

## ESTADIAMENTO DA FORÇA DESENVOLVIDA PELAS DIFERENTES MOLAS DO PILATES EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DE TENSÃO

*Cristiane Morais Netto*

*Roberta de Oliveira Colodete*

Acadêmicas de Fisioterapia do ISECENSA

cristianemnetto@yahoo.com.br; robertacolodete@gmail.com

*Felipe Sampaio Jorge*

Mestre em Bioengenharia

*Jefferson da Silva*

Mestre em Fisioterapia

### Resumo

**INTRODUÇÃO:** O Método Pilates, que tem sido utilizado na Fisioterapia como forma de tratamento, podendo ser realizado tanto no solo como em equipamentos, alguns desses utilizam molas em 5 cores diferentes como forma de resistência. A intensidade da força gerada pelas molas pode ser mensurada utilizando uma célula de carga. **OBJETIVOS:** Identificar a força exercida por cada mola em diferentes tensões e se existe correlação entre a força e as distâncias analisadas. **METODOLOGIA:** Trata-se de um estudo experimental, em que as variáveis analisadas foram força (Kgf) e distância (cm) correspondente a 25%, 50%, 75% e 100% do repouso das molas nas cores prata, vermelha, verde, azul e amarela. Para análise estatística foi utilizada a Correlação de Pearson, as diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ . **RESULTADOS:** Os resultados mostram uma correlação positiva entre a força e o deslocamento da mola de forma linear ( $p < 0,05$ ), mostra ainda que a mola que desenvolve maior força é a de cor prata e a mola amarela a que gera menor força. Observou-se ainda que a mola prata quando tracionada a partir de 100% do seu ponto de repouso sofre uma deformação permanente. **CONCLUSÃO:** Os valores identificados entre força e tração contribuem para a adequação do método Pilates nas diferentes disfunções e nos protocolos de cinesioterapia atualmente utilizados e que a mola possui um limite de elasticidade que se ultrapassado provoca uma deformação permanente, tornando o aumento de força alinear.

Palavras chaves: Pilates, Molas, Célula de Carga.

### Abstract

**INTRODUCTION:** The Pilates Method, which has been used in Physical Therapy as a treatment and can be done both in soil and in equipment, some of those using springs in 5 different colors as a form of resistance. The intensity of the force generated by the springs can be measured using a load cell. **OBJECTIVES:** Identify the force exerted by each spring in different tensions and whether there is correlation between the strength and the distances analyzed. **METHODOLOGY:** This is an experimental study, in which the variables were analyzed force (Kgf) and distance (cm) of 25%, 50%, 75% and 100% of the rest of springs in the colors silver, red, green, blue and yellow. For statistical analysis was used to Correlation of Pearson, the differences were considered significant when  $p < 0.05$ . **RESULTS:** The results show a positive correlation between the strength and the displacement of spring in a linear form ( $p < 0.05$ ), also shows that the spring that develops greatest strength is the color of silver and yellow spring that generates less force. It was also observed that the spring when tensioned silver from 100% of its point of rest suffer a permanent deformation. **CONCLUSION:** The values identified between power and traction contribute to the adequacy of the Pilates method in the various dysfunctions and the protocols of kinesiotherapy currently used and that the spring has a limit of elasticity which exceeded leads to a permanent deformation, making the increase of strength unlinear.

## INTRODUÇÃO

Joseph Hubertus Pilates (1880-1967), nasceu na Alemanha e foi uma criança que sofreu de várias patologias como raquitismo, asma, febre reumática, entre outras. Nessa fase as patologias eram combatidas, também, com exercícios físicos. Sendo assim, Pilates de forma dedicada começou a praticar diversas modalidades esportivas com o objetivo de melhorar sua saúde (LATEY, 2001). Além da prática de diversos esportes, Pilates aprofundou-se nos estudos de anatomia, fisiologia e cultura física, para tornar-se forte e saudável (PIRES, 2005).

Em 1912 iniciou a Primeira Guerra Mundial e por ser estrangeiro Joseph foi enviado a um acampamento, onde utilizou seus conhecimentos e começou a treinar os confinados ali presentes, obtendo ótimos resultados. Um dos relatos mais significantes foi que nesta época ocorreu uma epidemia de vírus Influenza, e as pessoas que praticaram os exercícios ensinados por Pilates não foram contaminadas (LATEY, 2001). Em um determinado período da Guerra, Pilates foi transferido para Alemanha onde utilizou seus conhecimentos na reabilitação das pessoas feridas. Foi nesse período que ele descobriu que as molas vinculadas as próprias camas serviriam como auxílio proporcionando resistência na recuperação de tônus, trofismo e flexibilidades, principalmente dos indivíduos acamados por longo períodos (CIPRIANI, 2004).

Em 1926, Joseph levou para os Estados Unidos, um método de condicionamento físico e mental, o Pilates, que tem como base a Contrologia que é “controle consciente de todos os movimentos musculares do corpo” (KOLYNIK, 2004). E para que os exercícios fossem feitos conforme a contrologia ele criou seis princípios que são: respiração, alongamento axial, organização eficiente pela cabeça, pescoço e cintura escapular, articulação da coluna vertebral, alinhamento e postura e integração dos movimentos. Seus exercícios foram criados a partir desses princípios. Joseph morreu em 1967 e Clara, sua esposa, continuou a desenvolver o método sendo o mesmo disseminado para outros países a partir da década de 70. (LATEY, 2001). Desde então, este método começou a ganhar reconhecimento em outras áreas da reabilitação como a reabilitação em ortopedia geral, distúrbios neurológicos, dor crônica (DAVIS, 2006).

O Pilates pode ser realizado tanto no solo, utilizando tapetes, como em equipamentos, estes idealizados pelo próprio Joseph durante a Guerra. Alguns desses equipamentos como Cadillac e o Reformer (mais antigos) utilizam molas e, segundo Lang (2000), as molas que compõem esses equipamentos possuem resistências variáveis aos exercícios.

Na fisioterapia as molas, entre outros dispositivos, são utilizadas na reabilitação como forma de cinesioterapia resistida mecanicamente cujo objetivo é aumentar força, resistência à fadiga e potência muscular e para que haja progressão nos exercícios que se utilizam resistências mecânicas devem ser feitas mensurações da resistência imposta (KISNER, 2003). Lima et al (2006), acrescenta que através da mensuração da resistência, sejam utilizados protocolos de tratamento mais objetivos e essa mensuração possa ser documentada conforme os avanços no tratamento de cada paciente para que seja uma forma de motivação para o mesmo e assim obter melhores resultados.

No Pilates encontram-se 5 cores diferentes de mola: prata, vermelha, verde azul e amarela, com intensidades diferentes, sendo a de cor prata a de maior intensidade e amarela de menor intensidade (PIRES, 2005). Essa intensidade não é exata e sim dedutiva (RAMALHO, 1990) baseada na lei e proporção definida por Hooke (FERREIRA et al, 2006). A Lei de Hooke estabelece uma relação de proporcionalidade entre a força  $F$  exercida sobre uma mola e a elongação correspondente ( $F = k.x$ ), onde  $k$  é a constante elástica da mola (AXT et al, 2005). “Define-se então constante elástica como sendo o valor da relação entre essa tensão aplicada e a deformação por ela provocada” (FERREIRA et al, 2006). Bonjorno (2001) conclui que se  $k$  é constante e se possuímos os valores da deformação sofrida pela mola poderemos usar a Lei de Hooke para obter o valor da força gerada pela mola. Uma maneira de quantificar essa força é utilizando a célula de carga. Segundo estudo recente realizado na UFRGS (2007), “células de carga são estruturas mecânicas, que são planejadas para receber esforços e deformar-se dentro do regime elástico a que foram planejadas”. Sempre que se faz necessário a medição de peso, ou força em tração ou compressão utiliza-se a célula de carga.

Considerando que o Pilates está sendo usado pela fisioterapia como forma de reabilitação e que utiliza aparelhos que proporcionam resistência aos músculos, como ocorre na mecanoterapia e que para manter a integridade física do paciente deve-se saber a quantidade de carga imposta ao mesmo, fez-se

necessário à realização de um estudo experimental com o objetivo de identificar a força exercida por cada mola em diferentes tensões e se existe correlação entre as forças e distâncias analisadas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Desenho do Estudo**

Trata-se de um estudo experimental.

### **Contexto**

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Movimento da Clínica Escola Maria Auxiliadora em Campos dos Goytacazes – RJ, no período de março a junho de 2008.

### **Seleção da Amostra**

Foram selecionadas 5 molas nas cores prata, vermelha, verde, azul e amarela da marca ISP. Foram marcadas, com uma fita métrica, as distâncias de correspondente a 25%, 50%, 75% e 100% do repouso da mola do Reformer.

### **Critério de inclusão**

- Molas em perfeito estado.
- Molas com a marcação das cores visíveis.
- Aparelho Reformer em perfeito estado.

### **Critério de exclusão**

- Molas com defeito (abaulamento, distâncias diferentes entre as voltas da mola, diferença de tamanho da mola usada para mesma finalidade e mesma cor).
- Molas com a marcação de cor invisível.
- Defeito no funcionamento do aparelho Reformer.

### **Instrumentação**

Foram utilizadas molas nas cores: prata, vermelho, verde, azul e amarela, e o aparelho Reformer do Pilates, todos da marca ISP (figura 1).

Para quantificar a força, em Kgf, foi utilizada uma Célula de carga da marca Miotec Equipamentos Biomédicos acoplada à um eletromiógrafo da mesma marca (figura 2).

Para medir as distâncias, a partir do ponto de repouso, foi utilizada uma fita métrica assim como pontos auto adesivos para delimitação das mesmas. Um bastão de madeira marca ISP, 150 cm foi utilizado para estabilizar o carrinho do reformer nas distâncias estabelecidas.



Figura 1: Apresentação das molas e dos mosquetões (fixadores de molas).

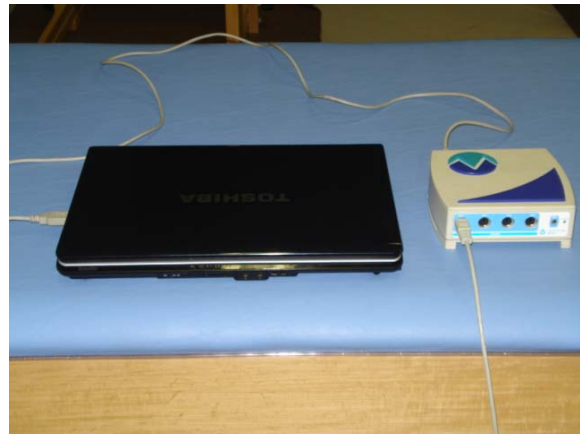


Figura 2: Aparelho da Miotec conectado ao computador.

### Procedimentos para coleta de dados

Para iniciar a coleta a célula de carga foi calibrada segundo orientações da Miotec Equipamentos Biomédicos. Após a calibração a mesma foi fixada em uma de suas extremidades na parte fixa do Reformer (mesmo local onde a mola é fixada), a outra extremidade foi fixada na mola sendo essa fixação realizada por mosquetões que são fixadores de molas, a outra extremidade da mola foi fixada no carrinho do Reformer (Figura 3).

Em seqüência foi determinado o ponto de repouso da mola a partir de uma tração mínima, ou seja, a mola foi tracionada até o ponto máximo em que não houvesse afastamento das espirais seguindo a orientação de Resnick (2003) também chamado de estado relaxado da mola, que se dá quando não há ação de uma força externa sobre a mola. Esta marcação serviu para que fosse mensurado o tamanho inicial da mola e para que essa distância fosse usada como referência para calcular 25%, 50%, 75% e 100% de alongação. Em seguida as distâncias foram marcadas através de auto adesivos no Reformer (Figura 4) e o carrinho foi tracionado pelo pesquisador até as distâncias pré-estabelecidas, para que o sinal fosse captado a mola não deveria sofrer oscilações e para isso foi utilizado, como forma de estabilizar, dois bastões sendo estes colocados verticalmente um em cada lado do carrinho impedindo que este se movimentasse partir disto, a cada distância foi captada a força desenvolvida pela mola através da célula de carga (Figura 5 e 6).



Figura 3: Fixação da célula de carga a mola e ao Reformer.



Figura 4: Marcação das distâncias com os adesivos.



Figura 5: Estabilização do carrinho com os bastões na vertical.



Figura 6: Tração da mola

### **Análise das variáveis**

As variáveis analisadas nesse trabalho foram força (Kgf) e distância (cm).

### **Método estatístico**

Foi utilizada a Correlação de Pearson. As diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ .

### **RESULTADOS**

A partir de dados colhidos no período de março/abril de 2008, os seguintes resultados foram obtidos:

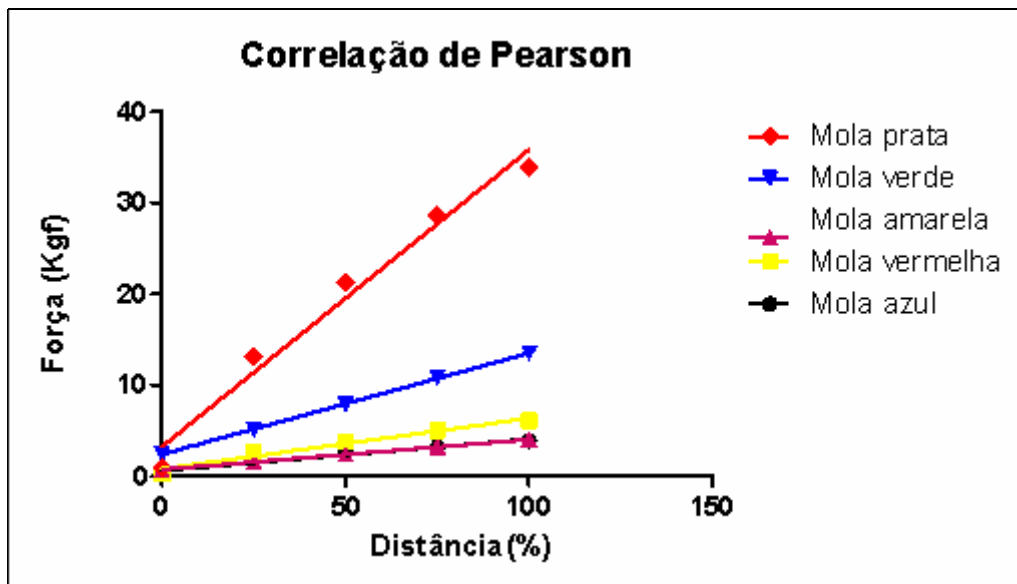


Figura 7: Correlação de Pearson para as molas do Trapézio com respectivos valores de R: (Mola azul:  $r$  0,9784; Mola vermelha:  $r$  0,9934; Mola amarela:  $r$  0,9889; Mola verde:  $r$  0,9979; Mola prata:  $r$  0,9837). Para todas elas  $p < 0,05$ .

