

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE DESPORTOS**

JULIANA CORRÊA SALES GARCIA

**EFEITO DA CADÊNCIA DO MOVIMENTO NO VOLUME DE
REPETIÇÕES E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO EM UMA SESSÃO
DE EXERCÍCIO DE FORÇA**

VITÓRIA

2025

JULIANA CORRÊA SALES GARCIA

**EFEITO DA CADÊNCIA DO MOVIMENTO NO VOLUME DE
REPETIÇÕES E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO EM UMA SESSÃO
DE EXERCÍCIO DE FORÇA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
disciplina Seminário de Projetos da graduação em
Educação Física, do Centro de Educação Física e
Desportos da Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito final para obtenção do grau
de Bacharel em Educação Física

Orientador: Prof. Dr. Wellington Lunz

VITÓRIA

2025

RESUMO

Introdução: a velocidade ou cadência do movimento é uma das variáveis do treinamento de força, potência e hipertrofia muscular. Sua relevância ainda está em debate, mas sabe-se que ela pode afetar outras variáveis relevantes do treinamento, como o volume de repetições, o tempo total de tensão muscular e a intensidade interna (inferida pela percepção de esforço; PSE). **Objetivo:** investigar se diferentes cadências, em 4 séries seguidas no supino em cada protocolo, podem afetar o número total de repetições e a PSE. **Método:** a amostra foi composta por 17 voluntários, com experiência mínima de 1 ano no treinamento de força. Os participantes realizaram 4 séries no supino com intensidade de 75% de 10 RM, em três protocolos de cadências diferentes, como segue: cadência lenta (4:4 s; concêntrica:excêntrica), cadência moderada (2:2) e cadência livre. **Resultados:** o número de repetições diminuiu progressivamente ao longo das séries e foi menor para as cadências mais lentas (4:4 seguida pela 2:2). O fator série explicou 57% da variação do número de repetições, e o fator cadência explicou 22% dessa variação. A PSE aumentou com o acúmulo de séries e foi ligeiramente maior para cadência 4:4 em comparação à 2:2. O fator série explicou 46% da variação da PSE, enquanto o fator cadência explicou somente 3%. A cadência, como esperado, afetou fortemente a velocidade de execução; enquanto o número de séries não afetou as cadências. **Conclusão:** cadências mais lentas diminuem o volume de repetições e, em menor grau, afetam no volume de repetições e na PSE. Os achados do presente estudo permitem inferir que para uma boa gestão da intensidade interna deve-se considerar a realização de exercícios com cadência livre e com menor volume de séries.

Palavras-chave: Treinamento de resistência. Velocidade do movimento. Volume de repetições. Número de séries. Fadiga Muscular. Esforço Físico.

ABSTRACT

Introduction: movement speed or cadence is one variable of strength training, power, and muscle hypertrophy training. Its relevance is still debated, but it is known to affect other important training variables, such as repetition volume, total time under tension, and internal intensity (inferred from perceived exertion; RPE). **Objective:** to investigate whether different cadences, across 4 consecutive bench press sets, affect total repetitions and RPE. **Methods:** seventeen male volunteers with at least one year of strength training experience performed 4 sets of bench press at 75% of 10 RM under three different cadence protocols: slow (4:4 s; concentric:eccentric), moderate (2:2), and self-selected (free cadence). **Results:** the number of repetitions progressively decreased across sets and was lower with slower cadences (4:4 followed by 2:2). The set factor explained 57% of the variation in repetitions, while cadence explained 22%. RPE increased with set accumulation and was slightly higher for 4:4 cadence compared to 2:2. The set factor explained 46% of RPE variation, whereas cadence accounted for only 3%. As expected, cadence strongly affected movement speed, while the number of sets did not alter cadence. **Conclusion:** slower cadences reduce repetition volume and slightly increase RPE; however, the accumulation of sets has the greatest negative impact on both repetition volume and perceived exertion. These findings suggest that, for better internal intensity management, training sessions should prioritize free cadence and fewer sets.

Keywords: Resistance training. Movement speed. Repetition volume. Number of sets. Muscle fatigue. Physical exertion.

1. INTRODUÇÃO

A elaboração de um programa de treinamento de força (TF) é um processo complexo, que exige gerenciamento das variáveis agudas do TF associado ao conhecimento dos princípios do treinamento esportivo, para que se consiga atingir os objetivos desejados (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005).

É a manipulação dessas variáveis que determinará a velocidade e a magnitude das adaptações dos sistemas orgânicos, incluindo o sistema cardiovascular, endócrino, neural e musculoesquelético (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005).

Embora existam outras, algumas variáveis agudas destacáveis do TF são: I) Frequência; II) Intensidade e volume; III) Período de recuperação; IV) Seleção e ordem dos exercícios; V) Ação muscular; e V) Velocidade ou cadência (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

A velocidade das repetições é dependente da carga absoluta. Exercícios com alta carga (ex: teste de 1RM) apresentam baixa velocidade de movimento. E para que a velocidade possa ser aumentada, é necessário reduzir a carga (KRAEMER; RATAMESS, 2004; SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Esse fenômeno é bem conhecido, sendo frequentemente representado graficamente pela relação força-velocidade.

