

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

MAYRAMELIA VASCONCELOS ROCIO DE ABREU

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

**VITÓRIA
2025**

MAYRAMELIA VASCONCELOS ROCIO DE ABREU

**EFEITO DA CADÊNCIA DO MOVIMENTO NO TEMPO DE
TENSÃO 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 (cadência) do movimento é uma das variáveis para prescrição do treinamento de força, potência e hipertrofia muscular. Embora sua relevância ainda esteja em debate, sabe-se que ela pode influenciar outras variáveis importantes, como o volume de repetições, o tempo total de tensão (TUT) muscular e a intensidade interna, inferida pela percepção de esforço (PSE). **Objetivo:** Investigar se diferentes cadências de movimento, em quatro séries seguidas no exercício supino, afetam o TUT e a PSE. **Método:** A amostra foi composta por 17 voluntários, com experiência mínima de 1 ano em treinamento de força. Os participantes realizaram quatro séries no supino, a 75% de 10 RM, em três protocolos com as seguintes cadências (em s): cadência lenta (4:4; concêntrica:excêntrica), cadência moderada (2:2) e cadência livre. Foi aplicada ANOVA de duas vias para medidas repetidas 3 (cadências) x 4 (séries), com erro alfa pré-fixado em 5%. **Resultados:** Houve redução do TUT ao longo das séries, cuja variação foi explicada pelos fatores série ($p < 0,0001$) e cadência ($p < 0,0001$). Entretanto, o fator série explicou 74% da variação total, enquanto o fator cadência explicou apenas 4% da variação total do TUT. 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%. **Conclusão:** O TUT e a PSE são influenciados pelo número de séries e pelo tipo de cadência, sendo em maior magnitude explicada pelo acúmulo de séries. Os achados do presente estudo permitem inferir que a gestão da intensidade interna deve considerar a cadência do movimento e, principalmente, o volume de séries.

Palavras-chave: Exercício resistido; Velocidade da repetição; Volume de repetições; Número de séries; Tempo sob tensão muscular; Escala OMNI-RES.

ABSTRACT

Introduction: Movement velocity (cadence) is one of the variables involved in the prescription of strength, power, and muscle hypertrophy training. Although its relevance is still under debate, it is known to influence other important variables, such as repetition volume, total muscular time under tension (TUT), and internal intensity, inferred through the rating of perceived exertion (RPE). **Objective:** To investigate whether different movement cadences, across four consecutive sets of the bench press exercise, affect muscular TUT and RPE. **Methods:** The sample consisted of 17 volunteers with at least one year of strength training experience. Participants performed four sets of bench press at 75% of their 10RM using three cadence protocols: slow cadence (4:4 s; concentric:eccentric), moderate cadence (2:2 s), and self-selected (free) cadence. A two-way repeated-measures ANOVA 3 (cadences) $\times$ 4 (sets) was applied, with alpha error fixed at 5%. **Results:** The TUT decreased across sets, and this variation was explained by the set factor ($p < 0.0001$) and by cadence ($p < 0.0001$). However, the set factor accounted for 74% of the total variation, while cadence explained only 4%. RPE increased with the accumulation of sets and was slightly higher for the 4:4 cadence compared to 2:2. The set factor explained 46% of the variation in RPE, whereas cadence accounted for only 3%. **Conclusion:** The TUT and RPE are influenced by the number of sets and movement cadence, with the accumulation of sets having the greater impact. The findings of the present study suggest that managing internal intensity should take into account movement cadence and, primarily, the total number of sets.

Keywords: Resistance exercise; Repetition velocity; Repetition volume; Number of sets; Time under muscular tension; OMNI-RES scale.

1. INTRODUÇÃO

A elaboração de um programa de treinamento de força (TF) é um processo complexo, que exige gerenciamento adequado de suas variáveis agudas, associado ao conhecimento dos princípios do treinamento esportivo, a fim de alcançar os objetivos desejados (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005).

A manipulação dessas variáveis contribuirá tanto para a velocidade quanto a magnitude das adaptações dos sistemas orgânicos, em especial o musculoesquelético (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005).

Embora existam outras, dentre as variáveis agudas do TF destacam-se: 1) Frequência; 2) Intensidade e volume; 3) Período de recuperação; 4) Seleção e ordem dos exercícios; 5) Ação muscular; e 6) Velocidade ou cadência do movimento (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. Para que o movimento possa ser realizado em maior velocidade, é necessário reduzir a carga (KRAEMER; RATAMESS, 2004; SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Esse fenômeno é amplamente conhecido, e frequentemente representado graficamente pela relação força-velocidade.

Entretanto, quando se utilizam cargas submáximas, a cadência pode variar intencionalmente em um amplo espectro, e a descrição desse fenômeno, bem como suas repercussões no volume de repetições, tempo de tensão e percepção de esforço, ainda carecem de maior compreensão científica.

Esse gerenciamento da velocidade do movimento é uma prática comum no âmbito do treinamento de força, hipertrofia muscular e potência. Para potência, há consenso de que a execução deve ocorrer sempre na máxima velocidade possível. Isso se justifica pelo fato da valência 'potência' ser o produto de força e velocidade (MACDOUGALL; SALE, 2014).

Contudo, esse consenso não se estende para a valência força (máxima ou submáxima), apesar da força (F) ser o produto da massa (M) pela aceleração (A) ($F = M$

x A). Ou seja, considerando-se uma carga fixa, fica claro que maior aceleração resulta em maior força aplicada (LUNZ, 2023).

Isso talvez fique ainda mais claro isolando-se a variável aceleração, obtida pelo quociente da força pela massa ($A = F/M$). Nesse caso, considerando gravidade constante, se a massa (kg) for fixada, o aumento da aceleração só será possível via aumento da força. Essas equações revelam que a variação da cadência está associada a variação da força (LUNZ, 2023).

No contexto da hipertrofia muscular, as discussões são ainda mais amplas. 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) demonstrou que treinar com cadências entre 0,5 a 8 segundos produzem o mesmo ganho de massa muscular, desde que o exercício seja realizado até a falha concêntrica.

Posteriormente, 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 permite confirmar essa tese.

Sabe-se também que a cadência afeta o volume de repetições. Cadências mais lentas resultam em maior tempo sob tensão por repetição, e sua manutenção exige gasto contínuo de energia química (ATP). Por isso, os estudos que comparam diferentes cadências precisam considerar a falha concêntrica, e não o número de repetições (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015). Outra forma seria considerar o tempo de tensão total, mas isso tem sido menos explorado.

Outro aspecto relevante é a cadência autosselecionada. 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 nem muito rápida e nem muito lenta (CHAVES et al., 2020). E uma questão que intriga é: por que voluntários optam por uma cadência moderada e não por cadências extremas? Seria por que há uma percepção instintiva ou intuitiva de que

geraria menos esforço ou desconforto (ex: menor PSE) 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 em ambos os exercícios e intensidades. Esses resultados concordam com os obtidos posteriormente por Silva, R. *et al.* (2020), os quais ainda identificaram que os protocolos de cadência moderada a lenta promoveram maior PSE quando comparados ao protocolo com cadência livre.

Embora existam evidências de que a cadência influencia o volume de repetições, ainda carecemos de estudos que descrevem melhor o comportamento e a magnitude desse fenômeno, bem como o comportamento da PSE em diferentes cadências.

Diante disso, o objetivo principal desta pesquisa foi investigar se um protocolo composto por quatro séries consecutivas no supino, executadas até a falha concêntrica, em três diferentes cadências de movimento (Lento 4:4 s, Moderado 2:2 s e Livre), influencia o comportamento e a magnitude do tempo sob tensão muscular e da PSE de praticantes de musculação.

2. MÉTODO

2.1. AMOSTRA

Foram recrutados 17 homens, com idade entre 18 e 30 anos, todos com experiência mínima de um ano em prática regular de musculação. A escolha por indivíduos com pelo menos um ano de experiência visou minimizar o risco de lesões e garantir maior controle técnico durante o protocolo. Além disso, todos os testes foram supervisionados por profissionais capacitados, o que contribuiu para a ausência de intercorrências e perdas amostrais. Como critérios de inclusão, os participantes não poderiam apresentar doenças metabólicas, cardiovasculares e/ou osteoarticulares diagnosticadas, nem relatar o uso de suplementos alimentares ou esteroides anabólicos durante o período do 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 e cartazes fixados na instituição. O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo, em conformidade com a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CAAE: 31697520.5.0000.5542).

2.2. PROTOCOLO

1ª Etapa - Os participantes compareceram ao laboratório para preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Questionário PAR-Q. Apenas quando classificados pelo PAR-Q como 'baixo risco' para a prática de exercício (ANDREAZZI *et al.*, 2016), tornavam-se elegíveis para compor a amostra, sendo então convidados para a realização do teste de avaliação da força de resistência dinâmica no exercício supino, por meio do teste de 10 repetições máximas (10 RM) (BROWN; WEIR, 2001).

Os participantes realizaram um aquecimento geral de 5 minutos na esteira em velocidade de 7 km/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 (~50% da carga habitual). Após o aquecimento, foi realizado o teste de 10 RM, no qual foram permitidas até 5 tentativas, com intervalo de 3 a 5 minutos entre as tentativas. Esse protocolo é o mesmo utilizado em estudos anteriores (SIMÃO *et al.*, 2005; MONTEIRO *et al.*, 2019).

2ª Etapa – Após 72-96 h do teste de 10 RM, os participantes foram submetidos à 3 protocolos (condições A, B e C), com intervalo de 72h entre eles, com ordem de execução randomizada. Cada sessão consistiu em 4 séries do exercício supino, a 75% de 10RM, com 90 segundos de intervalo entre séries. A única diferença entre as condições foi cadência do movimento, de acordo com os protocolos experimentais abaixo:

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

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

Condição C: cadência livre.

Durante todas as sessões, os voluntários foram motivados por estímulos verbais, com o intuito de produzirem o máximo de repetições até a falha concêntrica (RENDOS *et al.*, 2019). Ao término de cada série, a PSE foi registrada utilizando a escala OMNI-RES (LAGALLY; AMOROSE; ROCK, 2009).

2.3. MEDIDAS

A cadência das repetições nas condições 4:4 e 2:2 foi controlada por metrônomo e supervisionada por um pesquisador experiente com auxílio (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 lateralmente ao 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 resultados 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 tamanho de efeito foi calculado pelo eta quadrado (η^2). O erro alfa foi limitado em 5% (diferença estatística quando $p < 0,05$).

3. RESULTADOS

3.1 PERFIL DEMOGRÁFICO E ANTROPOMÉTRICO

Os 17 participantes completaram todas as etapas do estudo. As características da amostra foram: idade = $24,8 \pm 3,5$ anos; peso = $82,2 \pm 14,8$ kg; altura = $1,80 \pm 0,07$ m; IMC = $26,2 \pm 3,7$ m/kg²; % gordura = $18,2 \pm 5,9\%$. Não foram registradas lesões ou desistências durante o experimento.

3.2 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 progressiva no número de repetições ao longo das quatro séries, independente da cadência utilizada. Também houve efeito principal para o fator cadência ($p < 0,0001$), demonstrando que cadências mais lentas resultaram em menor número de repetições, independente da ordem das séries.

O eta quadrado (η^2) mostrou que o fator série explicou 57% 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.

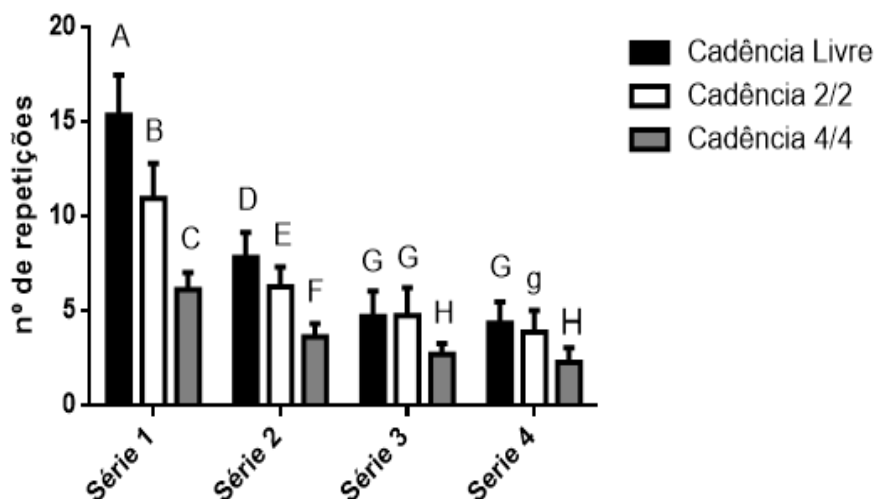


Figura 1 – Número de repetições realizadas nas quatro séries e nas três cadências no exercício supino. As diferenças identificadas pelo post-hoc de Tukey estão representadas por letras. Letras diferentes sobre as barras indicam diferença estatística entre elas ($p < 0,05$), considerando que as comparações 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.

3.3 CADÊNCIA

Em relação à cadência do movimento, a ANOVA 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 ($p < 0,0001$), confirmando que a velocidade de execução das repetições foi estatisticamente diferente nas condições investigadas.

O eta quadrado mostrou que o fator série explicou 0,02% e o fator cadência explicou 94% da variação da velocidade de movimento. A Figura 2 ilustra o tempo médio das repetições (concêntrica+excêntrica) ao longo das 4 séries e nas diferentes condições de cadências.

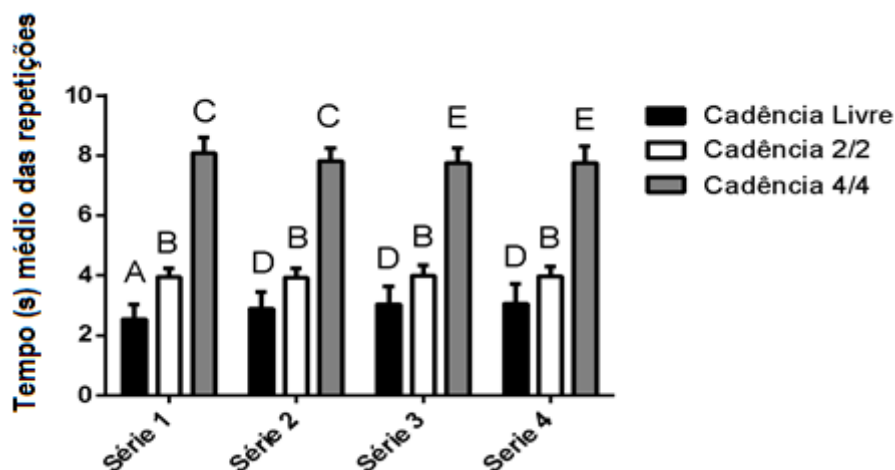


Figura 2 – Tempo médio das repetições nas quatro séries e três cadências no exercício supino. As diferenças identificadas pelo post-hoc de Tukey estão representadas por letras. Letras diferentes sobre as barras indicam diferença estatística entre elas ($p < 0,05$), considerando que as comparações foram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

3.4 TEMPO TOTAL SOB TENSÃO MUSCULAR (TUT)

A ANOVA identificou efeito principal do fator série ($p < 0,0001$), indicando redução do TUT ao longo das séries, independente das cadências utilizadas. Também houve efeito principal para o fator cadência ($p < 0,0001$), indicando que quanto mais lento é o movimento, maior é o TUT, independente da ordem das séries.

A análise pelo eta quadrado mostrou que o fator série explicou 74% e o fator cadência explicou 4% da variação do TUT. Apesar da significância estatística para ambos os fatores, percebe-se pelos valores do eta quadrado que o acúmulo de séries é o fator que mais explica as mudanças no TUT. As cadências explicaram pouco da variação. A figura 3 ilustra esses resultados.

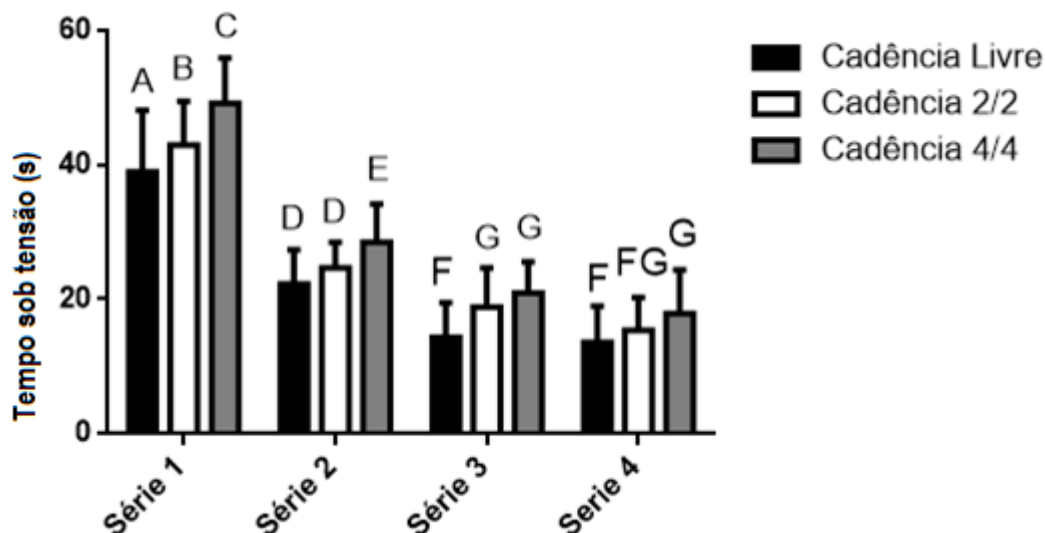


Figura 3 – Tempo total sob tensão muscular nas quatro séries e nas três cadências no exercício supino. As diferenças identificadas pelo post-hoc de Tukey's estão representadas por letras. Letras diferentes sobre as barras indicam diferença estatística entre elas ($p < 0,05$). A barra com duas letras indica não haver diferença estatística quando comparado às barras de mesma letra.

3.5 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)

A ANOVA de duas vias identificou efeito principal do fator série ($p < 0,0001$), indicando aumento da PSE ao longo das séries, independente das cadências utilizadas. Também verificou efeito principal do fator cadência ($p < 0,016$), demonstrando que quanto mais lento é o movimento, maior é a PSE, independente da ordem das séries. Além disso, houve efeito de interação (série x cadência) ($p = 0,045$), apontando que a PSE nas diferentes séries é influenciada pelo tipo de cadência.

As comparações post-hoc identificaram diferença estatística apenas entre as cadências 4:4 vs. 2:2, com maior PSE para a cadência mais lenta.

O eta quadrado mostrou que o fator série explicou 46% e o fator cadência explicou 3% da variação da PSE. Apesar das diferenças estatísticas, percebe-se pelos valores do eta quadrado que o acúmulo de séries é o fator que mais explica a PSE, enquanto as cadências explicam muito pouco.

A figura 4 ilustra o comportamento da PSE ao longo das 4 séries e nas diferentes cadências.

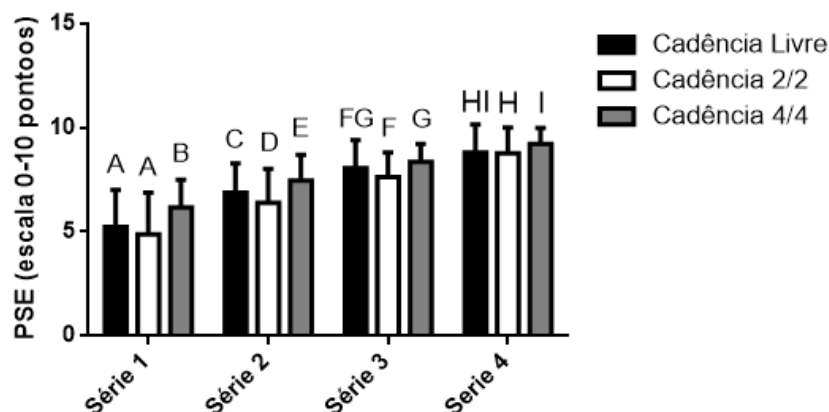


Figura 4 – Percepção subjetiva de esforço (PSE) nas quatro séries e nas três cadências no exercício supino. As diferenças identificadas pelo post-hoc de Tukey estão representadas por letras. Letras diferentes sobre as barras indicam diferença estatística entre elas ($p < 0,05$), considerando que as comparações foram feitas somente entre cadências dentro de cada série e intra cadência nas diferentes séries.

Além disso, observou-se uma tendência de redução do coeficiente de variação da PSE ao longo das séries, cuja magnitude sempre foi menor para a cadência mais lenta (4:4). Esse comportamento está representado na figura 5, e parece indicar uma melhor capacidade de perceber o esforço à medida que se aproxima da fadiga e quando o músculo fica por mais tempo tensionado.

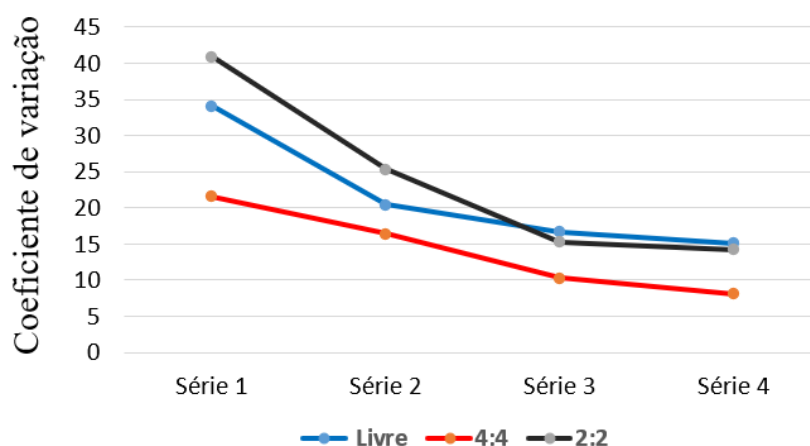


Figura 5 – Comportamento do coeficiente de variação da percepção subjetiva de esforço ao longo das quatro séries e nas três diferentes cadências no exercício supino. Coeficiente de variação = $(\text{desvio padrão} / \text{média}) \times 100$; Livre = cadência livre; 4:4 cadência 4:4; 2:2 = cadência 2:2.

4. DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi investigar se um protocolo composto por quatro séries seguidas no supino, com repetições até a falha concêntrica, realizadas com três diferentes cadências de movimento (Lento, Moderado e Livre), influenciaria o comportamento e a magnitude do tempo sob tensão muscular (TUT) e da percepção subjetiva de esforço (PSE) de praticantes de musculação.

Este estudo constitui um segundo recorte de resultados de uma investigação mais ampla. Um TCC prévio, intitulado “*Efeito da cadência do movimento no volume de repetições e percepção de esforço em uma sessão de exercício de força*” (GARCIA, 2025), que enfatizou principalmente os resultados relacionados ao volume de repetições. Para fins de contextualização, alguns resultados dessa investigação foram retomados e serão rediscutidos.

No referido TCC supramencionado, verificou-se redução significativa no número de repetições ao longo das séries, independentemente das cadências adotadas. Resultado concordante com o de outros pesquisadores (Willardson e Burkett, 2006). A possível novidade do estudo foi mostrar que séries seguidas explicaram mais as reduções do volume de repetições do que as cadências investigadas (57% vs. 22%). 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 (DA SILVA-GRIGOLETTO *et al.*, 2013; SIMÃO; POLITO; MONTEIRO, 2008).

Em relação aos efeitos da cadência sobre o número de repetições, a cadência mais lenta resultou em menor número de repetições quando comparada com cadências mais rápidas (2:2 e livre). Esse resultado também está consonante com estudos prévios, como de Hatfield *et al* (2006), Sakamoto e Sinclair (2006) e Silva, R. *et al.* (2020). Por outro lado, a cadência mais lenta permitiu maior TUT no presente estudo. Chaves *et al.* (2020), ao investigarem repetições autosselecionadas (1,7 a 1,8 s; sem e com volume equalizado) e repetições controladas (4 s), encontraram que o TUT também foi maior no protocolo controlado.

Em um estudo semelhante ao nosso, Marczynski *et al.* (2020) investigaram o número de repetições, o TUT e a concentração de lactato sanguíneo ao realizar o exercício supino (máquina) em uma cadência lenta e uma rápida (3:3 e 1:1, respectivamente).

Houve redução do TUT ao longo das séries, e encontraram TUT significativamente menor para a cadência mais rápida. Do ponto de vista mecânico, dá para afirmar que movimentos mais rápidos exigem maior produção de força, dado que a aceleração é o quociente da força pela massa. Ou seja, se a massa (resistência) for constante nos protocolos, a variável fundamental para acelerar o movimento é exatamente a força. Entretanto, em um modelo biomecânico, é preciso também refletir sobre os eventos metabólicos e fisiológicos que explicariam tal fenômeno.

Uma hipótese explicativa seria o maior recrutamento de unidades motoras do tipo II, que são mais dependentes do metabolismo glicolítico anaeróbio (ECKHARDT *et al.*, 2011; TAKARADA *et al.*, 2000; WALKER *et al.*, 2011). Há, de fato, estudos que verificaram resposta de lactato maior em cadências mais rápidas. O lactato é um metabólito consequente da maior produção de H⁺, o qual revela o maior desafio anaeróbico (LACERDA *et al.*, 2016; SMILIOS; HÄKKINEN; TOKMAKIDIS, 2010; WIRTZ *et al.*, 2014). Ou seja, a maior exigência de força nos movimentos mais acelerados exigiria maior recrutamento de unidades motoras do tipo II, que são mais glicolíticas (HEADLEY *et al.*, 2011; GONZÁLEZ-BADILLO *et al.*, 2014; MARCZYNSKY *et al.*, 2020). Mas há também estudo que evidenciou maior produção de lactato nas ações lentas (GENTIL; OLIVEIRA; BOTTARO, 2006; MAZZETTI *et al.*, 2007). Diante desses resultados divergentes, somado ao resultado do presente TCC, que mostra que o TUT é maior durante repetições mais lentas, a comparação de protocolos mais ajustada deveria considerar o TUT das diferentes cadências, e não o número de repetições.

A variável TUT vem sendo apontada como muito importante para as adaptações crônicas associadas à hipertrofia muscular (LUNZ, 2023). De fato, Oranchuk *et al* (2019), ao realizarem uma revisão sistemática com estudos envolvendo especificamente o treinamento isométrico, mostraram com clareza que não são as repetições que importam para induzir hipertrofia, mas sim o TUT.

Outro estudo que evidencia a importância do TUT foi conduzido por Martins-Costa *et al* (2022). Esses pesquisadores investigaram o efeito de dois protocolos de treinamento, equalizados pelo TUT (36 s) e pela intensidade, na força e na hipertrofia muscular. Um protocolo foi realizado com 12 repetições máximas, com duração de 3 s por repetição (TUT = 36 s). O outro protocolo foi feito com 6 repetições de 6 s cada (TUT = 36 s). Houve aumento similar no teste de 1RM e na hipertrofia, estimada pela área transversa muscular, medida por ressonância magnética. Em virtude da importância do

TUT, há quem defenda que o volume de treino deveria considerar o TUT, e não o número de repetições (LUNZ, 2023). Entretanto, é preciso também considerar que o efeito da cadência sobre o TUT foi de apenas 4% nos protocolos investigados no presente estudo, o que poderia ser inexpressivo para as adaptações crônicas relacionadas às variáveis força e hipertrofia muscular.

De fato, especificamente para hipertrofia muscular, uma metanálise (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015) evidenciou que treinar com cadências entre 0,5 a 8 s gera o mesmo ganho de massa muscular, se o exercício for feito até a falha concêntrica. Ou seja, pequenas diferenças do número de repetições ou TUT podem ser inexpressivas para respostas hipertróficas.

O presente estudo também mostrou que ao longo das séries, independente da cadência utilizada, a PSE aumentou. A PSE é amplamente aceita como método para quantificar a intensidade interna, principalmente em exercícios aeróbios, 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, a 80% de 10RM, tanto nas contrações excêntricas quanto nas concêntricas.

O presente estudo contribui em quantificar a participação da cadência na PSE, mostrando que sua influência (3%) é muito menor que a influência do acúmulo de séries (46%). E esse pequeno efeito da cadência na PSE parece mais associado à cadência 4:4 (ver Figura 4), que sempre tendeu a ser maior que as demais cadências, embora nem sempre com diferença estatística.

Esse resultado está alinhado com os resultados de Silva *et al.* (2014), 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 apenas na comparação 4:4 vs. 2:2, sendo maior para a cadência 4:4. Esse resultado é interessante porque indica que a autosseleção (via sistema nervoso central; SNC) da cadência parece irrelevante o desconforto do exercício, pois não houve diferença da PSE entre a cadência livre vs. 4:4.

Duas hipóteses possíveis, que merecem ser investigadas no futuro, são: (1) o SNC consideraria o desempenho físico isoladamente, uma vez que o maior trabalho (Força x deslocamento) foi obtido na cadência livre; (2) ou o SNC consideraria o maior quociente entre desempenho e desconforto.

Parte da explicação dessa diferença da PSE associada às cadências pode estar relacionada ao TUT, pois um maior tempo de tensão, como observado no protocolo 4:4, deve aumentar a demanda energética e metabólica (uso de ATP e fosfocreatina e diminuição do pH). É bem conhecido que o estado metabólico muscular é percebido por aferências específicas, em especial os grupos III e IV, que sinalizam ao SNC (CARROLL; TAYLOR; GANDEVIA, 2017).

5 CONCLUSÃO

A cadência de movimento demonstrou ser uma variável capaz de influenciar o desempenho agudo no exercício de força, afetando principalmente o número total de repetições e, em menor magnitude, o tempo sob tensão (TUT) muscular e a percepção de esforço (PSE). No entanto, os resultados deste estudo indicam que o acúmulo de séries exerce impacto substancialmente maior nessas respostas do que a cadência isoladamente.

Do ponto de vista prático, considerando que a cadência afetou pouco o TUT, parece improvável que a cadência possa realmente influenciar as respostas hipertróficas, se o exercício for realizado até a falha concêntrica, conforme já sugerem pesquisas anteriores. Considerando isso, cadências mais rápidas poderiam ser utilizadas para reduzir o desconforto induzido por séries repetidas, sem comprometer as adaptações crônicas. Além disso, cadências rápidas são mais indicadas para o desenvolvimento da potência.

Embora a cadência possa ser utilizada como ferramenta de modulação do estímulo mecânico e perceptivo (gestão da intensidade interna), o número de séries é a variável que exerce maior influência sobre TUT e PSE. Dessa forma, evitar sessões com excesso

de séries consecutivas pode ser uma estratégia mais prudente e eficiente no planejamento do treinamento de força visando alcançar adaptações de força e hipertrofia.

REFERÊNCIAS

- 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.
- CARROLL, T.J; TAYLOR, J.L; GANDEVIA, S.C. Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. **J Appl Physiol** (1985), v. 122(5), p. 1068-1076, mai. 2017.
- CHAVES, T.S. *et al.* Effects of resistance training with controlled versus self-selected repetition duration on muscle mass and strength in untrained men. **PeerJ**, 8:e8697, DOI 10.7717/peerj.8697, 2020.
- 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 exertion. **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.
- 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.
- GARCIA, J.C.S. **Efeito da cadência do movimento no volume de repetições e percepção de esforço em uma sessão de exercício de força**. Orientador: Wellington Lunz. 2025. 21p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Educação Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2025.
- GENTIL, P; OLIVEIRA, E; BOTTARO, M. Time under Tension and Blood Lactate Response during Four Different Resistance Training Methods. **J Physiol Anthropol**, v.25, p. 339–344, 2006.

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.

LUNZ, W. A cadência do exercício de musculação não importa! **Blog Prof. Wellington Lunz**, 05 Nov. 2025. Disponível em: <https://www.wellingtonlunz.com.br/post/velocidade-ideal-para-ganhar-massa>. Acesso em: 16 de Nov. 2025.

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

MARCZYNSKI, G.T. *et al.* Influência da velocidade de execução na concentração de lactato sanguíneo em protocolo de treinamento de força no exercício de supino. **Rev Bras Fisiol Exerc**, v.19(1), p.32-39, 2020.

MARTINS-COSTA, H.C *et al.* Equalization of Training Protocols by Time Under Tension Determines the Magnitude of Changes in Strength and Muscular Hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.36(7), p. 1770-1780, jul. 2022.

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>

ORANCHUK, D.J. *et al.* Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. **Scand J Med Sci Sports**, p. 01-20, 2019.

- 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.
- 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.

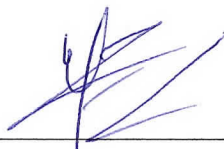
MAYRAMELIA VASCONCELOS ROCIO DE ABREU

**EFEITO DA CADÊNCIA DO MOVIMENTO NO TEMPO DE
TENSÃO 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: 05 de Dezembro de 2025.

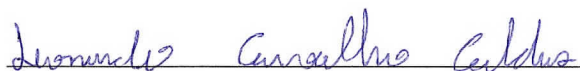
COMISSÃO EXAMINADORA



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. Carlos Brendo Ferreira Reis

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES