

CAPÍTULO 10

AUTORREGULAÇÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA: APLICAÇÕES DOS MÉTODOS OBJETIVOS E SUBJETIVOS PARA PRESCRIÇÃO DO VOLUME E INTENSIDADE



<https://doi.org/10.22533/at.ed.7641225130510>

Data de aceite: 19/09/2025

Mateus Cordeiro Costa

Programa Associado de Pós-Graduação
em Ciências do Movimento – UFAL-
UFRPE
Laboratório de Ciências do Esporte –
LACESP - UFRPE

Adriano de Lima e Silva¹

Programa Associado de Pós-Graduação
em Ciências do Movimento – UFAL-
UFRPE
Laboratório de Ciências do Esporte –
LACESP - UFRPE

Rodrigo Fábio Bezerra da Silva

Laboratório de Ciências do Esporte –
LACESP - UFRPE
Programa de Pós-graduação em
Educação Física – UFPE

Rafael Magalhães Fonseca

Laboratório de Ciências do Esporte –
LACESP - UFRPE

João Guilherme Baracho Jordão

Laboratório de Ciências do Esporte –
LACESP - UFRPE

João Vitor Alves Pereira Fialho

Laboratório de Ciências do Esporte –
LACESP - UFRPE

Fabiano de Souza Fonseca

Programa Associado de Pós-Graduação
em Ciências do Movimento – UFAL-
UFRPE
Laboratório de Ciências do Esporte –
LACESP - UFRPE
Programa de Pós-graduação em
Educação Física – UFPE

RESUMO: O treinamento de força é considerado um elemento fundamental no desenvolvimento de programas de exercícios para melhorar a saúde, o condicionamento físico geral e o desempenho atlético. Embora amplamente reconhecido e eficaz, o modelo tradicional de prescrição apresenta algumas desvantagens em sua estrutura de programação. O modelo tradicional adota uma estrutura fixa de prescrição da intensidade e volume que é pouco adaptável ao estado neuromuscular diário do praticante. Em contraste, modelos de prescrição baseados em autorregulação representam uma alternativa para abordar algumas limitações observadas em modelos tradicionais. A autorregulação é um processo usado para manipular variáveis agudas de prescrição com base em medidas de desempenho individuais

ou respostas subjetivas para ajustar o estímulo de treinamento e otimizar as respostas adaptativas com precisão. Evidências atuais sugerem que métodos objetivos e subjetivos de autorregulação promovem efetivamente ganhos neuromusculares. Este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir as aplicações práticas de métodos objetivos e subjetivos de autorregulação no treinamento de força, com foco na prescrição de variáveis de intensidade e volume em diferentes contextos de prática, como ambientes clínicos, esportivos e recreativos.

SELF-REGULATION IN STRENGTH TRAINING: APPLICATIONS OF OBJECTIVE AND SUBJECTIVE METHODS FOR PRESCRIBING VOLUME AND INTENSITY

ABSTRACT: Strength training is considered a fundamental element in developing exercise programs to improve health, overall fitness, and athletic performance. While widely recognized and effective, the traditional prescription model has some drawbacks in its programming structure. The traditional model adopts a fixed structure for prescribing intensity and volume that is not adaptable to the practitioner's daily neuromuscular state. In contrast, autoregulation-based prescription models represent an alternative to address some limitations observed in traditional models. Autoregulation is a process used to manipulate acute prescription variables based on individual performance measures or subjective responses to adjust the training stimulus and optimize adaptive responses precisely. Current evidence suggests that objective and subjective self-regulation methods effectively promote neuromuscular gains. This chapter aims to present and discuss the practical applications of objective and subjective autoregulation methods in strength training, focusing on the prescription of intensity and volume variables in different practice contexts, such as clinical, sports, and recreational settings.

INTRODUÇÃO

O treinamento de força é um método de exercícios realizados contra resistências externas, tais como pesos livres, peso corporal ou pesos em máquinas de resistência (Hass; Feigenbaum; Franklin, 2001), sendo reconhecido como um método eficaz para proporcionar adaptações no sistema neuromuscular (Deschenes; Kraemer, 2001; Schoenfeld et al., 2021). O treinamento de força é considerado um elemento fundamental na elaboração de programas de exercícios para melhoria da saúde e aptidão física geral (American College of Sports Medicine, 2009; Kraemer; Ratamess, 2004), bem como a performance atlética (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016). Os principais benefícios do treinamento de força para o desempenho esportivo englobam o aumento da força (Schoenfeld et al., 2021), potência (Cormie; McGuigan; Newton, 2011; Crewther; Cronin; Keogh, 2005), melhoria no desempenho de habilidades específicas como saltos (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016), sprints lineares (Seitz et al., 2014) e mudança de direção (Keiner et al., 2014). O aumento de desempenho esportivo e funcional tem sido atribuído a um conjunto de adaptações neurais

e alterações estruturais e morfológicas do tecido muscular decorrentes do treinamento de força (Aagaard, 2003; Abe et al., 2000; Campos et al., 2002; Folland; Williams, 2007; Gabriel; Kamen; Frost, 2006; Schoenfeld et al., 2017). As adaptações neurais incluem aumento do drive neural com maiores taxas de disparo e ocorrência de disparos duplos e triplos no início da contração, o que eleva a taxa de desenvolvimento de força (Aagaard, 2003; Gabriel; Kamen; Frost, 2006). Já as adaptações morfológicas incluem hipertrofia de fibras e do músculo, ativação de células satélite e mudanças na arquitetura como maior ângulo de penação, que sustentam maiores níveis de força (Folland; Williams, 2007). Tais adaptações neuromusculares têm seu efeito potencializado a partir da manipulação adequada de variáveis agudas do TF, tais como: a frequência, tempo de descanso, tipo de exercício, velocidade de movimento, duração da contração e especialmente a intensidade e o volume (American College of Sports Medicine, 2009; Cunanan et al., 2018; Kraemer; Ratamess, 2004).

A configuração e programação das variáveis agudas no treinamento de força pode ser implementada de diferentes formas. Nas últimas décadas, o treinamento de força vem sendo programado seguindo o modelo tradicional (American College of Sports Medicine, 2009). A intensidade e o volume têm recebido crescente interesse da comunidade científica, devido à relevância da interação entre elas nas respostas agudas e crônicas do treinamento de força (Ralston et al., 2017; Schoenfeld et al., 2017; Kraemer; Ratamess, 2004). A intensidade reflete a carga, peso levantado ou resistência aplicada durante o exercício (Suchomel et al., 2021; Fry, 2004) e é considerada uma das variáveis mais relevantes da programação de treinamento de força com o objetivo de ajustar o estímulo de acordo com os objetivos individuais (Kraemer; Ratamess, 2004). Tradicionalmente, a intensidade é prescrita com base na capacidade individual de gerar força, através de testes de 1RM ou do número de repetições máximas (Fry, 2004; González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011; Suchomel et al., 2021).

O volume é outra variável de prescrição do treinamento de força que apresenta papel crucial sobre as adaptações neuromusculares. O volume é conceituado como a quantidade total de trabalho realizado dentro de uma sessão de treinamento ou em um período específico (American College of Sports Medicine, 2011; Bird; Tarpenning; Marino, 2005), frequentemente definido pelo total de repetições (número de séries multiplicado pelo número de repetições, ou através do volume-carga (número de séries multiplicado pelo número de repetições e pela carga utilizada) (American College of Sports Medicine, 2011; Bird; Tarpenning; Marino, 2005). De acordo com o modelo tradicional, o volume de trabalho de uma sessão é estabelecido de forma fixa e pré-determinada, o número de séries e repetições de cada exercício é previamente estabelecido antes do início do treinamento conforme o objetivo (American College of Sports Medicine, 2011; Grgic et al., 2018).

O American College of Sports Medicine (2011) recomenda que, para força máxima, indivíduos iniciantes e intermediários treinem com 60–70% de 1RM, realizando em média

8–12 repetições, enquanto praticantes avançados podem utilizar 80% ou mais de 1RM, variando inclusive faixas mais baixas de repetições (1–6). Para hipertrofia, sugerem-se cargas que permitam 8–12 repetições na maioria dos adultos, podendo os avançados adotar amplitudes maiores de variação de repetições e cargas conforme o ciclo. Para potência, enfatiza-se especialmente em idosos o uso de 20–50% de 1RM, executando 3–6 repetições em alta velocidade, mas em adultos treinados, recomenda-se o uso de cargas 30–60% de 1RM para membros superiores e 0–60% para membros inferiores, sempre priorizando a velocidade e evitando a falha. Já para resistência muscular, orienta-se a realização de 15–20 ou mais repetições, com cargas até 50% de 1RM.

Embora esse modelo tradicional de prescrição seja amplamente reconhecido e eficaz, há algumas desvantagens em sua estrutura de programação que merecem ser analisadas. Por exemplo, o modelo tradicional a partir da prescrição fixa e pré-determinada do volume não leva em consideração as variações diárias do estado de prontidão, o estado de recuperação e a fadiga neuromuscular residual do praticante (Greig et al., 2020; Nevin, 2019; Helms et al., 2020). Além disso, a prescrição da intensidade a partir da avaliação direta de 1RM possui algumas limitações (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010), como a exposição do praticante a uma quantidade excessiva de estresse mecânico, fadiga, risco de lesões (principalmente para os inexperientes), além de requisitar avaliações constantes devido à rápida mudança nos níveis de força (Brzycki, 1993; González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011; Nevin, 2019). O modelo tradicional adota uma estrutura fixa e pouco adaptável ao status neuromuscular diário do praticante. Essa rigidez ignora as variações de desempenho e prontidão individual, não permitindo ajustes finos nos estímulos de treino. Em contrapartida, modelos de prescrição baseados em autorregulação representam uma alternativa de prescrição para suprir algumas das limitações observadas nos modelos tradicionais.

A autorregulação é um processo utilizado para manipular variáveis do treinamento de força com base sobretudo em parâmetros de desempenho individual ou medidas subjetivas relacionadas ao esforço, prontidão, recuperação, fadiga e bem-estar com a finalidade de ajustar de forma precisa o estímulo de treino e otimizar as respostas adaptativas (Mann et al., 2010; Greig et al., 2020). É relevante pontuar que o prefixo “auto” nesse contexto corresponde à regulação baseada nas medidas individuais que refletem o status atual de prontidão neuromuscular e não como um processo que segue regras automatizadas estabelecidas pelo praticante (self-regulation). Estudos têm sugerido diferentes métodos de aplicação da AR no treinamento de força como o uso da velocidade da barra (objetivo) e percepção de esforço ou percepção de perda de velocidade (subjetivo), com diferentes estratégias para controle do volume e do nível de esforço (Bautista et al., 2016; Pareja-Blanco et al., 2017; Nevin, 2019; Silva et al., 2024; Gantois et al., 2023). A autorregulação apresenta algumas vantagens baseadas no princípio da individualização do estímulo de treino (Greig et al., 2020; Helms et al., 2020). Conforme esse princípio, a constante adequação da intensidade e volume do estímulo de treinamento baseada nas respostas

individuais e status neuromuscular atual do praticante pode potencializar as adaptações e minimizar o risco de lesões, *overreaching* não-funcional e *overtraining* (Greig et al., 2020). Para esclarecer os benefícios dessa abordagem individualizada, estudos têm demonstrado que a autorregulação pode, de fato, gerar adaptações eficientes, indicando que o treinamento autorregulado parece ter efeitos positivos nas adaptações ao treinamento de força (Dorrell; Smith; Gee, 2019; Mann et al., 2010).

Os modelos de autorregulação têm sido divididos em dois grupos de métodos: 1) objetivos - que empregam medidas diretas e quantitativas com base em variáveis mecânicas, como a velocidade da barra durante o exercício para regular variáveis de treino (Dorrell; Smith; Gee, 2019; Larsen; Kristiansen; Van Den Tillaar, 2021); 2) subjetivos - aqueles que fundamentam os ajustes na programação a partir de medidas perceptivas usando escalas psicométricas, tais como as escalas de repetições de reserva e percepção de esforço (PSE) (Helms et al., 2016). Mais recentemente, a percepção da variação da velocidade da barra tem sido proposta como uma abordagem subjetiva híbrida, que combina sensibilidade individual com um indicador mecânico implícito (Bautista et al., 2016; Lazarus et al., 2021; Sindiani et al., 2020; Silva et al., 2024). Evidências atuais apontam que tanto os métodos objetivos quanto os subjetivos de autorregulação são eficazes para promover ganhos neuromusculares, desde que bem aplicados ao contexto do praticante (Larsen, Kristiansen e Van Den Tillaar, 2021), apresentando ganhos de força, potência, velocidade e hipertrofia muscular iguais ou superiores ao modelo tradicional (Dorrell et al., 2019; Orange et al., 2020; Greig et al., 2020; Larsen, Kristiansen e Van Den Tillaar, 2021; Nevin, 2019). Diante disso, este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir as aplicações práticas dos métodos de autorregulação objetivos e subjetivos no treinamento de força, com foco na prescrição das variáveis de intensidade e volume em diferentes contextos de prática, como ambientes clínicos, esportivos e recreativos.

DESENVOLVIMENTO

Métodos objetivos de autorregulação no Treinamento de Força

A autorregulação no treinamento de força começou nos anos de 1940 com o protocolo de exercício resistido progressivo autorregulado, seguida pelo uso da escala de repetições em reserva e mais recentemente com o treinamento baseado em velocidade (TBV) (Greig et al., 2020; Nevin, 2019). No treinamento baseado em velocidade, a velocidade do movimento é utilizada como uma medida válida e objetiva para quantificar a intensidade (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010) e o volume do treinamento de força (González-Badillo et al., 2017). A aplicação do TBV para a autorregulação objetiva exige o uso de dispositivos tecnológicos comercialmente disponíveis para medir a velocidade do movimento, como transdutores lineares, acelerômetros, aplicativos de *smartphones* ou sistemas de vídeo

(Pérez-Castilla et al., 2019). O TBV é descrito como uma possibilidade metodológica que permite ajustes da carga e das repetições intra-série com base no feedback imediato, por meio do monitoramento da velocidade da barra no exercício resistido (González-Badillo et al., 2017; Pareja-Blanco et al., 2016, 2017). A velocidade de movimento é disponibilizada em tempo real a cada repetição por dispositivos tecnológicos como encoders e acelerômetros posicionados na barra (Jovanović; Flanagan, 2014; Nevin, 2019).

A forte relação entre a carga relativa (% de 1RM) e a velocidade da barra possibilita que o praticante identifique qual o % de 1RM está sendo usado assim que a primeira repetição com dada carga é realizada com a máxima velocidade intencional, sem a necessidade de fazer o teste 1RM ou RMs (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010). Além da prescrição da intensidade, a velocidade também possibilita a autorregulação do volume intra-série por meio de limiares de perda de velocidade (PV). À medida que a fadiga aguda aumenta ao longo da série, a velocidade da barra diminui de forma progressiva, de modo que os limiares de PV controlam o nível de esforço e o grau de fadiga dentro da sessão. Evidências indicam que diferentes limiares de PV modulam as adaptações crônicas de força, potência, velocidade e hipertrofia quando são utilizados para autorregular o volume intra-série (Pareja-Blanco et al., 2017; Galiano et al., 2020; Rodríguez-Rosell et al., 2020).

A relação inversa entre a carga relativa e a velocidade no exercício supino foi demonstrada pela primeira vez por González-Badillo e Sánchez-Medina (2010). Um total de 120 homens saudáveis realizaram um teste com incrementos de cargas para a determinação individual de 1RM e do perfil carga-velocidade completo (T1). Após 6 semanas de treinamento de força os indivíduos repetiram o teste em uma segunda ocasião (T2). Os resultados mostraram uma relação muito estreita entre a velocidade média propulsiva (VMP) e a carga (1RM) ($R^2=0,98$). Outras pesquisas também evidenciaram essa forte relação inversa entre carga e velocidade nos exercícios leg press, agachamento completo e meio agachamento (Conceição et al., 2016; Sánchez-Medina et al., 2017), desenvolvimento (Balsalobre-Fernández; García-Ramos; Jiménez-Reyes, 2018), elevação pélvica (De Hoyo et al., 2021), levantamento terra tradicional (Benavides-Ubric et al., 2020), agachamento com peso livre e levantamento terra com barra hexagonal (Gantois et al., 2023). Essa forte correlação inversa entre a carga relativa e a velocidade possibilita identificar qual o % de 1RM está sendo empregado assim que a primeira repetição com determinada carga é executada com a máxima velocidade intencional (González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011; González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010).

Dorrell, Smith e Gee (2019) analisaram os efeitos do treinamento baseado em velocidade sobre a força máxima e altura no salto comparado a um programa com método tradicional de treinamento baseado em % de 1RM (TBP). A carga do grupo TBV foi decidida a partir do monitoramento do feedback imediato da velocidade, enquanto os resultados pré-teste de 1RM ditaram a carga do grupo TBP. Após 6 semanas de intervenção, os resultados indicaram ganhos significativos de força no agachamento (TBV 9%, TBP 8%), no supino

(TBV 8%, TBP 4%), no desenvolvimento (TBV 6%, TBP 6%) e no levantamento terra (TBV 6%, TBP 6%) (Dorrell; Smith; Gee, 2019). O grupo TBV aumentou a força máxima com um menor volume de treinamento comparado ao grupo TBP, além de ser o único a atingir ganhos significativos no Salto com contramovimento (SCM) (TBV 5%, TBP 1%) (Dorrell; Smith; Gee, 2019). O TBV provocou adaptações vantajosas na força máxima e potência com um menor volume de treino. Esses achados sugerem que o treinamento autorregulado por velocidade para prescrição da intensidade pode proporcionar adaptações positivas na força máxima e potência, mesmo com menor carga total de trabalho, reforçando sua eficácia como alternativa ao modelo tradicional. Orange et al. (2020) compararam os efeitos do treinamento autorregulado por meio da velocidade com o treinamento tradicional baseado em porcentagem (TBP) na força, velocidade e desempenho do salto em jogadores de rugby durante um período de 7 semanas. O grupo TBP utilizou uma carga fixa baseada em uma porcentagem de 1RM, enquanto o grupo de treinamento autorregulado trabalhou com uma carga variável autorregulada conforme os limiares de velocidade. Os resultados mostraram que o grupo TBP teve ganhos de 1RM e índice de força reativa, enquanto o grupo autorregulado obteve aumentos na força máxima de 1RM, altura do salto com contramovimento e velocidade de agachamento a 40% e 60% de 1RM, além de melhorar a velocidade e a potência. De modo geral, ganhos significativos na força, potência e hipertrofia muscular têm sido demonstrados quando são aplicados métodos de AR no treinamento de força em comparação à prescrição baseada no modelo tradicional (Greig et al., 2020; Larsen; Kristiansen; Van Den Tillaar, 2021; Nevin, 2019). Estudos recentes sobre o monitoramento da velocidade do movimento têm possibilitado uma abordagem alternativa e única para aprimorar a aplicação da autorregulação no TF, ajustando diariamente a intensidade e o volume conforme o estado atual do praticante (González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011; Sánchez-Medina et al., 2017; Pareja-Blanco et al., 2017, 2020; Rodríguez-Rosell et al., 2020; Galiano et al., 2020).

Para superar as limitações do modelo tradicional para prescrição do volume (fixo e pré-determinado), uma nova abordagem de autorregulação das repetições intra-série baseada em limiares de perda de velocidade da barra tem sido usada como um parâmetro para a prescrição precisa e prática do volume (González-Badillo et al., 2017; Pareja-Blanco et al., 2020). O treinamento baseado em velocidade tem sido indicado como método objetivo de AR do número de repetições intra-série, e assim, estabelecer precisamente uma dose-resposta ótima de treinamento de acordo com o status atual do praticante (Pareja-Blanco et al., 2017; González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011). A autorregulação no treinamento baseado em velocidade usa as variações de velocidade da barra para dar parâmetros de controle do nível de esforço e fadiga intra-série (González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011). A relação entre fadiga neuromuscular e velocidade de movimento sustenta a aplicação desse método de autorregulação do volume no treinamento de força (González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011). Normalmente, quando cada repetição

é realizada com máxima velocidade intencional, a velocidade do movimento diminui progressivamente ao longo das repetições da série devido à fadiga (González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011). Dessa forma, os limiares da perda de velocidade (PV, perda percentual de velocidade na série em relação à primeira repetição) são utilizados como critério para interromper as séries e controlar com precisão o nível de esforço e fadiga (Galiano et al., 2020; Greig et al., 2020; Larsen; Kristiansen; Van Den Tillaar, 2021; Pareja-Blanco et al., 2017).

Estudos sobre efeitos agudos indicam que a autorregulação pode controlar a fadiga neuromuscular ao empregar diferentes limiares de PV (Pareja-Blanco et al., 2017, 2020). Tradicionalmente os limiares de PV intra-série são classificados como baixos (<15%), moderados (15-30%) e altos (>30%), sendo que limiares mais elevados se associam a maiores graus de fadiga intra-série (Jukic et al., 2023). Diversas pesquisas têm analisado os efeitos crônicos de diferentes limiares de PV (5% a 50%) sobre o desempenho atlético, ganhos de força e hipertrofia muscular (Galiano et al., 2020; Pareja-Blanco et al., 2017, 2020; Rodríguez-Rosell et al., 2021; Sánchez-Moreno et al., 2021; Jukic et al., 2023). De modo geral, os programas com alto limiar de PV (>30%) tendem a promover maiores ganhos hipertróficos, embora possam estar associados a respostas negativas no processo adaptativo, como redução do percentual de cadeia pesada de miosina em fibras IIX e aumento da fadiga (Pareja-Blanco et al., 2017, 2020; González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011). Por outro lado, programas com limiares moderados de PV (15-30%) parecem minimizar essas respostas negativas, preservando a cadeia pesada de miosina (Martinez-Canton et al., 2021; Pareja-Blanco et al., 2017, 2020). Além disso, limiares moderados de PV demonstram favorecer o desempenho no salto com contramovimento em comparação a altos limiares (Pareja-Blanco et al., 2016, 2017).

Apesar do crescente corpo de evidências que sustentam as aplicações do TBV, estudos em populações femininas permanece limitada. Gantois et al. (2022) demonstraram que as relações carga-velocidade poderiam predizer com precisão os valores de 1RM em mulheres treinadas em resistência durante exercícios de levantamento terra com barra hexagonal, confirmando a aplicabilidade dos princípios do TBV entre os sexos. Estudos investigando o TBV em mulheres focaram principalmente na comparação entre abordagens de treinamento baseadas em velocidade versus baseadas em percentual, demonstrando que as mulheres podem se beneficiar de prescrições de treinamento diferentes dos homens. Por exemplo, pesquisas com ciclistas e jogadoras de basquete femininas mostraram que o TBV pode efetivamente melhorar os resultados de força, potência e performance atlética (Montalvo-Pérez et al., 2021; Zhang et al., 2023). Por outro lado, Rissanen et al. (2022) descobriram que as mulheres podem necessitar de limiares de perda de velocidade maiores (40% vs. 20% para homens) para maximizar as adaptações de força e potência. Além disso, revisões sistemáticas e meta-análises identificaram diferenças significativas relacionadas ao sexo na velocidade propulsiva média em diferentes exercícios e condições

de carga, sugerindo que as prescrições de treinamento podem precisar ser específicas para cada sexo (Nieto-Acevedo et al., 2023).

No entanto, a utilização prática do treinamento baseado em velocidade para a autorregulação objetiva do volume exige o uso de dispositivos tecnológicos comercialmente disponíveis para medir a velocidade do movimento, como transdutores lineares, acelerômetros ou sistemas de vídeo (Pérez-Castilla et al., 2019). Apesar do aumento da acessibilidade e popularidade desses dispositivos, em diversas situações essas tecnologias ainda não são acessíveis para muitos praticantes e treinadores (Lazarus et al., 2021; Banyard et al., 2017). Além disso, usar dispositivos que mensuram a velocidade da barra com grandes grupos de atletas ao mesmo tempo, pode dificultar a utilização do TBV (Silva et al., 2024; Sindiani et al., 2020). Nesses contextos, a execução de protocolos subjetivos, como a percepção de mudanças na velocidade da barra, pode ser utilizada como alternativa metodológica para a autorregulação do TF sem a total necessidade dos dispositivos tecnológicos (Silva et al., 2024; Sindiani et al., 2020; Lazarus et al., 2021).

Métodos subjetivos de autorregulação no Treinamento de Força

Os métodos subjetivos embasam os ajustes na programação a partir de medidas perceptivas usando escalas psicométricas, especialmente, as escalas de repetições de reserva (RIR) e percepção de esforço (PSE) (Robertson et al., 2003; Helms et al., 2016; Shariat et al., 2018). A escala PSE é uma ferramenta utilizada para monitorar a resposta perceptual ao treinamento, que foi bem definida como um método de determinação do esforço na execução do exercício. A Escala de Percepção de Esforço quantifica o esforço percebido durante uma tarefa. A percepção de esforço tem sido utilizada também em versões adaptadas, como a escala de repetições em reserva (RR), permitindo ajustes na intensidade baseados no número estimado de repetições que o praticante acredita conseguir realizar até a falha concêntrica (Helms et al., 2016). A escala de PSE, baseada em repetições em reserva, possibilita que o indivíduo regule a intensidade do treinamento de acordo com sua percepção de proximidade da falha. Essa escala necessita da capacidade do executante em estimar o esforço realizado durante uma série, sendo influenciada por variáveis como experiência, familiaridade com o exercício e conhecimento da escala. Indivíduos iniciantes tendem a subestimar a proximidade da falha, enquanto indivíduos mais experientes no treino demonstram maior precisão nas estimativas. A versão RR da PSE apresenta menor precisão quando a série está longe da falha e maior precisão à medida que se aproxima da falha, sendo mais indicada para esforços próximos do limite. Fatores como sono, nutrição e estresse de vida também afetam as respostas perceptivas e o desempenho. Por fim, por se tratar de uma medida subjetiva, a PSE depende da auto percepção e honestidade do praticante para garantir seu uso efetivo como ferramenta de autorregulação da intensidade (Helms et al., 2016).

Por outro lado, a escala CR-10 de Borg, descrita por Shariat et al. (2018), quantifica o esforço percebido de forma mais geral, sem considerar o número de repetições restantes. Apesar de ambas permitirem ajustes perceptivos na prescrição da intensidade, suas aplicações e precisão variam conforme a experiência do praticante e o tipo de tarefa executada. A Escala OMNI-RES quantifica a percepção de esforço durante o treinamento de força (Robertson et al., 2003). O praticante ajusta a carga com base no nível de esforço percebido, o que permite a autorregulação da intensidade da sessão. Essa abordagem promove maior individualização, especialmente quando o controle da carga não se baseia exclusivamente na porcentagem de 1RM (Robertson et al., 2003). Robertson et al. (2003) validaram a escala por meio de correlações entre PSE e volume total levantado, bem como entre PSE e concentração de lactato sanguíneo, em protocolo a 65% de 1RM. A escala apresentou consistência entre diferentes exercícios, como a rosca bíceps e a extensão de joelhos. Esses achados sustentam a aplicabilidade prática da OMNI-RES na prescrição da intensidade em treinamentos de força.

A percepção de perda de velocidade (PPV) é apresentada como estratégia recente e promissora, especialmente em indivíduos familiarizados. A percepção de perda de velocidade orienta a interrupção da série conforme o limiar percebido de perda de velocidade da barra em relação à primeira repetição. Essa estratégia recente mostra-se viável para regular o volume intra-série, especialmente em indivíduos com experiência em treinamento de força (Silva et al., 2024). A percepção de perda de velocidade demonstrou viabilidade como estratégia de autorregulação do volume intra-série, especialmente entre indivíduos com experiência em treinamento de força (Silva et al., 2024; Lazarus et al., 2021; Sindiani et al., 2020). Os resultados indicaram associação significativa entre os níveis percebidos de perda de velocidade e a perda real medida por transdutor, sugerindo boa sensibilidade da escala subjetiva. A estratégia mostrou maior acurácia entre participantes mais treinados, reforçando a importância da familiaridade com a tarefa. No entanto, essa estratégia ainda carece de mais estudos, principalmente no que se refere à sua aplicabilidade na prescrição da intensidade, uma vez que a percepção de esforço pode ser influenciada por diversos fatores como familiarização, acúmulo de fadiga ao longo das repetições, intensidade relativa e exercício realizado, além do nível de experiência do praticante e variar entre os indivíduos (Silva et al., 2024; Lazarus et al., 2021; Sindiani et al., 2020).

A percepção de mudanças na velocidade da barra tem se revelado como uma acurácia aceitável que pode ser executada como estratégia subjetiva de autorregulação do nível de esforço e volume no treinamento de força (Bautista et al., 2014, 2016; Lazarus et al., 2021; Silva et al., 2024; Sindiani et al., 2020). A velocidade percebida foi medida com uma escala e comparada com a velocidade real da barra medida com um encoder (Bautista et al., 2014, 2016). Os indivíduos familiarizados em treinamento de força utilizaram cargas relativas que variaram de 20% a 70% de 1RM nos exercícios agachamento e supino (Bautista et al., 2014, 2016). A velocidade percebida foi registrada logo após cada série de supino e

agachamento por meio de uma escala visual composta por faixas de velocidade (0,1-1,6 m/s) e cinco descrições qualitativas (ex.: “muito rápido”, “lento”, “muito lento”) (Bautista et al., 2014, 2016). Os achados indicaram correlações elevadas entre a velocidade percebida e a real (supino: $r=0,88-0,96$; agachamento: $r=0,81-0,96$, com exceção de 60% de 1RM na sessão 2, $r=0,58$) (Bautista et al., 2014, 2016). Os estudos de Bautista et al. (2014, 2016) foram ampliados pela pesquisa de Sindiani et al. (2020), na qual foi examinada a precisão da percepção da mudança na velocidade da barra em comparação à velocidade real nos exercícios de agachamento e supino. Nesta pesquisa, foi identificado que os indivíduos aprimoraram a precisão entre a primeira e a segunda sessão com 60% de 1RM, mas ainda subestimaram a velocidade real da barra (Sindiani et al., 2020). Silva et al. (2024) conduziram uma investigação recente sobre a acurácia e reproduzibilidade da percepção de perda da velocidade como método para autorregular as repetições intra-série utilizando um limiar moderado de PV. Vinte e dois homens treinados em treinamento de força participaram de uma sessão de familiarização para realizar os exercícios de agachamento e supino com máxima velocidade concêntrica (MVC). Os participantes executaram o perfil carga-velocidade em uma segunda sessão e foram, posteriormente, expostos à percepção de perda da velocidade em um terceiro encontro. Os protocolos de teste e reteste foram aplicados separadamente com intervalo de uma semana. Logo, métodos subjetivos auxiliam no ajuste de intensidade e volume.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura tem proposto recentemente outros métodos de AR no treinamento de força que incluem a percepção de mudanças na velocidade da barra como uma ferramenta aplicável nas abordagens de AR subjetiva. Essa percepção foi inicialmente examinada por Bautista et al. (2014, 2016), que testaram sua precisão em sujeitos treinados. Estudos têm demonstrado uma forte correlação entre a velocidade percebida e a velocidade real da barra. Bautista et al. (2014, 2016) encontraram correlações elevadas, variando de $r = 0,88-0,96$ no supino e de $r = 0,81-0,96$ no agachamento. Complementando esses achados, Sindiani et al. (2020) investigaram a precisão na percepção das mudanças de velocidade da barra durante os mesmos exercícios, observando melhora na acurácia entre sessões, embora com tendência à subestimação da velocidade real. Nesta pesquisa foi observado que os indivíduos melhoraram a precisão entre a primeira e segunda sessão com 60% de 1RM, mas subestimaram a real velocidade da barra (Sindiani et al., 2020). Lazarus et al. (2021) investigaram se a percepção na mudança da velocidade pode substituir os dispositivos tecnológicos usados para medir a velocidade no TF. Neste estudo foi observado que a precisão da percepção na mudança da velocidade teve uma diminuição no erro médio de 7% no pré-intervenção para 4,7% na sessão pós-intervenção (Lazarus et al., 2021).

Pesquisadores utilizam métodos subjetivos para prescrever intensidade e volume no treinamento de força por sua viabilidade prática. Esses métodos apresentam como principais potencialidades o baixo custo, a facilidade de aplicação e a possibilidade de ajuste imediato da carga com base no relato do praticante. Profissionais empregam escalas como a de percepção subjetiva de esforço para adequar o treino à sensação de fadiga e ao rendimento diário do indivíduo. Atletas fornecem informações que auxiliam na tomada de decisão sobre progressão ou redução da carga. No entanto, esses métodos apresentam limitações relacionadas à subjetividade das respostas, à influência de fatores emocionais e à dificuldade de padronização entre diferentes indivíduos. Pesquisadores reconhecem que, apesar da utilidade prática, os métodos subjetivos apresentam menor precisão e reprodutibilidade quando comparados aos métodos objetivos baseados em mensurações fisiológicas ou mecânicas.

CONCLUSÕES

Os métodos de autorregulação aplicados ao treinamento de força representam um avanço necessário frente às limitações do modelo tradicional de prescrição. Os métodos objetivos, baseados na velocidade da barra, parecem ser eficazes para ajustar a intensidade e o volume de maneira precisa, potencializando os ganhos de força, potência e desempenho com menor volume de treino. No entanto, a aplicabilidade dos métodos objetivos pode ser limitada devido ao custo e acessibilidade de equipamentos. A aplicação de métodos de autorregulação subjetiva através do uso de escalas perceptivas e a percepção de perda de velocidade pode ser uma alternativa prática e eficiente para superar as limitações dos métodos objetivos. A escolha entre uma estratégia ou outra deve levar em conta os recursos disponíveis, o perfil do praticante e os objetivos do programa de treinamento. Ressaltamos que o uso combinado ou progressivo desses métodos pode representar uma abordagem ainda mais interessante, especialmente em ambientes que buscam otimizar resultados com autonomia, precisão e individualização do estímulo.

REFERÊNCIAS

AAGAARD, P. Training-induced changes in neural function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 31, n. 2, p. 61–67, 2003.

ABE, T. et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, v. 81, p. 174–180, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand: quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; GARCÍA-RAMOS, A.; JIMÉNEZ-REYES, P. Load–velocity profiling in the military press exercise: effects of gender and training. **International Journal of Sports Science and Coaching**, v. 13, n. 5, p. 743–750, 1 out. 2018.

BANYARD, H. G. et al. Validity of various methods for determining velocity, force, and power in the back squat. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 9, p. 1170–1176, 1 out. 2017.

BAUTISTA, I. J. et al. Development and validity of a scale of perception of velocity in resistance exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 13, n. 3, p. 542–549, 2014.

BAUTISTA, I. J. et al. Concurrent validity of a velocity perception scale to monitor back squat exercise intensity in young skiers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 421–429, 2016.

BENAVIDES-UBRIC, A. et al. Analysis of the load-velocity relationship in deadlift exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 19, p. 452–459, 2020.

BIRD, Stephen P.; TARPENNING, Kyle M.; MARINO, Frank E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. **Sports medicine**, v. 35, n. 10, p. 841–851, 2005.

BRZYCKI, M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 64, n. 1, p. 88–90, jan. 1993.

CAMPOS, G. E. R. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1–2, p. 50–60, 2002.

CONCEIÇÃO, F. et al. Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 12, p. 1099–1106, 17 jun. 2016.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power part 2-training considerations for improving maximal power production. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 125–146, 2011.

CREWTHON, B.; CRONIN, J.; KEOGH, J. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses. **Sports Medicine**, v. 35, n. 11, p. 967–989, 2005.

CUNANAN, A. J. et al. The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 787–797, 1 abr. 2018.

DE HOYO, Moisés et al. Predicting loading intensity measuring velocity in barbell hip thrust exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 8, p. 2075–2081, 2021.

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 81, n. 11, p. S3–S16, 2001.

DORRELL, H. F.; SMITH, M. F.; GEE, T. I. Comparison of velocity-based and traditional percentage-based loading methods on maximal strength and power adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 46–53, 2019.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The adaptations to strength training morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 145–168, 2007.

FRY, A. C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. **Sports Medicine**, v. 34, n. 10, p. 663–679, 2004.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 133–149, 2006.

GALIANO, C. et al. Low-velocity loss induces similar strength gains to moderate-velocity loss during resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1–6, 2020.

GANTOIS, P. et al. Analysis of velocity- and power-load relationships of the free-weight back-squat and hexagonal bar deadlift exercises. **Biology of Sport**, v. 40, n. 1, p. 201–208, 2023.

GANTOIS, P. et al. Load-Velocity relationship to estimate the one-repetition maximum in the hexagonal bar deadlift exercise in women. **Women in Sport and Physical Activity Journal**, v. 30, n. 2, p. 144–151, 2022.

GRGIC, J. et al. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1207–1220, 2018.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. et al. Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 217–225, 1 mar. 2017.

GONZÁLEZ-BADILLO, Juan J.; MARQUES, Mário C.; SÁNCHEZ-MEDINA, Luis. The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. **Journal of human kinetics**, v. 29, p. 15, 2011.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 5, p. 347–352, 2010.

GREIG, L. et al. Autoregulation in resistance training: addressing the inconsistencies. **Sports Medicine**, v. 50, n. 11, p. 1873–1887, 1 nov. 2020.

HASS, CHRISTOPHER J.; FEIGENBAUM, MATTHEW S.; FRANKLIN, BARRY A. Prescription of resistance training for healthy populations. **Sports Medicine**, v. 31, p. 953–964, 2001.

HELMS, E. R. et al. Application of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion scale for resistance training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 38, n. 4, p. 42–49, 1 ago. 2016.

HELMS, E. R. et al. Methods for regulating and monitoring resistance training. **Journal of Human Kinetics**, v. 74, n. 1, p. 23–42, 31 ago. 2020.

JOVANOVIĆ, M.; FLANAGAN, E. P. Researched applications of velocity-based strength training. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v. 21, n. 1, p. 58–69, 2014.

JUKIC, I. et al. The acute and chronic effects of implementing velocity loss thresholds during resistance training: A systematic review, meta-analysis, and critical evaluation of the literature. **Sports Medicine**, v. 53, n. 1, p. 177–214, 1 jan. 2023.

KEINER, M. et al. Long-term strength training effects on change-of-direction sprint performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 223–231, 2014.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.

LARSEN, S.; KRISTIANSEN, E.; VAN DEN TILLAAR, R. Effects of subjective and objective autoregulation methods for intensity and volume on enhancing maximal strength during resistance training interventions: a systematic review. **PeerJ**, v. 9, n. e10663, p. 1–30, 12 jan. 2021.

LAZARUS, A. et al. Perception of changes in bar velocity as a resistance training monitoring tool for athletes. **Physiology and Behavior**, v. 231, n. 113316, p. 1–5, 15 mar. 2021.

MANN, J. B. et al. The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1718–1723, 2010.

MARTINEZ-CANTON, M. et al. Role of CaMKII and sarcolipin in muscle adaptations to strength training with different levels of fatigue in the set. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 31, p. 91–103, 2021.

MONTALVO-PÉREZ, A. et al. Traditional versus velocity-based resistance training in competitive female cyclists: a randomized controlled trial. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 586113, 2021.

NEVIN, J. Autoregulated resistance training: does velocity-based training represent the future? **Strength and Conditioning Journal**, v. 41, n. 4, p. 34–39, 2019.

NIETO-ACEVEDO, R. et al. A systematic review and meta-analysis of the differences in mean propulsive velocity between men and women in different exercises. **Sports**, v. 11, n. 6, p. 118, 2023.

ORANGE, S. T. et al. Effects of in-season velocity- versus percentage-based training in academy rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 4, p. 554–561, 2020.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 4, p. 512–519, 2016.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 27, n. 7, p. 724–735, 1 jul. 2017.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Velocity loss as a critical variable determining the adaptations to strength training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 8, p. 1752–1762, 1 ago. 2020.

PÉREZ-CASTILLA, A. et al. Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 5, p. 1258–1265, 2019.

RALSTON, GRANT W. et al. The effect of weekly set volume on strength gain: a meta analysis. **Sports Medicine**, v. 47, p. 2585–2601, 2017.

RISSANEN, J. et al. Velocity-based resistance training: do women need greater velocity loss to maximize adaptations? **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 5, p. 1269–1280, 2022.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, 1 fev. 2003.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 45, n. 8, p. 817–828, 2020.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 31, p. 1621–1635, 2021.

SÁNCHEZ-MEDINA, L. et al. Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. **Sports Medicine International Open**, v. 01, n. 02, p. E80–E88, fev. 2017.

SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 9, p. 1725–1734, 2011.

SÁNCHEZ-MORENO, M. et al. Effects of velocity loss threshold within resistance training during concurrent training on endurance and strength performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 6, p. 849–857, 1 jun. 2021.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, 2017.

SCHOENFELD, B. J. et al. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. **Sports**, v. 9, n. 32, p. 1–25, 1 fev. 2021.

SEITZ, L. B. et al. Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 44, n. 12, p. 1693–1702, 25 nov. 2014.

SHARIAT, A. et al. Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training. **Work**, v. 60, n. 4, p. 549–554, 2018.

SILVA, D. G. DA et al. Accuracy and reliability of perception of bar velocity loss for autoregulation in resistance exercise. **International Journal of Sports Science & Coaching**, 30 jan. 2024.

SINDIANI, M. et al. Perception of changes in bar velocity in resistance training: accuracy levels within and between exercises. **Physiology and Behavior**, v. 224, n. 113025, p. 1–8, 1 out. 2020.

SUCHOMEL, T. J. et al. Training for muscular strength: methods for monitoring and adjusting training intensity. **Sports Medicine**, v. 51, n. 10, p. 2051–2066, 1 out. 2021.

SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The importance of muscular strength in athletic performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1419–1449, 1 out. 2016.

ZHANG, M. et al. The effects of velocity-based versus percentage-based resistance training on athletic performances in sport-collegiate female basketball players. **Frontiers in Physiology**, v. 13, p. 992655, 2023.