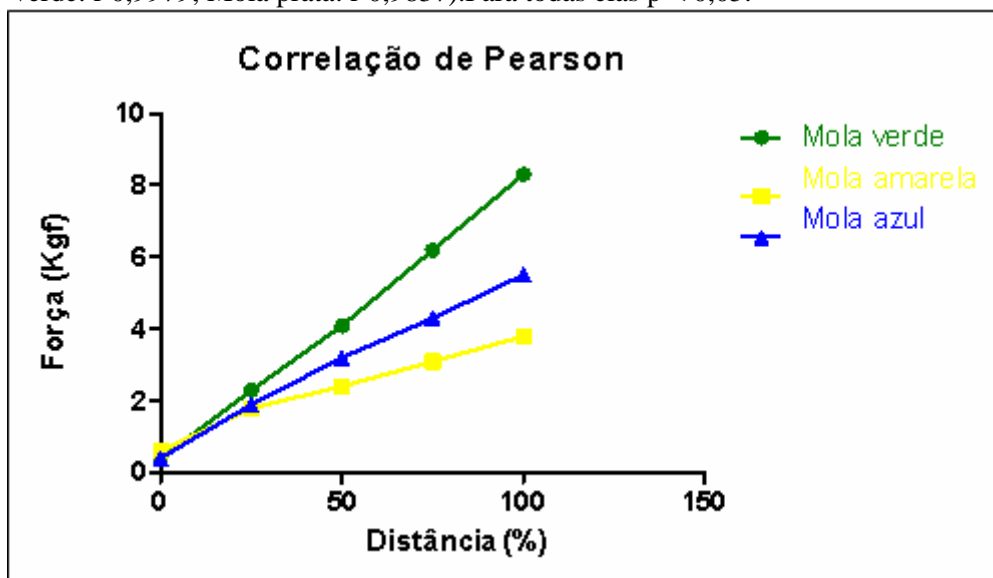


Figura 8: Correlação de Pearson para todas as molas do Reformer com respectivos valores de R: ( Mola azul:  $r$  0,9912; Mola amarela: 0,9701; Mola verde:  $r$  1,0 ). Para todas elas  $p < 0,05$ .

A figura 7 representa as molas que são utilizadas no Trapézio e que foram colocadas no Reformer apenas que a mensuração de sua força fosse realizada. Embora estas molas não tenham sido confeccionadas exclusivamente para o Reformer, a figura nos mostra que a relação existente entre força e deslocamento da mola ocorre de forma linear, ou seja, a força desenvolvida pela mesma aumenta quando ela é tracionada a uma distância maior do seu ponto de apoio inicial. Esta figura mostra ainda a diferença de força desenvolvida pelas diferentes cores sendo a mola mais forte a de cor prata e a mola amarela a que gera menor força em Kgf quando exercida uma tração sobre ela.

A figura 8 representa a força desenvolvida pelas molas que foram confeccionadas exclusivamente para o Reformer. A figura apresenta uma relação positiva em ter a elongância e a força desenvolvida, já que a força gerada pela mola aumenta de acordo com a tração da mesma.

Tabela 1: Medidas da força em relação a elongação da mola do Trapézio.

MOLAS		0	25%	50%	75%	100%
VERMELHA	DISTÂNCIA	0	16	32	48	64
	FORÇA	0.3	2.7	3.8	5	6.1
AZUL	DISTÂNCIA	0	14.25	30.25	46.75	59
	FORÇA	0.3	1.8	2.5	3.2	3.9
AMARELA	DISTÂNCIA	0	13	26	32	52
	FORÇA	0.7	1.6	2.4	3.2	4
VERDE	DISTÂNCIA	0	13	26	39	52
	FORÇA	2.4	5.2	7.9	10.8	13.5
PRATA	DISTÂNCIA	0	10	20	30	40
	FORÇA	0.9	13.1	21.3	28.6	33.9

Tabela 2: Medidas da força em relação a elongação da mola do Reformer.

MOLAS		0%	25%	50%	75%	100%
AZUL	DISTÂNCIA	0	10	20	30	40
	FORÇA	0.4	1.9	3.2	4.3	5.5
VERDE	DISTÂNCIA	0	10	20	30	40
	FORÇA	0.4	2.3	4.1	6.2	8.3
AMARELA	DISTÂNCIA	0	10	20	30	40
	FORÇA	0.6	1.8	2.4	3.1	3.8

As tabelas 1 e 2 mostram as medidas da força em kgf geradas pela mola quando tracionadas às respectivas distâncias citadas nas tabelas. Em ambas as tabelas nota-se que um pico de força que é desenvolvida quando a mola é tracionada a partir do repouso até 25% do valor do mesmo. Em seqüência há um aumento de força, porém que não obedece a mesma proporção de aumento da distância.

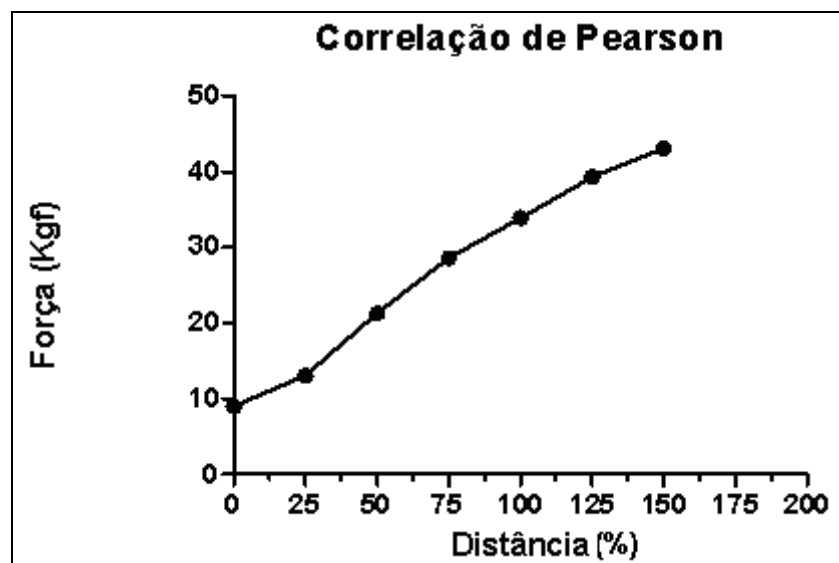


Figura 9: Correlação de Pearson para mola prata com valor de R: r 0,9828.



Figura 10: Espirais pós sofrer deformação plástica.



Figura 11: Mola prata deformada.

A figura 9 representa a força gerada pela mola prata ao ser tracionada em até 150% do seu ponto de repouso. As figuras 10 e 11 mostram a deformação da mola após ter sido tracionada a essas distâncias.

## DISCUSSÃO

De acordo com os resultados observados neste desenho de estudo identificou-se significativa correlação entre a tração das molas utilizadas no Pilates, em diferentes distâncias com a variação da força, obedecendo assim a Lei de Hooke. Segundo Resnick, et al (2003) em seus experimentos a natureza da força aplicada não é constante, pois quanto mais se varia o comprimento, maior a força exercida pela mola, observou-se ainda que na maioria das molas a intensidade desta força varia linearmente com a distância que a mola é distendida ou comprimida em relação ao seu comprimento relaxado. Neste estudo pode-se observar que tanto os dados do tracionamento das molas do próprio Reformer quanto a dos outros aparelhos do Pilates mostram correlação significativa, porém as molas desenvolvidas para o próprio Reformer apresentam um comportamento mais proporcional entre distância e força quando comparadas as molas desenvolvidas para os outros aparelhos.

Pode-se observar que em um primeiro momento, ou seja, na primeira distância tracionada (25%) foi necessário um pico de força para que a resistência da mola seja vencida, isto é explicado através da lei da inércia, Chibeni (1999) relata que quando um corpo permanece em repouso significa que a força aplicada sobre ele é igual a zero, ao aplicar uma força externa sobre este corpo esta deve ser suficiente para vencer a resistência do material e assim promover um movimento neste corpo. Após vencida a inércia, observa-se um aumento linear da força em relação a distância, fato que segue a Lei de Hooke.

Outro ponto a ser citado nesse estudo é o comportamento da mola prata que ao ser distendida a uma distância a partir de 100% do seu repouso, sofreu uma deformação plástica e a partir deste ponto a força gerada pela mola, perde seu comportamento linear. Segundo Okuno et al (2003), todos os corpos sólidos sofrem deformações, quando submetidos a forças externas. Podendo estas ser elásticas ou plásticas. De acordo com Willian et al (2006) quando em um processo de deformação e tensão são proporcionais observa-se a deformação elástica que não é permanente, ou seja, quando a carga aplicada é liberada, a peça retorna a sua forma original. A deformação plástica de acordo com Beer et al (2007), é uma deformação permanente em que se observa uma deformação no material quando o mesmo não volta ao seu ponto inicial. Smith (1990), explica essas deformações afirmando que quando uma peça metálica for submetida a uma força de tração uniaxial, os átomos se afastam de suas posições originais. Quando retirada a força aplicada ao material se esses átomos voltarem a suas posições originais significa que o material sofreu uma deformação elástica. Porém se esses átomos ocuparem novas posições, o material não conseguem recuperar completamente suas dimensões originais mostrando assim que sofreu uma deformação plástica que deve ser evitada durante a



prática do Pilates, pois além de gerar perda precoce do material e compromete a eficácia do exercício, pois quando ocorre uma deformação plástica o aumento de força se torna alinear.

De acordo com Willian (2006), “a transição do comportamento elástico para o comportamento plástico é gradual, ocorre uma curvatura no ponto onde há o surgimento de deformação plástica, que aumenta rapidamente com o aumento da tensão”. O autor cita ainda que quando um material é deformado de forma permanente a tensão não é mais proporcional a deformação. Para Beer et al (2007), a deformação não depende apenas da máxima tensão exercida sobre o material, mas também do tempo decorrido até a retirada da carga, variável esta que não foi controlada em nosso estudo.

De acordo com as afirmações de Silva (1999) e Meleonian (2005) e Willian et al (2006), pode-se identificar a medida de determinada força armazenada na mola através dos valores obtidos com a deformação da mesma, quando submetidos a ação de uma carga normal, afirmando ainda que se uma carga se altera de maneira relativamente lenta, o seu comportamento mecânico pode ser verificado através de um ensaio de tensão – deformação. Tomando essas literaturas por base desenvolveu-se o estudo em questão que teve como referência os ensaios de tração, pois estes fornecem informações básicas sobre o comportamento dos materiais quando os mesmos sofrem tração ou compressão (POPOV, 1998).

Segundo Willian, et al (2006), o ensaio de tração pode ser usado para avaliar diversas propriedades mecânicas de materiais, em que uma amostra é deformada quando se emprega uma carga de tração aumentada gradativamente e aplicada uniaxialmente ao longo do eixo do corpo de prova que será preso por uma de suas extremidades nas garras de fixação de um dispositivo de teste. Esse conjunto de instrumentos mensura contínua e simultaneamente a carga instantânea aplicada através de uma célula de carga e os alongamentos resultantes. Alguns estudos utilizam a célula de carga para controle de diversos parâmetros e o principal parâmetro é a força (PRIX BALANÇAS, 2007). Um estudo utilizou a célula de carga com um lisímetro de pesagem e os resultados mostraram que o uso da célula de carga tornou mais fidedignos os resultados encontrados na pesagem (SILVA, et al, 1999).

A partir dos dados encontrados neste estudo, percebe-se uma relação proporcional entre o aumento de força e a distância de tração das molas. Logo os achados deste trabalho vêm auxiliar a prática do método Pilates, já que estes trabalham baseados em evoluções de exercícios, aumentando a carga imposta pelas molas e a dificuldade dos mesmos, potencializando o resultado do tratamento. Ao se quantificar a força desenvolvida por cada mola, o trabalho torna-se mais seguro, uma vez que se trata de exercícios resistidos que podem gerar lesões. Além disso, o conhecimento destes valores permite que um plano de tratamento seja montado de forma individual de acordo com sua idade e disfunção.

Como complemento deste estudo sugere-se que sejam realizadas análises eletromiográficas para verificar o comportamento neuromuscular nas diferentes distâncias de tração das molas durante os exercícios de Pilates, e também que se busque encaixar os dados encontrados nesse estudo em protocolos de cinesioterapia, como por exemplo, o Protocolo de De Lorme. Verifica-se que houve algumas limitações no estudo, como a diferença entre o tamanho das molas fato que dificultou uma distância de repouso comum entre as molas e a ausência de outras marcas de molas de Pilates para comparar se a força desenvolvida em relação as distâncias são correspondes.

## CONCLUSÃO

A partir deste desenho de estudo conclui-se que:

- 1) A força aumenta proporcionalmente à distância à medida que a mola é tracionada, possibilitando confiar nessa estratégia como forma de tratamento;
- 2) Os valores identificados entre força e tração contribuem para a adequação do método Pilates nas diferentes disfunções e nos protocolos de cinesioterapia atualmente utilizados, evitando assim possíveis lesões;
- 3) As molas possuem um limite de elasticidade que se ultrapassado, elas sofrem uma deformação permanente, tornando o aumento de força alinear, logo para que o material seja preservado é necessário respeitar seu limite de elasticidade.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1 AMATUZZI, M.M; GREVE, J.M.D. **Medicina de reabilitação aplicada a ortopedia e traumatologia**. 1ª edição.São Paulo-Editora ROCA LTDA, 1999.
- 2 ANDREWS, J.R; et al. **Reabilitação física das lesões desportivas**. 2ª edição.Rio de Janeiro-Editora Guanabara Koogam, 2000.
- 3 AXT, R.et al. **Uso de espirais de encadernação como molas**. Revista brasileira de Ensino de Física. v. 27, n. 4, p. 593 - 597, 2005.
- 4 BEER, F.P; JUNIOR, J.E.R. **Resistência dos materiais**.3ª edição.São Paulo-Editora Pearson Makron Books.2007.
- 5 BONJORNO, R.A. **Física Completa**. 2ª edição. São Paulo-Editora FTD, 2001.
- 6 CHIBENI, S.S. **A fundamentação empírica das leis dinâmicas de Newton**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 21, no. 1, Março, 1999.
- 7 CIPRIANI,S; et al. **Pilates and the “powerhouse” II**. Journal of bodywork and movement therapies, v.8, julho, 2004.
- 8 DAVIS, C. **Fisioterapia e reabilitação: Terapias complementares**.2ª edição. Rio de Janeiro Editora Guanabara Koogam, 2006.
- 9 FERREIRA,P; RINO, J.P. **Análise de um estilingue e espiral de caderno: um estudo de caso**. Revista brasileira de Ensino de Física.v 28, n.2,abril – junho 2006.
- 10 KISNER,C; COLBY, L.A. **Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e técnicas**. 3ª edição.São Paulo-Editora Manole, 2003.
- 11 KOLYNIK, I.E.G.G; CAVALCANTI, S.M.B; AOKI, M.S. **Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: Efeito do método Pilates** – Revista Brasileira de medicina do Esporte, v.7,n.6,novembro/dezembro,2004.
- 12 LANG,C. et al. **Maximizing the benefits of Pilates – inspired exercise for learning functional motor skills** – Journal of bodywork and movement therapies,v.4,n.2, abril,2000.
- 13 LATEY, P. **The Pilates method: history and philosophy** - Journal of bodywork and movement therapies,v.5,n.4,abril/junho,2001.
- 14 LATEY, P. **Updating the principles of the Pilates methoce-part II**. Journal of bodywork and movement therapies,v.6,n.2.janeiro/fevereiro,2002.

- 15 LIMA, A.P.T; et al. **Mecanoterapia e fortalecimento muscular: Um embasamento seguro para o tratamento eficaz** – Revista saúde .com, 2006.
- 16 MACHADO, C.A.N.R. **Efeitos de uma abordagem fisioterapêutica baseada no método Pilates para pacientes com diagnóstico de lombalgia durante a gestação.** Revista Fisioterapia Brasil, v.7,n.5.Setembro/outubro,2006.
- 17 MELEONIAN, S. **Mecânica técnica e resistência dos materiais.**16ª edição. São Paulo-Editora Érica.2005.
- 18 OKUNO, E; FRATIN, L. **Desvendando a física do corpo humano, biomecânica.**1ª edição. São Paulo-Editora Manole.2003.
- 19 PIRES, D.C; SÁ, C.K.C. **Pilates: notas sobre aspectos históricos, princípios, técnica de aplicação.**Revista digital Buenos Aires.Dezembro, 2005.Disponível em <http://www.efdesporte.com>.
- 20 POPOV, P.E. **Introdução à mecânica dos sólidos.**4ª edição. São Paulo-Editora Edgar Blücherr.1998.
- 21 PRIX BALANÇAS LTDA. **Célula de carga.** Disponível em <http://www.prixbalancas.com.br>.Acessado em novembro de 2007.
- 22 RAMALHO, F.J; et al. **Os Fundamentos da física.** 5ª edição. São Paulo-Editora Moderna, 1990.
- 23 RESNICK,R; et al. **Física 1.**5ª edição. Rio de Janeiro-Editora LTC.2003.
- 24 SILVA, D.N. **Física Paraná.** 6ª edição. São Paulo-Editora Ática, 1999.
- 25 SILVA, FC; et al. **Análise do funcionamento de um lisímetro de pesagem com célula de carga.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.7,n.1,janeiro,1999.
- 26 SMITH, W.F. **Princípios de ciência e Engenharia dos Materiais.** 3º edição. Portugal. Editora MCG RAW-HILL, 1990.
- 27 UFRGS. **Extensômeros e Célula de Carga.** Disponível em <http://www.ufrgs.br>.Acesso novembro de 2007.
- 28 WILLIAM, D; CALLISTER, JR. **Fundamentos da ciência e Engenharia de materiais. Uma abordagem integrada.** 2º edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2006.

