



**INFLUÊNCIA DA ELETROESTIMULAÇÃO ASSOCIADA AO
EXERCÍCIO RESISTIDO NA CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA
MUSCULAR.**

**INFLUENCE OF ELETROESTIMULATION ASSOCIATED WITH
THE EXERCISE RESISTED IN THE CAPACITY OF MUSCLE
RESISTANCE.**

Carolina Guervas Franco¹

Carlos Salto Neto¹

Rodrigo Detone Gonçalves¹

Leonardo Cazolato¹

RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar a influência da eletroestimulação no número de repetições e duração do esforço durante o exercício resistido. A amostra foi constituída por dez mulheres, com idades entre 20 e 32 anos, praticantes de treinamento de força. Foram realizados testes até a exaustão nas condições sem e com eletroestimulação com 70% de 1RM. Não foi encontrada diferença entre as condições sem e com eletroestimulação para o número de repetições realizadas. Por outro lado, foi encontrada diferença significativa para uma maior duração do esforço quando utilizado a eletroestimulação. Conclui-se que Mulheres praticantes de treinamento de força são capazes de realizar uma série de exercício resistido com maior duração quando utilizam o incremento da eletroestimulação. Porém, o número de repetições não é alterado pela eletroestimulação.

Palavras-Chave: Eletroestimulação; Exercício Resistido; Resistência Muscular.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of electrostimulation on the number of repetitions and duration of exercise during resistance exercise. The sample consisted of ten women, aged between 20 and 32 years, practicing strength training. Tests were performed until exhaustion under conditions without and with electrostimulation with 70% of 1RM. No difference was found between the conditions with and without electrostimulation for the number of repetitions performed. Besides, a significant difference was found for a longer duration of exercise when using electrostimulation. It is concluded that women who practice strength training are able to perform a series of resistance exercises with a longer duration when they use the increase in electrostimulation. However, the number of repetitions is not altered by electrostimulation.

Key words: Electrostimulation; Resistance Exercise; Muscular Resistance.

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força é uma forma de preparação física que utiliza sobrecarga para gerar uma situação de estresse que provoca a desestruturação tecidual (SANTAREM, 1999). Para MATSUDO (1997) o treinamento de força deve ser considerado o mais completo dentre diversas formas de treinamento físico, já que contribui na prevenção de doenças crônicas, evita a incapacidade física de idosos e sedentários e aumenta a capacidade de produção de força e resistência muscular.

Durante a realização das contrações musculares, o recrutamento das unidades motoras ocorre seguindo o princípio do tamanho. As unidades motoras de contração lenta (Tipo I) são as primeiras a serem recrutadas, pois são unidades motoras menores, com baixo limiar de ativação e mais resistentes à fadiga por serem altamente vascularizadas. As unidades motoras de contração rápida (Tipo II) são recrutadas posteriormente com o aumento da demanda de força, sendo estas, unidades motoras maiores, com limiar de ativação mais elevado e menos resistentes à fadiga por serem menos vascularizadas (HENNEMAN et al, 1965; GRILLO & SIMÕES, 2003).

A eletroestimulação vem sendo utilizada em processo de reabilitação para atenuar as perdas de força em indivíduos que passaram por intervenção cirúrgica, mostrando grande eficácia em períodos após imobilização e/ou inatividade (SNYDER-MACKLER et al, 1991; MÖDLIN et al, 2005). Além da prática fisioterapêutica, alguns estudos constataram aumentos significativos da força muscular após a utilização crônica da eletroestimulação associada ao exercício resistido quando comparado à contração muscular voluntária sem

eletroestimulação (BRIEL et al, 2003; SILVA et al, 2007). Para FLECK & KRAEMER (1997), a eletroestimulação não apenas pode gerar aumentos de força máxima como também melhora na resistência muscular, podendo ser utilizado como um método complementar ao treinamento de força.

Um maior recrutamento das unidades motoras na associação da eletroestimulação e treinamento de força demonstrado por KOTS (1977) pode ser o fator responsável pelos significativos aumentos da capacidade muscular. ZATSIORSKY (1999) sugere que uma das vantagens da eletroestimulação é a ativação predominante das fibras de contração rápida no início do esforço, já que em contrações voluntárias sem eletroestimulação temos a ativação predominante das fibras de contração lenta. Isso ocorre devido aos motoneurônios das unidades motoras rápidas apresentarem menor resistência à passagem da corrente elétrica (PIAZZI et al, 2004).

A contração muscular proveniente da eletroestimulação ocorre de modo involuntário e não por comando do Sistema Nervoso Central. Decorrente disso, a fadiga do Sistema Nervoso Central é inibida, o que pode causar um aumento na capacidade de resistir a um esforço muscular, permitindo a realização de um maior número de repetições ou maior duração do esforço (WEINECK, 1991).

Para gerar adaptações relacionadas à hipertrofia muscular é necessário que seja utilizado cargas com cerca de 70 a 85% de 1 Repetição Máxima (1RM), onde os indivíduos geralmente são capazes de realizar entre 8 e 12 repetições máximas (SIMÃO et al, 2004; ACSM, 2009). Desta forma, as fibras de contração rápida, que são mais responsivas a hipertrofia, são estimuladas predominantemente até atingirem a fadiga (RUSSEL et al, 2000).

Diversos autores (BRIEL et al, 2003; GRILLO & SIMÕES, 2003; SILVA et al, 2007) têm demonstrado a melhora da capacidade muscular quando o exercício resistido é associado com a eletroestimulação, o que indiretamente indica um recrutamento mais eficiente das unidades motoras. Em contrapartida, permanecem inconclusivos resultados do efeito agudo da eletroestimulação durante o esforço muscular (SCATTOLINI et al, 2007; MOLA et al, 2008). Entender como a eletroestimulação interfere nas adaptações musculares durante o exercício resistido é importante para um melhor ajuste da prescrição de exercícios desta modalidade. Assim sendo, torna-se necessário investigar, em praticantes de treinamento de força, as adaptações musculares durante o exercício resistido associado à eletroestimulação.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da eletroestimulação associada à contração voluntária no número de repetições e duração do esforço durante uma série no exercício de extensão do joelho unilateral com 70% de 1RM em indivíduos do sexo feminino, com idades entre 20 e 32 anos, praticantes de treinamento de força e, verificar se existe melhora da capacidade de resistência muscular durante o exercício resistido quando utilizado o incremento da eletroestimulação nesses indivíduos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos éticos

Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos experimentais e o caráter não invasivo dos testes, bem como do fato desses não afetarem sua saúde. Foram esclarecidos também quanto ao sigilo das informações coletadas e o sigilo das identidades dos mesmos. Após terem lido e concordado, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

3.2. Amostra

A amostra foi constituída por 10 voluntários, do sexo feminino, com idades entre 20 e 32 anos, saudáveis, sendo que os critérios para inclusão no estudo foram: ausência de conhecimento de quaisquer doenças crônicas e a prática regular de treinamento de força nos últimos seis meses.

Não foram incluídos aqueles com: obesidade = $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$; limitações motoras que comprometessem a execução dos testes físicos; distúrbios respiratórios; distúrbios endócrinos; grávidas; irregularidade menstrual.

Os sujeitos foram submetidos ao teste de 7-10RM no aparelho cadeira extensora, que tinha como objetivo estimar a força máxima dos indivíduos para o exercício de extensão do joelho unilateral.

3.3. Procedimentos gerais

Os experimentos foram realizados sempre no mesmo período do dia (manhã), para padronizar as influências das variações circadianas sobre o organismo. Os voluntários executaram os testes com roupas confortáveis, não ingeriram bebidas alcoólicas e/ou

estimulantes e nem realizaram atividades físicas extenuantes 24 horas antes dos testes e fizeram uma refeição leve pelo menos duas horas antes dos testes. No dia da realização dos testes, as condições relacionadas ao estado de saúde do voluntário foram observadas para verificar a ocorrência de uma noite de sono regular.

Para reduzir a ansiedade e expectativa por parte dos voluntários, foram feitos procedimentos de familiarização dos mesmos com o protocolo de teste, com o pessoal técnico e com equipamentos.

O protocolo de teste foi aplicado em três dias, com intervalo entre eles de 48 horas:

Dia 1: Anamnese, antropometria, Familiarização dos voluntários com o protocolo do Teste de 7-10RM; Teste de 7-10RM.

Dia 2): Familiarização dos voluntários com o protocolo do Teste até a exaustão (TE); Indivíduos com registro ímpar: execução do TE SEM eletroestimulação; Indivíduos com registro par: execução do TE COM eletroestimulação.

Dia 3): Familiarização dos voluntários com o protocolo do TE; Indivíduos com registro ímpar: execução do TE COM eletroestimulação; Indivíduos com registro par: execução do TE SEM eletroestimulação.

3.4. Anamnese

A avaliação inicial foi composta por coleta dos dados pessoais, história pregressa e atual e hábitos de vida do indivíduo.

3.5. Antropometria

A massa corporal foi medida utilizando-se de uma balança antropométrica (*Filizola*). No momento da pesagem, os participantes estavam descalços, vestindo apenas roupas leves (camisetas e bermudas). Para a verificação da estatura foi utilizado o estadiômetro da própria balança e os participantes estavam descalços e com a cabeça em posição ortostática. A partir desses dados foi calculado o Índice de Massa Corpórea (IMC) através da fórmula: massa corporal (kg)/altura² (m) e classificados como: baixo peso = < 18,5; eutróficos = 18,5 a 24,9; sobrepeso = 25 a 29,9; obesidade I = 30 a 34,9; obesidade II = 35 a 39,9; obesidade III = ≥ 40 (OMS, 2000).

3.6. Teste de 7 a 10 repetições máximas (7-10RM)

O teste de 7-10RM foi realizado para o grupo muscular quadríceps femoral, com intuito de detectar a carga máxima para a execução de 7 a 10 repetições e consequente estimativa da carga ideal para 1RM através de equação específica descrita por MCARDLE et al (2003). A equação utilizada é específica para o exercício escolhido na realização dos testes (extensão do joelho) e para indivíduos treinados:

$$1RM = 1,172 \times (7-10RM) + 7,704$$

O voluntário permaneceu sentado no aparelho de extensão do joelho (cadeira extensora), com quadril e joelho em 90° de flexão. Sentado e bem posicionado, costas apoiadas no encosto, com rolo do aparelho situado nos tornozelos, na fase concêntrica o voluntário realizava a extensão unilateral do joelho com a perna dominante até a extensão total do joelho, para na fase excêntrica ceder à resistência, retornando a posição inicial do exercício, a velocidade de execução sugerida foi de um segundo para cada fase da contração muscular, totalizando dois segundos por repetição, não foi permitida uma pausa maior que um segundo entre cada repetição.

Para se encontrar a carga máxima para 7 a 10 repetições, a resistência era aumentada progressivamente em 10 a 20 kg até que o voluntário não conseguisse mais completar a tentativa subsequente, e quando isso ocorria, era subtraído 50% da carga acrescida na última tentativa. Foram realizadas, no máximo, cinco tentativas por sessão (dia), sendo que as duas primeiras eram realizadas com cargas de 40% e 60%, respectivamente, estimadas de acordo com o procedimento de familiarização, entre as tentativas eram concedidos intervalos recuperativos de 3 minutos, caso não fosse possível constatar a carga máxima para 7 a 10 repetições nas cinco tentativas, o indivíduo deveria voltar após uma semana para realizar o teste novamente (MCARDLE et al 2003; ACSM, 2010).

3.7. Teste até a exaustão (TE) e eletroestimulação

Previamente ao TE, os voluntários realizavam uma série de aquecimento com a carga mínima disponível no aparelho (5kg), eram realizadas de 7 a 10 repetições com monitoramento da velocidade de execução e aplicação da eletroestimulação para os dias de TE com eletroestimulação. Esse procedimento tinha como objetivo familiarizar os voluntários com o protocolo do teste para evitar falhas de sincronismo das contrações musculares com a velocidade de execução e com a eletroestimulação durante o TE.

Para a execução do TE com e sem eletroestimulação foi calculada a carga de 70% de 1RM, com a qual os voluntários deveriam executar a quantidade máxima de repetições possível para extensão unilateral do joelho, considerando a execução do movimento citada anteriormente. No entanto, para o TE, os voluntários foram orientados a controlar a velocidade de execução em quatro segundos por repetição, sendo dois segundos para fase concêntrica e dois segundos para fase excêntrica da contração muscular, um cronômetro foi utilizado para evitar maiores discrepâncias na relação duração do esforço e número de repetições.

Para determinar a exaustão durante o teste, o avaliador considerava a redução da amplitude de movimento e/ou a pausa maior que um segundo entre cada repetição, sendo que a repetição comprometida por algum desses fatores era desconsiderada.

Durante o TE com eletroestimulação foi utilizado um equipamento de Corrente-Russa denominado *Endophasys (KLD Biosistemas)*. A eletroestimulação foi aplicada em conjunto com a contração muscular voluntária, onde os impulsos eram sucedidos sempre na fase concêntrica do movimento e tinham duração de dois segundos de estímulo, com dois segundos de intervalo, onde o voluntário ajustava a velocidade da contração muscular voluntária para coincidir com o tempo de estímulo do equipamento. A frequência de estímulos adotada foi de 70 Hz, a potência de 50% e a intensidade da eletroestimulação variou de acordo com a tolerância de cada indivíduo. Foram colocados quatro eletrodos no quadríceps: 1 eletrodo na porção distal e 1 eletrodo na linha média do vasto lateral, 1 eletrodo na porção distal do vasto medial e 1 eletrodo na linha média do reto femoral.

3.8. Análise estatística

Os dados foram organizados sob a forma de estatística descritiva, com valores de média e desvio padrão (DP). Para analisar o comportamento das variáveis número de repetições e duração do esforço nas situações COM e SEM eletroestimulação foi aplicada a análise estatística não-paramétrica (teste de Wilcoxon), devido ao tamanho pequeno da amostra. Para analisar a relação entre o número de repetições e a duração do esforço durante a série de exercício foi realizado o teste de correlação de *Pearson*, sendo que quando o coeficiente de correlação de *Pearson* fosse menor que 0,30 indicava fraca correlação, de 0,30 a 0,70 correlação moderada e maior que 0,70 forte correlação. O nível de significância adotado foi de 5%. Os dados foram analisados no Programa *Microsoft Excel*, versão 2010 do *Microsoft Office* para *Windows*.

4. RESULTADOS

Os dados referentes às características dos voluntários estão expostos na Tabela 1.

	Amostra
Número de indivíduos (N)	10
Sexo	Feminino
Idade (anos)	24,00 ±4,00
Massa corporal (kg)	63,29 ±8,24
Índice de Massa corporal (kg/m ²)	23,21 ±2,24
Treinamento de força	
<ul style="list-style-type: none"> • Número de sessões semanais (dias) 	4,00 ±1,05
<ul style="list-style-type: none"> • Duração da sessão (minutos) 	64,00 ±15,06
Teste de 7-10RM	
<ul style="list-style-type: none"> • Carga obtida no teste de 7-10RM 	54,25 ±9,72
(kg)	71,29 ±11,39
<ul style="list-style-type: none"> • Estimativa de 1RM (kg) 	49,90 ±7,98
<ul style="list-style-type: none"> • 70% de 1RM (kg) 	

Nota: kg = quilograma; m² = metros ao quadrado; ± = desvio padrão.

Tabela 1. Características demográficas e antropométricas da amostra estudada e dados sobre a prática de treinamento de força e a carga obtida no Teste de 7-10RM.

Os indivíduos realizaram em média 8,8 (±1,7) repetições na condição SEM eletroestimulação, enquanto COM eletroestimulação foram realizadas 10 (±2,0) repetições, ocorrendo uma diferença de 1,2 (±1,4) repetições entre as duas condições. Desta forma, não houve diferença estatisticamente significativa (p=0,070) entre as condições SEM e COM eletroestimulação para o número de repetições realizadas. Em contrapartida, foi encontrada diferença estatisticamente significativa (p=0,001) para a duração do esforço nas distintas condições, que tiveram valores médios de 34,6 (±7,2) segundos para a execução SEM

eletroestimulação e 41,9 ($\pm 8,0$) segundos para a execução COM eletroestimulação, sendo obtida uma diferença de 7,3 ($\pm 4,5$) segundos em média. Estes dados são demonstrados nas Figuras 1 e 2.