Entretanto, quando se utiliza cargas submáximas, as cadências de movimento nas séries de exercícios podem intencionalmente ser feitas num espectro de velocidade muito variável, e a descrição desse fenômeno, bem como suas repercussões no volume de repetições, tempo de tensão e percepção de esforço, ainda carece de produção de conhecimento.

Esse gerenciamento da velocidade ou cadência do movimento é uma prática comum no âmbito do treinamento de força, hipertrofia muscular e potência. Especificamente para potência, não parece haver dúvida que o ideal é treinar sempre na máxima velocidade possível. Isso se justifica pelo fato da valência ‘potência’ ser o produto da força pela velocidade (MACDOUGALL; SALE, 2014).

Esse consenso, entretanto, não se estende para a valência força máxima ou resistência de força, apesar da força (F) ser o produto da massa (M) pela aceleração (A)

($F = M \times A$). Ou seja, considerando-se uma carga fixa, fica claro que o produto da força será maior se o movimento for mais acelerado. Isso talvez fique ainda mais claro isolando-se a variável aceleração, que é o quociente da força pela massa ($A = F/M$). Nesse caso, se a massa (kg) for fixada, o aumento da aceleração só será possível via aumento da força, já que a aceleração da gravidade, que age sobre a massa, é constante. Essas equações revelam que, variando-se a cadência, é possível produzir mais ou menos força com uma mesma carga.

Para hipertrofia muscular há ainda mais debate. Embora em décadas anteriores se postulava que a cadência de 1-3 segundos na fase concêntrica e 2-4 segundos na fase excêntrica seriam melhores para hipertrofia muscular (SCHOENFELD, 2010), uma metanálise posterior (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015) sobre ‘cadência vs. hipertrofia’ mostrou que treinar com cadências entre 0,5 a 8 segundos gera o mesmo ganho de massa muscular, desde que o exercício seja feito até a falha concêntrica. Mais recentemente, Wilk, Zajac e Tufano (2021) publicaram uma revisão narrativa (nível baixo de evidência) sugerindo que fazer ação concêntrica mais rápida (ex: 1 segundo) e excêntrica mais lenta (ex: 2 a 3 segundos) poderia ser melhor para hipertrofia muscular. Entretanto, nenhum dos estudos que os autores citaram confirmam essa tese.

De qualquer forma, fica claro que a cadência é uma variável que deve ser considerada no treinamento de potência, pode (âmbito da probabilidade) afetar os ganhos de força, e certamente afeta o volume de repetições, embora a magnitude dessa interferência ainda não esteja plenamente descrita.

Outra questão interessante é sobre a autosseleção da cadência. Ou seja, quando se pede para voluntários fazerem um dado exercício de força, sem que a cadência seja previamente instruída, esses voluntários estabelecem uma cadência própria. Essa cadência tende a não ser muito rápida e nem muito lenta. E a questão que intriga é por que os voluntários optam por esse tipo de cadência e não outro? Seria por que há uma percepção instintiva ou intuitiva de que geraria menos desconforto ou maior eficiência (ex: maior produção de trabalho)?

Hatfield *et al.* (2006) investigaram o efeito da cadência autosselecionada (AS = velocidade de movimento determinada pelo participante) e a cadência superlenta (SL = 10 segundos de contração em cada fase do movimento) em duas diferentes intensidades (60 e 80% de 1RM) nos exercícios agachamento e desenvolvimento. Em ambos os protocolos os participantes foram encorajados a realizar o maior número de repetições

possível. A cadência AS permitiu maior número de repetições comparado a cadência SL em ambos os exercícios e intensidades. Esses resultados concordam com os obtidos posteriormente por Silva, R. *et al.* (2020), que ainda verificaram que os protocolos de cadência moderada a lenta promoveram maior percepção subjetiva de esforço (PSE) quando comparado ao protocolo com cadência livre.

Embora já se saiba que a cadência afeta o volume de repetições, ainda carecemos de estudos que descrevem melhor o comportamento e a magnitude desse fenômeno, bem como o comportamento da percepção subjetiva de esforço em diferentes cadências.

Diante disso, o objetivo desse estudo foi investigar o ‘como’ (comportamento) e o ‘quanto’ (magnitude) diferentes cadências de movimento afetam o número total de repetições completas, e se diferentes cadências, incluindo uma cadência autosselecionada, influenciam a percepção de esforço de praticantes de musculação quando realizam algumas séries de exercício até a falha concêntrica.

2. MÉTODO

2.1. AMOSTRA

Foram recrutados dezessete homens, com idade entre 18 e 30 anos, com experiência mínima de 1 ano de prática de musculação, sem doença metabólica, cardiovascular e/ou osteoarticular diagnosticada, e que relataram não usar suplementos alimentares ou esteroides anabólicos durante o estudo. Trata-se de uma amostra de conveniência, uma vez que o convite foi feito a estudantes de educação física da UFES, por meio de e-mail institucional ou por cartaz distribuído na instituição.

