade utilizada em gravadores é geralmente confiável e precisa (17). A velocidade do gravador deveria estar dentro de 2% de um limite de tolerância (58,8 a 61,2 segundos). Pois um erro dessa magnitude resulta num erro de 3% na predição do VO<sub>2</sub>máx., quando o teste consiste em etapas equivalente a incrementos de 1 MET. (17)

Se o gravador produzir um erro maior do que 2% do limite de tolerância, ele deve ser modificado, consertado, ou um fator de correção deve ser empregado, baseado na velocidade da fita. Um método alternativo para obter uma velocidade correta durante a gravação é copiar

Este procedimento foi usado com sucesso para avaliar a aptidão aeróbica dos estudantes de Educação Física das Faculdades de Educação e Cultura do ABC, São Paulo. Um grupo de 20 estudantes foram testados. Um avaliador usava a Tabela 2 e um apito para marcar as passadas dos corredores. O segundo avaliador monitorizava o progresso dos corredores e registrava a etapa completada por cada indivíduo.

a gravação de um gravador correto para o gravador incorreto (17).

DISCUSSÃO

Teoricamente, testes máximos produzem melhores estimativas do VQ máx. do que testes submáximos. O teste máximo de corrida contínua com múltiplas etapas introduzido neste artigo é de fácil administração. As normas devem ser estabelecidas para o teste máximo com múltiplas etapas, baseadas na idade, sexo e nacionalidade. Até o estabelecimento dessas normas para a população brasileira, a resposta ao teste pode ser avaliada usando uma descrição verbal (excelente, muito boa, boa, satisfatória, fraca) baseada no consumo máximo de oxigênio do Teste Canadense para Aptidão Física Aeróbica (6), teste máximo em esteira rolante (1), Teste de Cooper de corrida em 12 minutos (8) e potência aeróbica (18). Muitos estudos (1, 2, 3, 5, 10, 13, 16, 19, 20, 21, 22, 25, 26) publicaram equações de regressão para prever o gasto energético na corrida horizontal. Quando essas equações são exami-



nadas, dois componentes importantes são a velocidade da corrida (km/h) e a economia da corrida. Esses dois componentes foram usados na confecção da Tabela 1 a fim de prever o consumo de oxigênio na corrida horizontal.

O teste de campo da Universidade de Montreal (15) é um teste de campo de múltiplas etapas similares ao teste proposto neste artigo. Ele também é baseado no gasto da energia da corrida com um aumento da velocidade de 1 MET a cada dois minutos. Testes de corrida contínua com múltiplas etapas produzem estimativas válidas e confiáveis do  $VO_2$  máx. para sujeitos treinados e não treinados, para jovens e adultos de idade média e para homens e mulheres (15). O coeficiente de correlação entre os teste de campo e teste de Cooper de corrida em 12 minutos foi de 0,84(8).

O teste de corrida dos 12 minutos requer um conhecimento do ritmo e uma boa motivação dos sujeitos. Como um esforço máximo é exigido durante os 12 minutos, um substancial stress pode ser desenvolvido. Uma boa aptidão anaeróbica pode contribuir para uma performance positiva, enquanto uma baixa aptidão anaeróbica pode diminuir a motivação resultando numa performance negativa. O teste máximo de corrida contínua de múltiplas etapas não necessita que os avaliados controlem o ritmo, já que a velocidade da corrida é regulada. Como o teste requer um esforço máximo, a contribuição anaeróbica ocorre próximo ao fim do teste e é menos provável que ela influencie a predição do  $VO_2$  máx.

Em resumo, este estudo introduz um teste de corrida contínua com múltiplas etapas para prever o  $VO_2$  máx. O teste é iniciado a 5,0 km/h com aumento de 1,0 km/h a cada minuto. O  $VO_2$  máx. é predito através da velocidade da corrida baseada na última etapa completada e através da estimativa da economia de corrida do sujeito (média ou boa).

#### ABSTRACT

MONTGOMERY, D.L. and PEREIRA, M.H.N. A continuous, multistage test to predict aerobic capacity, *Brazilian Journal of Science and Movement*, vol.3, nº 4, pp 36-41

Based on the premise that oxygen cost increases directly proportional to the speed of running, a continuous, maximal, multistage running test was developed. The test is initiated at a speed of 5 km/hr with increments of 1,0 km/hr every minute. Subjects are paced by an audio signal every 20 meters. The signal is emitted either from a pre-recorded tape or from a whistler blown by the tester at the appropriate time. The test is terminated when the subject falls 5 meters behind the appropriate marker at the sound signal.  $VO_2$  máx. (ml/kg.min) is predicted based on the last completed stage and an estimation of the subject's running economy (average or good). The equation for predicting the  $VO_2$  of horizontal running includes a resting component (3,5 ml O<sub>2</sub>/kg body mass. min) and a horizontal work component. The slope of the  $VO_2$  (ml/kg.min) versus speed (km/hr) line is .20 for subjects with average running economy and .18 for trained runners with good running economy. The maximal multistage running test is an inexpensive graded test that is easy to administer to large groups. Normas, based on age, gender, and nationality, need to be established for the maximal, multistage running test.

**UNITERMS:** Running test, prediction of  $VO_2$  máx., running economy.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. American College of Sports Medicine Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 3rd. edition. Philadelphia, Lea & Febiger, 1986.
02. ASTRAND, P.O. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Copenhagen, Ejnar Munksgaard, 1952.
03. BALKE, B. A simple field test for the assessment of physical fitness. Publication nº 63-6, Civil Aeromedical Research Institute Oklahoma, 1963.
04. BALKE, B. and WARE, R.W. An experimental study of physical fitness of air force personnel. *Armed Forces Medical Journal*, 10:676-688, 1959.
05. BRANSFORD, D.R. and HOWLEY, E.T. Oxygen cost of running in trained and untrained men and women. *Medicine and Science in Sports*, 9:41-44, 1977.
06. Canadian Standardized Test for Fitness, Operations Manual, 3rd edition, Ottawa, Fitness and Amateur Sport, 1987.
07. CONLEY, D.L. and KRAHENBUHL, G.S. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and Science in*



- Sports, 12:357-360, 1980.
08. COOPER, K.H. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Journal of the American Heart Association*, 203:135-138, 1968.
09. COOPER, K.H. *Aerobics*, Bantam Publishing Company, New York, 1969.
10. COSTILL, D.L. THOMASON, H. and ROBERTS, E. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Medicine and Science in Sports*, 5:248-252, 1973.
11. DANIELS, J.; KRAHENBUHL, G.; FOSTER, C.; GILBERT, J. and DANIELS, S. Aerobic responses of female distance runners to submaximal and maximal exercise. *Annals of the New York Academy of Science*, 301:726-733, 1977.
12. DILL, D.B. Oxygen used in horizontal and grade walking and running on the treadmill. *Journal of Applied Physiology*, 20:19-22, 1965.
13. FALLS, H.B. and HUMPHREY, L.D. Energy cost of running and walking in young women. *Medicine and Science in Sports*, 8:9-13, 1976.
14. FOX, E.L. and COSTILL, D.L. Estimated cardiorespiratory responses during marathon running. *Archives of Environmental Health*, 24:316-324, 1972.
15. LEGER, L. and BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: The University of Montreal track test. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 5(2):77-84, 1980.
16. LEGER, L. and MERCIER, D. Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. *sports Medicine*, 1:270-277, 1984.
17. LEGER, L.A. and ROUILLARD, M. Speed reliability of cassette and tape players. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 8(1):47-48, 1983.
18. MACEDO, I.F.; DUARTE, C.R. e MATSUO, V.K.R. Avaliação da potência aeróbica em adultos de diferentes idades. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 1(1):7-13, 1987.
19. MARGARIA, R.; CERRETELLI, P.; GEMO, P. and SASSI, G. Energy cost of running. *Journal of Applied Physiology*, 18:367-370, 1963.
20. MAYHEW, J.L. Oxygen cost and energy expenditure of running in trained runners. *British Journal of Sports Medicine*, 11(3):116-121, 1977.
21. McMIKEN, D.F. and DANIELS, J.T. Aerobic requirements and maximum aerobic power in treadmill and track running. *Medicine and Science in Sports*, 8:14-17, 1976.
22. MENIER, R. and PUGH, L.G.C.E. Comparison du cout energetique de la marche et de la course. *Medecine du Sport*, 1:22-23, 1970.
23. MONTGOMERY, D.L.; McGRUER, D.E.; KACZYNSKI, M. and KOZIRIS, P.L. The oxygen cost of horizontal and grade running on a treadmill. *Sports Training, Medicine and Rehabilitation*, Submitted, 1988.
24. NAGLE, F.J.; BALKE, B. and NAUGHTON, J.P. Gradational step tests for assessing work capacity. *Journal of Applied Physiology*, 20:745-748, 1965.
25. PUGH, L.G.C.E. Oxygen intake in track and treadmill running with observation on the effect of air resistance. *Journal of Physiology*, (London), 207:823-835, 1970.
26. SHEPHARD, R.J. A nomogram to calculate the oxygen cost of running at slow speeds. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 9:10-16, 1969.
27. WILCOX, A.R. and BULBULIAN, R. The effect of a cross-country season on running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14:142-143, 1982.
28. WYNHAM, C.H.; STRYDOM, N.B.; vanGRAAN, C.H.; vanRENSBURG, A.J. ROGERS, G.G.; GREYSON, J.S. and vanderWALT, W.J. Walk or jog for health: II Estimating the maximum aerobic capacity for exercise. *South African Medical Journal*, 45:53-57, 1971.

**Endereço ao Autor/Authors Address**

David L. Montgomery  
Dept. of Physical Education,  
McGill University,  
475 Pine Avenue West,  
Montreal, Quebec, H2W 1S4  
Canada.

Mônica Helena N. Pereira  
Avenida Goiás, 1400  
09520-São Caetano do Sul - São Paulo  
Brasil.