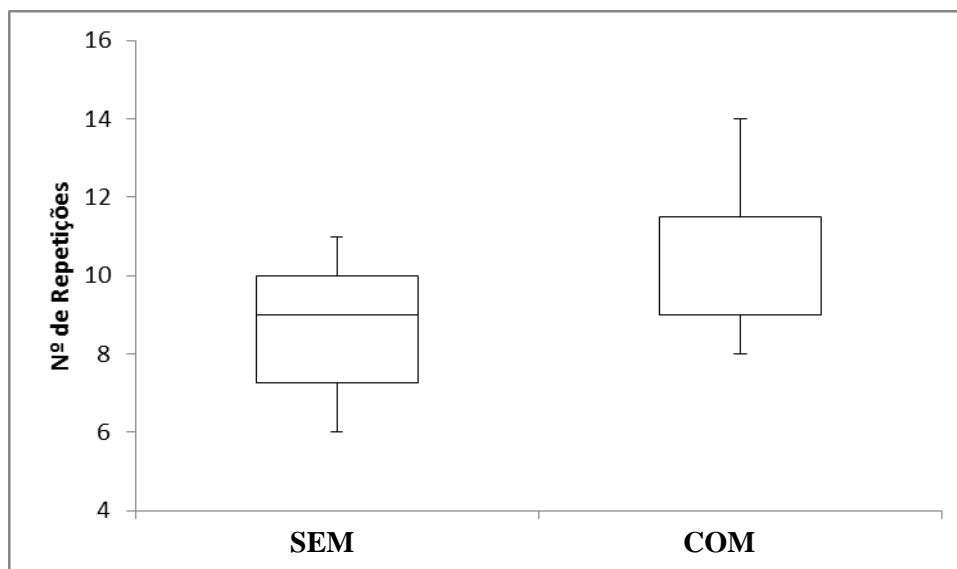


Figura 1. Número de repetições durante as séries de exercícios nas condições SEM e COM eletroestimulação.

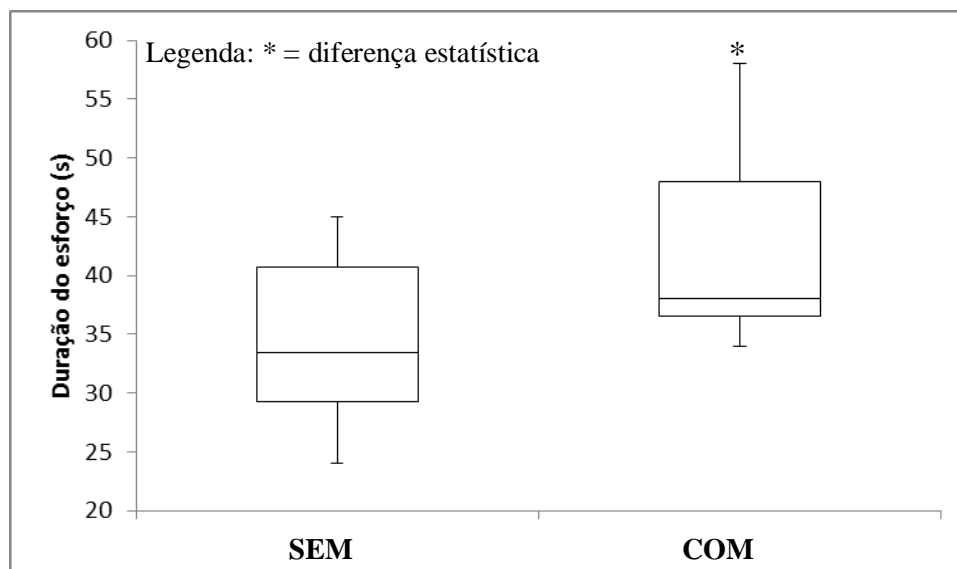


Figura 2. Duração do esforço durante as séries de exercícios nas condições SEM e COM eletroestimulação.

Foi encontrada uma forte correlação positiva entre o número de repetições e a duração do esforço tanto na condição SEM eletroestimulação quanto COM eletroestimulação, o que demonstra um monitoramento válido na relação duração do esforço e número de repetições. Estes dados são demonstrados nas Figuras 3 e 4.

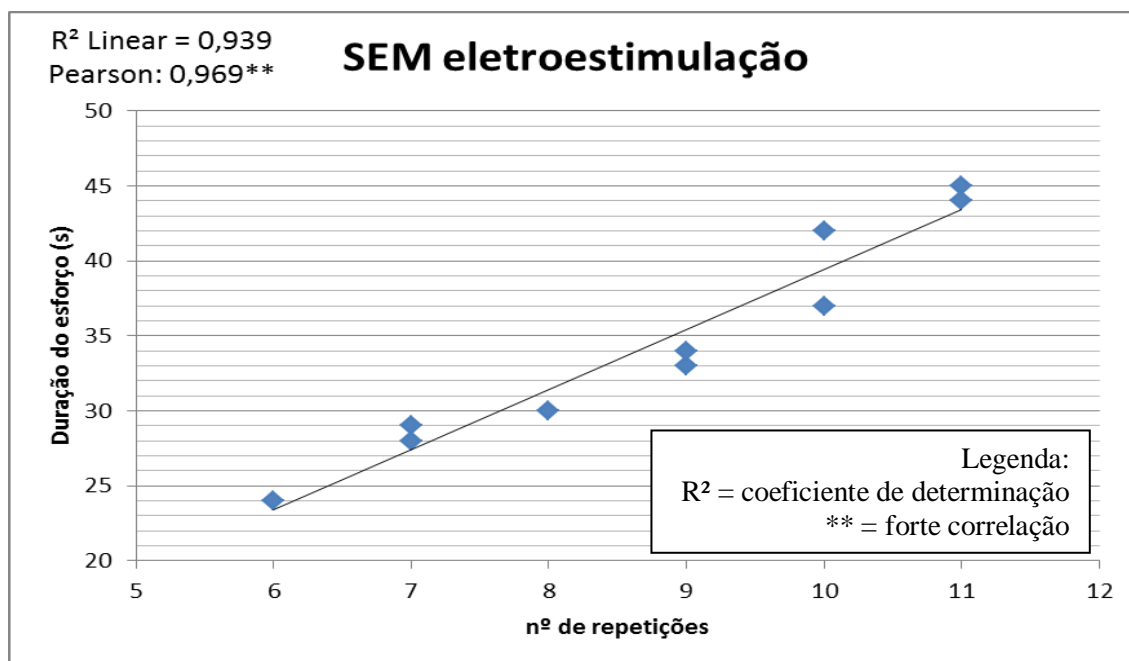


Figura 3. Dados da análise de correlação entre o número de repetições e a duração do esforço na condição SEM eletroestimulação.

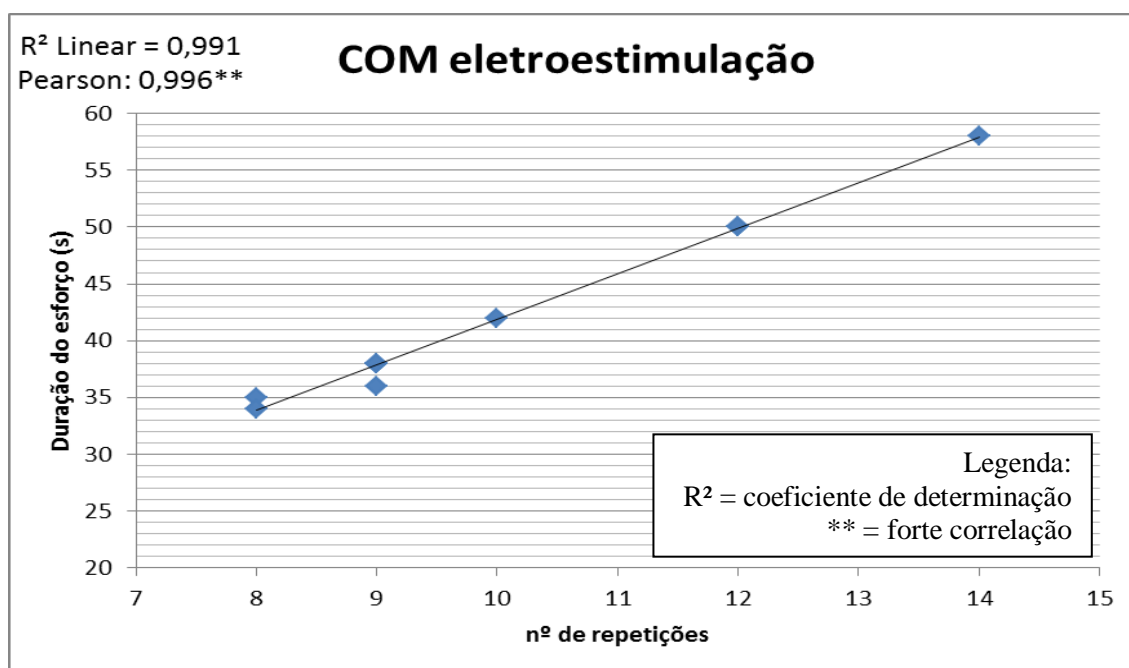


Figura 4. Dados da análise de correlação entre o número de repetições e a duração do esforço na condição COM eletroestimulação.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo com mulheres praticantes de treinamento de força, conclui-se que o incremento da eletroestimulação durante o exercício resistido aumenta a capacidade de resistência muscular durante uma série de exercício de força com 70% de 1RM, verificado através de uma maior duração do esforço. Entretanto, o número de repetições não sofre influência da eletroestimulação associada à contração voluntária.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine Science Sports Exercise*, v.41, n.3, p.687–708, 2009.

BRIEL, A. F.; PINHEIRO, M. F.; LOPES, L. G. Influência da corrente russa no ganho de força e trofismo muscular dos flexores no antebraço não dominante. *Arq Ciênc Saúde Unipar*. v.7, n.3, p.205-210, 2003.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Designing resistance training programs. 2^a ed. Champaign: Human Kinetics, 1997.

GRILLO, D. E.; SIMÕES, A. C. Atividade física convencional (musculação) e aparelho eletroestimulador: um estudo da contração muscular. Estimulação elétrica: mito ou verdade? *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. v.2, n.2, p.31-43, 2003.

HENNEMAN, E.; SOMJEN, G.; CARPENTER, D. O. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *J Neurophysiol*. v.28 p.560-580, 1965.

KOTS, Y. Electrostimulation. Paper presented at symposium on electrostimulation of skeletal muscles, Canadian Soviet Exchange Symposium, Concordia University, 1977.

MATSUDO, V. Exercícios resistidos. *Revista Âmbito Esportivo*. v.2, p. 24-26, 1997.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MÖDLIN, M.; FORSTNER, C.; HOFER, C.; MAYR, W.; RICHTER, W.; CARRARO, U.; PROTASI, F.; KERN, H. Electrical stimulation of denervated muscles: first results of a clinical study. (S. L.). *Artificial Organs*. v.29, n.3, p.203-206, 2005.

MOLA, D. Q.; NAKAMURA, F. Y.; GRILLO, D. E.; BERTUZZI, R. C. M. O salto vertical não é alterado imediatamente após a eletroestimulação transcutânea de média frequência. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. v.7, n.1, p.69-75, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, *WHO Obesity Technical Report Series*, n.284, p.256, 2000.

PIAZZI, A. F.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Mecanismos de adaptação ao treinamento com eletroestimulação transcutânea a altas e médias frequências. *Journal of Exercise and Sport Sciences*. v.3, n.2, 2004.

RUSSEL, B.; MOTLAGH, D.; ASHLEY, W. W. Form follows function: how muscle shape is regulated by work. *Journal Applied Physiology*, v.88, p.1127-1132, 2000.

SANTAREM, J. M. Exercícios resistidos em grupos especiais. *Revista Âmbito Esportivo*, v.6, p.37-42, 1999.

SCATTOLINI, B. B.; OCANHA, A. C. A.; COSTA, N. S.; FRANCHINI, C. P.; PELLEGRINI, A. M.; PIVA, D. M. H.; MESTIERI, M. C.; MEDEIROS, W. M. Eficiência da eletroestimulação neuromuscular associada ao exercício resistido de extensão do joelho. Apresentado no 10º Congresso de iniciação científica, 4ª mostra de Pós-Graduação e 1ª mostra do Ensino Médio da Universidade de Santo Amaro (UNISA), p.277-279, 2007.

SILVA, R. T.; KNORR, L. F.; LOPES, R. F.; KNORR, L.; NAVARRO, F. Comparação entre os efeitos do uso de eletroestimulação neuromuscular associada ao treinamento de força com somente treinamento de força em exercício de membros

inferiores durante oito semanas. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v.1, n.5, p.01-10, 2007.

SIMÃO, R.; POLY, M. A.; LEMOS, A. Prescrição de exercícios através do teste de 1RM em homens treinados. *Revistas Fitness Performance*, v.3, n.1, p.47-52, 2004.

SNYDER-MACKLER L.; LADIN Z.; SCHEPSIS A. A.; YOUNG J. C. Electrical stimulation of the thigh muscles after reconstruction of the anterior cruciate ligament. Effects of electrically elicited contraction of the quadriceps femoris and hamstring muscles on gait and on strength of the thigh muscles. *J Bone Joint Surg Am.* v.73, n.7, p.1025-1036, 1991.

WEINECK, J. *Biologia do esporte*. São Paulo: Manole, 1991.

ZATSIORSKY, V. M. *Ciência e prática do treinamento de força*. São Paulo: Editora Phorte, 1999.