2.2. PROTOCOLO

1ª Etapa - Os participantes visitaram o laboratório do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Ciências do Movimento Corporal, (NUPEM), para preencher o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Questionário PAR-Q (Anexo 1). Quando confirmado pelo PAR-Q o baixo risco para a realização de exercício (ANDREAZZI *et al.*, 2016), tornavam-se elegíveis para compor a amostra e foram convidados para a realização do teste para a avaliação da força máxima dinâmica no exercício supino, por meio do teste de dez repetições máximas (10 RM) (BROWN; WEIR, 2001). Os participantes realizaram um aquecimento geral de 5 minutos na esteira em velocidade de

7km/h seguido por 3 exercícios de alongamento para musculatura do ombro, peito e tríceps. A fase final do aquecimento consistiu em 15 repetições com uma carga autossugerida, aproximadamente 50% da carga normal de treinamento. Após o aquecimento, foi realizado o teste de 10 RM. Foram permitidas de 2 a 5 tentativas com intervalo de 3 a 5 minutos. Esse protocolo é o mesmo utilizado em estudos anteriores (SIMÃO *et al.*, 2005; MONTEIRO *et al.*, 2019).

2ª Etapa – Após 72-96h do teste de 10 RM, os participantes foram submetidos à três protocolos (condições A, B e C), com intervalo de 72h entre eles, envolvendo o exercício supino, com ordem de execução randomizada. Os três protocolos ou condições experimentais foram feitos com 4 séries, com intervalo de 90 segundos entre séries, a 75% de 10 RM. A diferença entre os 3 protocolos foi apenas na variável cadência:

Condição A: cadência de 4 segundos nas fases concêntrica e excêntrica (4:4);

Condição B: cadência de 2 segundos nas fases concêntrica e excêntrica (2:2);

Condição C: cadência livre.

Os participantes foram randomizados quanto à ordem de execução dos protocolos. Durante a realização dos exercícios, os participantes foram motivados por estímulos verbais, com o intuito de produzirem o máximo de repetições antes da falha concêntrica (RENDOS *et al.*, 2019). Ao final de cada série os participantes relataram a percepção de esforço pela escala OMNI-RES (LAGALLY; AMOROSE; ROCK, 2009).

2.3. MEDIDAS

A cadência de movimento dos protocolos foi controlada e orientada por um pesquisador experiente com auxílio de um metrônomo previamente ajustado para a cadência desejada (no caso das condições A e B), com auxílio adicional de *feedback* verbal em voz alta durante a execução das repetições e entre cada fase contração (concêntrica e excêntrica) (STEELE *et al.*, 2018). O volume foi calculado por ‘séries x carga x repetições’ (BAECHLE; EARLE, 2010; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

O exercício supino foi filmado por uma câmera digital (frequência de 50Hz) posicionada ao lado do participante. As imagens posteriormente foram importadas para um software dedicado (kinovea 0.8.15, www.kinovea.org) à análise cinemática, incluindo tempo de execução das fases concêntricas e excêntricas, tempo total de contração e velocidade média (SAÑUDO *et al.*, 2016).

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada com o teste Kolmogorov-Smirnov. A comparação do número de repetições e PSE foi testada por análise de variância (ANOVA) de duas vias para medidas repetidas 3 (cadências) x 4 (séries). O post-hoc de Tukey foi utilizado quando um efeito principal ou interação eram identificados pela ANOVA. O erro alfa foi limitado em 5% (diferença estatística quando $p < 0,05$).

3. RESULTADOS

PERFIL DEMOGRÁFICO E ANTROPOMÉTRICO - Dezesete participantes completaram o estudo, com idade (média $\pm$ DP) = 24,8 $\pm$ 3,5 anos, peso = 82,2 $\pm$ 14,8 kg, altura = 1,80 $\pm$ 0,07 m, IMC = 26,2 $\pm$ 3,7 m/kg², e percentual de gordura = 18,2 $\pm$ 5,9%. Não houve lesões ou desistências durante o experimento. Resultados relacionados ao tempo de tensão muscular também foram obtidos, mas serão apresentados em um trabalho de conclusão de curso futuro.

NÚMERO TOTAL DE REPETIÇÕES - Em relação ao número de repetições, a ANOVA de duas vias encontrou efeito principal para o fator série ($p < 0,0001$), indicando redução do número de repetições ao longo das quatro séries, independente das três cadências utilizadas. Houve também efeito principal para o fator cadência ($p < 0,0001$), indicando que quanto mais lento o movimento, menor é o número de repetições realizadas, independente da ordem das séries.

O eta quadrado (η^2) para o fator série foi de 0,57, e para o fator cadência foi 0,22. Esses valores indicam que o fator série explicou 57% da variação do número de repetições, e o fator cadência explicou 22% da variação do número de repetições. A Figura 1 ilustra o comportamento das repetições ao longo das 4 séries e nas diferentes cadências.

CADÊNCIA – Em relação a cadência do movimento, a ANOVA de duas vias não identificou efeito principal para o fator série ($p > 0,05$), indicando que a velocidade das repetições (cadência) não sofreu influência do número de séries. Porém, e como esperado, foi identificado efeito principal para o fator cadência ($p < 0,0001$), indicando que a velocidade de execução das repetições foi estatisticamente diferente nas condições investigadas. O eta quadrado (η^2) para o fator série foi de 0,0002, e para o fator cadência

foi 0,94. Esses valores indicam que o fator cadência, dado pelas condições protocolares (A, B e C), explicam quase toda (94%) variação da cadência de movimento, e que o número de séries não é um fator que afeta (0,02%) a cadência do movimento. A Figura 2 ilustra o tempo médio das repetições ao longo das 4 séries e nas diferentes condições de cadências.

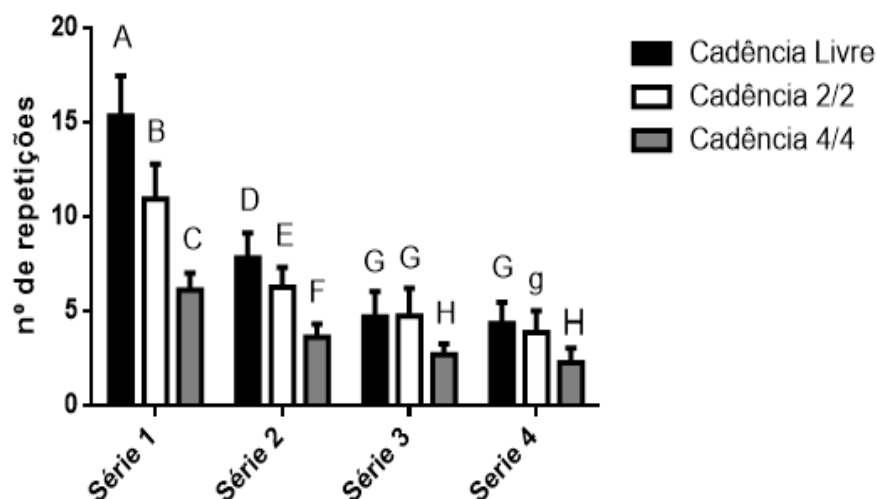


Figura 1 – Número de repetições realizadas nas quatro séries e nos três protocolos de cadência no exercício supino. As diferenças identificadas pelo post-hoc de Tukey estão representadas por letras. Letras diferentes sobre as barras indicam diferença estatística entre elas ($p < 0,05$), considerando que as comparações foram feitas somente entre cadências dentro de cada série e intra cadência nas diferentes séries. A letra minúscula ‘g’ indica diferença estatística especificamente no número de repetições em relação à anterior, dentro da mesma condição.

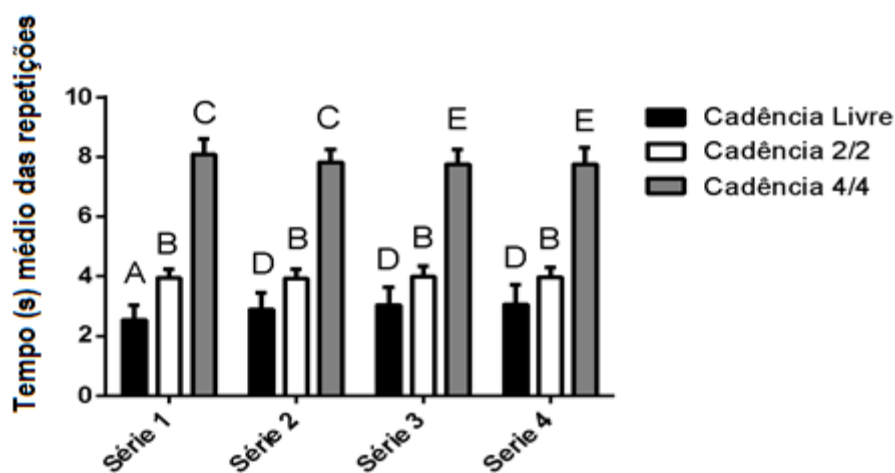


Figura 2 – Tempo médio das repetições nas quatro séries e nos três protocolos de cadência no exercício supino. As diferenças identificadas pelo post-hoc de Tukey estão representadas por letras. Letras diferentes sobre as barras indicam diferença estatística entre elas ($p < 0,05$), considerando que as comparações foram feitas somente entre cadências dentro de cada série e intra cadência nas diferentes séries.

PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) – A ANOVA de duas vias identificou efeito principal para o fator série ($p < 0,0001$), indicando aumento da PSE ao longo das séries, independente das cadências utilizadas. E identificou efeito principal para o fator cadência ($p < 0,016$), indicando que quanto mais lento o movimento, maior foi a PSE, independente da ordem das séries. Houve também um efeito de interação (série x cadência) ($p = 0,045$), indicando que a magnitude da PSE nas diferentes séries depende do tipo de cadência.

O post hoc de Tukey indicou diferença estatística apenas na comparação da cadência 4:4 vs. 2:2, com maior percepção de esforço na cadência mais lenta. O eta quadrado (η^2) para o fator série foi de 0,46, e para o fator cadência foi somente 0,03. Apesar das diferenças estatísticas em favor de ambos os fatores (série e cadência), percebe-se pelo eta quadrado que o acúmulo de séries é o fator que mais explica (46%) a variação da PSE, enquanto o fator cadência explica muito pouco (3%). A Figura 3 ilustra o comportamento da PSE ao longo das 4 séries e nas diferentes cadências.

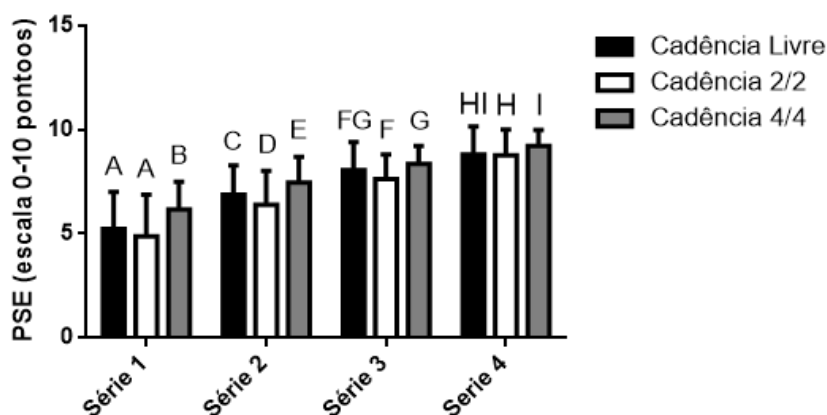


Figura 3 – Percepção subjetiva de esforço nas quatro séries e nos três protocolos de cadência no exercício supino. As diferenças identificadas pelo post-hoc de Tukey estão representadas por letras. Letras diferentes sobre as barras indicam diferença estatística entre elas ($p < 0,05$), considerando que as comparações foram feitas somente entre cadências dentro de cada série e intra cadência nas diferentes séries.

4. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar o comportamento e a magnitude do número de repetições e percepção subjetiva de esforço (PSE) em um protocolo composto por quatro séries seguidas no supino, realizadas com três diferentes cadências de movimento (Lento 4:4, Moderado 2:2 e Livre).

Vale destacar inicialmente que não houve lesão durante o experimento. Optou-se por voluntários com experiência em musculação ≥ 1 ano, por já terem domínio técnico, objetivando exatamente reduzir o risco de lesões. Além disso, todos os testes e exercícios foram supervisionados por pelo menos dois professores de educação física que auxiliaram quanto à técnica de execução do exercício.

As lesões mais comuns em exercícios de força incluem as distensões musculares, entorses de ligamentos, rupturas de tendão peitoral maior, rupturas de tendão distal do bíceps e dor crônica no ombro e lesões capsulares. As principais causas dessas lesões são sugestivamente associadas à técnica inadequada de execução, fadiga, sobrecarga e acidentes (GOLSHANI *et al.*, 2018). Entretanto, o risco de lesão é baixo, inclusive em estudos que utilizam teste de 1RM em crianças (FAIGENBAUM; MILLIKEN; WESTCOTT, 2003) e pessoas mais velhas (ADAMS *et al.*, 2000; RYDWIK *et al.*, 2007).

No presente estudo, observou-se redução significativa do número de repetições a cada série realizada, independente do protocolo de cadência utilizado. Esse resultado está alinhado com nossa expectativa, uma vez que é exatamente o que ocorre na prática de musculação. Além disso, esse resultado também já foi confirmado por outros pesquisadores, como Willardson e Burkett (2006) ao investigarem o efeito de intervalos diferentes entre séries (1 min, 2 min e 3 min) no exercício supino, com cargas leves e pesadas (50% e 80%, respectivamente).

A provável novidade do presente estudo foi mostrar que o fator série, comparado ao fator cadência, foi quem mais explicou (57% vs. 22%) a variação das repetições. Ou seja, séries seguidas explicam mais as reduções no volume de repetições do que as cadências que foram investigadas no presente estudo.

A sugestiva explicação para essa redução do volume de repetições ao longo de séries seguidas está principalmente relacionada a reposição incompleta do sistema energético de uso imediato, como ATP e fosfocreatina, bem como fadiga neuromuscular. Durante o exercício físico há aumento do gasto energético (DA SILVA-GRIGOLETTO *et al.*, 2013). Sabe-se que o sistema fosfagênio (ATP-CP) é de extrema importância para

treinos curtos e intensos, como as sessões de treino de força. Sugere-se entre 3-5 min para ATP ser reabastecido quase totalmente, e até 8 min para reposição plena de fosfocreatina (DA SILVA-GRIGOLETTO *et al.*, 2013). Um cenário de alta demanda energética com tempo insuficiente para restabelecer a fonte energética primária para as ações musculares deve, portanto, explicar a perda de desempenho (fadiga) ao longo de séries seguidas de exercício de força.

Além disso, a depleção de ATP-CP não é a única causa da fadiga muscular. Há ainda outros fatores, como o acúmulo de íons de hidrogênio, que diminui o pH intracelular (SIMÃO; POLITO; MONTEIRO, 2008) e prejuízos associados ao sistema nervoso central. São essas alterações fisiológicas e metabólicas, principalmente bioenergéticas e neuromusculares, que incapacitam as fibras musculares de gerarem o máximo de força e potência, e, desta forma, causam perda de desempenho ao longo das séries de exercícios realizadas. Por isso, espera-se que quanto maior o número de séries realizadas, maior seja a perda de desempenho, maior o comprometimento da mecânica do movimento, da força, da velocidade de execução e da qualidade técnica do exercício (DA SILVA-GRIGOLETTO *et al.*, 2013).

Ainda em relação ao número de repetições, verificamos que também foi afetada pela velocidade (cadência) do movimento. A cadência mais lenta resultou em menor número de repetições quando comparada com velocidades maiores (cadência 2/2 e livre). Esse resultado também está consonante com estudos prévios. Silva, R. *et al.* (2020) conduziram um estudo com três protocolos (Lento 6:2 vs. Moderado 2:2 vs. Livre) em séries repetidas no supino e encontraram redução significativa do número de repetições quando compararam o protocolo lento aos moderado e livre.

Sakamoto e Sinclair (2006), em um estudo que investigou a relação entre velocidade, carga e número de repetições no exercício supino no Smith, encontraram, para qualquer das intensidades analisadas (40%, 50%, 60%, 70% e 80% de 1RM), que o número de repetições foi menor para a cadência mais lenta ($\approx 2,8$ s nas fases excêntrica e concêntrica). Os autores sugeriram que a utilização aprimorada do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) teria sido a responsável pelo aumento do número de repetições nas velocidades média e rápida (1,4 s e 1 s, respectivamente).

Em um estudo paralelo ao mencionado anteriormente, os mesmos autores (SAKAMOTO; SINCLAIR, 2011) buscaram investigar a causa desse fenômeno. Partiram da hipótese relacionada ao CAE. Não fizeram medidas diretas, mas usaram a

técnica de eletromiografia para fazer inferências. Verificaram que em velocidades mais altas ocorria diminuição da amplitude do sinal eletromiográfico (RMS) no final da fase concêntrica, quando comparado às velocidades mais baixas. Esse resultado parece sugerir que ações musculares mais rápidas possam melhor aproveitar a força muscular passiva ao final da fase excêntrica, exigindo menos da força ativa na fase concêntrica.

O estudo de Hatfield *et al.* (2006), previamente citado na introdução desse documento, também demonstrou que cadências mais lentas permitem a realização de menos repetições.

Uma provável explicação para esse efeito de redução das repetições induzidas por cadências mais lentas seja a maior dependência do metabolismo anaeróbio láctico. Séries realizadas com cadências mais lentas tendem a gerar maior concentração de lactato sanguíneo (MAZZETTI *et al.*, 2007; LACERDA *et al.*, 2016; SMILIOS; HÄKKINEN; TOKMAKIDIS, 2010; WIRTZ *et al.*, 2014), *et al.* que é um marcador clássico do metabolismo anaeróbio láctico. O maior valor normalizado de iEMG encontrado em ações musculares mais lentas, sugere que unidades motoras adicionais, com maiores capacidades glicolíticas, são presumivelmente recrutadas (ECKHARDT *et al.*, 2011; TAKARADA *et al.*, 2000; WALKER *et al.*, 2011), o que explicaria o maior incremento de lactato sanguíneo. Lembrando que o lactato é um marcador do metabolismo anaeróbico, e não o causador da fadiga. Ele revela maior desafio metabólico e energético, pois seu aumento é consequência de íons H^+ excedentes.

Entretanto, nem sempre tem sido constatada maior produção de lactato em cadências mais lentas (HEADLEY *et al.*, 2011; GONZÁLEZ-BADILLO *et al.*, 2014). González-Badillo *et al.* (2014) verificaram resposta de lactato maior em cadência mais rápida, e sugeriram que a maior produção de força exigida para movimentos mais acelerados poderia explicar essa resposta láctica, uma vez que para uma maior produção de força é necessário maior recrutamento de fibras musculares com maior potencial glicolítico.

É necessário registrar que o tempo de tensão muscular durante cada repetição realizada mais lentamente é maior, de modo que, provavelmente, a comparação mais ajustada seria considerando o tempo total de tensão das diferentes cadências. Essa diferença no tempo de tensão pode ser a base de explicação para os resultados dissonantes sobre cadência e produção de lactato. Os dados relacionados ao tempo de tensão serão processados e apresentados num trabalho futuro de conclusão de curso.

O presente estudo também mostrou que ao longo das séries, independente da cadência utilizada, a PSE aumenta. A PSE é amplamente aceita como método para quantificar a intensidade interna, principalmente em exercícios aeróbicos, mas também sendo frequentemente usada na ciência do treinamento de força (DAY *et al.*, 2004).

Esse aumento da PSE associado ao fator série já era esperado, porque se alinha com resultados de estudos prévios. Um desses estudos (FILHO *et al.*, 2023) comparou o efeito de diferentes cargas (90% e 100% de 10-12 RM) na PSE ao se realizar três séries do exercício no leg press 45°. O estudo constatou aumento da PSE na segunda e terceira séries, quando comparado a primeira série.

Outro estudo (HOLLANDER *et al.*, 2003), com protocolo envolvendo quatro exercícios (supino, extensão de joelhos, desenvolvimento de ombros e flexão de joelhos), também demonstrou comportamento ascendente da PSE ao longo de 4 séries de 12 repetições à 80% de 10RMs, tanto nas contrações excêntricas quanto nas concêntricas.

Considerando isso, a provável novidade do nosso estudo foi mostrar que, comparado ao fator cadência, as séries seguidas influenciam muito mais a PSE. Apesar de termos encontrado diferenças estatísticas mostrando que ambos os fatores (série e cadência) influenciam a PSE, os resultados do eta quadrado deixam evidente que o acúmulo de séries é o fator que mais explica (46%) a variação da PSE. O fator cadência explicou muito pouco (3%).

E esse pequeno efeito da cadência parece mais associado à cadência 4:4, que, como pode ser visto na Figura 4, sempre tendeu, embora nem sempre com diferença estatística, a ser maior que as demais cadências. Esse último resultado está alinhado com os resultados de Silva, V. *et al.*, que conduziram um protocolo no supino (3 séries a 50% 1RM e 3 séries a 70% 1RM) e encontraram maior PSE no protocolo lento (4:4), quando comparado ao moderado (2:2). Diniz *et al.* (2014) também verificaram que a cadência mais lenta (2:4) apresentou PSE maior do que a cadência 2:2 e a cadência livre.

Mas vale destacar que, no presente estudo, a análise post hoc relacionada a comparação entre cadências indicou diferença estatística da PSE na comparação 4:4 vs. 2:2 (sendo maior para a cadência 4:4), mas sem diferença quando comparado a cadência livre. Há uma questão intrigante sobre a escolha da cadência livre: ‘por que a cadência escolhida não é nem muito rápida e nem muito lenta, mas sim moderada?’ Uma hipótese possível seria exatamente porque o sistema nervoso central (SNC) poderia considerar o desconforto na escolha da cadência. Mas o presente resultado refuta essa hipótese, pois

não houve diferença entre a cadência livre vs a 4:4, que foi a que gerou mais desconforto. Diante disso, pelo menos outras hipóteses surgem e merecem ser investigadas no futuro: (1) o SNC consideraria o desempenho físico isoladamente, uma vez que o maior trabalho foi obtido na cadência livre; (2) o SNC consideraria tanto o desempenho quanto o desconforto, buscando o maior quociente possível.

Talvez parte da explicação dessa diferença da PSE associada às cadências esteja relacionada ao tempo de tensão muscular, que ainda iremos analisar com mais cuidado. Uma primeira sondagem dos dados sugere maior tempo de tensão para o protocolo 4:4. Um maior tempo de tensão aumentaria a demanda fisiológica e metabólica (uso de ATP e fosfocreatina e diminuição do pH), o que poderia produzir maior PSE.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a cadência de movimento é uma variável que influencia o desempenho agudo de exercícios de força, afetando principalmente o número total de repetições e, em menor magnitude, a PSE. E, independentemente da cadência, o acúmulo de séries reduziu mais significativamente o número de repetições e aumentou mais expressivamente a PSE. Os achados do presente estudo permitem inferir que para uma boa gestão da intensidade interna deve-se considerar a realização de exercícios com cadência livre e com menor volume de séries.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, K. J. *et al.* Safety of Maximal Power, Strength, and Endurance Testing in Older African American Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 14, n. 3, p. 254–260, ago. 2000.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009
- ANDREAZZI, I.M. *et al.* Exame pré-participação esportiva e o Par-Q em praticantes de academias. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.22, n. 4, p. 272-276, ago. 2016.
- BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. Fundamentos do Treinamento de Força e do Condicionamento. 3 ed. **Barueri**: 2010, 2010.
- BIRD, S.P.; TARPENNING, K.M.; MARINO, F.E. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness: A Review of the Acute Programme Variables. **Sports Med**, v. 35, n. 10, p. 841-851, out.2005
- BROWN, L.E.; WEIR, J. P. ASEP Procedures Recommendation I: Accurate Assessment Of Muscular Strength and Power. **JEOnline**, v. 4, n. 3, p. 1-21, ago. 2001.
- DA SILVA-GRICOLETTO, M.E. *et al.* Capacidade de repetição da força: efeito das recuperações interséries. **Rev Bras Educ Fís Esporte**, v. 27, n. 4, p. 689-705, out 2013.
- DAY, M.L *et al.* Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18(2), p.353–358, 2004.
- DINIZ, R.C.R. *et al.* Repetition duration influences ratings of perceived. **Perceptual & Motor Skills: Physical Development & Measurement**, v.118, n.1, p.261-273,2014.
- ECKHARDT, H. *et al.* Enhanced myofiber recruitment during exhaustive squatting performed as whole-body vibration exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, p.1120-1125, 2011.
- FAIGENBAUM, A. D.; MILLIKEN, L. A.; WESTCOTT, W. L. Maximal Strength Testing in Healthy Children. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 162, 2003 .
- FILHO, J.C.J. *et al.* Efeito agudo de diferentes cargas no desempenho muscular e esforço percebido em mulheres jovens. **Rev Bras Med Esporte**, v. 29 – e2021_0049, 2023.
- GOLSHANI, K. *et al.* Upper extremity weightlifting injuries: Diagnosis and management. **Journal of Orthopaedics**, v.15, n. 1, p. 24-27, mar. 2018.
- GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. *et al.* Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. **European Journal of Sport Science**, v.14, n.8, p.772-781, 2014.
- HATFIELD, D.L. *et al.* The Impact of Velocity of Movement on Performance Factors in Resistance Exercise. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 760-766, nov. 2006.

HEADLEY, S.A. *et al.*, Effects of lifting tempo on one repetition maximum and hormonal responses to a bench press protocol. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25(2), p.406-413, 2011.

HOLLANDER, D.B. *et al.* RPE, Pain, and Physiological Adjustment to Concentric and Eccentric Contractions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, p.1017-25, 2003.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p.674-688, abr. 2004.

LACERDA, L. *et al.* Variations in repetition duration and repetition numbers influences muscular activation and blood lactate response in protocols equalized by time under tension. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.30, p.251-218, 2016.

LAGALLY, K.M.; AMOROSE, A.J.; ROCK, B. Selection of Resistance Exercise Intensity Using Ratings of Perceived Exertion From the OMNI-RES. **Percentual and Motors Skills**, v.108, n. 2, p. 573-586, abr. 2009.

MACDOUGALL, J. D.; SALE, D. *The physiology of training for high performance*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

MAZZETTI, S. *et al.* Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v.39, p.1291-1301, 2007.

MONTEIRO, E.R *et al.* Effects of Different Between Test Rest Intervals in Reproducibility of the 10-Repetition Maximum Load Test: A Pilot Study with Recreationally Resistance Trained Men. **International journal of exercise science**, v. 12, n. 4, p. 932–940, 2019. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31523350>>

RENDOS, N.K. *et al.* Variations in Verbal Encouragement Modify Isokinetic Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.33, n. 3, p.708-716, mar. 2019.

RYDWIK, E. *et al.* Muscle strength testing with one repetition maximum in the arm/shoulder for people aged 75 + - test-retest reliability. **Clinical Rehabilitation**, v. 21, n. 3, p. 258–265, mar. 2007.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P.J. Effect of Movement Velocity on the Relationship Between Training Load and the Number of Repetitions of Bench Press. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 523-527, ago. 2006.

SAKAMOTO, A; SINCLAIR, P.J. Muscle activations under varying lifting speeds and intensities during bench press. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, p. 1015–1025, 2011.

SAÑUDO, B. *et al.* Validation of a Video Analysis Software Package for Quantifying Movement Velocity in Resistance Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 10, p. 2934–2941, out. 2016.

SCHOENFELD, B.J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, out. 2010.

- SCHOENFELD, B.J.; OGBORN, D.I; KRIEGER, J.W. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 4, p. 577–585, abr. 2015.
- SILVA, R.L. *et al.* Effect of Contraction Velocity in The Eccentric Phase on Rating of Perceived Exertion. **Journal of Physical Education**, v. 31, p. e3172, 2020 Disponível em: <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v31i1.3172>.
- SILVA, V.L. *et al.* Effects of exercise intensity on perceived exertion during multiple sets of bench press to volitional failure. **Journal of Trainology**, v. 3, p. 41-46, 2014.
- SIMÃO, R.; POLITO, M.; MONTEIRO, W. Efeito de diferentes intervalos de recuperação em um programa de treinamento de força para indivíduos treinados. **Rev Bras Med Esporte**, v. 14, n. 4, p. 353-356, jul/ago. 2008.
- SIMÃO, R. *et al.* Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 152–156, fev. 2005. Disponível em: <http://journals.lww.com/00124278-200502000-00026>
- SMILIOS, I; HÄKKINEN, K; TOKMAKIDIS, S.P. Power output and electromyographic activity during and after a moderate load muscular endurance session. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, p.2122-2131, 2010.
- STEELE, J. *et al.* Similar acute physiological responses from effort and duration matched leg press and recumbente cycling tasks. **PeerJ**, v. 6, n. 2, p. e4403, 28 fev. 2018.
- TAKARADA, Y. *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v.88, p.2097-2106, 2000.
- WALKER, S. *et al.* Neuromuscular and hormonal responses to constant and variable resistance loadings. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.43, p. 26-33, 2011.
- WILK, M; ZAJAC, A.;TUFANO, J.J. The influence of movement tempo during resistance training on muscular strength and hypertrophy responses: a review. **Sports Medicine**, [S.l.], v. 51, n. 8, p. 1629–1650, ago. 2021. DOI: 10.1007/s40279-021-01465-2.
- WILLARDSON, J.M; BURKETT, L.N. The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light loads. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20(2), p.396–399, 2006.
- WIRTZ, N. *et al.* Lactate Kinetics during Multiple Set Resistance Exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.13, p.73-77, 2014.

JULIANA CORRÊA SALES GARCIA

**EFEITO DA CADÊNCIA DO MOVIMENTO NO VOLUME DE REPETIÇÕES
E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO EM UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO DE
FORÇA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Seminário de Projetos, do curso de graduação de Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Aprovado em: 22 de Agosto de 2025.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Wellington Lunz

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Orientador



Dr. Leonardo Carvalho Caldas

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Co-orientador



M.Sc. Sabrina Pereira Alves

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES