



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Lara Antunes

**CONCORDÂNCIA E CONSISTÊNCIA DE UM DISPOSITIVO PARA
MONITORAMENTO DA INTENSIDADE NO TREINAMENTO RESISTIDO COM
BASE EM VELOCIDADE AUTOSSELECIONADA**

Florianópolis
2023

LARA ANTUNES

**CONCORDÂNCIA E CONSISTÊNCIA DE UM DISPOSITIVO PARA
MONITORAMENTO DA INTENSIDADE NO TREINAMENTO RESISTIDO COM
BASE EM VELOCIDADE AUTOSSELECIONADA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Dal Pupo

Coorientador: Prof. Dr. Wladimir Külkamp

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Antunes, Lara

Concordância e consistência de um dispositivo para monitoramento da intensidade no treinamento resistido com base em velocidade autosselecionada / Lara Antunes ; orientador, Juliano Dal Pupo, coorientador, Wladymir Külkamp, 2023.

54 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Treinamento resistido. 3. Treinamento baseado em velocidade. 4. Velocidade de movimento. I. Dal Pupo, Juliano. II. Külkamp, Wladymir. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

LARA ANTUNES

**CONCORDÂNCIA E CONSISTÊNCIA DE UM DISPOSITIVO PARA
MONITORAMENTO DA INTENSIDADE NO TREINAMENTO RESISTIDO COM
BASE EM VELOCIDADE AUTOSSELECIONADA**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Jonathan Ache Dias
Instituto Federal Catarinense

Prof.^a Dr.^a Cintia de La Rocha Freitas
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado
adequado para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Prof. Dr. Michel Milistetd
Coordenador do PPGEF/UFSC

Prof. Dr. Juliano Dal Pupo
Orientador

Florianópolis, 2023.

“Seja forte e corajoso! Não fique desanimado, nem tenha medo, porque eu, o Senhor, seu Deus, estarei com você em qualquer lugar para onde você for!” Josué 1:9

AGRADECIMENTOS

O êxito desse trabalho só se deu devido a colaboração, estímulo e suporte de diversas pessoas, por isso deixo meus agradecimentos a todos que estiveram presentes durante esse processo.

Ao meu orientador Juliano Dal Pupo, por todo auxílio, ensinamento e, por mais uma vez, ter me dado a oportunidade de trabalhar com uma temática do meu interesse.

Ao meu coorientador Wladimir Kulkamp, por toda paciência, assistência, conhecimento e segurança transmitidos.

A professora Cíntia de La Rocha Freitas, por todo carinho e por sempre ter me incentivado a acreditar no meu potencial quando nem eu mesma conseguia ver.

A toda equipe e alunos da academia Fórmula, por terem me apoiado e incentivado durante todo o mestrado e coletas.

Aos meus amigos, que mesmo com a minha ausência durante este período, procuraram sempre me ajudar de alguma forma.

Ao meu namorado Leonardo, por nunca ter me deixado desistir, por ter me aguentado e acolhido em todas as variações possíveis de humor e por sempre ter me incentivado.

A meus pais e irmão, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando, e que em momentos de aflição, ansiedade e desesperança sempre me fizeram lembrar da minha fé. Em especial a minha mãe, que não mediu esforços para me ajudar durante todo o processo, principalmente durante as coletas, me incentivando a continuar sempre firme.

E principalmente a Deus, que está sempre comigo, e que me abençoou colocando todas essas pessoas no meu caminho.

RESUMO

A velocidade de movimento (VM) vem sendo apontada como uma variável mais precisa para o monitoramento da intensidade no treinamento resistido (TR), método este conhecido como treinamento baseado em velocidade (VBT). Porém, os benefícios e aplicação prática deste método giram em torno da premissa da utilização da velocidade intencionalmente máxima (VIM), limitando seu uso em velocidade autosselecionada (VAS). Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a consistência e a concordância entre a intensidade de treino determinada por um dispositivo aplicado ao VBT e a percepção subjetiva do esforço (PSE) em séries realizadas até a exaustão em VAS no exercício supino reto. Foram realizados dois dias de testes com 35 homens e mulheres praticantes de TR ($33,61 \pm 8,16$ anos, $172,75 \pm 11,04$ cm, $76,79 \pm 15,57$ kg). No 1º dia foram realizados os seguintes procedimentos: realização de medidas antropométricas (estatura e massa corporal); um teste para estimativa de 1RM (equações preditivas) e apresentação da escala de PSE. Após, foram realizadas duas séries do exercício supino até a exaustão em uma das intensidades avaliadas (70%1RM ou 85%1RM), sendo a ordem definida por sorteio. 2º dia: realização de duas séries do exercício supino reto até a exaustão em uma das intensidades (70%1RM ou 85%1RM). Foi dado um intervalo de 10 minutos entre as séries e de pelo menos 48 horas entre as diferentes intensidades. O controle das variáveis de velocidade e repetições foi realizado em tempo real através do dispositivo Ergonauta, que por sua vez, possui um algoritmo baseado na perda de VAS capaz de estimar o número total de repetições possíveis, além de 3 zonas de esforço distintas, em séries realizadas até a exaustão. Verificou-se um grau de concordância moderado entre as repetições reais e as estimadas pelo dispositivo, em ambas as intensidades (70%1RM e 85%1RM). O teste de confiabilidade indicou uma consistência baixa entre as repetições reais e as estimadas na intensidade de 70%1RM e uma consistência moderada na intensidade de 85%1RM. Em relação as zonas de intensidade determinadas pelo dispositivo e as zonas de esforço baseadas na PSE, os testes indicaram a existência de uma concordância moderada e uma correlação (i.e., consistência) forte, em ambas as intensidades avaliadas (70%1RM e 85%1RM). Sendo assim, o mecanismo de previsão somado as zonas de intensidade de esforço sugeridas pelo dispositivo Ergonauta podem auxiliar a fornecer importantes informações práticas para praticantes e treinadores, visando um melhor controle de intensidade e volume do TR no contexto do VBT em VAS.

Palavras-chave: Treinamento resistido. Velocity-based training. Velocidade de movimento.

ABSTRACT

Movement velocity has been identified as a more accurate variable for monitoring intensity in resistance training (RT), this method is known as velocity-based training (VBT). However, the benefits and practical application of this method revolve around the premise of using maximum intended velocity, limiting its use to self-selected velocity (VAS). Thus, the objective of the present study was to verify the consistency and agreement between the training intensity determined by a device applied to the VBT and the subjective perception of exertion (RPE) in sets performed until exhaustion in self-selected velocity in the bench press exercise. Two days of tests were carried out with 35 men and women practicing RT (33.61 ± 8.16 years, 172.75 ± 11.04 cm, 76.79 ± 15.57 kg). On the 1st day, the following procedures were performed: anthropometric measurements (height and body mass); a test to estimate 1RM (predictive equations), and presentation of the subjective RPE scale. Afterward, two sets of bench press exercise were performed until exhaustion at one of the evaluation intensities (70%1RM or 85%1RM), with a randomly defined order. 2nd day: performance of two series of bench press exercise until exhaustion in one of the intensities (70%1RM or 85%1RM). An interval of 10 minutes was given between series and of at least 48 hours between different intensities. The control of velocity and repetitions variables was performed in real time through the Ergonauta device, which, in turn, has an algorithm based on the loss of VAS capable of estimating the total number of possible repetitions, in addition to 3 distinct effort zones, in sets performed until exhaustion. There was a moderate degree of agreement between the actual repetitions and those estimated by the device, in both intensities (70%1RM and 85%1RM). The reliability test indicated a low consistency between the actual and estimated repetitions at the 70%1RM intensity and a moderate consistency at the 85%1RM intensity. Regarding the intensity zones determined by the device and the effort zones based on the RPE, the tests indicated the existence of a moderate agreement, and a strong correlation (i.e. consistency), in both evaluated intensities (70%1RM and 85%1RM). Therefore, the prediction mechanism added to the effort intensity zones suggested by the Ergonauta device can help to provide important practical information for practitioners and coaches, aiming for better control of the intensity and volume of TR in the context of VBT in VAS.

Keywords: Resistance training. Velocity-based training. Movement velocity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento do estudo.....	29
Figura 2 - Ilustração de uma série representativa em que aparecem as 3 zonas de esforço determinadas pelo Ergonauta no aplicativo.....	32
Figura 3 - Escala de três pontos.....	33
Figura 4 - Bland-Altman da concordância entre as repetições reais e as estimadas pelo Ergonauta.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Idade, estatura e massa corporal dos sujeitos.....	35
Tabela 2 - Magnitude e frequência relativa dos erros de estimativa entre as repetições reais e as estimadas pelo Ergonauta no total de séries realizadas (n) dos sujeitos avaliados.....	35
Tabela 3 - Percentual de concordância entre as zonas de intensidade determinadas pelo Ergonauta e as zonas de esforço baseadas na PSE, na intensidade de 70%1RM.....	37
Tabela 4 - Percentual de concordância entre as zonas de intensidade determinadas pelo Ergonauta e as zonas de esforço baseadas na PSE, na intensidade de 85%1RM.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VM	Velocidade de movimento
TR	Treinamento Resistido
VBT	“ <i>Velocity-Based Training</i> ” - Treinamento baseado em velocidade
VIM	Velocidade intencionalmente máxima
VAS	Velocidade autosseleccionada
RM	Repetições máximas
PSE	Percepção subjetiva de esforço
ER	Exercícios resistidos
VMP	Velocidade média propulsiva
RIR	Repetições em reserva
ERF	Escala de repetições estimadas até a falha

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 HIPÓTESES.....	16
1.4 DEFINIÇÃO DE TERMOS.....	17
1.5 JUSTIFICATIVA.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 CONTROLE DE CARGA NO TREINAMENTO RESISTIDO.....	19
2.2 VELOCITY BASED TRAINING (VBT).....	21
2.2.1 Controle de volume no VBT	22
2.3 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE).....	25
3 MÉTODOS	28
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
3.2 PARTICIPANTES.....	28
3.3 ASPECTOS ÉTICOS.....	28
3.4 DELINEAMENTO E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	29
3.4.1 Estimativa de 1RM com base em equações preditivas	30
3.4.2 Aquisição da velocidade de movimento e determinação das zonas de intensidade	31
3.4.3 Escala de PSE	32
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	33
4 RESULTADOS	35
5 DISCUSSÃO	39
6 CONCLUSÃO E APLICAÇÕES PRÁTICAS	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O termo treinamento resistido (TR) é utilizado para descrever exercícios que exigem que os músculos se movam contra determinada resistência externa, normalmente advinda de equipamentos (FLECK; KRAEMER, 2017). Ele é reconhecido como um método eficaz para desenvolvimento da força muscular em suas diferentes manifestações, como resistência, potência e força máxima, bem como para provocar adaptações morfológicas como a hipertrofia muscular (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

O TR, assim como qualquer outro método de treinamento físico, deve estar fundamentado e amparado por princípios que garantam efetividade. Assim, para sua correta formulação e prescrição é de extrema importância compreender sobre as variáveis que o influenciam, além da interação existente entre elas (ACSM, 2002; PAZ et al., 2013). Essas variáveis podem ser classificadas em dois grupos: as de volume e as de intensidade. Para a intensidade tem-se o peso/sobrecarga, a velocidade de execução e intervalo entre séries e exercícios; e para o volume seriam a amplitude de movimento, número de exercícios, séries e repetições (KRAEMER, 1983).

A intensidade do exercício (peso/sobrecarga) é quem determina o volume total (número de repetições) que pode ser realizado em um determinado exercício, sendo essa considerada uma das variáveis mais importantes para prescrição de treinamentos voltados aos ganhos de força e potência (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2011; GALIANO et al., 2020). Normalmente essa intensidade é expressa através do tradicional teste de uma repetição máxima (1RM) ou determina-se, através da tentativa e erro, o número máximo de repetições que pode ser realizado com um peso submáximo (ex: 8RM, 10RM). Entretanto, essas abordagens apresentam algumas possíveis desvantagens (GALIANO et al., 2020). O teste de 1RM pode ocasionar lesões quando aplicado de forma incorreta, ou por indivíduos sem experiência prévia, ainda, é um teste demorado e de difícil aplicabilidade em grandes grupos (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2011). Além disso, os valores obtidos no teste podem variar consideravelmente após algumas sessões de treinamento, ou mesmo a cada sessão, dependendo do estado de prontidão do indivíduo, o que ao final não reflete de forma precisa os valores máximos do sujeito (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010).

O método de repetições máximas com cargas submáximas implica que as séries sejam feitas até a exaustão (DAVIES et al., 2016). Porém, alguns estudos vêm demonstrando que esse tipo de método não necessariamente melhora a magnitude dos ganhos de força, além de induzir a um maior dano muscular, tensão metabólica e fadiga mecânica excessiva para as sessões seguintes (FOLLAND et al., 2002; GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2005; IZQUIERDO et al., 2006a; DRINKWATER et al., 2007). Nesse contexto, estratégias alternativas, mais seguras, precisas e capazes de aprimorar a prescrição do TR tornam-se essenciais.

A velocidade de movimento (VM) é uma variável que tem sido apontada como uma alternativa mais precisa e objetiva para monitorar a intensidade do TR (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010; GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2011). Este conceito de TR baseado na velocidade, ou também conhecido como *velocity based training* (VBT) é um método onde a prescrição pode ser feita com base em duas perspectivas: do controle da carga externa (i.e. peso levantado), através da relação carga-velocidade; e do controle do grau de fadiga/volume do treino, por meio do percentual de queda da velocidade (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2011).

Diversos estudos já demonstraram a existência de uma relação (inversa) e linear entre cargas relativas (%1RM) e a VM (GONZÁLEZ-BADILLO e SÁNCHEZ-MEDINA, 2010; CONCEIÇÃO et al., 2016; SÁNCHEZ-MEDINA et al., 2017), onde a medida em que uma aumenta, há um declínio na outra. De acordo com essa relação é possível determinar com precisão qual %1RM está sendo utilizado assim que a primeira repetição da série é executada, dispensando a realização de testes máximos para ajuste de carga (GALIANO, 2020; KÜLKAMP, 2021b).

A queda gradual da velocidade ao longo das repetições pode ser interpretada como um sinal de que a função neuromuscular foi prejudicada, deste modo, sua avaliação pode fornecer também um meio simples e objetivo de quantificar os níveis de fadiga (IZQUIERDO et al., 2006a; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Ou seja, quanto mais próxima da falha a série estiver ou, em outras palavras, quanto mais repetições forem realizadas em relação à quantidade máxima de repetições que podem ser realizadas, maior será a perda de velocidade intencionalmente máxima (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Sendo assim, a aplicação de limiares de perda de velocidade ou “velocidades de corte” pode limitar a quantidade de fadiga induzida e ainda proporcionar um

controle geral do volume de treinamento, conforme os objetivos desejados (JOVANOVIC; FLANAGAN, 2014).

Com base na grande maioria dos estudos realizados no âmbito do VBT até então, essas vantagens estão condicionadas à execução do exercício ser realizada em velocidade intencionalmente máxima (VIM), que é definida como a intenção de movimentar a resistência externa (barra, equipamento) na maior velocidade média possível (BADILLO; MEDINA, 2010; MEDINA et al., 2014; CONCEICAO et al., 2016; LOTURCO et al., 2016; 2017; MORENO et al., 2017). Porém, alguns praticantes ocasionalmente tentam maximizar as velocidades em exercícios que são tradicionalmente realizados para o desenvolvimento de estabilidade e amplitude de movimento. E quando os mesmos são executados rapidamente podem perder sua real finalidade e benefícios, fazendo com que, muitas vezes, o praticante sacrifique a técnica para alcançar velocidades maiores (WEAKLEY et al., 2021). Além disso, a utilização de exercícios resistidos (ER) de forma balística/explosiva parece não ser tão interessante em programas de TR para populações em específico, como iniciantes, idosos ou pessoas com algum tipo de comprometimento de estruturas mio-articulares (LACHANCE; HORTOBAGYI, 1994); e para praticantes com determinados objetivos, como a hipertrofia (SCOTT et al., 2016).

Na prática, a grande maioria dos praticantes de TR costuma realizar as repetições em velocidade autosselecionada (VAS), que refere-se àquela executada de forma voluntária, sem controle externo (NÓBREGA et al., 2018; KÜLKAMP et al., 2021a). No estudo de Nóbrega e colaboradores (2018) foi comparado os efeitos da duração da repetição (RD) autosselecionada e fixa (2" de fase excêntrica e 2" de fase concêntrica) em um ER sobre o volume, ativação muscular e tempo sob tensão por repetição e por sessão. Os autores chegaram a conclusão que a RD autosselecionada resultou em um maior volume e ativação muscular em comparação a RD fixa em uma sessão de TR. A VAS se apresenta então como uma alternativa em potencial para o monitoramento em tempo real dos ER, tornando-se essencial sua investigação, principalmente no âmbito do VBT.

Foi lançado recentemente no mercado um transdutor de posição (encoder) chamando Ergonauta, um dispositivo que traz uma tecnologia exclusiva a qual permite determinar três zonas de esforço distintas em séries realizadas em VAS (KÜLKAMP, 2021b). Essas zonas de esforço, controladas pela perda de VAS, representam a intensidade ao longo da série realizada, podendo servir assim para determinar o encerramento da mesma, conforme objetivo estabelecido. Além disso, a perda progressiva de velocidade autosselecionada parece

corresponder a mudanças na percepção subjetiva de esforço (PSE) (KÜLKAMP, 2017, 2021a), que também é considerada um importante método de mensuração e monitoramento da intensidade do esforço utilizada em diferentes áreas do treinamento físico (BJARNASON-WEHRENS et al., 2004; WILLIAMS et al., 2007).

Assim, tendo em vista que o monitoramento da intensidade do TR com base na VAS representaria a extensão do método a situações onde VM altas não são aconselhadas, o presente estudo traz algumas problemáticas: existe concordância entre a perda de VAS e a PSE em séries realizadas até a exaustão conforme sugerido pelo algoritmo do encoder Ergonauta? Esse dispositivo permite o monitoramento adequado do ER com base na VAS?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar a concordância e a consistência entre a intensidade de treino determinada por um dispositivo aplicado ao treinamento resistido baseado em perda de velocidade e a percepção subjetiva do esforço em séries realizadas até a exaustão em velocidade autosselecionada no exercício supino reto.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a concordância e a consistência do dispositivo Ergonauta para estimar o total de repetições possíveis em séries realizadas até a exaustão em VAS;
- Verificar se existe concordância e consistência entre a PSE e a intensidade determinada pelo algoritmo do Ergonauta, que é baseado na perda progressiva de VAS.

1.3 HIPÓTESES

- O equipamento é capaz de estimar com precisão o total de repetições máximas em séries realizadas até a exaustão;
- Existe uma forte associação entre a PSE e a intensidade determinada matematicamente pelo dispositivo, de modo que ele pode ser utilizado para monitorar a intensidade do esforço em séries realizadas até a exaustão em VAS.

1.4 DEFINIÇÃO DE TERMOS

- Concordância: capacidade do instrumento de medição (Ergonauta) de refletir o que foi projetado para medir (e.g., estimar o número total de repetições máximas comparado ao número real de repetições máximas realizadas; determinar a intensidade do esforço em VAS quando comparado a uma medida de referência, sendo a PSE no caso do presente estudo) (ATKINSON; NEVILL, 1998);
- Consistência: é um indicador de confiabilidade de uma medida, determinada a partir da relação entre duas medidas de um mesmo teste (ATKINSON; NEVILL, 1998). No presente estudo foram avaliadas duas medidas: a consistência do número total de repetições estimadas pelo Ergonauta e o número real de repetições realizadas; e a consistência das zonas de esforço determinadas pelo Ergonauta e as zonas de esforço baseadas na PSE .

1.5 JUSTIFICATIVA

Um dos principais problemas enfrentados pelos profissionais da área de prescrição de exercícios resistidos (ER) é a questão de como quantificar e monitorar objetivamente a carga real de treinamento realizada pelo praticante, para assim maximizar seu desempenho. Comumente, essa intensidade tem sido modulada a partir de cargas relativas (% de 1RM) ou através de repetições máximas com cargas submáximas (10RM, 8RM).

Nos últimos anos a velocidade de movimento (VM) ganhou destaque como uma forma alternativa de monitorar e prescrever os ER, método esse conhecido como *velocity based training* (VBT) (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010). O VBT vem sendo utilizado para estimar 1RM, assim como para controlar e monitorar a carga (intensidade) e o grau de fadiga (volume) em diferentes tipos de exercício. Possível através do controle da carga externa (relação carga-velocidade) e/ou por meio de percentuais de quedas de velocidade permitidas nas séries (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011). Essa medida da VM é realizada através de implementos como o encoder rotativo, acelerômetros e transdutores de posição disponíveis no mercado (PAREJA-BLANCO et al., 2017a)

O método possui uma importante limitação, sua aplicação, e conseqüentemente as vantagens descobertas até então, estão condicionadas ao treinamento ser realizado em velocidade intencionalmente máxima (VIM), que representa a intenção de acelerar a carga com o máximo de esforço dinâmico possível, ou seja, de forma explosiva (KAWAMORI;

NEWTON, 2006). Apesar de fornecer estímulos superiores para induzir adaptações voltadas ao desempenho atlético, como aumentos na força e potência muscular (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2014; PAREJA-BLANCO et al., 2014), treinamentos caracterizados pelo desenvolvimento de contrações rápidas são mais propensos a causar possíveis lesões musculares, como distensões e rupturas (BEHM; SALE, 1993a). A utilização de movimentos balísticos/explosivos parece não ser tão interessante em programas de TR para populações em específico, como iniciantes, pré-adolescentes e idosos (LACHANCE; HORTOBAGYI, 1994); para praticantes com determinados objetivos, como a hipertrofia (SCOTT et al., 2016); e até mesmo para alguns tipos específicos de exercícios, como os que são tradicionalmente realizados para desenvolver estabilidade e amplitude de movimento (WEAKLEY et al., 2021). Na prática, a grande maioria dos praticantes de TR costuma realizar as repetições em velocidade autosselecionada (VAS), que refere-se àquela executada de forma voluntária, sem controle externo (NÓBREGA et al., 2018; KÜLKAMP et al., 2021a). A VAS se apresenta então como uma alternativa em potencial para o monitoramento em tempo real dos ER, tornando-se essencial sua investigação, principalmente no âmbito do VBT.

Foi lançado recentemente no mercado um dispositivo chamando Ergonauta, que apresenta um algoritmo exclusivo, o qual permite determinar três zonas de esforço distintas, determinadas matematicamente a partir da relação entre as repetições e a queda da VAS (KÜLKAMP, 2017). Segundo Kulkamp (2021), essas zonas de esforço parecem corresponder também a mudanças na percepção subjetiva de esforço (PSE), outro importante método que vêm sendo utilizado com sucesso para regular a intensidade e monitorar a progressão da fadiga durante o TR (GEARHART et al., 2002; KRAFT; GREEN; GAST, 2014). Porém, até o momento apenas o ER de extensão de joelhos foi utilizado para verificar esse fenômeno.

Tendo em vista que o controle da intensidade e do volume são de suma importância durante o TR, e que essas estratégias podem ser utilizadas como ferramentas para quantificar, monitorar e individualizar a intensidade e o volume do TR de forma mais eficiente e precisa. Verificar a concordância e a consistência de um dispositivo aplicado ao VBT para o monitoramento de séries realizadas até a exaustão em VAS será o enfoque dessa pesquisa, que poderá também auxiliar na ampliação do uso do VBT para situações onde velocidades elevadas não são aconselhadas ou desejadas. O que representa um avanço do uso da velocidade de movimento para além da escolha tradicional do VBT, a qual é baseada exclusivamente na VIM.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONTROLE DE CARGA NO TREINAMENTO RESISTIDO

A ideia inicial de se obter parâmetros mais precisos sobre o controle de carga no TR à partir da realização de testes surgiu já em 1948 por DeLorme e Watkins (1948), tendo como principal objetivo a redução da subjetividade quanto ao uso dessa variável durante a realizações dos exercícios. Alguns anos depois Brown e Weir (2001) aprimoraram os testes, buscando melhorias quanto à sua aplicação. Os testes para controle de carga são amplamente difundidos, não só na área de prescrição, como também no âmbito científico através de investigações envolvendo o TR, onde são utilizados para predizer cargas de trabalho e/ou na avaliação do desempenho (BEZERRA et al., 2009).

Tradicionalmente, os testes mais utilizados para ajustes e controle da carga no TR são o de uma repetição máxima (1RM) ou o de repetições máximas (xRMs). O valor de 1RM representa a carga máxima que o indivíduo consegue movimentar em uma repetição com a técnica adequada. Esse valor tem sido chamado de “força dinâmica máxima” ou “força absoluta” e é normalmente expresso através de percentuais de 1RM (GONZÁLEZ-BADILLO, 2017a). Devido a complexidade de sua aplicação em alguns exercícios, têm-se utilizado também o teste com repetições máximas (RMs), que representa o número máximo de repetições que pode-se executar (até a falha concêntrica) com uma carga submáxima (ex: 10RM, 8RM). Neste caso, a intensidade da carga é ditada pelo número de repetições máximas que podem ser realizadas. Em outras palavras, se dois sujeitos realizarem o mesmo número de repetições possíveis, independente dos pesos utilizados, significa que ambos estariam treinando com a mesma intensidade relativa (GONZÁLEZ-BADILLO, 2017a).

Embora ambos os testes sejam bastante difundidos, deve-se destacar que sua utilização, no que diz respeito ao controle de carga no TR, apresenta possíveis desvantagens: o valor/carga das RMs não necessariamente será o mesmo todos os dias, podendo oscilar em função das adaptações geradas pelo treinamento, ou mesmo por mudanças no estado físico e/ou mental do sujeito a cada sessão (prontidão diária) (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES e SÁNCHEZ-MEDINA, 2011). Além disso, a utilização de RMs pode gerar efeitos negativos, tais como fadiga mecânica excessiva e aumento potencial no risco de lesões, principalmente em indivíduos sem experiência prévia. Esta constatação vem sendo destaque em diferentes estudos, que alegam que o treinamento até a falha não necessariamente será superior aos protocolos que não utilizam repetições máximas durante as séries (FOLLAND et al., 2002;

IZQUIERDO et al., 2006a; DRINKWATER et al., 2007; WILLARDSON et al., 2008; PAREJA-BLANCO et al., 2017a; RUPLE et al., 2023).

Outros métodos, também conhecidos como autorregulatórios, se baseiam na compreensão e feedback do sujeito sobre sua percepção subjetiva de esforço (PSE) e/ou do caráter de esforço (repetições em reserva) para realizar ajustes de carga (HELMS et al., 2016; ZOURDOS et al., 2016). Especificamente, a PSE, segundo Robertson e Noble (1997), pode ser definida como sendo a intensidade subjetiva de esforço, tensão, desconforto e/ou fadiga que são experimentados pelo praticante durante a realização de exercícios aeróbios ou de força. E o caráter de esforço expressa a relação entre as repetições realizadas e total/máximo de repetições que ainda poderiam ser feitas (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017b).

Ainda que sejam considerados válidos e confiáveis em populações treinadas e forneçam feedbacks em tempo real, os métodos autorregulatórios possuem algumas desvantagens: foi relatado que a precisão da capacidade de um sujeito para avaliar a PSE é aprimorada com a experiência (TESTA et al., 2012), sugerindo que ela pode não ser atribuída com precisão por sujeitos iniciantes. Além disso, os ajustes de carga são realizados baseados na PSE do sujeito, criando potenciais inconsistências entre sujeitos e sessões, conforme o entendimento individual (HELMS et al., 2016). Ademais, embora esses métodos facilitem o controle de carga dentro do treinamento, eles exigem que um número mínimo de repetições seja executada para interpretação, potencialmente fatigando os participantes antes do ajuste de carga (HELMS et al., 2016). Portanto, um método alternativo capaz de fornecer um feedback instantâneo a cada repetição, permitindo um controle de carga objetivo, poderia aumentar as adaptações enquanto simultaneamente limitaria a fadiga induzida pelo treinamento (DORRELL et al., 2020).

Uma alternativa em potencial, acessível graças a dispositivos de medição cinemática disponíveis no mercado, explora a relação entre a velocidade de movimento e a carga relativa (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010; JIDOVITSEFF et al., 2011). A velocidade de movimento, que depende tanto da magnitude da carga quanto da intenção de movê-la (BEHM e SALE, 1993b), influencia estímulos neuromusculares e, portanto, as adaptações decorrentes do TR. A relação carga-velocidade foi explorada em diferentes tipos de exercícios, tais como supino, agachamento e remada (GONZÁLEZ-BADILLO e SÁNCHEZ-MEDINA, 2010; CONCEIÇÃO et al., 2016; SÁNCHEZ-MEDINA et al., 2017). E chegou-se a conclusão que desde que um esforço concêntrico máximo seja aplicado durante o movimento, uma relação linear inversa está presente entre a carga e a velocidade

concêntrica média (VCM), onde a medida que uma aumenta a outra declina. Além disso, a medida que as repetições continuam, com uma amplitude de movimento consistente, a VCM diminui conforme a fadiga muscular se desenvolve (DORRELL et al., 2020).

Em suma, este conceito de TR baseado na velocidade ou também conhecido como *velocity based training* (VBT), é um método onde a prescrição pode ser feita com base em duas perspectivas: do controle da carga externa, através da relação carga-velocidade; e do controle do grau de fadiga/volume do treino, por meio do percentual de queda da velocidade (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011). Assim, além de tornar-se dispensável a necessidade de testes máximos rotineiros para controle de carga no TR, é possível identificar em tempo real o melhor momento para realizar mudanças na intensidade ou volume do treinamento de acordo com as condições físicas e psicológicas do sujeito (prontidão diária) (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010).

2.2 VELOCITY BASED TRAINING (VBT)

A importância do monitoramento da variável velocidade durante o TR, e as vantagens que a mesma poderia oferecer para uma periodização mais adequada, foi percebida já em 1991 (GONZÁLEZ-BADILLO, 1991). Nesse sentido, Badillo e Medina (2010) examinaram a possibilidade de usar a velocidade de movimento como um indicador de intensidade de carga no TR, observando uma relação muito próxima entre a velocidade média propulsiva (VMP) e a carga (%1RM). Os resultados do estudo confirmam uma relação inegável entre uma carga relativa e a VMP. Tais achados permitem: 1) avaliar a força máxima sem a necessidade da realização de testes de 1RM ou xRM; 2) determinar o % de 1RM que está sendo utilizado assim que a primeira repetição é executada; 3) prescrever e monitorar a carga de treinamento de acordo com a velocidade, ao invés de percentuais de 1RM ou xRM (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010). Tais descobertas abriram a possibilidade do monitoramento da carga relativa em tempo real, permitindo que adaptações específicas sejam feitas, levando em consideração a fadiga e ‘flutuações’ da força, à medida que as repetições, séries e periodização progridem (DORRELL et al., 2020).

Nessa linha, Izquierdo e colaboradores (2006b) examinaram o efeito de diferentes cargas (60%, 65%, 70% e 75% de 1RM) na velocidade de repetição em séries únicas com repetições até a falha nos exercícios supino horizontal e agachamento. Chegando a conclusão de que o padrão de declínio da velocidade média alcançada durante cada repetição e o número de repetições realizadas foi o mesmo para todas as porcentagens de 1RM testadas, em ambos

os exercícios. Sendo que essa velocidade média diminuiu em uma taxa maior no supino do que no agachamento. Esses resultados indicam que para cargas variando de 60% a 75% de 1RM, pode-se prever o padrão de diminuição da velocidade para um determinado exercício. Permitindo assim a avaliação do número ideal de repetições necessárias para garantir a manutenção ideal do desempenho da velocidade com diferentes percentuais de força máxima.

O estudo de Sánchez-Medina e González-Badillo (2011) teve como objetivo analisar as respostas agudas mecânicas (velocidade de movimento e altura do salto) e metabólicas (lactato e amônia) durante diferentes protocolos de exercícios resistidos. Foram realizados 15 protocolos com os sujeitos, os quais diferiam no número de repetições realizadas (R) em cada série (S), em relação ao número máximo previsto (P), seguindo a seguinte lógica: S x R[P] (3 x 6[12], 3 x 8[12], 3 x 10[12], 3 x 12[12], 3 x 6[10], 3 x 8[10], 3 x 10[10], 3 x 4[8], 3 x 6[8], 3 x 8[8], 3 x 3[6], 3 x 4[6], 3 x 6[6], 3 x 2[4], 3 x 4[4]). Os resultados confirmam que a perda de velocidade e o estresse metabólico claramente diferem ao se manipular o número de repetições realizadas em cada série. As altas correlações encontradas entre as medidas mecânicas e metabólicas suportam o uso da perda de velocidade para quantificar de forma objetiva a fadiga neuromuscular durante o TR.

2.2.1 Controle de volume no VBT

Como foi visto, a perda de velocidade é um parâmetro que reflete o acúmulo da fadiga metabólica presente na série de determinado exercício. E quanto mais próxima da falha a série estiver ou, em outras palavras, quanto mais repetições forem realizadas em relação à quantidade máxima de repetições que podem ser realizadas, maior será a perda de velocidade (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). A aplicação de limiares de perda de velocidade ou “velocidades de corte” pode limitar a quantidade de fadiga induzida e ainda proporcionar um controle geral do volume de treinamento, conforme os objetivos desejados (JOVANOVIC; FLANAGAN, 2014).

Nesse sentido, Dorrel e colaboradores (2020) investigaram os efeitos do método VBT comparado a uma abordagem de TR tradicional (baseado em porcentagem - BPT), sobre a força e potência em homens treinados. Foi realizado um protocolo de 6 semanas, que incluiu a realização dos exercícios de agachamento, supino, desenvolvimento e levantamento terra, além de um protocolo de salto contra movimento (CMJ), sendo que o grupo BPT realizava o número de repetições máximas com cargas variando de 70-85% de 1RM; e o grupo VBT realizava as repetições na velocidade concêntrica média correspondente ao %1RM (70-85%)

de cada exercício, sendo a carga ajustada diariamente e o exercício interrompido quando era verificada uma perda de 20% das zonas de velocidade pré-estabelecida. A intervenção induziu a adaptações favoráveis em força máxima e altura do salto no grupo VBT quando comparado ao grupo BPT, sendo que o grupo VBT alcançou esses resultados realizando um menor volume total de treinamento. Além disso, os autores concluíram que prescrever e monitorar a intensidade do treinamento através da velocidade proporciona maior controle sobre a carga de treinamento prescrita e o estado atual de fadiga dos participantes, sem a necessidade de realizar diversos protocolos de repetições máximas.

Ainda nessa linha, Pareja-Blanco e colaboradores (2017b), compararam o efeito de dois programas de TR, distintos apenas na perda de velocidade permitida em cada série: 20% (VL20) vs. 40% (VL40), nas adaptações estruturais e funcionais do músculo (força, hipertrofia muscular, tiro de 20 metros e salto contra movimento (SCM)). Com base nos achados, os autores sugerem que uma maior perda de velocidade na série (VL40) parece ser mais adequada para maximizar as respostas hipertróficas. Em relação a variável força os grupos apresentaram melhoras semelhantes. Esses resultados foram obtidos apesar do fato que o grupo VL20 realizou apenas 60% do volume total do treinamento do grupo VL40. Esses achados são particularmente relevantes para muitos atletas em que o TR não objetiva apenas ganhos hipertróficos, mas sim em melhorar o desempenho dinâmico de forma mais eficiente.

Já Galliano e colaboradores (2020), analisaram o efeito de dois programas de VBT que usaram a mesma carga relativa, mas diferiram na perda de velocidade ao longo da série: 5% (VL5) vs. 20% (VL20) no exercício agachamento. Como resultado, ambos os grupos melhoraram significativamente em todas as variáveis analisadas: força (estimativa de 1RM), SCM e tiros de 20 metros (T20) do pré-teste ao pós-teste, sem diferenças significativas entre elas. Portanto, uma baixa perda de velocidade (VL5) induziu ganhos semelhantes em força, salto e desempenho de tiros comparado a uma perda de velocidade moderada (20%), apesar de o grupo VL5 ter realizado apenas 32,6% das repetições feitas pelo grupo VL20. Evidenciando novamente que um protocolo de baixo volume e perda de velocidade pode gerar importantes adaptações neuromusculares em diferentes variáveis.

Outro fator importante foi abordado por Rodríguez-Rosell e colaboradores (2020), que compararam os efeitos de dois programas de TR com diferentes perdas de velocidade: 10% (VL10) vs. 30% (VL30) no desempenho e respostas hormonais. Foram avaliadas as variáveis de corrida de 20m, SCM, 1RM, resistência muscular e eletromiografia (EMG) durante o exercício agachamento, sendo as concentrações hormonais de repouso avaliadas pré e pós o

programa de TR. Como resultado, ambos os grupos apresentaram melhorias significantes nas variáveis de força e resistência muscular. O grupo VL10 apresentou melhores resultados nos valores de CMJ e desempenho na corrida de 20m quando comparado ao grupo VL30, apesar de o grupo VL10 ter realizado menos da metade das repetições do que o grupo VL30 durante o TR. Além disso, apenas o grupo VL10 apresentou pequenos incrementos nas variáveis de EMG, enquanto não foram observadas alterações significativas nas concentrações hormonais em repouso. Esses resultados sugerem, novamente, que perdas de velocidade baixas na série são suficientes para alcançar melhorias significativas no desempenho neuromuscular, o que significa uma maior eficiência durante o TR.

Ainda, Rodríguez-Rosell e colaboradores (2021) compararam os efeitos de três programas de TR diferindo na magnitude de perda de velocidade (VL) permitida em cada série: 10%, 30% ou 45%, sobre mudanças nas variáveis de força, salto vertical, desempenho de tiro e EMG. Os autores concluíram que o TR com cargas relativas a 55-70% de 1RM, caracterizado por uma perda baixa de velocidade (VL10%) promovem um estímulo de treinamento bastante eficaz e eficiente, visto que produz ganhos de força semelhantes e melhorias superiores no desempenho neuromuscular (salto e tiros), comparado ao treinamento com maiores perdas de velocidade (VL30% e VL40%). Tais achados indicam que a magnitude da perda de velocidade alcançada em cada série de determinado exercício influencia consideravelmente as adaptações ao treinamento observadas.

Em estudo recente, Hernández-Belmonte e Pallarés (2022) realizaram uma revisão sistemática sobre os efeitos dos diferentes limiares de perdas de velocidade (VL) durante o TR sobre a força e performance. A perda de velocidade foi analisada como uma variável categórica e contínua. Para a análise categórica, os limiares individuais foram divididos em VL baixa-moderada ($VL \leq 25\%$) ou VL moderada-alta ($VL > 25\%$). A eficácia desses limiares foi examinado usando análises entre grupos (VL baixa-moderada vs. VL moderada-alta) e intra grupos (efeitos pré-pós em cada grupo). Para a análise contínua, foi examinada a relação (R^2) entre cada limiar individual de VL e seu respectivo tamanho de efeito (ES). Os resultados mostraram que níveis baixos a moderados de fadiga dentro das séries (VL $\leq 25\%$ de VL dentro da série) promovem estímulos mais eficazes e eficientes que níveis moderados a altos (VL $> 25\%$ de VL dentro da série) sobre a força e a performance. Tais achados fornecem informações precisas que possibilitam definir um nível alvo de fadiga a ser permitido dentro de cada série no TR, levando o controle de intensidade e volume além de atingir ou não a falha muscular. Na prática, treinadores e atletas que não possuem um dispositivo de

monitoramento de velocidade podem implementar tais descobertas utilizando o nível de esforço a partir da utilização de escalas de percepção subjetiva de esforço (PSE), como a de repetições em reserva (PSE-RIR).

2.3 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)

Os estudos sobre a percepção de esforço, também chamada de percepção subjetiva de esforço (PSE) ou esforço percebido, iniciaram-se por volta de 1950, tendo como pioneiro o pesquisador Gunnar Borg (BORG, 2000). A PSE, segundo Robertson e Noble (1997), pode ser definida como sendo a intensidade subjetiva de esforço, tensão, desconforto e/ou fadiga que são experimentados pelo praticante durante a realização de exercícios aeróbios ou de força. Ela é considerada um importante método de mensuração e monitoramento da intensidade do esforço utilizada em diferentes áreas do treinamento físico, sendo recomendada por diferentes pesquisadores e instituições como o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) e a Associação Americana do Coração (AHA) (BJARNASON-WEHRENS et al., 2004; WILLIAMS et al., 2007).

Foram desenvolvidas diferentes escalas buscando mensurar e quantificar a PSE (TIGGEMAN et al., 2010). Robertson e colaboradores (2003) desenvolveram a escala OMNI para exercícios resistidos (OMNI-RES), que apresenta como diferencial descritores visuais e verbais distribuídos ao longo de uma faixa de resposta numérica que vai de 0 a 10 (NACLERIO; LARUMBE-ZABALA, 2017). Essa escala apresenta uma relação forte e significativa com a intensidade e o volume no TR (LAGALLY et al., 2004; SHIMANO et al., 2006), além de apresentar relação com o aumento da concentração de lactato e da atividade neuromuscular (LAGALLY et al., 2002; LAGALLY e ROBERTSON, 2006).

Outra escala, inicialmente introduzida para medir a PSE durante exercícios com característica aeróbia, foi adotada e modificada por Zourdos e colaboradores (2016) para utilização no TR. Ela examina o número de repetições em reserva (RIR) como forma de avaliar a intensidade subjetiva do exercício, onde um valor de PSE corresponde a uma certa quantidade de repetições que ainda poderiam ser executadas após a conclusão da série. Por exemplo, uma PSE-RIR de 10 corresponderia a um esforço máximo, onde nenhum incremento de carga ou repetição adicional poderia ser feita. Já uma PSE-RIR de 9 sugere que o indivíduo identificou que poderia realizar pelo menos mais uma repetição com essa dada carga (HIRSCH, 2018).

Nos últimos anos, as escalas subjetivas de esforço vêm sendo utilizadas com sucesso para regular a intensidade do TR (GEARHART et al., 2002), monitorar a progressão da fadiga durante os treinos (KRAFT; GREEN; GAST, 2014), estimar as mudanças na velocidade de movimento ou potência dentro de uma série (NACLERIO et al., 2011) e selecionar a carga inicial do treinamento (LAGALLY; AMOROSE; ROCK, 2009). Além disso, valores mais altos de PSE têm sido frequentemente associados a uma maior intensidade de exercício (GEARHART et al., 2002; LAGALLY et al., 2004; PINCIVERO; COELHO; CAMPY, 2003), acúmulo de lactato (LAGALLY et al., 2002; PIERCE; ROZENEK; STONE, 1993; SUMINSKI et al., 1997) e maior atividade eletromiográfica (LAGALLY et al., 2002; PINCIVERO et al., 1998; PINCIVERO e GEAR, 2000).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos buscando verificar o comportamento da PSE em relação à diferentes variáveis do TR. Em relação à variável carga, maiores cargas produzem maiores PSE, independente do número de repetições, séries e exercícios utilizados. Esforços máximos (RMs) causam uma PSE similar, independente do número de repetições realizadas. Ainda, quanto maior a carga utilizada, menor a variabilidades das respostas da PSE entre sujeitos. Para uma mesma carga, a PSE aumenta conforme o crescimento de repetições realizadas na série, parecendo não existir diferença na PSE entre homens e mulheres. A ordem, a quantidade e o tipo de exercício indicam ter pouca ou nenhuma influência (TIGGEMAN et al., 2010).

Pesquisas recentes também observaram que as escalas subjetivas de esforço estão fortemente relacionadas com a carga relativa no TR (HELMS et al., 2016; NACLERIO e LARUMBE-ZABALA, 2017; ORMSBEE et al., 2017; ZOURDOS et al., 2016). Além disso, diversos autores também demonstraram que a PSE possui forte associação com a velocidade de movimento durante o TR (SILVA et al., 2020; BALSALOBRE-FERNÁNDEZ et al., 2021; HELMS et al., 2017; NACLERIO e LARUMBE-ZABALA, 2017). O estudo conduzido por Zourdos e colaboradores (2016), demonstrou uma forte relação inversa entre a velocidade média e a PSE ($r = -0,88$, $p\text{-value} < 0,001$), em diferentes intensidades (%1RM) no exercício agachamento, concluindo que velocidades mais lentas a intensidades mais altas estão correlacionadas como uma maior PSE. Helms e colaboradores (2017) chegaram a resultados similares, concluindo que a PSE atinge seus maiores escores próximo a 1RM e que também existe uma forte relação inversa entre a velocidade média e a PSE ($r = -0,79$ a $-0,87$, $p\text{-value} < 0,001$) nos exercícios investigados (supino, levantamento terra e agachamento).

Ainda nesse contexto, Silva e colaboradores (2020) estudaram a influência de diferentes velocidades de execução na PSE e no volume de repetições, sugerindo que uma velocidade de execução mais lenta no TR pode reduzir significativamente o número de repetições totais e gerar um aumento progressivo da PSE quando comparado com velocidades moderadas e autosselecionada, influenciando assim no volume e intensidade da sessão de treino.

Ainda, González-Badillo e colaboradores (2017b), estudaram a relação entre a perda de velocidade na série e as RIR, concluindo que à partir dessa relação é possível prever com certa precisão o número de repetições que faltariam para completar uma série, antes de se atingir o final da mesma (falha muscular). Sendo assim, a PSE se apresenta como uma forma de controle da intensidade de esforço no TR e, conseqüentemente, na forma de manipular as variáveis metodológicas da prescrição, para alcançar os objetivos esperados com menores níveis de fadiga (SILVA et al., 2011). Além disso, segundo Balsalobre-Fernández e colaboradores (2021), escalas subjetivas, devem ser consideradas em conjunto com medições de velocidade para se obter uma estimativa mais precisa da carga relativa (%1RM).

3 MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Foi conduzido um estudo com corte transversal, do tipo descritivo, que se caracteriza pela explicação de um fenômeno, fato ou evento (MALHOTRA, 2001). Quanto a abordagem do problema o estudo pode ser definido como quantitativo, que se caracteriza pela transformação de informações e dados em números passíveis de análise e classificação, esse tipo de pesquisa considera que tudo pode ser quantificável, e por isso, demanda o uso de técnicas estatísticas (SANTOS, 2011).

3.2 PARTICIPANTES

A seleção dos participantes do estudo foi feita de forma não probabilística (escolha de forma não aleatória) e intencional (objeto do estudo é específico do grupo). Participaram dessa pesquisa 35 homens e mulheres praticantes de TR ($33,61 \pm 8,16$ anos de idade, $172,75 \pm 11,04$ cm de estatura, $76,79 \pm 15,57$ kg de massa corporal).

Foram adotados como critérios de inclusão: ser praticante de TR a pelo menos 6 meses, familiarizados com a técnica do exercício supino, não ter histórico de lesões osteomusculares nos membros superiores e estar regularmente matriculado na Fórmula Academia do Shopping Villa Romana (Florianópolis, Santa Catarina). Já os critérios de exclusão foram: não concluir os protocolos experimentais, bem como realizar sessões de treinamento para membros superiores (peitoral, deltoide e tríceps) 48h antes dos testes.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS

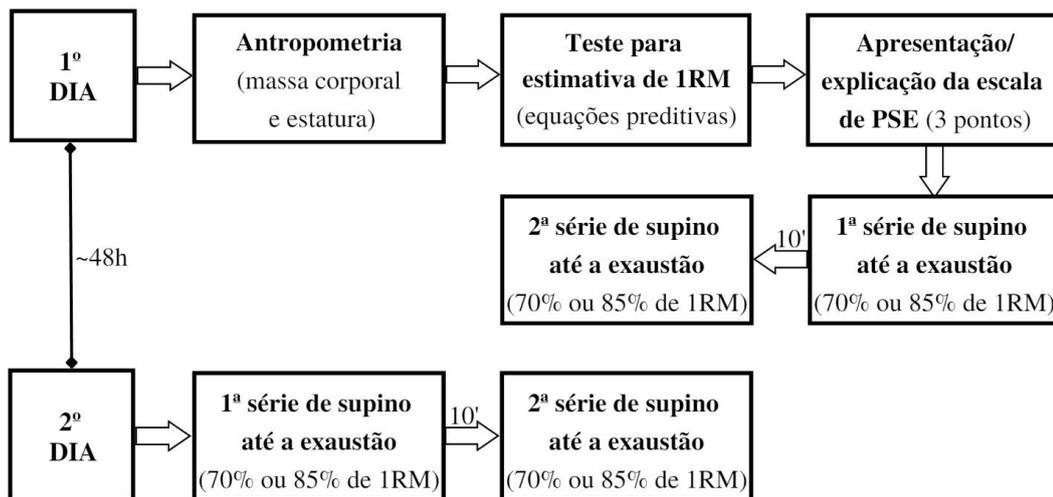
Todos os participantes assinaram o TCLE previamente às coletas, por meio do qual foram informados sobre todos procedimentos utilizados durante a pesquisa, possíveis benefícios e riscos atrelados ao estudo, garantia de anonimato, assim como a utilização de seus dados na pesquisa e para fins científicos. O protocolo da pesquisa foi delineado conforme as diretrizes propostas na resolução 466/12 para fins de pesquisas com seres humanos. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisas com seres humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC) (CAAE: 64708422.5.0000.0121).

3.4 DELINEAMENTO E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

O estudo foi conduzido ao longo de dois dias não consecutivos de testes realizados na Academia Fórmula do Shopping Villa Romana, onde foram avaliados a concordância e a consistência de um dispositivo aplicado ao VBT para o monitoramento de séries realizadas até a exaustão em VAS, durante o exercício supino reto no Smith (*Smith Machine, Signature Series - LifeFitness®*).

O delineamento do estudo foi o seguinte: 1º dia) foram realizadas as medidas antropométricas (estatura e massa corporal); a estimativa da carga de 1RM com base na velocidade de movimento de uma única repetição (utilizando equações preditivas) e a apresentação da escala de PSE (três pontos). Após, foram realizadas duas séries do exercício supino reto até a exaustão (falha concêntrica) em uma das intensidades avaliadas (70 ou 85% de 1RM), sendo a ordem definida por sorteio. 2º dia) realização de duas séries do exercício supino reto até a exaustão (falha concêntrica) em umas das intensidades (70% ou 85% de 1RM). Foi dado um intervalo de 10 minutos entre as séries e de pelo menos 48 horas entre as diferentes intensidades. O controle das variáveis de velocidade e repetições foi realizado em tempo real através do Encoder Ergonauta. Os procedimentos estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 - Delineamento do estudo.



Fonte: dados do autor.

Notas: RM = repetição máxima. PSE = percepção subjetiva de esforço.

O aquecimento consistiu na realização de 5 minutos de pedal livre em uma bicicleta ergométrica vertical (*elevation series lifecycle*®) e após foi realizada uma série de 15 repetições do exercício com uma carga relativa a ~40% de 1RM.

A execução do exercício foi sempre até a exaustão (falha concêntrica). Os indivíduos foram instruídos a verbalizar o esforço percebido repetição a repetição (ao final da fase concêntrica), baseado em uma escala de percepção de esforço (PSE), descrita com detalhamento a seguir. Foi registrado o número total de repetições realizadas pelos sujeitos, bem como a escala de esforço relatada em cada uma delas. Também foi registrado o número total de repetições estimadas pelo Ergonauta.

Ademais, os indivíduos foram instruídos a realizarem as fases concêntrica e excêntrica do exercício em velocidade autosselecionada (de forma livre, porém sem ser o mais lento ou rápido possível). O posicionamento dos indivíduos foi padronizada da seguinte maneira: banco reto e posicionado de forma que a trajetória da barra coincidissem com a linha do peitoral do sujeito, ambos os pés no solo e abertura da pegada de forma que o punho estivesse alinhado ao cotovelo (ângulo de 90°). Quanto a execução, a fase concêntrica foi considerada no momento em que o sujeito realizasse a extensão completa dos cotovelos e a fase excêntrica quando a barra encostasse no peitoral ou se atingisse pelo menos um ângulo de 90° no cotovelo. Só foi considerada a última repetição em que o indivíduo conseguiu manter a execução padronizada, sem auxílio externo.

3.4.1 Estimativa de 1RM com base em equações preditivas

Foram utilizadas duas equações baseadas na VM para estimar o %1RM de cada um dos sujeitos, sendo uma para os de sexo masculino ($VM = -0,0165 * \%1RM + 1,81$) e outra para os de sexo feminino ($VM = -0,0148 * \%1RM + 1,72$) (TORREJÓN, 2019). Essas equações foram selecionadas com base nos resultados de um estudo piloto, no qual revelaram-se menores erros de estimativa comparadas com outras equações disponíveis na literatura. Para a determinação da VM foi realizado um teste que consistiu na execução de duas repetições em velocidade intencionalmente máxima do exercício supino reto no Smith. Uma terceira tentativa era realizada caso houvesse uma diferença maior do que 10% entre as repetições anteriores, de modo a garantir maior confiabilidade para a medida. Foi dado um intervalo de 15 segundos entre as repetições. A carga utilizada foi a que o indivíduo normalmente utilizava para aquecimento na sua rotina de treinamento para o exercício em questão, e que permitisse valores de VM entre 0,6 m/s e 1,0 m/s. O controle da VM foi realizado através do dispositivo

Ergonauta. Somente a repetição de maior velocidade foi utilizada para os cálculos. Ao final, os valores adquiridos foram utilizados para estimar a carga máxima dinâmica (1RM) dos indivíduos e posteriormente para cálculo das cargas correspondentes a 70% e 85% de 1RM.

3.4.2 Aquisição da velocidade de movimento e determinação das zonas de intensidade

A aquisição da velocidade durante o exercício supino foi feita através de um transdutor de posição (Ergonauta), que é composto por cinco partes: *encoder*, cabo retrátil, sistema microcontrolador, software específico e um aplicativo para o celular, que recebeu e processou todos os dados em tempo real. O cabo retrátil, acoplado ao eixo do *encoder* foi conectado à barra do supino no smith, o deslocamento da barra foi registrado pelo *encoder* e os pulsos enviados para o sistema microcontrolador (KÜLKAMP, 2021b).

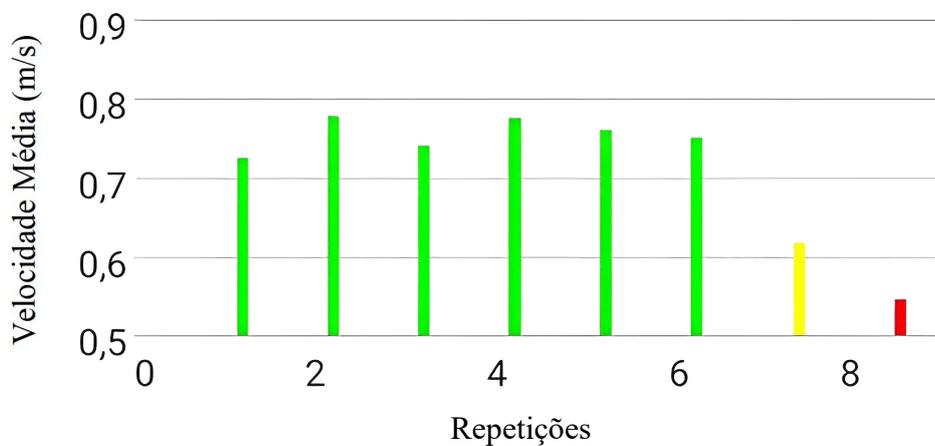
O microcontrolador, por sua vez, contou os pulsos e o tempo em que ocorreram, enviando os dados brutos para o aplicativo. Então, um software personalizado fez o processamento dos dados, obtendo os valores de velocidade à partir do cálculo da primeira derivada do deslocamento ($\text{velocidade (m*s}^{-1}) = \Delta\text{deslocamento} * \Delta\text{tempo}^{-1}$) e os valores de aceleração com o cálculo da segunda derivada ($\text{deslocamento (m*s}^{-1}) = \Delta\text{velocidade} * \Delta\text{tempo}^{-1}$). Posteriormente, os dados brutos coletados foram filtrados, utilizando-se um filtro de passa banda. Após, as variáveis de força ($\text{Força (N)} = \text{carga (kg)} * (\text{aceleração} + \text{gravidade})$) e velocidade média foram apresentadas em tempo real na tela do aplicativo (KÜLKAMP, 2021b).

O Ergonauta (Ergonauta®, Florianópolis, Brazil) apresenta 400 pulsos/revolução, 1mm/pulso de resolução, e frequência variável de amostragem, onde os pulsos são demarcados em alta resolução (aproximadamente a cada 10 μ s). Os dados obtidos em tempo real pelo Ergonauta foram transmitidos via *Bluetooth* para o Tablet Samsung Galaxy S6 Lite Android® 10 (Samsung®, Suwon, Coreia do Sul).

O dispositivo possui um algoritmo capaz de estimar o número total de repetições que podem ser realizadas em séries até a falha em VAS. Essa estimativa baseia-se na identificação de dois limiares de transição, que por sua vez determinam 3 zonas de esforço distintas (Figura 2). O primeiro limiar marca o fim da zona de esforço considerada leve ou confortável (cor verde), bem como a entrada na segunda zona, considerada de esforço moderado (cor amarela). De acordo com o fabricante, o primeiro limiar ocorre quando há uma queda significativa da VAS na repetição correspondente a aproximadamente 65% das repetições totais possíveis (KÜLKAMP et al., 2021a). Assim, quando esse limiar é identificado, o equipamento

automaticamente estima qual será o número total de repetições possíveis daquela série através de cálculos matemáticos. Por exemplo, se o limiar for identificado na sétima repetição, então o número total de repetições é estimado em $7 \div 0,65$, ou seja, 12 repetições arredondadas. Por fim, o dispositivo permite a identificação de uma terceira zona (zona de falha – cor vermelha), considerada de esforço pesado, onde a falha concêntrica ou voluntária é iminente (KÜLKAMP et al., 2021a).

Figura 2 - Ilustração de uma série representativa em que aparecem as 3 zonas de esforço determinadas pelo Ergonauta no aplicativo.



Fonte: Copyright © 2023 Ergonauta.

Os dados de Kulkamp (2021a) também revelam que, independentemente do tipo de ER e do número de repetições realizadas, esses limiares se comportam de forma muito parecida aproximadamente no mesmo ponto das séries, independente do ER. Ainda, essas zonas de esforço parecem corresponder a mudanças na intensidade do esforço percebido.

3.4.3 Escala de PSE

Foi utilizada durante os testes uma escala de PSE de três pontos (Figura 3) para avaliar o esforço percebido pelos indivíduos e posteriormente comparar com as três zonas de esforço presentes no dispositivo Ergonauta. Os descritores visuais da escala foram previamente exibidos e explicados para o avaliado: sendo a zona 1, de cor verde, associada a uma sensação de esforço “leve/confortável”; a zona 2, de cor amarelo, associada a uma sensação de esforço “moderado”; e a zona 3, de cor vermelho, associada a uma sensação de esforço “pesado/intenso”. Os indivíduos foram instruídos a analisar/relatar o esforço percebido

repetição a repetição, por meio das cores (verde, amarelo e vermelho) ao final da fase concêntrica do movimento.

Os escores da escala de 3 pontos são de característica intervalar e foram elaborados com base nos escores (0-10) da escala OMNI para exercícios resistidos (ROBERTSON et al., 2003). Segundo o estudo de Kùlkamp (2021a), que comparou as três zonas de esforço presentes no Ergonauta com a escala OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003), a zona 1 está associada a valores de $PSE \leq 6$, a zona 2 aos valores de $PSE = 7$ e 8 e a zona 3 a valores de $PSE \geq 9$. Assim, foram determinados 3 escores na escala a ser utilizada no presente estudo (escala de 3 pontos), buscando também se assemelhar às três zonas de esforço presentes no dispositivo Ergonauta.

Figura 3 - Escala de percepção de esforço (PSE) adaptada de três pontos.



Nota: Escala adaptada a partir da escala OMNI-RES de Robertson e colaboradores (2003).

Verificou-se então a concordância das três zonas de esforço determinadas via PSE (escala de 3 pontos) com a zona de esforço determinado pela perda de velocidade.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram inicialmente apresentados utilizando a estatística descritiva (média e desvio-padrão). A concordância entre o total de repetições real e o previsto foi realizado com base nos erros médios e aleatórios (Bland-Altman), onde a concordância foi considerada *adequada* caso o erro médio (*bias*) ficasse próximo de zero e o limite de concordância próximo de ± 2 repetições, sem distorção significativa na relação entre diferenças e médias das medidas ($R^2 < 0,1$). Caso os limites de concordância fossem superiores, com $R^2 > 0,1$, porém com *bias* próximo de zero, a concordância foi considerada *moderada*. A consistência das medidas estimadas e reais de repetições realizadas foi feito a partir do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), sendo considerada a classificação de Koo e Li (2016) para as

análises, onde: ICC<0,5: consistência *pobre*, ICC= 0,5 a 0,75: consistência *moderada*, ICC= 0,75 a 0,9: consistência *boa*, e um ICC>0,9: consistência *excelente*. O coeficiente de concordância de Kappa e a correlação de Spearman foram utilizados para avaliar a concordância e a correlação (i.e., consistência) das zonas de esforço determinadas pelo Ergonauta e as zonas baseadas na PSE. No teste do coeficiente de concordância de Kappa foi considerada a classificação de Landis e Koch (1977) para as análises, onde: $\kappa < 0$: *não existe* concordância, $\kappa = 0-0,2$ concordância *mínima*, $\kappa = 0,21-0,4$: concordância *razoável*, $\kappa = 0,41-0,6$: concordância *moderada*, $\kappa = 0,61-0,8$: concordância *substancial*, $\kappa = 0,81-1$ concordância *perfeita*. No teste de correlação de Spearman foi considerada a classificação de Mukaka (2012) para as análises, onde: $\rho = \pm 0$ a $\pm 0,19$: correlação *bem fraca*, $\rho = \pm 0,2$ a $\pm 0,39$: correlação *fraca*, $\rho = \pm 0,4$ a $\pm 0,69$: correlação *moderada*, $\rho = \pm 0,7$ a $\pm 0,89$: correlação *forte*, $\rho = \pm 0,9$ a ± 1 : correlação *muito forte*. O valor de $p \leq 0,05$ foi adotado como nível de significância para todas as análises inferenciais. O programa utilizado para as análises estatísticas foi o *software* SPSS.

4 RESULTADOS

Na Tabela 1 a seguir está apresentado a média e o desvio padrão da idade, estatura e massa corporal de todos os sujeitos e separado por sexo (masculino e feminino).

Tabela 1 - Idade, estatura e massa corporal dos sujeitos.

	nº	Idade (anos)	Estatura (m)	Massa corporal (kg)
Total	35	33,61±8,16	1,73±11,04	76,79±15,57
Masculino	18	33,11±7,53	1,80±6,93	86,89±12,44
Feminino	17	34,18±9,02	1,64±8,17	65,5±9,97

Fonte: dados do autor.

Considerando todas as repetições realizadas pelos sujeitos, em ambas as séries, as repetições estimadas pelo Ergonauta na intensidade de 70%1RM tiveram média de 11,69±2,13 e mediana de 11, enquanto as repetições reais tiveram média de 13,12±1,83 e mediana de 13. Já as repetições estimadas na intensidade de 85%1RM tiveram média de 10±2,1 e mediana de 10, enquanto as repetições reais tiveram média de 11±1,57 e mediana de 11. A magnitude e a frequência relativa dos erros de estimativa entre as repetições reais realizadas pelos sujeitos e as estimadas pelo dispositivo estão apresentadas na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Magnitude e frequência relativa dos erros de estimativa entre as repetições reais e as estimadas pelo Ergonauta no total de séries realizadas (n) dos sujeitos avaliados.

Diferença	70% 1RM (n = 51)			85% 1RM (n= 68)			
	f	f(%)	∑%	f	f(%)	∑%	
0	7	13,7		0	20	29,4	
1	14	27,5	41,2	1	16	23,5	52,9
2	14	27,5	68,6	2	18	26,5	79,4
3	5	9,8	78,4	3	8	11,8	91,2
4	5	9,8	88,2	4	5	7,4	98,5
5	4	7,8	96,1	5	1	1,5	100,0
6	2	3,9	100,0				

Fonte: dados do autor.

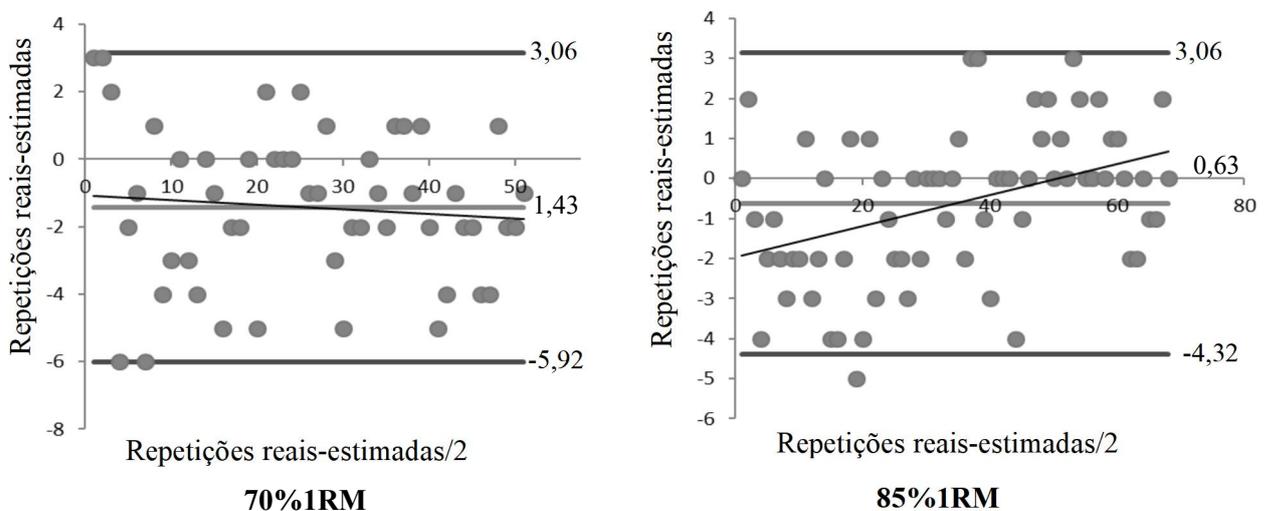
Notas: f= frequência; f(%)= frequência relativa; ∑%= soma das frequências relativas.

Das 51 séries analisadas na intensidade de 70%1RM, 13,7% (n=7) não apresentaram diferenças na estimativa, 27,5% (n=14) apresentaram 1 repetição de diferença, 27,5% (n=14)

apresentaram 2 repetições de diferença, 9,8% (n=5) apresentaram 3 repetições de diferença, 9,8% (n=5) apresentaram 4 repetições de diferença, 7,8% (n=4) apresentaram 5 repetições de diferença e 3,9 (n=2) apresentaram 6 repetições de diferença. Das 68 séries analisadas na intensidade de 85%1RM, 29,4% (n=20) não apresentaram diferenças na estimativa, 23,5% (n=16) apresentaram 1 repetição de diferença, 26,5% (n=18) apresentaram 2 repetições de diferença, 11,8% (n=8) apresentaram 3 repetições de diferença, 7,4% (n=5) apresentaram 4 repetições de diferença e 1,5% (n=1) apresentaram 5 repetições de diferença.

Na Figura 3 a seguir está a representação da distribuição dessas diferenças pela plotagem proposta por Bland-Altman (BLAND e ALTMAN, 1986), que mostrou um grau de concordância *moderado* entre as repetições reais e as estimadas, em ambas as intensidades (70%1RM; 85%1RM), com erro sistemático próximo de zero. E com heterocedasticidade apenas na intensidade de 85%1RM ($R^2 = 0,1668$).

Figura 4 - Bland-Altman da concordância entre as repetições reais e as estimadas pelo Ergonauta.



Fonte: dados do autor.

O teste de ICC (3,2) (KOO e LI, 2016) indicou que, na intensidade de 70%1RM, existe uma *baixa* consistência entre o total de repetições estimado pelo Ergonauta e o número máximo real de repetições realizadas pelos sujeitos (ICC = 0,42 [IC 95% = 0,003 - 0,67], $F(1,50) = 19,90$, $p < 0,05$). Já na intensidade de 85%1RM o teste de ICC (3,2) indicou que existe uma consistência *moderada* entre o total de repetições estimado pelo Ergonauta e o número máximo real de repetições realizadas pelos sujeitos (ICC = 0,63 [IC 95% = 0,40 - 0,77], $F(1,67) = 7,66$, $p < 0,05$).

Ainda, o limiar inicial de transição de desempenho entre as zonas de esforço verde para amarelo, (i.e.: zona 1 para zona 2) indicada pelo Ergonauta, ocorreu em torno de 55,05% do total de repetições possíveis na intensidade de 70%1RM, e em torno de 58,23% do total de repetições possíveis na intensidade de 85%1RM.

Nas Tabelas 3 e 4 a seguir está apresentado a concordância entre as zonas de intensidade determinada pelo Ergonauta (zona 1 = leve; zona 2 = moderado; zona 3 = pesado) e as 3 zonas de esforço baseadas na PSE (verde = leve/confortável; amarelo = moderado; vermelho = pesado/intenso) relatado pelos indivíduos e, considerando todas as repetições realizadas nas séries, em ambas as intensidades.

Tabela 3 - Percentual de concordância entre as zonas de intensidade determinadas pelo Ergonauta e as zonas de esforço baseadas na PSE, na intensidade de 70%1RM.

		Ergonauta		
		Zona 1	Zona 2	Zona 3
PSE	Zona 1	68,59%	6,91%	0,72%
	Zona 2	21,65%	34,39%	16,57%
	Zona 3	2,03%	17,54%	58,38%

Fonte: dados do autor.

Na intensidade de 70%1RM, 68,59% das repetições apresentaram concordância entre a PSE e o Ergonauta na zona 1, 34,39% na zona 2 e 58,38% na zona 3.

Tabela 4 - Percentual de concordância entre as zonas de intensidade determinadas pelo Ergonauta e as zonas de esforço baseadas na PSE, na intensidade de 85%1RM.

		Ergonauta		
		Zona 1	Zona 2	Zona 3
PSE	Zona 1	69,25%	2,10%	0,00%
	Zona 2	24,05%	36,08%	7,33%
	Zona 3	4,06%	25,18%	59,23%

Fonte: dados do autor.

Na intensidade de 85%1RM, 69,25% das repetições apresentaram concordância entre a PSE e o Ergonauta na zona 1, 36,08% na zona 2 e 59,23% na zona 3.

O teste de Kappa (LANDIS e KOCH, 1977) indicou que, em ambas as intensidades (70%1RM e 85%1RM) existe uma concordância *moderada* entre as zonas de intensidade determinadas pelo Ergonauta e as zonas de esforço baseadas na PSE ($\kappa = 0,499$; $\kappa = 0,509$).

O teste de Spearman (MUKAKA, 2012) indicou que, em ambas as intensidades (70%1RM e 85%1RM), existe uma correlação (i.e., consistência) *forte* entre as zonas de intensidade determinadas pelo Ergonauta e as zonas de esforço baseadas na PSE ($\rho = 0,720$; $\rho = 0,753$).

5 DISCUSSÃO

A velocidade de movimento (VM) vem sendo apontada como uma importante variável para o monitoramento da intensidade do treinamento resistido (TR), método este conhecido como treinamento baseado em velocidade (VBT). Porém, ainda faltam maiores evidência na literatura quanto sua confiabilidade e concordância em relação a métodos tradicionais de controle de intensidade no TR. Ainda, os benefícios e aplicação prática deste método giram em torno da premissa da utilização da velocidade intencionalmente máxima (VIM), limitando seu uso em velocidade autosselecionada (VAS). Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a concordância e a consistência de um dispositivo (Ergonauta) aplicado ao VBT quando confrontado à PSE, para o monitoramento da intensidade em séries realizadas até a exaustão em VAS.

No que diz respeito a concordância e a consistência entre as repetições reais realizadas pelos sujeitos e as repetições estimadas pelo dispositivo Ergonauta, os resultados mostraram um grau de concordância moderado, em ambas as intensidades (70%1RM e 85%1RM), uma baixa consistência na intensidade de 70%1RM, e uma consistência moderada na intensidade de 85%1RM. Ainda, o limiar inicial de transição de desempenho entre as zonas de esforço verde para amarelo (i.e.: zona 1 para zona 2), momento em que o dispositivo fornece a previsão do número total de repetições possíveis na série, deveria ocorrer por volta da repetição correspondente a 65% do total possível (KÜLKAMP et al., 2021a). Porém, no presente estudo esse limiar ocorreu em torno de 55,05% (diferença de 9,95%) na intensidade de 70%1RM, e em torno de 58,23% (diferença de 6,77%) na intensidade de 85%1RM. Isso possivelmente explica as diferenças de estimativa do dispositivo com as repetições reais totais realizadas pelos sujeitos, principalmente na intensidade de 70%1RM.

Outro ponto a se levar em conta é a particularidade de execução de cada sujeito do ER em questão (supino reto) e o nível de familiaridade dos sujeitos com o VBT. Apesar de todos os participantes serem considerados ‘treinados’, terem experiência prévia no supino, o posicionamento ter sido igualmente ajustado, e a instrução de velocidade de execução ter sido padronizada como autosselecionada (sem interferência externa, porém sem ser o mais lento ou o mais rápido possível), pequenas ‘pausas’, ou mesmo inconsistências no padrão de velocidade durante a execução do exercício, podem ter sido captadas como uma queda considerável de velocidade pelo dispositivo (o qual faz a leitura da mesma em tempo real, repetição a repetição), levando ao erro na estimativa.

No estudo de González-Badillo e colaboradores (2017b) foi observada uma situação semelhante, onde mesmo com todos os participantes tendo experiência em TR, e estarem utilizando uma mesma carga relativa durante os testes, encontrou-se uma grande variabilidade interindividual no número de repetições completadas contra uma determinada carga (%1RM). Os autores concluíram que esses resultados parecem depender, pelo menos em parte, das características musculares específicas e do nível de treinamento de cada participante.

Já no que diz respeito ao presente estudo, pode-se inferir que a capacidade do indivíduo, mesmo em velocidade autosseleccionada, em manter um padrão de execução constante (sem quedas bruscas de velocidade, ou ‘pausas’ nas fases concêntricas e excêntricas do movimento) pode estar diretamente ligada com uma maior precisão do dispositivo. Visto que segundo os dados encontrados no estudo de Kulkamp e colaboradores (2023), que analisaram a validade e a confiabilidade do Ergonauta de uma perspectiva tecnológica (livre de erros biológicos), o dispositivo atingiu os critérios pré definidos de exatidão, concordância, sensibilidade e precisão, sendo assim recomendado para uso no monitoramento do VBT. Ainda, conforme a colocação de Courel-ibáñez (2019), grande parte dos estudos que avaliam dispositivos voltados ao VBT realizam as análises de confiabilidade desconsiderando a principal fonte de erro, que normalmente é o biológico ou técnico. Assim, torna-se interessante para estudos futuros, e até mesmo para uma melhor utilização prática do dispositivo, a realização de uma familiarização de maior duração (por exemplo, ao longo de 2 semanas de treinamento) e aprimoramento do indivíduo com a técnica e padrão de execução do ER a ser avaliado, garantindo assim uma minimização dos erros biológicos e por conseguinte uma melhor capacidade preditiva do dispositivo.

Observando-se melhor a magnitude e a frequência relativa dos erros de estimativa, aproximadamente 80% das séries analisadas apresentaram diferença de no máximo 2 repetições na intensidade de 85%1RM, e aproximadamente 70% na intensidade de 70%1RM. Segundo Halperin e colaboradores (2022), o erro de previsão de 1 a 2 repetições no contexto do número total de repetições totais realizadas por série pode impactar consideravelmente a interpretação dos dados. Segundo o fabricante, a utilização do Ergonauta é recomendada para séries entre 7 e 15 repetições máximas, sendo menos preciso para repetições fora desses limites. A título de exemplo, levando em conta essas especificações, um erro de previsão de 1 repetição representaria ~6% de erro em uma série de 15 repetições máximas, e ~14% de erro em uma série de 7 repetições máximas. Já um erro de previsão de 2 repetições, representaria

~13% de erro em uma série de 15 repetições máximas, e ~28% de erro em uma série de 7 repetições máximas.

Embora seja difícil interpretar a magnitude desses erros de previsão, sendo necessário avaliar o contexto de cada indivíduo e ER de forma individual na prática, é inegável que o mecanismo de previsão de repetições máximas do dispositivo tem diversos benefícios, e se apresenta como uma importante ferramenta de monitoramento do TR em velocidade autosselecionada. A partir dessa previsão é possível interromper a série com base no número desejado de repetições em reserva (RIR), calculado a partir do total de repetições máximas estimadas em tempo real pelo dispositivo, dessa forma, auxiliando em abordagens de treinamentos que não tem a pretensão de submeter o indivíduo até a falha (i.e. *training not to failure*) (RUPLE et al., 2023).

Em relação ao objetivo específico 2, ou seja, a análise da concordância entre as zonas de intensidade determinada pela perda de velocidade (Ergonauta) e as zonas de esforço baseadas na PSE relatada pelos indivíduos, os resultados mostraram que existe um grau de concordância moderado e uma correlação (i.e., consistência) forte entre elas, em ambas as intensidades (70%1RM e 85%1RM). Segundo Balsalobre-Fernández e colaboradores (2021), escalas subjetivas devem ser consideradas em conjunto com medições de velocidade para se obter uma estimativa mais precisa da carga relativa (%1RM). Apesar de a PSE fornecer uma boa estimativa da intensidade do exercício, visto que ela avalia o esforço subjetivo, tensão, desconforto e fadiga (HACKETT et al., 2018), ela pode não representar tão fielmente a intensidade da série determinada pela velocidade de movimento.

Diversos investigadores relataram em seus estudos PSEs menores do que o máximo durante o exercício de resistência à fadiga volitiva, indicando uma incompatibilidade entre a PSE e o esforço máximo (SHIMANO et al., 2006; PRITCHETT et al., 2009). Em contraste, o monitoramento da velocidade de repetição durante o TR permite estimar, com considerável precisão, quantas repetições são deixadas em reserva em uma determinada série de ER, o que corresponde ao conceito de 'nível de esforço' (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES e SÁNCHEZ-MEDINA, 2011; GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2016; PAREJA-BLANCO et al., 2017a; GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011).

Os estudos de Halperin e colaboradores (2022) e Hackett e colaboradores (2018) investigaram a precisão na previsão/estimativa de repetições até a falha em ER através de diferentes escalas (RIR, repetições estimadas até a falha - ERF -). Chegando a conclusão de que a precisão da previsão poderá ser melhor se forem fornecidas mais próximas da falha da

tarefa, em séries com menor volume de repetições, ao usar cargas mais pesadas. Apesar de as estimativas terem sido feitas por métodos distintos, parte desses resultados coincidem com os encontrados no presente estudo, onde foram achados valores melhores de concordância na zona 3 (zona de falha) quando comparado com a zona 2 (zona de transição), além de valores ligeiramente maiores de concordância na intensidade mais alta (85%1RM). No estudo de Halperin e colaboradores (2022) os autores sugerem que isso ocorra pois a realização de um número maior de repetições permite que uma ampla gama de erros seja feita em comparação a séries com um menor volume de repetições.

Ainda, segundo Hackett e colaboradores (2018) a PSE parece incapaz de discriminar falhas momentâneas, além de ser uma medida subjetiva para a qual sua precisão não pode ser quantificada. Segundo Borg (2000), independente do método de determinação da escala utilizada, nem todos os indivíduos irão fornecer classificações confiáveis e válidas. O autor ainda relata que cerca de 5 a 15% desses indivíduos poderão ter dificuldades de compreender as instruções e as solicitações, assim como dificuldades nas habilidades verbais e matemáticas de entendimento.

Outro ponto a ser levado em consideração é que o estudo anteriormente citado (HACKETT et al., 2018), assim como a grande maioria dos estudos relacionados a PSE e TR, utilizam escalas de 10 pontos, como por exemplo a escala OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003) e a CR10 de Borg (BORG, 1982). Um diferencial do presente estudo foi o uso de uma escala adaptada (a partir da escala OMNI-RES), com apenas 3 pontos, que além de se assemelhar às três zonas de esforço presentes no dispositivo Ergonauta, possivelmente facilitou a compreensão dos indivíduos quanto ao esforço percebido durante a execução do supino. Sugerindo assim que o uso de escalas com menos níveis (pontos) parecem facilitar a interpretação e classificação pelos sujeitos. Além disso, Hackett e colaboradores (2018) acreditam que com aplicações repetidas e experiência do usuário com as escalas, é provável que a confiabilidade e a precisão dos indivíduos melhorem com o tempo.

Com base nas análises, o uso do dispositivo Ergonauta se apresenta como uma alternativa mais precisa, quando comparada a outros métodos de mensuração da intensidade do esforço (como escalas de PSE), para o monitoramento do TR com base na velocidade autosselecionada. As funcionalidades de capacidade preditiva somado as zonas de esforço sugeridas pelo dispositivo podem auxiliar a fornecer importantes informações, as quais possibilitam definir níveis alvo de fadiga a ser permitido dentro de cada série no TR, levando o controle de intensidade e volume além de atingir ou não a falha muscular. Os resultados do

presente estudo devem ser interpretados conforme as particularidades e contexto de cada sujeito, exercício, periodização e objetivos em questão. Sendo necessário cautela ao se utilizar cargas muito baixas, além de ser recomendado a realização de uma familiarização prévia com o ER a ser avaliado, independente do nível de treinamento do indivíduo.

6 CONCLUSÃO E APLICAÇÕES PRÁTICAS

Observou-se um grau de concordância moderado entre as repetições reais realizadas pelos sujeitos e as repetições estimadas pelo dispositivo Ergonauta, em ambas as intensidades analisadas (70%1RM e 85%1RM), além de uma baixa consistência na intensidade de 70%1RM e uma consistência moderada na intensidade de 85%1RM. Em relação a concordância entre as zonas de intensidade determinada pelo Ergonauta e as 3 zonas de esforço baseadas na PSE relatada pelos indivíduos, os resultados mostraram que existe um grau de concordância moderado e uma correlação (i.e., consistência) forte entre elas, em ambas as intensidades (70%1RM e 85%1RM).

Conclui-se então que, com uma devida familiarização e padronização da técnica/padrão de execução dos indivíduos, o mecanismo de previsão de repetições máximas do dispositivo Ergonauta possibilita interromper a série com base no número desejado de repetições em reserva, auxiliando assim em abordagens de treinamento que não tem a pretensão de submeter o indivíduo até a falha (i.e. *training not to failure*) ou abordagens de VBT em velocidade autosselecionada. Ademais, apesar de a escala de PSE apresentar uma boa estimativa da intensidade do exercício, ela pode não representar tão fielmente a intensidade da série determinada pela velocidade de movimento.

Sendo assim, o mecanismo de previsão somado as zonas de intensidade de esforço sugeridas pelo dispositivo Ergonauta podem auxiliar a fornecer importantes informações práticas para praticantes e treinadores, visando um melhor controle de intensidade e volume do TR no contexto do VBT em velocidade autosselecionada. Sendo sempre necessário avaliar e interpretar os dados conforme as particularidades e contexto de cada sujeito, exercício, periodização e objetivos em questão.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, n. 2, p. 364-380, 2002.
- ATKINSON, G., NEVILL, A.M. Statistical Methods For Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. **Sports Med**, v. 26, n.4, p. 217–238, 1998.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C. et al. Repetitions in Reserve and Rate of Perceived Exertion Increase the Prediction Capabilities of the Load-Velocity Relationship. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 3, p. 724-730, 2021.
- BEHM, D. G.; SALE, D. G. Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. **Journal of applied physiology**, v. 74, n. 1, p. 359-368, 1993a.
- BEHM, D. G.; SALE, D. G. Velocity Specificity of Resistance Training. **Sports Med**, v. 15, n. 6, p. 374-388, 1993b.
- BEZERRA, E. et al. Variabilidade da carga no teste de 10RM em indivíduos treinados. **RBPFEEX - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício**, v.3, n.18, 2009.
- BJARNASON-WEHRENS, B. et al. Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation. Recommendations of the German federation for cardiovascular prevention and rehabilitation. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v.11, n. 4, p. 352-361, 2004.
- BLAND, J. M.; ALTMAN D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 327, n. 8476, p. 307-310, 1986.
- Borg, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion, **Medicine and science in sports and exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-81, 1982.
- BORG, G. A. **Escalas de Borg para a Dor e Esforço Percebido**. Manole: São Paulo, 2000
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.
- 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, 2016. doi:10.1080/02640414.2015.1090010.
- COUREL-IBÁÑEZ, J. et al. Reproducibility and Repeatability of Five Different Technologies for Bar Velocity Measurement in Resistance Training. **Annals of biomedical engineering**, v. 47, n. 7, p.1523-1538, 2019.

DAVIES, T. et al. Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 46, n. 4, p. 487-502, 2016. doi: 10.1007/s40279-015-0451-3.

DELORME, T. L.; WATKINS, A. L. Techniques of progressive resistance exercise. **Archives of Physical Medicine**, v. 29, n. 5, p. 263-273, 1948.

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. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 46-53, 2020.

DRINKWATER, E. J. et al. Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 841-847, 2007. doi: 10.1519/R-20666.1. PMID: 17685709.

FERNÁNDEZ, C. et al. Repetitions in Reserve and Rate of Perceived Exertion Increase the Prediction Capabilities of the Load-Velocity Relationship. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 3, p. 724-730, 2018. doi: 10.1519/JSC.0000000000002818.

FLECK, S. J. KRAEMER, W.J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 4ª ed. Artmed, 2017.

FOLLAND, J. P. et al. Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. **British journal of sports medicine**, v. 36, n. 5, p. 370-373, 2002. doi: 10.1136/bjism.36.5.370. PMID: 12351337; PMCID: PMC1724546.

GALIANO, C. et al. Low-Velocity Loss Induces Similar Strength Gains to Moderate Velocity Loss During Resistance Training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 36, n. 2, p. 340-345, 2020. doi: 10.1519/JSC.0000000000003487.

GEARHART, R. F. Jr. et al. Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 16, n. 1, p. 87-91, 2002.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Comité Olímpico Español, Federación Española de Halterofilia. **Halterofilia. Madrid: Comité Olímpico Español**, 1991.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. et al. Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 689-697, 2005.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. S. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. **Sports Med**, v. 31, p. 347-352, 2010. doi: 10.1055/s-0030-1248333.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; MARQUES, M.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. **Journal of human kinetics**, v. 29, n. Special-Issue, p. 15-19, 2011.

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. doi: 10.1080/17461391.2014.905987

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. et al. Short-term Recovery Following Resistance Exercise Leading or not to Failure. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 4, p. 295-304, 2016.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. et al. **Fundamentals of velocity-based resistance training**. 2017a.

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, 2017b. doi:10.1055/s-0042-120324.

HACKETT, D. A. et al. Estimation of Repetitions to Failure for Monitoring Resistance Exercise Intensity: Building a Case for Application. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1352-1359, 2018.

HALPERIN, I. et al. Accuracy in Predicting Repetitions to Task Failure in Resistance Exercise: A Scoping Review and Exploratory Meta-analysis. **Sports medicine**, v. 52, n. 2, p. 377-390, 2022. doi:10.1007/s40279-021-01559-x

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

HELMS, E. et al. RPE and Velocity Relationships for the Back Squat, Bench Press, and Deadlift in Powerlifters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 2, p. 292-297, 2017. doi: 10.1519/JSC.0000000000001517.

HERNÁNDEZ-BELMONTE, A.; PALLARÉS, J. G. Effects of Velocity Loss Threshold during Resistance Training on Strength and Athletic Adaptations: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Applied Sciences**, v.12, n. 9, p.4425, 2022.

HIRSCH, S. M. **Instrument, Analysis, and Coaching Considerations with Velocity-Based Training**. Master of Science Department of Exercise Science University of Toronto. Master Thesis, 2018. doi: 10.13140/RG.2.2.30460.49280.

IZQUIERDO, M. et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. **Journal of applied physiology**, v. 100, n. 5, p. 1647-1656, 2006a.

IZQUIERDO, M. et al. Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. **International journal of sports medicine**, v. 27, n. 9, p. 718-724, 2006b. doi:10.1055/s-2005-872825.

JIDOVTSSEFF, B. et al. Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 267-270, 2011.

JOVANOVIĆ, M.; FLANAGAN, E. P. Researched applications of velocity based strength training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 58-69, 2014.

KAWAMORI, N.; NEWTON, R. U. Velocity specificity of resistance training: Actual movement velocity versus intention to move explosively. **Strength and Conditioning Journal**, v. 28, n. 2, p. 86-91, 2006.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of chiropractic medicine**, v. 15, n. 2, p. 155-63, 2016. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012

KRAEMER, W. J. Exercise prescription in weight training: a needs analysis. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 5, n. 1, p.64-65, 1983.

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

KRAFT, J. A.; GREEN, J. M.; GAST, T. M. Work distribution influences session ratings of perceived exertion response during resistance exercise matched for total volume. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 6, p. 2042-2046, 2014.

KÜLKAMP, W. **Monitoramento de exercícios resistidos em velocidade de movimento autosselecionada**: proposta de método para quantificação da intensidade de treinamento. 2017. Tese (doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

KÜLKAMP, W. et al. Concurrent validity and reliability of self-selected movement velocity for resistance training monitoring in close grip pull-down and knee extension. **Science & Sports**, v. 36, n. 6, p. 460-469, 2021a.

KÜLKAMP, W. et al. An effective, low-cost method to improve the movement velocity measurement of a smartphone app during the bench press exercise. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: **Journal of Sports Engineering and Technology**, 2021b. doi:10.1177/17543371211058089.

KÜLKAMP, W. et al. Concurrent Validity and Technological Error-Based Reliability of a Novel Device for Velocity-Based Training. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, p. 1-12, 2023. DOI: 10.1080/1091367X.2023.2207570

LACHANCE, P. F.; HORTOBAGYI, T. Influence of cadence on muscular performance during push-up and pull-up exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 8, n. 2, p. 76-79, 1994.

LAGALLY, K. M. et al. Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 3, p. 552-559; 560, 2002.

LAGALLY, K. M. et al. Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreational and novice lifters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 359–364, 2004. Doi: 10.1519/R-12782.1.

LAGALLY, K. M.; ROBERTSON, R. J. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20 n. 2, p. 252–256, 2006. Doi: 10.1519/R-17224.1.

LAGALLY, K. M.; AMOROSE, A. J.; ROCK, B. Selection of resistance exercise intensity using ratings of perceived exertion from the OMNI-RES. **Percept Mot Skills**, v. 108, n. 2, p. 573-586, 2009.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-74, 1977.

MALHOTRA, N.K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCORA, S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscle, heart and lungs. **J Appl Physiol**, v. 106, n. 6, p. 2060–2062, 2009.

MUKAKA, M.M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Med J**, v. 24, n.3, p. 69-71, 2012. PMID: 23638278; PMCID: PMC3576830.

NACLERIO, F. et al. Control of resistance training intensity by the omni perceived exertion scale. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 1879–1888, 2011.

NACLERIO, F.; LARUMBE-ZABALA, E. Relative load prediction by velocity and the Omni-Res 0-10 scale in parallel squat. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 6, p. 1585–1591, 2017.

NÓBREGA, S. r. et al. Self-selected vs. Fixed Repetition Duration: Effects on Number of Repetitions and Muscle Activation in Resistance-Trained Men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 9, p. 2419-2424, 2018.

ORMSBEE, M. J. et al. Efficacy of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion for the bench press in experienced and novice benchers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 2, p. 337-345, 2017.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. **International journal of sports medicine**, v. 35, n. 11, p. 916-924, 2014. doi:10.1055/s-0033-1363985

PAREJA-BLANCO, F. et al. Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 37, n. 6, P. 630-639, 2017a. doi:10.1111/cpf.12348.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 27, n. 7, p. 724-735, 2017b. doi:10.1111/sms.12678.

PIERCE, K.; ROZENEK, R.; STONE, M. H. Effects of high volume weight training on lactate, heart rate, and perceived exertion. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 7, n. 4, p. 211-215, 1993.

PINCIVERO, D. M. et al. Neuromuscular activation and RPE in the quadriceps at low and high isometric intensities. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, v. 39, n. 1, p. 43-48, 1998.

PINCIVERO, D. M.; GEAR, W. S. Quadriceps activation and perceived exertion during a high intensity, steady state contraction to failure. **Muscle & nerve**, v. 23, n. 4, p. 514-520, 2000.

PINCIVERO, D. M.; COELHO, A. J.; CAMPY, R.M. Perceived exertion and maximal quadriceps femoris muscle strength during dynamic knee extension exercise in young adult males and females. **European Journal of Applied Physiology**, v.89, n. 2, p. 150-156, 2003.

PRITCHETT, R. et al. Acute and session RPE responses during resistance training: Bouts to failure at 60% and 90% of 1RM. **South African Journal of Sports Medicine**, v. 21, n. 1, p. 232-26, 2009.

ROBERTSON, R. J.; NOBLE, B. J. Perception of Physical Exertion: Methods, Mediators, and Applications. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.25, n. 1, p. 407-452, 1997.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 35, n. 2, p.333-341, 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 = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, v. 45, n. 8, p. 817-828, 2020. doi:10.1139/apnm-2019-0829.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 31, n. 8, p.1621-1635, 2021. doi:10.1111/sms.13967.

RUPLE, B. A. et al. The effects of resistance training to near failure on strength, hypertrophy, and motor unit adaptations in previously trained adults. **Physiological reports**, v. 11, n. 9, 2023. doi:10.14814/phy2.15679

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. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213f880. PMID: 21311352.

SÁNCHEZ-MEDINA, L. et al. Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. **Sports Medicine International Open**, v. 1, n. 2, p. E80-E88, 2017.

SANTOS, S. G. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à educação física**. Florianópolis: Tribo da Ilha, 2011.

SCOTT, B. R. et al. Training monitoring for resistance exercise: Theory and applications. **Sports Medicine**, v. 46, n. 5, p. 687-698, 2016.

SHIMANO, T. et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 819-823, 2006. doi:10.1519/R-18195.1

SILVA, M. S. et al. Análise do efeito de diferentes intensidades e intervalos de recuperação na percepção subjetiva de atletas. **Motricidade**, v. 7, n. 1, p. 3-12, 2011.

SILVA, R. L. et al. Effect of contraction velocity in the eccentric phase on rating of perceived exertion. **J. Phys. Educ.**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2020.

SUMINSKI, R. R. et al. Perception of effort during resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v.11, n. 4, p. 261-265, 1997.

TESTA, M. et al. Training state improves the relationship between rating of perceived exertion and relative exercise volume during resistance exercises. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 11, p. 2990-2996, 2012.

TIGGEMANN, C. L. et al. A Percepção de Esforço no Treinamento de Força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 4, p. 301-309, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-86922010000400014>>.

TORREJÓN, A. et al. The load-velocity profile differs more between men and women than between individuals with different strength levels. **Sports Biomechanics**, v.18, n. 3, p. 245-255, 2019. DOI: 10.1080/14763141.2018.1433872.

WEAKLEY, J. et al. Velocity-based training: From theory to application. **Strength and Conditioning Journal**, v. 43, n. 2, p. 31-49, 2021. doi: 10.1519/SSC.0000000000000560

WILLARDSON, J. M. et al. Effect of Short-Term Failure Versus Nonfailure Training on Lower Bod Muscular Endurance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, n. 3, p. 279-293, 2008. doi: 10.1123/ijssp.3.3.279. PMID: 19211941.

WILLIAMS, M. A. et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**, v. 116, n. 5, p. 572-584, 2007.

ZOURDOS, M. C. et al. Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 267-275, 2016.

ANEXO A - TCLE



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Desportos
Programa de Pós-Graduação em Educação Física

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Título do projeto: Concordância e consistência de um dispositivo comercial para o monitoramento do treinamento resistido com base em velocidade autosselecionada

O(a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada “**Concordância e consistência de um dispositivo comercial para o monitoramento do treinamento resistido com base em velocidade autosselecionada**”, que tem como objetivo verificar a concordância e a consistência de um dispositivo aplicado ao treinamento resistido baseado em velocidade, para o monitoramento do esforço em séries realizadas até a exaustão em velocidade autosselecionada no exercício supino reto no *smith*. A pesquisa será conduzida em dois dias de avaliações, a serem realizadas na Fórmula Academia do Shopping Villa Romana (Av. Me. Benvenuta, 687 - Santa Monica, Florianópolis - SC, 88035-000) em dias e horários previamente agendados.

A rotina será a seguinte: no 1º dia serão realizadas as medidas antropométricas (estatura e massa corporal); apresentação/explicação da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE - 3 pontos) a ser utilizada durante o estudo; e estimativa da carga de uma repetição máxima (1RM) com base na velocidade de movimento de uma única repetição (utilizando equações preditivas). Após, serão realizadas duas séries do exercício supino reto até a exaustão. 2º dia: realização de duas séries do exercício supino reto até a exaustão. Serão utilizadas cargas correspondentes a 70% de 1RM e 85% de 1RM, definidos de forma aleatória para cada participante entre o 1º e o 2º dia de testes. Será dado um intervalo de 10 minutos entre as séries e de 48 horas entre os dois dias de testes.

Os riscos dos procedimentos da coleta de dados serão médios, por envolverem testes que podem induzir a fadiga e/ou desconforto/dor muscular. Buscando minimizar os riscos, o(a) Senhor(a) realizará procedimentos de aquecimento e familiarização com todos os testes, e haverá intervalo para descanso em todos eles, além disso, as travas de segurança da máquina a

ser utilizada (*smith machine*) serão propriamente posicionadas conforme suas características corporais, garantindo um maior conforto e segurança para realização do exercício. Os pesquisadores acreditam que o desconforto/dor que o(a) Senhor(a) possa sentir durante ou após a execução dos testes é suportável, pois se assemelha àquele presente durante a realização de sua rotina de treinamento. Havendo qualquer intercorrência que não possa ser administrada pelos pesquisadores, o Corpo de Bombeiros, que fica de plantão no Shopping Villa Romana, será imediatamente acionado. Além dos riscos já mencionados, há a possibilidade do risco de quebra de sigilo, sendo este comum a todas as pesquisas realizadas com seres humanos. Neste sentido, salienta-se que, como medida de proteção, todos os dados coletados serão analisados em caráter científico, portanto, serão registrados sem menção aos dados de identificação do Senhor(a).

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão receber um relatório contendo os resultados de todos os testes realizados, inclusive estimativa de 1RM no exercício supino, dado este que poderá ser utilizado posteriormente durante sua rotina de treinamento resistido. Além disso, sua participação contribuirá para a produção e disseminação de conhecimento científico.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados no estudo e para produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome. Da mesma forma, garantimos que todas as informações fornecidas serão confidenciais e que sua identidade será preservada. Ainda, o(a) Senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento. Da mesma forma, caso tenha alguma dúvida em relação aos objetivos e procedimentos da pesquisa poderá a qualquer momento entrar em contato conosco pelo telefone: (48) 99934-6448 ou pelo e-mail: laraantunes@yahoo.com.

A legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação financeira pela sua participação em pesquisa, porém todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de danos decorrentes da pesquisa será garantida a indenização. O protocolo da pesquisa será delineado conforme as diretrizes propostas na resolução 466/12 para fins de pesquisas com seres humanos. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC pelo telefone: (48) 3721-6094 ou pelo e-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o o(a) Senhor(a) (sujeito participante da pesquisa).

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

Lara Antunes
(Executora do projeto)

Juliano Dal Pupo
(Pesquisador responsável)

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão informadas por mim e realizadas em mim. Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Florianópolis, ____/____/____.