

MATHEUS ANTONIO DE OLIVEIRA LIMA

**RELAÇÃO ENTRE A PROGRESSÃO DO VOLUME LOAD E OS GANHOS DE
FORÇA MUSCULAR EM IDOSOS SUBMETIDOS AO TREINAMENTO RESISTIDO
EM CIRCUITO**

BAURU

2025

MATHEUS ANTONIO DE OLIVEIRA LIMA

**RELAÇÃO ENTRE A PROGRESSÃO DO VOLUME LOAD E OS GANHOS DE
FORÇA MUSCULAR EM IDOSOS SUBMETIDOS AO TREINAMENTO RESISTIDO
EM CIRCUITO**

Orientador: Prof. Dr. DALTON MULLER PESSÔA FILHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Bauru, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

BAURU

2025

L732r

Lima, Matheus Antonio de Oliveira

Relação entre a progressão do volume load e os ganhos de força muscular em idosos submetidos ao treinamento resistido em circuito / Matheus Antonio de Oliveira Lima. -- Bauru, 2025

47 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Dalton Muller Pessoa Filho

1. treinamento resistido. 2. volume load. 3. força muscular. 4. idosos. 5. circuito. I. Título.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a relação entre a progressão do volume load e os ganhos de força muscular em idosos submetidos a um programa de treinamento resistido em circuito. A amostra foi composta por 12 idosos praticantes regulares de musculação, que participaram de uma intervenção de 16 semanas, com três sessões semanais. O protocolo incluiu 24 exercícios distribuídos nos treinos A, B e C, realizados em formato de circuito, com progressão sistemática de séries, repetições e carga. Foram avaliadas as variáveis volume load total e força muscular por meio do teste de 10 repetições máximas (10RM), comparando os momentos pré e pós-intervenção. Os resultados demonstraram aumento consistente e expressivo do volume load em praticamente todos os exercícios analisados. No Treino A, por exemplo, o supino reto registrou aumento de 28,4% (545 kg para 700 kg) e o leg press 45° evoluiu 26% (2937,5 kg para 3700 kg). No Treino B, destacaram-se o crossover, com incremento de 107,4% (135 kg para 280 kg), e o agachamento hack, com a maior progressão entre todos os exercícios, 189,7%. Já no Treino C, observou-se evolução acentuada no afundo, com aumento de 232%, além de progressões importantes no supino inclinado (36,8%) e cadeira extensora (28,1%). Esses aumentos no volume load foram acompanhados por progressões significativas nos valores de 10RM, indicando adaptações neuromusculares consistentes e melhoria efetiva da capacidade de produção de força. De maneira geral, todos os exercícios tanto de membros superiores quanto inferiores apresentaram evolução, reforçando a efetividade da progressão planejada e da estrutura em circuito adotada. Tal padrão de melhora sugere não apenas aumento de força muscular, mas também evolução da capacidade funcional e da eficiência motora dos participantes. Conclui-se que o treinamento resistido em circuito, aliado a uma progressão sistemática do volume load, constitui uma metodologia segura, eficaz e altamente viável para promover ganhos de força muscular em idosos. Os achados corroboram a literatura que destaca o treinamento resistido como ferramenta essencial para a prevenção da sarcopenia, manutenção da autonomia e promoção da qualidade de vida dessa população. Assim, o modelo aplicado neste estudo demonstra grande potencial de aplicação em ambientes clínicos, comunitários e de promoção da saúde.

Palavras-chave: treinamento resistido; volume load; força muscular; idosos; circuito.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the relationship between volume load progression and muscle strength gains in elderly individuals undergoing a circuit resistance training program. The sample consisted of 12 elderly individuals who regularly practiced weight training and participated in a 16-week intervention with three weekly sessions. The protocol included 24 exercises distributed across workouts A, B, and C, performed in a circuit format with systematic progression of sets, repetitions, and load. Total volume load and muscle strength variables were assessed using the 10-repetition maximum (10RM) test, comparing pre- and post-intervention moments. The results demonstrated a consistent and significant increase in volume load in virtually all exercises analyzed. In Workout A, for example, the bench press showed a 28.4% increase (from 545 kg to 700 kg) and the 45° leg press improved by 26% (from 2937.5 kg to 3700 kg). In Workout B, the crossover stood out with a 107.4% increase (from 135 kg to 280 kg), and the hack squat showed the greatest progression among all exercises, at 189.7%. In Workout C, a marked improvement was observed in the lunge, with a 232% increase, in addition to significant progressions in the incline bench press (36.8%) and leg extension (28.1%). These increases in volume load were accompanied by significant progressions in 10RM values, indicating consistent neuromuscular adaptations and effective improvement in force production capacity. Overall, all exercises for both upper and lower limbs showed improvement, reinforcing the effectiveness of the planned progression and the circuit structure adopted. This pattern of improvement suggests not only increased muscle strength but also improved functional capacity and motor efficiency of the participants. It is concluded that circuit resistance training, combined with a systematic progression of volume load, constitutes a safe, effective, and highly viable methodology for promoting gains in muscle strength in older adults. The findings corroborate the literature that highlights resistance training as an essential tool for the prevention of sarcopenia, maintenance of autonomy, and promotion of quality of life in this population. Thus, the model applied in this study demonstrates great potential for application in clinical, community, and health promotion settings.

Keywords: resistance training; volume load; muscle strength; older adults; circuit.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF – Atividade Física

AF – Afundo

AI – Abdominal Infra

AH – Agachamento Hack

AO – Abdominal Oblíquo

AP – Abdominal Prancha

CA – Cadeira Adutora

CAB – Cadeira Abdutora

CE – Cadeira Extensora

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CO – Crossover

DM – Desenvolvimento em Máquina

EL – Elevação Lateral

GH – Hormônio do Crescimento

IGF-1 – Fator de Crescimento Semelhante à Insulina 1

IL-6 – Interleucina-6

JASP – Jeffrey's Amazing Statistics Program

KG – Quilograma

LP45° – Leg Press 45°

LPH – Leg Press Horizontal

MF – Mesa Flexora

MMII – Membros Inferiores

MMSS – Membros Superiores

MTOR – Alvo Mecanístico da Rapamicina em Mamíferos

PC – Pulley Costas

PF – Pulley Frente

RC – Rosca Direta

RH – Remada Horizontal

RMs – Repetições Máximas

SI – Supino Inclinado

SR – Supino Reto

ST – Stiff

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TNF-alfa – Fator de Necrose Tumoral Alfa

TP – Tríceps Pulley

TR – Treinamento Resistido

TRC – Treinamento Resistido em Circuito

VD – Voador Dorsal

VF – Voador Frontal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Envelhecimento e Funcionalidade.....	11
2.2 Exercício Físico como Fator Social em Idosos	15
2.3 Treinamento Resistido	16
2.4 Treinamento Resistido em Idosos: Musculação como Ferramenta Eficaz.....	17
2.5 Adaptações Fisiológicas ao Treinamento Resistido	20
2.6 Estudos Correlacionando Progressão de Volume com Força Muscular	22
3 METODOLOGIA	25
3.1 Delineamento da Pesquisa.....	25
3.2 Amostra.....	25
3.3 Critérios de Inclusão e Exclusão	25
3.4 Protocolo de Intervenção	25
3.5 Avaliações e Instrumentos	26
3.6 Tratamento Estatístico	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A atividade física (AF) é definida como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que resulta em gasto energético, sendo influenciada por fatores fisiológicos, biomecânicos e psicológicos. A prática regular de AF proporciona múltiplos benefícios à saúde física e mental, incluindo a prevenção de doenças crônicas, melhora do condicionamento físico, redução da adiposidade, controle glicêmico, pressão arterial e densidade óssea, além de favorecer o bem-estar psicológico e reduzir sintomas de estresse, ansiedade e depressão (MAZO, 2019).

O envelhecimento populacional é um fenômeno crescente, associado a alterações fisiológicas e funcionais como redução da massa e força muscular (sarcopenia), diminuição da densidade óssea, comprometimento da mobilidade e aumento do risco de quedas e doenças crônicas. Tais alterações impactam diretamente a autonomia e a qualidade de vida dos idosos, evidenciando a importância de estratégias de prevenção e intervenção (OLIVEIRA, 2024).

Entre as intervenções físicas, o treinamento resistido (TR) tem se consolidado como eficaz para retardar ou reverter a perda de força e massa muscular decorrentes do envelhecimento, promovendo adaptações neuromusculares, metabólicas e funcionais, além de melhorar a independência nas atividades diárias. Evidências científicas demonstram que o TR promove adaptações neuromusculares e metabólicas positivas, contribuindo para o aumento da força, da potência, da densidade óssea e da capacidade funcional dos idosos, além de reduzir o risco de doenças crônicas e melhorar a independência nas atividades diárias (FRAGALA et al. 2019).

O treinamento resistido em circuito (TRC), tem sido amplamente utilizado como uma estratégia eficiente e segura para o público idoso por combinar exercícios sequenciais de intervalos curtos, otimizando força, resistência e condicionamento cardiorrespiratório, o TRC apresenta ainda vantagens como maior dinamismo, motivação e adesão dos praticantes, características essenciais para a manutenção de um programa de exercício a longo prazo (CADORE; IZQUIERDO, 2021).

No contexto do treinamento resistido, uma variável fundamental para o monitoramento e controle da carga de treino é o volume-load, definido como o produto entre a carga (peso), o número de repetições e o número de séries executadas. O volume-load representa o estímulo mecânico total imposto ao sistema musculoesquelético e tem sido utilizado como indicador quantitativo da carga de treinamento. Sua progressão adequada é considerada essencial para

promover adaptações positivas, uma vez que tanto volumes insuficientes quanto excessivos podem comprometer o desenvolvimento da força e a recuperação muscular (Grgic et al., 2023).

Nessa ótica, a pergunta que norteia este estudo é qual é a relação entre a progressão do volume-load e os ganhos de força muscular em idosos submetidos ao treinamento resistido em circuito?

O objetivo geral deste estudo é analisar a relação entre a progressão do volume-load e os ganhos de força muscular em idosos submetidos a um programa de treinamento resistido em circuito, durante 16 semanas de intervenção.

Tendo por objetivos específicos: verificar as alterações nos níveis de força muscular pré e pós-intervenção, obtidas por meio do teste de 10 repetições máximas (10RMs); avaliar a evolução do volume-load total ao longo das semanas de treinamento; investigar a correlação entre a variação do volume-load e o ganho de força muscular dos participantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENVELHECIMENTO E FUNCIONALIDADE.

São considerados como idosos as pessoas com 60 anos ou mais, se elas residem em países em desenvolvimento, e com 65 anos e mais se residem em países desenvolvidos, tal como definido pelo marco legal da Política Nacional do Idoso e pelo Estatuto do Idoso. É o ser em processo de envelhecimento, onde está passando de jovem, adulto, velho para velhice (SILVA, 2015).

A idade cronológica tem implicações sobre o psiquê, principalmente em capacidades como aprendizagem e memória apresentando aspectos próprios ao processo, frequentemente pela percepção das modificações, tentando manter a autoestima, é comum que idosos tentem passar a impressão de uma idade psicológica menor (PEREIRA, *et al.*, 2014).

Faria e Marinho (2011) comentam que a velhice é uma fase natural da vida e não há como fugir do ciclo da vida: nascimento, crescimento, amadurecimento, envelhecimento e morte. A palavra “velho” traz consigo um conjunto imenso de conotações pejorativas. Numa sociedade que idolatra a juventude, a beleza e a força física, ser velho significa estar envolvido em um universo de rejeição, preconceitos e exclusão. Enquanto problemática social relevante e direito humano fundamental, somente há pouco tempo despertou-se a atenção das autoridades e sociedade brasileiras.

Os estudos gerontológicos enfrentam dificuldades pela pulverização de áreas de interesse gerando conhecimentos soltos que poucos contribuem para ações efetivas frente à população. Durante muito tempo o envelhecimento foi abordado de forma pontual em várias ciências, principalmente biológica, porém é crescente, dentro desta ciência, a tentativa de implementação da interdisciplinaridade buscando uma maior efetividade (COSTA, 2011).

Para Darwin o ser humano nasce, cresce, reproduz, envelhece e morre. A velhice é o último estado da vida e o envelhecimento é o processo natural que leva a um conjunto de alterações que ocorrem no organismo humano, implicando em limitações próprias do indivíduo e na perda progressiva da força funcional considerada um fenômeno inevitável do corpo humano com o passar do tempo, levando-o a vulnerabilidade de agressões intrínsecas e extrínsecas que podem ocasionar a morte (FISHER, 2006).

Essa mudança no perfil epidemiológico nos países em desenvolvimento ocorre em decorrência de mudanças no perfil demográfico onde, aumenta a sobrevivência e diminui a taxa de natalidade, surgimento de novas tecnologias médicas, melhoria nas tecnologias já existentes que permite a prevenção de doenças e cura em alguns casos (LOURENÇO, *et al.*, 2014).

Muito tempo foi perdido se acreditando que o Brasil era um país jovem, sem perceber que havíamos alcançado um grande feito que é se tornar um país de velhos, o que antes era privilégio de poucos, hoje passa a ser comum. Um dos desafios atuais é um serviço de saúde digno, porque viver é importante, mas envelhecer com qualidade de vida é essencial (SIMÃO, 2018).

O envelhecimento traz consigo várias complicações de saúde sejam elas físicas ou mentais, até mesmo uma junção de ambas. Além das doenças crônicas que são comuns na população senescente as quedas podem levar a essas complicações (LEITE, *et al.*, 2012).

Diante desses aspectos nota-se que o processo esperado de envelhecimento leva ao comprometimento da saúde mental e física, aumento do risco de acidentes, dentre os quais a queda é o mais comum, podendo causar lesões, alteração da capacidade funcional ou até a morte dos idosos (LENARDT, *et al.*, 2013).

Monteiro (2012) considera os cientistas da área da ciência do esporte e da atividade física, onde eles dizem, que é a soma das alterações biológicas, psicológicas e sociais que leva a reduzir gradualmente a capacidade de adaptação e do desempenho físico e mental do indivíduo.

O envelhecimento traz alterações fisiológicas degenerativas tornando os indivíduos que se encontram na Terceira Idade cada vez mais dependentes e limitados de realizar suas atividades de vida diária (AVDs) como: caminhar, tomar banho, sentar-se, agachar-se para pegar objetos sem sentir dor ou restrições nas articulações, portanto, o idoso progressivamente perde sua autonomia funcional. É importante ressaltar que embora o envelhecimento comece mais cedo o declínio acelerado na capacidade funcional do indivíduo se inicia por volta dos 70 anos de vida (FARIAS; SANTOS, 2012).

Ademais, viver mais não significa necessariamente viver com qualidade, atualmente com o aumento da expectativa de vida tem se discutido mais a respeito, a gerontologia (campo de estudos interdisciplinar que investiga os fenômenos fisiológicos, psicológicos e sociais e culturais relacionados com o envelhecimento do ser humano.), tem como lema “acrescentar vida aos anos e não apenas anos a vida”, ou seja, deve-se buscar envelhecer com qualidade de vida (VARREGOSO, 2010).

O envelhecimento é um processo contínuo durante o qual ocorre declínio progressivo de todos os processos fisiológicos. Ao se manter um estilo de vida ativo e saudável, podem-se retardar as alterações morfofuncionais que ocorrem com a idade. As alterações fisiológicas que ocorrem no corpo humano, relacionadas à idade são de extrema importância à saúde pública (PEREIRA, 2012).

Uma compreensão de tais alterações com seus consequentes impactos sobre a função diária do idoso é o primeiro passo crucial para o desenvolvimento de medidas preventivas em diversas áreas da saúde (tais como fisioterapeutas, médicos geriatras, terapeutas) que amenizarão futuros agravos provindos da idade desde que os idosos obtenham informações atualizadas acerca das disfunções provindas do processo de envelhecimento (FARIAS; SANTOS, 2012).

Quando o ser humano envelhece, observamos uma série de mudanças em sua imagem externa e no seu comportamento: os cabelos tornam-se brancos e quebradiços, a pele enrugase, a força muscular desaparece, os movimentos são mais cuidadosos, as reações são mais lentas, a memória cede, os contatos com outras pessoas tornam-se mais difíceis (PEREIRA, *et al.*, 2014).

Segundo as ideias de Mazo, Lopes e Benedetti (2014), o sistema mais afetado com o processo do envelhecimento é o equilíbrio devido às disfunções do sistema locomotor e do sensorial que favorece a sensibilidade. A manutenção e/ou recuperação do equilíbrio para os idosos é primordial porque é a partir desse domínio motor que o idoso realiza atividades físicas e diárias com mais segurança, com mais domínio dos movimentos e, principalmente, com menor risco de quedas.

A perda da massa muscular, principalmente nos músculos responsáveis pela manutenção da postura ortostática (músculos) pode contribuir para o aumento do número de quedas e este é outro aspecto importante a ser abordado (BORIM; BARROS; NERI, 2012).

O Sistema Imunológico sofre alterações, ocorrendo a queda da imunidade com a redução da produção de anticorpos, favorecendo assim o aparecimento de várias patologias. A produção de hormônios também é reduzida, ocasionando o desequilíbrio e modificações hormonais e desestabilizando a função de vários órgãos, surgindo disposição à diabetes e hipertensão arterial, alterações no sono entre outras (TONOM; DUIM; SANTOS, 2012).

Em relação ao sistema cardiovascular, as principais modificações são: diminuição do número de células do músculo cardíaco, decréscimo da força e da elasticidade do músculo cardíaco, as válvulas do coração se tornam menos flexíveis, aumento da pressão arterial sistólica, surgimento de depósito de gordura nos vasos sanguíneos (colesterol) e maior incidência de arteriosclerose (MACHADO, 2012).

Segundo Mendes e Brito (2012), verifica-se uma demonstração clara das deficiências que o corpo humano vai sofrendo com o passar do tempo e, para que a sua vida tenha uma qualidade suficiente é necessária garantir uma melhor qualidade no seu cotidiano tornando possível obter a consciência que determinadas atividades devem ser abolidas e outras praticadas

e o exercício do corpo torna-se uma forma importante de manter uma boa qualidade de vida e saúde perfeita.

Nas ideias de Borim, Barros e Neri (2012), no repouso ou no esforço, o débito cardíaco diminui e por este motivo, o limite da capacidade e desempenho no esforço pode ser atingido rapidamente. No repouso, podemos observar uma diminuição de batimentos cardíacos e já na atividade física ocorre o inverso (BORIM; BARROS; NERI, 2012).

Além das modificações cardiorrespiratórias, há preocupantes modificações musculares: com o decorrer da idade, a elasticidade e estabilidade dos músculos, tendões e ligamentos se deterioram, a área transversal dos músculos torna-se menor pela atrofia muscular e a massa muscular diminui em proporção ao peso do corpo, o que leva a uma redução da força muscular. Além disso, observa-se um prejuízo na flexibilidade, ocasionado por degenerações e danos nas articulações (LENARDT, *et al.*, 2013).

É fato que o envelhecimento é parte obrigatória da vida de todos. O processo de envelhecimento não ocorre de maneira igual em todos os indivíduos, fatores hereditários, ambientais e circunstâncias históricas da vida de cada um compõem o envelhecimento pessoal. São consideradas velhas aquelas pessoas que sentem diminuídas suas potencialidades vitais, ocorridas em função do desgaste produzido pela idade que avança. Pode-se dizer que chegou à velhice quem vive mais os processos degenerativos que os construtivos.

A senescência ou a velhice pode ser saudável, seja como processo, seja como estado pessoal. Alguém pode ter uma idade muito avançada, ser um ancião, e estar com muita saúde. A senilidade, ao contrário, é o estado doentio e acidental de grande desgaste e disfunção do organismo, produzido por fatores degenerativos, como exemplo a esclerose. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA, 2016).

Para Pereira (2010), apesar do envelhecimento da população ser o tema por excelência nos anos 80 e continuar na mesa por mais de vinte anos, a discussão sobre suas consequências não foi fora de época, no entanto, nos últimos anos, houve um viés diferente.

Eles expõem que políticos, demógrafos, economistas e todos aqueles que estavam nas proximidades do poder deixaram de apreciar o crescimento da população antiga como um evento histórico sem precedentes e sem retorno, enquanto abriam enormes possibilidades para toda a humanidade, qualificando esse fenômeno como um problema social. Os gerontologistas adotaram essa visão e a literatura gerontológica por um longo tempo ficou preocupada e dominada pelo problema do envelhecimento

A velhice é a consequência paradoxal desse crescente grupo social, que não pode sequer afirmar seu peso numérico como forma de poder. A história começou a mudar e, já há alguns anos, esse peso começa a ser visto de perspectivas mais positivas, e não como um fardo econômico apocalíptico para as gerações mais jovens.

A perda de força muscular, em particular, mostra-se fortemente associada às limitações nas atividades da vida diária, mobilidade reduzida e maior risco de quedas e fraturas. Por exemplo, em estudo de David M. Buchner e Barbara J. de Lateur (1991) foi apontado que a relação entre força e função em idosos é específica para cada tipo de atividade, e que existe um limiar de força necessário para manter boa funcionalidade física.

Adicionalmente, revisão sistemática recente encontrou que, em adultos mais velhos (≥ 65 anos), baixo volume muscular (massa) está associado a maior risco de declínio funcional (odds ratio $\sim 1,23$), quando ajustado para tamanho corporal e outros fatores.

Outro aspecto relevante é o fenômeno da Sarcopenia, definido como a perda progressiva de massa e função musculares relacionada à idade, o qual é considerado um dos principais determinantes da dependência funcional em idosos. As causas são multifatoriais entre elas destacam-se alterações hormonais, inflamação crônica, substância neuronal, infiltração gordurosa no músculo, sedentarismo e má nutrição.

A funcionalidade reduzida em idosos manifesta-se por meio de desempenho piorado em testes de força, velocidade de marcha, equilíbrio e atividades de vida diária. Um estudo controlado de H. B. Bårdstu et al. (2020) demonstrou que um programa de treinamento resistido melhorou composição corporal, força e função em idosos que vivem em comunidade e recebem cuidados domiciliares.

Dessa forma, entender os processos de envelhecimento muscular e funcional torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias de intervenção que promovam a manutenção da autonomia, reduzam o risco de quedas e melhorem a qualidade de vida dos idosos.

2.2 EXERCÍCIO FÍSICO COMO FATOR SOCIAL EM IDOSOS

A atividade física no idoso é considerada essencial sob vários pontos de vista, por um lado, ajuda na manutenção física que ajuda a pessoa a desenvolver competências pessoais, que são aplicadas a diferentes contextos da vida diária, é importante ter uma atividade física diária ativa para também desenvolver hábitos positivos na pessoa (SOCOLOSKI, 2021).

Além disso, ajuda a diminuir o grau de solidão entre os participantes, a serem mais sociáveis, mais cooperativos, e mais compreensivos, pois além do exercício físico e consequências positivas de que deriva, estabelecem-se entre eles relações que ajudam a manter um elevado nível de participação entre eles, com o propósito de estabelecer relações sociais que os ajudem a compartilhar experiências, melhorar-se e manter conversas que os ajudem a se desenvolver tanto fisicamente quanto psicologicamente, resultando assim numa atitude positiva que os ajuda a ter um melhor desempenho em todas as áreas (ALVES, 2010).

Além disso, é importante facilitar um cuidado integral, visando proporcionar-lhes a manutenção do mais elevado nível possível de autonomia pessoal, a contenção da dependência e o alívio da sua situação de isolamento social para tentar melhorar a sua qualidade de vida (ALCANTARA, 2016).

2.3 TREINAMENTO RESISTIDO

O treinamento de resistido (TR) é um método especial de condicionamento que inclui o uso contínuo de uma variedade de cargas de resistência e uma variedade de métodos de treinamento projetados para melhorar a saúde e/ou o desempenho esportivo, com base na melhoria da força muscular de seus músculos (ALMEIDA, 2021).

TR é caracterizado por exercícios que utilizam a contração voluntária dos músculos esqueléticos contra resistência, incluindo peso corporal pessoal, pesos livres, máquinas e faixas elásticas. É necessário que haja determinação de tempo adequado e prescrição de treinamento de acordo com os objetivos e condições da pessoa e supervisão profissional, para que além dos benefícios, previna danos (SANTANA et al., 2023).

Atualmente, o treinamento resistido é recomendado por diversas organizações de saúde e medicina esportiva ao redor do mundo como uma parte importante de qualquer programa de exercícios para melhorar a saúde de crianças, adolescentes, adultos, idosos e/ou portadores de determinadas patologias (MARTINS, 2022).

Os locais mais populares para a prática do treinamento de resistido são as academias, localizadas em diversos centros e clubes esportivos. Nessas áreas, determinados equipamentos como pesos livres e máquinas são utilizados para a realização de exercícios, tornando a musculação uma das áreas mais eficazes e seguras para o treinamento de força muscular (SANTANA et al., 2023).

Quando se pensa nos princípios do treinamento resistido, perceber-se que não se trata de um treinamento para resultados rápidos. Em vez disso, leva tempo para o indivíduo começar

a sentir os resultados. Este exercício também é influenciado pelo tipo de atividade realizada, além do número de repetições, intensidade e tempo de descanso entre os exercícios (ALMEIDA, 2021).

É praticado entre homens e mulheres de todas as idades. Para aumentar ou manter a aptidão física, como melhor desempenho nos esportes, perda de peso, ganho muscular, melhor condição física, ganho de força, potência, resistência e quem utiliza o treinamento resistido para beleza, além desses objetivos, o TR traz muitos benefícios à saúde às pessoas que o fazem, aumentam a espessura óssea, aumentam o metabolismo basal, aumentam a massa muscular, controlam e mantêm o peso (MARTINS, 2022).

De acordo com Santana et al. (2023), quem pratica regularmente treinamento resistido experimenta melhorias na resistência e força muscular, na saúde cardiovascular, na composição corporal, na densidade mineral óssea e na flexibilidade. Além de reduzir os níveis de colesterol, é muito bom para pessoas com sobrepeso e obesidade, devido ao aumento da massa corporal magra e ao aumento da taxa metabólica. Previne e reduz lesões, traz grande eficiência quando combinado com exercícios pilométricos e exercícios de salto (SANTANA et al., 2023).

A prática de exercício físico está presente no dia a dia, tanto nas atividades domésticas quanto nas atividades relacionadas ao esporte, porém é necessário promover a saúde, manter hábitos saudáveis e praticar exercícios regularmente. Contudo, existem algumas barreiras para a popularização da prática de atividades físicas, especialmente entre os jovens. Isso acontece por diversos motivos, como a falta de motivação e as alterações físicas e hormonais que ocorrem nessa fase (BRITO, 2022).

2.4 TREINAMENTO RESISTIDO EM IDOSOS: MUSCULAÇÃO COMO FERRAMENTA EFICAZ

O processo de envelhecimento é acompanhado por uma série de modificações fisiológicas e funcionais que comprometem diretamente a saúde, a autonomia e a qualidade de vida dos indivíduos. Entre essas alterações, destacam-se a redução progressiva da massa e da força muscular, a diminuição da densidade óssea e a perda da capacidade funcional. Essas mudanças, associadas à presença de doenças crônicas e ao sedentarismo, favorecem a instalação da sarcopenia, condição caracterizada pela perda de massa e função muscular, que está fortemente associada ao aumento do risco de quedas, fraturas e dependência funcional (PAIVA; TOMÉ; ABREU, 2022).

Nesse contexto, o treinamento resistido (TR) também conhecido como musculação tem se mostrado uma das estratégias mais eficazes para atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento. Trata-se de um método de exercício que utiliza resistências externas (como pesos livres, elásticos, máquinas ou o próprio peso corporal) com o objetivo de estimular o sistema musculoesquelético, promovendo adaptações neuromusculares que resultam em aumento de força, massa muscular, equilíbrio e coordenação (AGUIAR et al., 2014).

Diversos estudos comprovam que o TR melhora de forma significativa a força e a capacidade funcional dos idosos. Silva, Monteiro e Mocarzel (2021) observaram, em uma revisão sistemática, que programas de treinamento de força são eficazes para melhorar o desempenho físico e a autonomia funcional, favorecendo a realização de atividades da vida diária, como caminhar, subir escadas e levantar-se de uma cadeira. De forma semelhante, Cardoso et al. (2023) identificaram que o TR também influencia positivamente aspectos psicológicos, reduzindo sintomas depressivos e melhorando a autopercepção de saúde.

A eficácia do TR não se limita à força muscular, mas também abrange benefícios metabólicos e estruturais. A prática regular de exercícios resistidos contribui para a manutenção da densidade mineral óssea, prevenindo a osteoporose, melhora do controle glicêmico e aumento da sensibilidade à insulina, sendo considerada uma ferramenta eficaz para o controle de doenças metabólicas e cardiovasculares (LIMA et al., 2021). Ademais, ao estimular a síntese proteica e o recrutamento de unidades motoras, o TR contribui para a reversão parcial dos efeitos da sarcopenia (JESUS et al., 2023).

Os efeitos positivos do TR em idosos dependem da aplicação de princípios científicos fundamentais, como a sobrecarga progressiva, a especificidade e a individualização. A sobrecarga progressiva refere-se ao aumento gradual da carga ou do volume total do treinamento, fator essencial para a manutenção das adaptações musculares (CERQUEIRA, 2023). Já a especificidade diz respeito à seleção de exercícios que envolvam grandes grupos musculares e movimentos funcionais, simulando atividades cotidianas. Por fim, a individualização garante que o programa seja adaptado às condições clínicas, limitações e nível de aptidão física de cada idoso, respeitando suas particularidades (SACRAMENTO et al., 2023).

O treinamento resistido é reconhecido não apenas por seus benefícios fisiológicos, mas também por seu impacto positivo na qualidade de vida e na saúde mental dos idosos. De acordo com Garcia Dias (2023), programas regulares de musculação proporcionam maior disposição física, autoestima e socialização, fatores essenciais para a adesão ao exercício a longo prazo. Além disso, a prática supervisionada em ambientes de academia ou centros de reabilitação

estimula o convívio social, reduz o isolamento e melhora o humor, sendo considerada uma intervenção biopsicossocial completa.

A literatura também destaca que o TR é seguro para idosos, desde que seja conduzido com supervisão profissional e respeitando os limites individuais. Aguiar et al. (2014) ressaltam que, quando aplicados de maneira adequada, os programas de musculação apresentam baixa taxa de lesões e altos índices de aderência, especialmente quando comparados a modalidades aeróbicas tradicionais. Por isso, é recomendada a realização de duas a três sessões semanais, com intensidade moderada a alta (60–80% de 1RM), volume controlado e intervalos adequados de recuperação.

Em relação à progressão do volume de carga (volume-load), conceito que representa o produto entre carga, repetições e séries, estudos recentes apontam que a manipulação dessa variável é determinante para o sucesso do treinamento. Tavares, Siqueira e Pinto (2023) destacam que o volume de treino deve ser ajustado conforme a resposta adaptativa do idoso, uma vez que volumes muito baixos não promovem ganhos expressivos de força, enquanto volumes excessivos podem gerar fadiga e dificultar a recuperação. Assim, o monitoramento do volume-load torna-se uma ferramenta prática e eficiente para o controle da carga de treino em programas de musculação para idosos.

Outro ponto relevante é a aderência ao programa de exercícios. Segundo Cerqueira (2023), um dos principais desafios no contexto do envelhecimento é manter a continuidade do treinamento, uma vez que a interrupção prolongada leva rapidamente à perda dos ganhos obtidos. Estratégias motivacionais, acompanhamento multiprofissional e a valorização de metas alcançáveis são elementos fundamentais para garantir a manutenção do hábito de exercício.

Portanto, o treinamento resistido se configura como uma ferramenta eficaz, segura e acessível para a promoção da saúde e da funcionalidade em idosos. Seus benefícios vão além da melhoria da força e da massa muscular, estendendo-se à prevenção de doenças crônicas, à redução do risco de quedas, ao aumento da densidade óssea e à melhoria da qualidade de vida. Diante do envelhecimento populacional e do impacto socioeconômico da perda funcional, o incentivo à prática regular de musculação supervisionada deve ser uma prioridade nas políticas públicas de saúde e nos programas de envelhecimento ativo (CARDOSO et al., 2023; JESUS et al., 2023).

2.5 ADAPTAÇÕES FISIOLÓGICAS AO TREINAMENTO RESISTIDO

O treinamento resistido (TR) é amplamente reconhecido como uma intervenção eficaz para promover adaptações fisiológicas significativas no organismo, especialmente em populações idosas. Essas adaptações envolvem modificações morfológicas, neuromusculares, metabólicas, hormonais e cardiovasculares, que, em conjunto, contribuem para o aumento da força, da massa muscular e da funcionalidade global (SCHOENFELD et al., 2016; JESUS et al., 2023).

Com o envelhecimento, há uma redução natural na quantidade e na qualidade das fibras musculares, particularmente das fibras do tipo II (rápidas), associadas à potência e à força. Essa perda é acompanhada pela diminuição da área de secção transversal muscular, redução na ativação neural e na eficiência da contração, fenômeno conhecido como sarcopenia (CRUZ-JENTOFT et al., 2019). O treinamento resistido surge como a principal estratégia não farmacológica capaz de reverter parte dessas alterações, estimulando a hipertrofia muscular e a reorganização do sistema neuromuscular (MORITANI; DEVRIES, 1979; BÅRDSTU et al., 2020).

As adaptações iniciais ao treinamento resistido são predominantemente neuronais. Durante as primeiras semanas de prática, os ganhos de força observados ocorrem mais pela melhoria na ativação neural do que pelo aumento da massa muscular. Segundo Moritani e DeVries (1979), o aprendizado motor, o aumento da coordenação intramuscular e a melhora no recrutamento e sincronização das unidades motoras são os principais mecanismos responsáveis por esse processo. Com o tempo, essas adaptações favorecem o aumento da capacidade de gerar força e a eficiência do movimento, reduzindo o risco de quedas e melhorando a estabilidade postural em idosos (NETO et al., 2021).

Além disso, o TR aumenta a excitabilidade cortical e a plasticidade neural, melhorando o controle motor e a comunicação entre o sistema nervoso central e as fibras musculares. Estudos utilizando eletromiografia demonstram aumento significativo na amplitude do sinal elétrico e na velocidade de condução neural após programas de força, evidenciando uma adaptação funcional importante para o envelhecimento ativo (SCHOENFELD et al., 2016; FISHER et al., 2017).

Após o período inicial de adaptação neural, o organismo passa a apresentar mudanças estruturais, hipertrofia muscular e aumento da área de secção transversal das fibras. Essas adaptações resultam do equilíbrio positivo entre síntese e degradação proteica, mediado por estímulos mecânicos e hormonais (SCHOENFELD; GRGIC, 2018). Em idosos, embora a

capacidade hipertrófica seja reduzida em comparação com adultos jovens, estudos demonstram que o treinamento de resistência, especialmente com intensidades moderadas a altas (60–80% de 1RM), é eficaz para promover aumento da massa magra e preservar a integridade muscular (BÅRDSTU et al., 2020).

O estímulo mecânico induzido pelo TR ativa vias de sinalização intracelular, como a mTOR (mammalian target of rapamycin), que regula a síntese proteica e o crescimento muscular (PHILLIPS; WINETT, 2010). Além disso, há incremento na expressão de fatores de crescimento, como o IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1), e redução de marcadores inflamatórios, como TNF- α e IL-6, favorecendo o ambiente anabólico e reduzindo os efeitos catabólicos associados ao envelhecimento (CADORE; IZQUIERDO, 2018).

O treinamento resistido também promove adaptações endócrinas, como o aumento agudo e crônico de hormônios anabólicos, incluindo testosterona, GH (hormônio do crescimento) e IGF-1. Essas alterações contribuem para o aumento da síntese proteica e para a manutenção da massa muscular (WEST; PHILLIPS, 2012). Em idosos, mesmo com a redução natural desses hormônios, o TR estimula respostas positivas, melhorando o metabolismo energético e a sensibilidade à insulina (GOMES et al., 2022).

No aspecto metabólico, ocorre aumento da densidade mitocondrial e da capacidade oxidativa muscular, refletindo em melhor aproveitamento de substratos energéticos durante o exercício e em repouso. Isso resulta em maior resistência à fadiga, melhor controle glicêmico e redução de marcadores de inflamação sistêmica (CUNHA et al., 2023).

Embora o TR seja predominantemente anaeróbico, ele também induz adaptações cardiovasculares e hemodinâmicas. Há melhora na função endotelial, redução da pressão arterial em repouso, aumento da variabilidade da frequência cardíaca, e indicadores de saúde cardiovascular (CORNELISSEN; SMART, 2013). Essas mudanças são particularmente relevantes para idosos hipertensos, pois o TR controlado e supervisionado reduz a rigidez arterial e melhora o fluxo sanguíneo periférico (TAVARES; SIQUEIRA; PINTO, 2023).

Em termos osteomusculares, o estímulo mecânico repetido decorrente do treinamento de força aumenta a densidade mineral óssea e fortalece as estruturas articulares e tendíneas. Esses efeitos são explicados pela ativação dos osteoblastos e pela maior deposição de cálcio, prevenindo osteopenia e osteoporose (WESTCOTT, 2012).

Além das respostas fisiológicas diretas, o TR proporciona benefícios funcionais e psicossociais. A melhora da força, da coordenação e do equilíbrio reflete-se na execução de atividades da vida diária, reduzindo a dependência e o risco de quedas (JESUS et al., 2023). Do ponto de vista psicológico, a prática regular está associada a maior autoestima, melhor

percepção corporal e menor prevalência de sintomas depressivos e ansiosos em idosos (GARCIA DIAS, 2023).

Essas adaptações evidenciam que o treinamento resistido é uma ferramenta abrangente e essencial no contexto do envelhecimento saudável, promovendo não apenas ganhos musculares, mas também melhorias sistêmicas que repercutem diretamente na funcionalidade e na qualidade de vida.

2.6 ESTUDOS CORRELACIONANDO PROGRESSÃO DE VOLUME COM FORÇA MUSCULAR

O controle e a progressão da carga de treinamento são princípios fundamentais para o sucesso de qualquer programa de treinamento resistido, especialmente quando o objetivo é o aumento da força e da massa muscular. Nesse contexto, o volume total de treino — frequentemente quantificado pelo volume-load (produto entre carga, repetições e séries) — representa uma variável determinante nas respostas adaptativas ao exercício. A manipulação adequada dessa variável é essencial para maximizar ganhos de desempenho e minimizar riscos de sobrecarga, sobretudo em populações idosas, que apresentam menor capacidade de recuperação fisiológica (SCHOENFELD et al., 2016; GRGIC; SCHOENFELD, 2018).

O volume de treinamento está diretamente relacionado ao princípio da sobrecarga progressiva, segundo o qual o estímulo imposto ao sistema neuromuscular deve ser gradualmente aumentado à medida que ocorrem as adaptações fisiológicas (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Assim, quando o indivíduo se adapta ao estímulo atual, é necessário ampliar o volume — seja por meio do aumento da carga, do número de repetições, do número de séries ou da frequência semanal — para continuar promovendo ganhos de força. Em idosos, essa progressão deve ser realizada de forma cuidadosa e individualizada, respeitando limitações articulares, cardiovasculares e neuromusculares (CADORE; IZQUIERDO, 2018).

Estudos científicos têm investigado a relação entre o volume total de treino e os ganhos de força muscular em diferentes populações. Schoenfeld et al. (2019), em um experimento controlado com adultos jovens treinados, demonstraram que maiores volumes de treino (3 séries por exercício) resultaram em aumentos superiores de hipertrofia e força em comparação a menores volumes (1 série). De modo semelhante, Radaelli et al. (2015) observaram em adultos destreinados que o aumento progressivo do número de séries promoveu maiores ganhos de força no teste de 10 repetições máximas (10RM) após 24 semanas de intervenção. Esses achados indicam uma relação dose-resposta positiva entre volume e ganhos de força.

Em populações idosas, os resultados são consistentes. Peterson, Rhea e Sen (2010), em uma meta-análise envolvendo 47 estudos, concluíram que o treinamento resistido progressivo aumenta significativamente a força máxima em idosos, sendo o volume e a intensidade os principais mediadores desse ganho. Os autores sugerem que sessões compostas por múltiplas séries, realizadas de duas a três vezes por semana, com intensidades entre 60 e 80% de 1RM, são as mais eficazes para promover adaptações neuromusculares relevantes.

Burd et al. (2010) e Schoenfeld (2016) reforçam que o volume de treino está intimamente associado à tensão mecânica acumulada e ao tempo sob tensão, fatores determinantes para o recrutamento de unidades motoras e a ativação das vias de sinalização anabólica, como a mTOR. Assim, o aumento gradual do volume contribui para o estímulo contínuo à síntese proteica, favorecendo tanto o aumento da força quanto da massa muscular.

No contexto do envelhecimento, o estudo de Cunha et al. (2023) analisou a influência do volume de treinamento na força de idosos submetidos a um programa de resistência progressiva de 16 semanas. Os autores observaram correlação significativa ($r = 0,82$; $p < 0,01$) entre o aumento do volume total e o ganho de força no teste de 10RM, concluindo que a manipulação adequada do volume é essencial para maximizar resultados e evitar estagnação dos ganhos.

Outro aspecto importante é o controle do volume semanal total. Barbalho et al. (2018), em um estudo com adultos treinados, verificaram que o acúmulo semanal de volume — e não apenas o volume por sessão — é um preditor mais forte dos ganhos de força. Essa evidência é relevante para idosos, que geralmente necessitam de maior tempo de recuperação entre sessões. Portanto, o monitoramento do volume total ao longo das semanas fornece uma métrica prática e eficaz para ajustar a sobrecarga e evitar o overtraining.

A relação entre volume e intensidade também merece destaque. Embora o aumento de volume seja necessário para promover adaptações, volumes excessivos podem causar fadiga central, lesões e interferir na recuperação, especialmente em idosos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2021). Assim, a literatura recomenda que a progressão de volume seja gradual — por exemplo, incrementos de 5% a 10% a cada 2–3 semanas —, permitindo adaptação fisiológica e evitando queda de desempenho (TAVARES; SIQUEIRA; PINTO, 2023).

Estudos recentes com protocolos de treinamento em circuito, modalidade comumente utilizada em idosos, também corroboram esses achados. Neto et al. (2021) demonstraram que a progressão do volume total de treino em circuitos resistidos resultou em aumentos significativos na força dos membros inferiores e na capacidade funcional, indicando que mesmo

em formatos mais dinâmicos, a manipulação sistemática do volume mantém relação direta com as adaptações neuromusculares.

Do ponto de vista prático, a progressão do volume-load pode ser considerada um indicador confiável de desempenho, permitindo ao profissional acompanhar a evolução do treinamento e ajustar variáveis com base na resposta individual. Esse acompanhamento é fundamental em programas voltados a idosos, pois possibilita o equilíbrio entre estímulo e recuperação, otimizando ganhos de força sem comprometer a segurança.

Portanto, a literatura científica sustenta que existe uma relação direta e positiva entre a progressão do volume de treinamento e os ganhos de força muscular, tanto em adultos quanto em idosos. O monitoramento do volume-load, aliado ao controle da intensidade e da recuperação, constitui uma abordagem eficiente e baseada em evidências para promover ganhos consistentes de força e funcionalidade em programas de treinamento resistido para o envelhecimento saudável.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento da pesquisa

Este estudo possui caráter experimental e intervencional, estruturado em um modelo de avaliação pré e pós-intervenção, sem grupo controle. Esse delineamento foi adotado por possibilitar a análise direta das modificações decorrentes da aplicação de um programa de treinamento resistido em circuito, permitindo verificar de maneira objetiva a relação entre a progressão do volume load e os ganhos de força muscular em idosos submetidos ao treinamento resistido em circuito (CAMARGO et al. 2019).

3.2 Amostra

Foram avaliados 12 participantes ($70,0 \pm 7,2$ anos; $63,9 \pm 9,4$ kg; $159,2 \pm 7,6$ cm), integrantes de um projeto de extensão de uma universidade pública. Todos os voluntários são praticantes regulares de musculação, com frequência mínima de duas sessões semanais nos últimos três meses. A pesquisa seguirá as normas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição e somente foi iniciado após a aprovação. Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo ciência sobre os objetivos, benefícios e possíveis riscos da participação.

3.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram adotados critérios específicos para a definição da amostra:

Critérios de inclusão: praticantes regulares de musculação (mínimo de duas vezes por semana nos últimos três meses), disponibilidade para participar de no mínimo 75% das sessões previstas, e ausência de contraindicações médicas para a prática de exercícios resistidos.

Critérios de exclusão: indivíduos com histórico recente de lesões osteomioarticulares que inviabilizem o treinamento, portadores de doenças que limitem a execução dos exercícios, uso de medicamentos anabólicos ou de terapias que possam influenciar diretamente a força muscular ou a composição corporal.

3.4 Protocolo de Intervenção

O programa de treinamento teve duração de 16 semanas, sendo realizado em três sessões semanais. O método foi o treinamento resistido em circuito, com 24 exercícios distribuídos em

três planos (A, B e C), cada um contendo oito exercícios, conforme demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 1: Exercícios em cada um dos diferentes planos de treino: A, B e C.

A	B	C
Supino Reto	Crossover	Supino Inclinado
Cadeira Adutora	Leg Press Horizontal	Cadeira Extensora
Voador Frontal	Tríceps Pulley	Voador Dorsal
Mesa Flexora	Stiff	Cadeira Abdutora
Pulley Frente	Elevação Lateral	Pulley Costas
Leg Press 45°	Agachamento Hack	Afundo
Remada Horizontal	Rosca Direta	Desenvolvimento em Máquina
Abdominal Infra	Abdominal Oblíquo	Abdominal Prancha

Os exercícios foram realizados em sequência, com intervalos curtos de 30 segundos entre as estações, e de 5 minutos entre cada passagem do circuito, respeitando as recomendações do treinamento em circuito para idosos, buscando otimizar tanto os ganhos de força quanto o condicionamento cardiorrespiratório. A intensidade e o volume de treino foram ajustados de forma progressiva, conforme descrito na tabela a seguir:

Tabela 2: Progressão de intensidade e volume conforme as Semanas.

SEMANA	REPETIÇÕES	CARGA (%RM)	SÉRIES
1-2	10	80%	3
3-4	12	80%	3
5-6	12	80%	4
7-8	10	90%	4
9-10	12	90%	4
11-12	10	100%	4
13-14	12	100%	3
15-16	12	100%	4

3.5 Avaliações e Instrumentos

As variáveis analisadas no estudo foram:

Volume Load: O volume total de treinamento, definido pela combinação de séries, repetições e carga levantada, é outro fator crítico para promover adaptações musculares. Conforme Camargo et. al. (2019), volumes moderados a elevados, distribuídos em múltiplas séries por grupo muscular, estão associados a maiores ganhos de força e hipertrofia, desde que respeitados os limites de recuperação individual. Pode-se chegar num progresso de volume load, por meio de algumas variáveis, sendo elas aumento da carga (peso), aumento do nº de

repetições ou séries, ou maior número de exercícios realizados. Portanto no presente estudo foi obtido o volume load pré e pós-intervenção, por meio da carga máxima de 10RMs obtida no teste de força, multiplicada por 10 repetições, e multiplicado por 3 séries (CAMARGO et al. 2019).

Força muscular: avaliada por meio do teste de força dinâmica estimada de 10 repetições máximas (10RM) para poder estimar os valores de cargas nos exercícios descritos na Tabela 1. Os testes foram realizados após um aquecimento de 15 minutos (alongamento estático, exercícios de mobilidade, andar de bicicleta ergométrica ou caminhada, ambos em baixa intensidade). Conforme Bezzera et. al. (2011) o protocolo de teste da força seguiu as seguintes recomendações: (1) um aquecimento específico precedeu a primeira tentativa do teste, com repetições realizadas em intensidade de carga baixa e sem levar à falha concêntrica; e (2) cargas para a tentativa inicial foram estabelecidas com base nas taxas médias de força máxima de membros inferiores e superiores, de acordo com idade, sexo e peso. Cada dia foi específico para obtenção das cargas (10RMs) de cada treino, foram três tentativas para encontrar as cargas de cada exercício, caso não encontrado de algum no dia, o teste era repetido em outra ocasião, respeitando o período de no mínimo 48 horas para refazer os testes. Foram aceitos como valores de cargas de 10RM, aquelas cujas cargas os indivíduos conseguiram realizarem a execução do exercício com a técnica correta (GARCIA, 2025).

3.6 Tratamento Estatístico

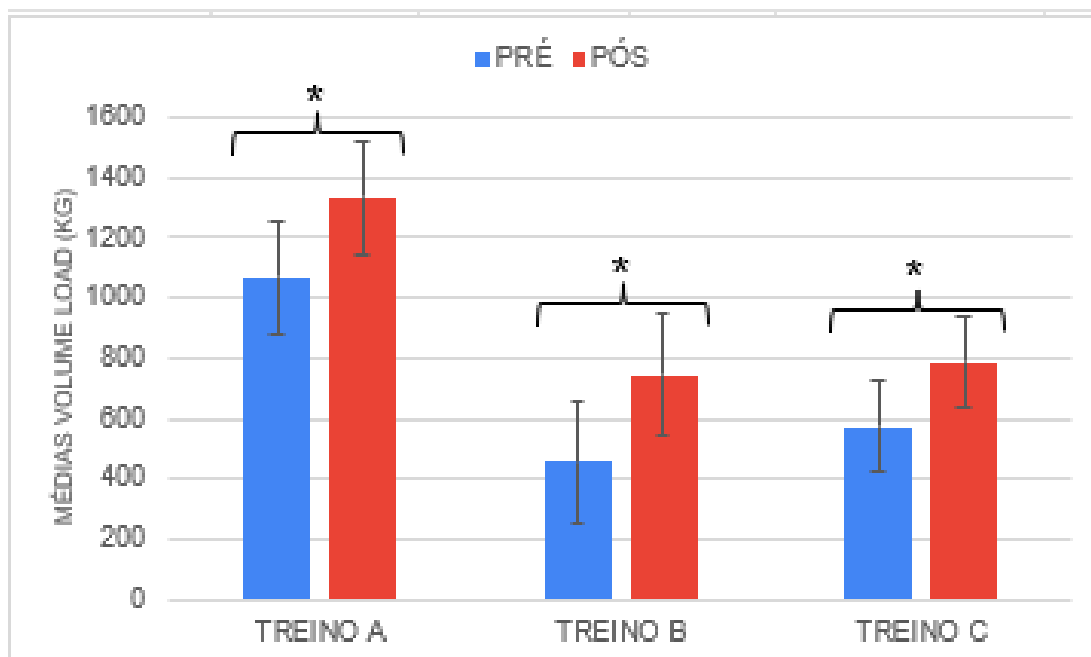
Os dados obtidos foram tabulados e analisados em software estatístico específico Jeffrey's Amazing Statistics Program (JASP) versão 0.95.4.0. Inicialmente, foram realizadas estatísticas descritivas (média, desvio-padrão). Para a comparação entre os momentos pré e pós-intervenção, foi aplicado o teste t pareado quando a normalidade da distribuição foi confirmada. Na ausência desse pressuposto, utilizou-se o teste de Wilcoxon. O nível de significância estatística adotado foi de 5% ($\alpha \leq 0,05$). E para analisar a correlação entre força e volume-load foi utilizado (r de Pearson).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados demonstrou aumentos consistentes no volume-load em todos os exercícios ao longo das 16 semanas de intervenção, evidenciando uma progressão efetiva da carga total de treinamento. Esse resultado reflete a adaptação gradual dos participantes ao estímulo resistido em circuito, conforme a progressão planejada de intensidade e séries apresentada no protocolo (tabela 2)

Os dados demonstram aumentos significativos no Volume Load nos três protocolos de treinamento (A, B e C), indicando progressão consistente da capacidade de produção de força pelos idosos ao longo da intervenção. Essa progressão sugere adaptação neuromuscular positiva e está alinhada com os ganhos de força esperados em treinamentos resistidos em circuito para essa população (Figura 1).

Figura 1: Médias do volume load por treino.



Treino A

No Treino A, observou-se incremento expressivo no volume-load médio de todos os exercícios. O supino reto (SR) apresentou aumento de aproximadamente 28,4% (de 545 kg para 700 kg), enquanto a cadeira adutora (CA) evoluiu 10,6% (1175 kg para 1300 kg). O voador frontal (VF) mostrou elevação acentuada de 45,1%, e o leg press 45° (LP45°), exercício com maior demanda de grandes grupos musculares, registrou um aumento de 26% (de 2937,5 kg para 3700 kg), sendo um dos mais representativos da sessão.

O pulley frente (PF) e a remada horizontal (RH) também tiveram ganhos relevantes, de 23,4% e 35,4%, respectivamente. Esses resultados indicam uma melhora generalizada da capacidade de gerar força nos grandes grupamentos musculares, o que reflete o caráter multicomponente e equilibrado do circuito aplicado.

Treino B

No Treino B, os avanços de volume-load também foram expressivos. O crossover (CO) aumentou 107,4% (de 135 kg para 280 kg), evidenciando grande adaptação dos músculos peitorais e estabilizadores do ombro. O leg press horizontal (LPH) apresentou incremento de 25,6%, e o stiff (ST), movimento de cadeia posterior, obteve aumento notável de 80,9%, sugerindo melhora substancial da força nos isquiotibiais e glúteos.

Os exercícios tríceps pulley (TP) e rosca direta (RC) mostraram progressões de 20% e 70,2%, respectivamente, enquanto o agachamento hack (AH) destacou-se pelo aumento de 189,7%, o maior entre todos os movimentos do estudo. Esse resultado pode estar associado à familiarização progressiva com o exercício e à capacidade de sobrecarga controlada da máquina utilizada.

Por fim, a elevação lateral (EL) apresentou crescimento de 36,6%, mostrando que mesmo movimentos monoarticulares e de menor carga também acompanharam o progresso geral de volume-load.

Treino C

Os resultados do Treino C também reforçam o padrão de progressão do estudo. O supino inclinado (SI) teve aumento de 36,8%, e a cadeira extensora (CE) apresentou crescimento expressivo (28,1%), confirmando o ganho de força em membros inferiores. O pulley costas (PC) e o voador dorsal (VD) cresceram 29% e 7,4%, respectivamente, sugerindo evolução mais moderada para a musculatura dorsal.

O afundo (AF) foi o exercício com maior variação relativa do grupo (232%), possivelmente devido à baixa carga inicial e à posterior adaptação técnica dos participantes. Já o desenvolvimento em máquina (DM) aumentou 61,1%, reforçando a tendência de evolução consistente nas capacidades de empurrar e estabilizar cargas em movimentos acima da cabeça.

A Figura 2 ilustra as variações do volume-load (kg) nos exercícios voltados aos membros superiores (MMSS), comparando os momentos pré e pós-intervenção após as 16 semanas de treinamento resistido em circuito. De maneira geral, observa-se aumento consistente em todos os exercícios analisados, evidenciando a efetividade do protocolo de progressão de carga e séries adotado no estudo.

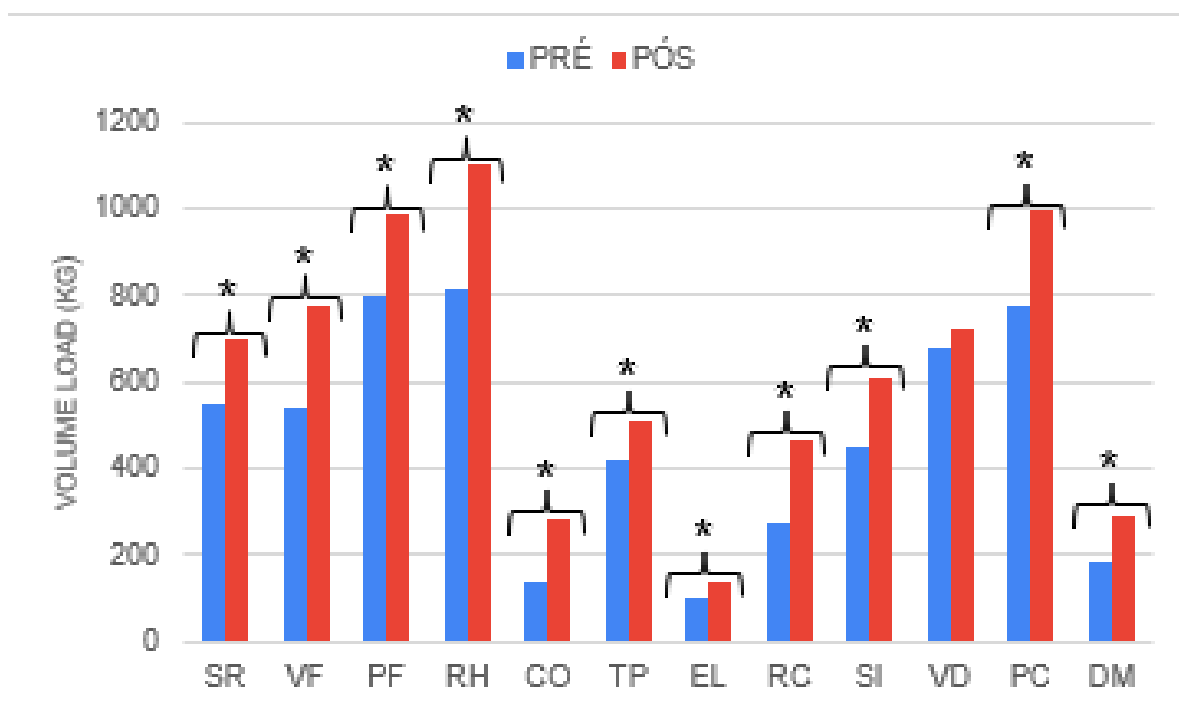
Entre os exercícios de empurrar, o supino reto (SR), supino inclinado (SI) e desenvolvimento em máquina (DM) apresentaram aumentos expressivos no volume total, refletindo ganhos na força dos músculos peitorais, deltóides e tríceps. Esses movimentos envolvem grandes grupamentos musculares e múltiplas articulações, o que tende a gerar maiores ganhos de volume total, conforme descrito por Schoenfeld et al. (2021).

Nos exercícios de tração, como voador frontal (VF), pulley frente (PF), remada horizontal (RH) e voador dorsal (VD), também houve elevação significativa do volume-load, indicando melhora da força dos músculos dorsais e flexores de cotovelo. O comportamento ascendente das barras vermelhas (pós) em relação às azuis (pré) no gráfico confirma que o estímulo de sobrecarga progressiva foi suficiente para promover adaptações tanto neurais quanto estruturais, compatíveis com os achados de Grgic et al. (2023), que relacionaram o aumento do volume total ao ganho de força máxima em idosos.

Os exercícios monoarticulares, como rosca direta (RC), tríceps pulley (TP) e elevação lateral (EL), apresentaram aumentos mais modestos em valores absolutos, mas ainda assim relevantes. Essa resposta é esperada, pois exercícios isolados mobilizam menores massas musculares, limitando o volume total possível, embora contribuam para melhor equilíbrio entre grupos musculares antagonistas (CADORE; IZQUIERDO, 2021).

Destaque especial pode ser dado ao crossover (CO) e à remada horizontal (RH), que apresentaram os maiores incrementos relativos, evidenciando ótima resposta adaptativa dos músculos estabilizadores do ombro e do tronco. Essa melhora é particularmente importante em idosos, pois reflete um ganho funcional diretamente relacionado à estabilidade postural e à capacidade de execução de atividades cotidianas (FRAGALA et al., 2019).

Portanto, o conjunto de dados representado na Figura 2 demonstra que a progressão do volume-load foi consistente e generalizada nos membros superiores, com variações médias entre 25% e 60%. Esse comportamento confirma a eficácia do treinamento resistido em circuito para induzir adaptações de força muscular mesmo em praticantes experientes e idosos, reforçando o potencial desse método como estratégia segura e eficiente para a manutenção da capacidade funcional.

Figura 2: Pré vs Pós volume load – MMSS

A Figura 3 apresenta as variações do volume-load (kg) nos exercícios voltados aos membros inferiores (MMII), comparando os momentos pré e pós-intervenção após o período de 16 semanas de treinamento resistido. Observa-se um aumento generalizado do volume total em todos os exercícios, reforçando a eficácia do protocolo de sobrecarga progressiva também para os grupamentos musculares dos membros inferiores.

O exercício leg press 45° (LP45°) destacou-se como aquele com maior volume total absoluto, tanto no momento pré (aproximadamente 3.000 kg) quanto no pós-intervenção (superando 3.700 kg). Esse comportamento é esperado, uma vez que o leg press é um movimento multiarticular que recruta simultaneamente grandes grupos musculares — quadríceps, glúteos e isquiotibiais, permitindo o uso de cargas elevadas e resultando em altos valores de volume total (SCHOENFELD et al., 2020).

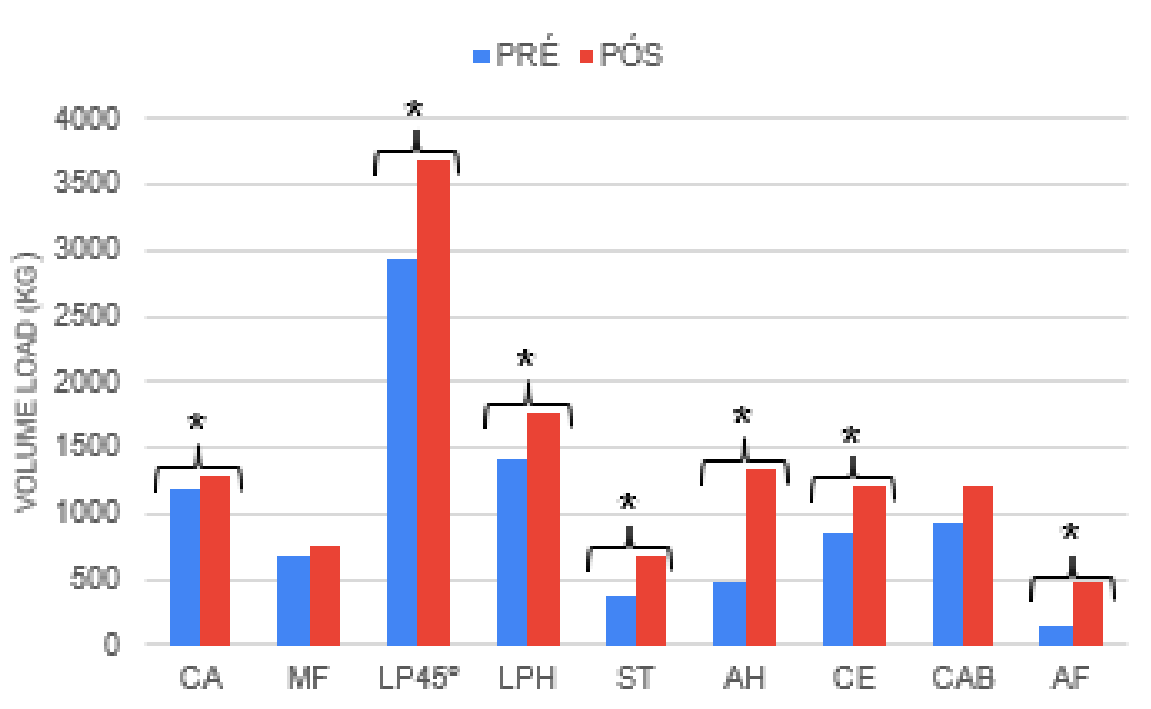
Os exercícios leg press horizontal (LPH), cadeira extensora (CE) e cadeira abduutora (CAB) também apresentaram incrementos significativos no volume-load, sugerindo adaptações positivas nos músculos extensores e abdutores do quadril. Tais aumentos corroboram com achados de Radaelli et al. (2014) e Cadore e Izquierdo (2021), que destacam o papel do treinamento resistido em promover melhorias na força e na massa muscular em idosos, mesmo com intensidades submáximas e volumes moderados.

O agachamento hack (AH) e o stiff (ST), ambos exercícios que enfatizam os músculos posteriores da coxa e glúteos, também apresentaram evolução relevante no volume total. Esse aumento reflete a melhora na coordenação intermuscular e na ativação neural, mecanismos frequentemente observados nas fases iniciais e intermediárias de programas de resistência (GRGIC et al., 2023).

O afundo (AF), por sua vez, mostrou o menor volume total entre os exercícios de MMII, tanto pré quanto pós, mas ainda com tendência de progressão positiva. Por se tratar de um exercício unilateral e de maior complexidade postural, é natural que as cargas absolutas sejam menores; ainda assim, o ganho registrado indica avanço na estabilidade e força funcional, aspectos fundamentais para a prevenção de quedas e melhora da mobilidade em populações idosas (FRAGALA et al., 2019).

De modo geral, o padrão crescente das barras vermelhas (pós-intervenção) em todos os exercícios reforça que o protocolo aplicado foi eficaz para gerar adaptações positivas na força e resistência muscular dos MMII, sem indícios de estagnação. Esse resultado está alinhado com as evidências de progressão linear controlada, recomendada por American College of Sports Medicine (ACSM, 2021) para indivíduos adultos e idosos treinados.

Figura 3: Pré vs Pós volume load – MMII.



A Figura 4 demonstra a comparação dos valores de 10 repetições máximas (10RMs) nos membros superiores, antes (PRÉ) e após (PÓS) a intervenção com treinamento resistido em

circuito aplicado em idosos. Observa-se um aumento consistente dos valores de 10RMs em todos os exercícios avaliados, evidenciando ganhos de força muscular no grupo após a intervenção.

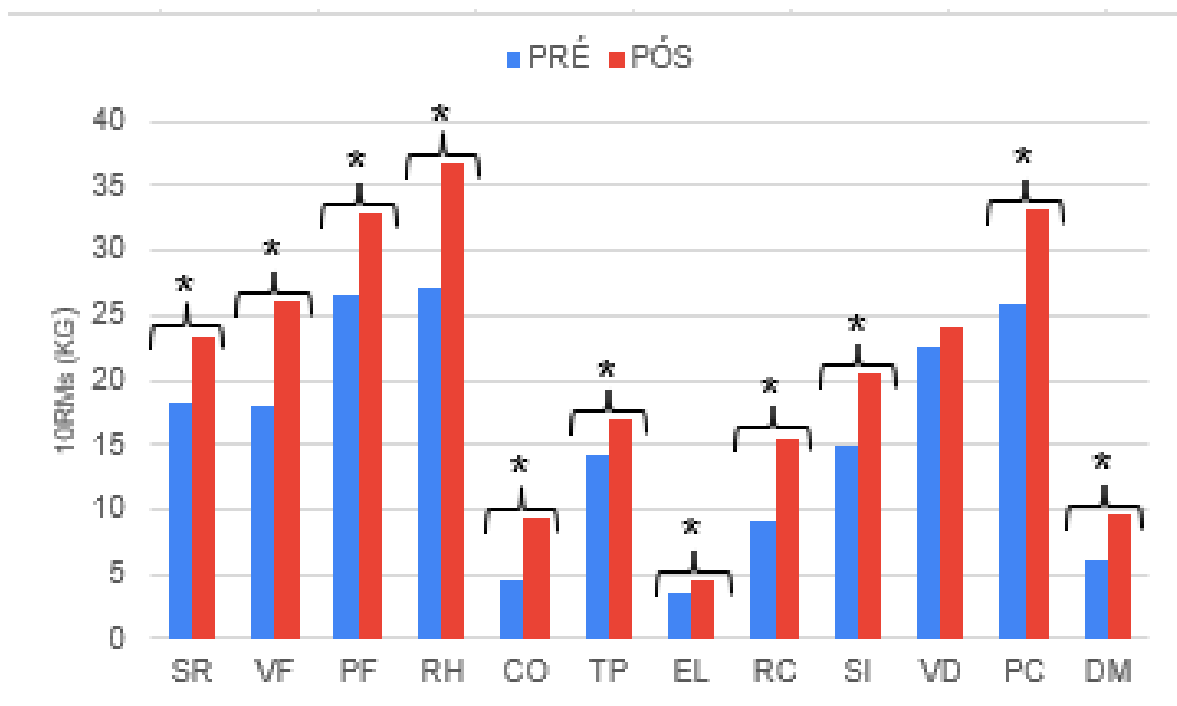
Esse achado está em consonância com a literatura que demonstra que o treinamento resistido progressivo é eficaz para aumento de força em adultos mais velhos. Por exemplo, Mark D. Peterson et al. (2010) encontraram, em metanálise de 47 estudos com pessoas ≥ 50 anos, aumentos de força entre 24 e 33 % nos testes de chest press, lat pull, leg press e knee extension. Ainda, outras revisões recentes indicam que o treinamento resistido melhora tanto a força de membros superiores quanto inferiores em idosos (por ex., upper-limb mean diff ≈ 15 kg; lower-limb ≈ 48 kg) em meta-análise.

No gráfico, os maiores incrementos parecem ocorrer nos exercícios de remada horizontal (RH), pulley frente (PF) e pulley costas (PC), o que sugere que os músculos envolvidos nesses movimentos responderam fortemente ao estímulo de carga e volume. Essa resposta pode estar relacionada à progressão de volume load, ou seja, ao aumento planejado da carga total ao longo do tempo o que é apoiado pelo achado de que maior intensidade ou volume tendem a gerar melhores adaptações de força. Por exemplo, Peterson et al. (2010) relataram que níveis mais elevados de intensidade associam-se a maiores melhorias de força.

Já os exercícios com menores ganhos (por exemplo, elevação lateral, crossover, desenvolvimento máquina) podem refletir que tais movimentos envolveram grupos musculares menores ou que a progressão de carga nesses exercícios foi mais moderada, o que limitaria a magnitude de ganho de força. Isso também se alinha às diretrizes que apontam para a importância de manipular variáveis como intensidade, volume e recorrência para otimizar ganhos em idosos.

Portanto, o gráfico corrobora a hipótese de que a progressão do volume load em um protocolo de treinamento resistido em circuito confere ganhos substanciais de força muscular em idosos, contribuindo para manutenção ou melhoria da funcionalidade e autonomia dessa população. A magnitude dos aumentos observados no estudo reforça a viabilidade dessa intervenção para a força de membros superiores, reforçando ainda mais seu valor para a prática de profissionais de educação física e reabilitação.

Figura 4: Pré vs Pós 10RMs – MMSS.



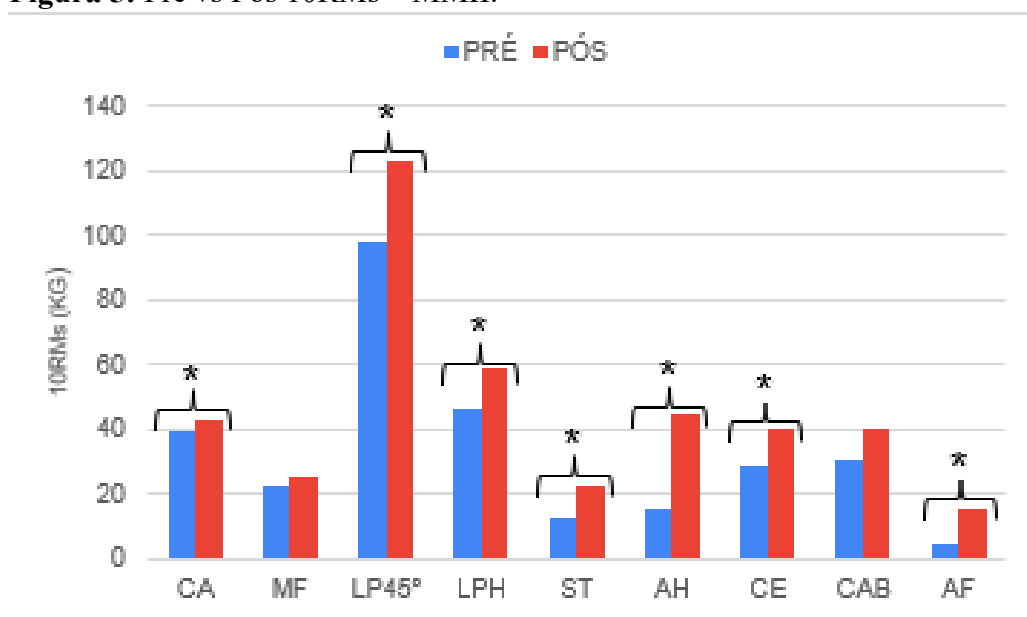
O gráfico intitulado “Pré vs Pós 10RMs – MMII” apresenta a comparação dos valores de 10 repetições máximas (10RMs) em exercícios voltados aos membros inferiores, nos momentos pré e pós-treinamento resistido em circuito. Observa-se um aumento expressivo da força muscular após o período de intervenção, com todos os exercícios demonstrando elevação significativa das cargas, o que evidencia adaptações neuromusculares positivas e melhora da capacidade de força entre os participantes idosos.

Os maiores ganhos ocorreram nos exercícios de leg press a 45° (LP45°) e leg press horizontal (LPH), que apresentaram aumento acentuado na carga suportada aproximadamente de 100 kg para mais de 120 kg no LP45°, e de cerca de 50 kg para 60 kg no LPH. Esses resultados indicam que os grandes grupamentos musculares dos membros inferiores responderam de maneira robusta ao estímulo progressivo de volume load aplicado durante o treinamento. Exercícios como cadeira extensora (CE), cadeira abdução (CAB) e agachamento hack (AH) também mostraram avanços consistentes, enquanto os movimentos de menor amplitude articular ou com menor carga inicial, como afundo (AF) e stiff (ST), tiveram incrementos mais modestos, porém ainda positivos.

De modo geral, a evolução observada demonstra que a progressão do volume total de treino (volume load) teve impacto direto sobre os ganhos de força, reforçando a importância da sobrecarga progressiva e da continuidade do estímulo resistido para promover adaptações funcionais em idosos. Esses achados são amplamente corroborados pela literatura científica.

Segundo Peterson et al. (2010), o treinamento resistido progressivo em adultos mais velhos resulta em aumentos médios de força entre 24% e 33%, dependendo da intensidade e do volume empregados. Da mesma forma, Fragala et al. (2019) destacam que o treinamento com cargas progressivas melhora não apenas a força muscular, mas também a massa magra, equilíbrio e capacidade funcional de idosos, contribuindo para a prevenção da sarcopenia e da perda de autonomia.

Figura 5: Pré vs Pós 10RMs – MMII.



A análise comparativa entre os momentos pré e pós-intervenção demonstrou que o programa de treinamento resistido em circuito promoveu melhoras significativas na força muscular em praticamente todos os exercícios avaliados pelo teste de 10RM. Conforme os resultados obtidos por meio da análise estatística, a maior parte das variáveis apresentou valores de $p < 0,05$, acompanhados de tamanhos de efeito moderados a muito elevados (Cohen's d entre $\sim 0,50$ e $> 2,0$), indicando que a magnitude das adaptações foi relevante do ponto de vista prático. Exercícios como crossover (CO), leg press horizontal (LPH), stiff (ST), agachamento hack (AH), rosca direta (RC), supino inclinado (SI) e afundo (AF) apresentaram algumas das maiores evoluções, refletindo aumento consistente da capacidade de produção de força após as 16 semanas de intervenção. Apenas o exercício de mesa flexora (MF) apresentou $p > 0,05$, sugerindo que, para esse movimento específico, a progressão ao longo do período não foi suficientemente robusta para produzir diferença estatística. De forma geral, o conjunto dos resultados evidencia que o treinamento resistido em circuito, quando estruturado com

progressão sistemática de volume e intensidade, é eficaz para promover ganhos expressivos de força muscular em idosos fisicamente ativos.

A verificação dos pressupostos estatísticos indicou que parte das variáveis apresentou distribuição normal, enquanto outras demonstraram desvios significativos de normalidade. Conforme analisado, exercícios como supino reto (SR), pulley frente (PF), leg press 45° (LP45°), remada horizontal (RH), stiff (ST), agachamento hack (AH), rosca direta (RC), supino inclinado (SI), cadeira extensora (CE), voador dorsal (VD), cadeira abdução (CAB), afundo (AF) e desenvolvimento em máquina (DM) apresentaram valores de $p > 0,05$, indicando normalidade. Entretanto, diversos exercícios mostraram $p < 0,05$, como cadeira adutora (CA), voador frontal (VF), mesa flexora (MF), crossover (CO), leg press horizontal (LPH), tríceps pulley (TP), elevação lateral (EL) e pulley costas (PC), apontando para distribuições não normais. Dessa forma, optou-se pela aplicação do teste t pareado para as variáveis com distribuição normal, enquanto aquelas que violaram o pressuposto foram analisadas por meio do teste de Wilcoxon, garantindo a adequação metodológica das comparações entre os momentos pré e pós-intervenção.

A análise descritiva dos dados evidenciou aumentos consistentes nos valores médios de força em todos os exercícios avaliados pelo teste de 10RM após as 16 semanas de treinamento resistido em circuito. De maneira geral, as médias pós-intervenção foram superiores às médias pré-intervenção, indicando melhora global da capacidade de produção de força muscular nos idosos treinados. Os ganhos foram observados tanto em exercícios multiarticulares de grandes grupos musculares como o leg press 45° (pré = $97,9 \pm 48,0$ kg; pós = $123,3 \pm 46,9$ kg), supino reto (pré = $18,1 \pm 4,7$ kg; pós = $23,3 \pm 5,7$ kg) e remada horizontal (pré = $27,0 \pm 9,6$ kg; pós = $36,6 \pm 10,9$ kg) quanto em exercícios isolados, como rosca direta (pré = $9,1 \pm 1,3$ kg; pós = $15,5 \pm 4,2$ kg) e elevação lateral (pré = $3,4 \pm 1,5$ kg; pós = $4,6 \pm 2,7$ kg). Destacam-se ainda aumentos expressivos em movimentos específicos, como o crossover (pré = $4,5 \pm 3,9$ kg; pós = $9,3 \pm 3,2$ kg) e o afundo (pré = $4,6 \pm 1,4$ kg; pós = $15,5 \pm 6,0$ kg), que apresentaram as maiores variações percentuais relativas. Estudos como o de Peterson et al. (2010) demonstram que adultos mais velhos podem alcançar aumentos de força entre 24% e 33% após intervenções resistidas sistematizadas, valores próximos aos obtidos nesta pesquisa.

Além disso, a redução dos coeficientes de variação em vários exercícios indica uma maior homogeneidade no desempenho pós-intervenção, sugerindo que os participantes responderam de maneira relativamente consistente ao protocolo aplicado. De forma que, os resultados obtidos no presente estudo demonstraram aumentos expressivos na força muscular após 16 semanas de treinamento resistido em circuito, evidenciados pelas elevações

significativas nos valores de 10RM tanto em exercícios multiarticulares quanto monoarticulares. Esses achados corroboram a literatura que aponta que o treinamento resistido, quando organizado de forma progressiva, é capaz de promover ganhos substanciais de força em idosos, mesmo em períodos relativamente curtos de intervenção (FRAGALA et al., 2019; PETERSON et al., 2010).

O incremento consistente de força observado em exercícios envolvendo grandes grupos musculares, como leg press 45°, supino reto e remada horizontal, é compatível com evidências de que movimentos multiarticulares tendem a apresentar maiores melhorias devido ao maior recrutamento neuromuscular e ao elevado potencial de sobrecarga mecânica (FISHER et al., 2017; KRAEMER; RATAMESS, 2004). A evolução observada em exercícios isolados, como rosca direta e elevação lateral, também segue o padrão esperado para idosos treinados, refletindo adaptações neuromusculares e melhora de coordenação intermuscular (MORITANI; DEVRIES, 1979).

A análise descritiva do volume-load evidenciou aumentos consistentes em praticamente todos os exercícios após as 16 semanas de treinamento resistido em circuito. De modo geral, as médias pós-intervenção superaram de forma clara os valores pré-intervenção, indicando que a progressão planejada de carga, repetições e séries resultou em um incremento robusto do volume total mobilizado pelos participantes. Os maiores aumentos absolutos foram observados em exercícios multiarticulares de membros inferiores, como o leg press 45° (pré = $2937,5 \pm 1440,8$; pós = $3700,0 \pm 1409,0$), agachamento hack (pré = $465,0 \pm 223,2$; pós = $1347,5 \pm 442,2$) e leg press horizontal (pré = $1412,5 \pm 322,7$; pós = $1775,0 \pm 388,1$), que apresentaram progressões expressivas e acompanhadas por redução do coeficiente de variação, sugerindo respostas mais homogêneas entre os participantes. Movimentos de membros superiores também apresentaram incremento notável, como crossover (pré = $135,0 \pm 119,7$; pós = $280,0 \pm 98,5$), rosca direta (pré = $274,0 \pm 41,1$; pós = $466,5 \pm 128,0$) e supino reto (pré = $545,0 \pm 139,7$; pós = $700,0 \pm 172,4$). Conforme esses dados relevantes do estudo obteve-se uma progressão sistemática do volume-load ao longo das 16 semanas. No qual, houve aumento do volume total em praticamente todos os exercícios, confirmando que o protocolo aplicado favoreceu adaptações musculares robustas, uma vez que o volume de treino é amplamente reconhecido como uma das variáveis mais determinantes para o desenvolvimento de força e hipertrofia (GRGIC et al., 2023; SCHOENFELD et al., 2016). Os exercícios de membros inferiores apresentaram as maiores progressões absolutas, o que pode estar associado ao maior potencial de carga e à alta distribuição de massa muscular nos MMII, favorecendo respostas amplificadas ao estímulo resistido (CADORE; IZQUIERDO, 2021). Em diversos exercícios, observou-se

diminuição do coeficiente de variação no momento pós-intervenção caso de VF, PF, LPH, RH e VD indicando maior consistência no desempenho entre os idosos após o período de treinamento. Esse ponto importante da redução dos coeficientes de variação em vários exercícios no momento pós-intervenção, sugerindo maior homogeneidade nas respostas do grupo. Essa tendência é discutida na literatura como um indicativo de adaptação coletiva ao estímulo, geralmente associada a protocolos supervisionados, que garantem execução técnica mais uniforme e melhor controle da progressão (SILVA et al., 2021). Os resultados do teste de Shapiro–Wilk mostraram que algumas variáveis apresentaram distribuição normal, enquanto outras violaram esse pressuposto; ainda assim, o padrão geral aponta que o treinamento em circuito, quando estruturado com progressão sistemática, promove aumentos substanciais no volume-load total, refletindo melhora significativa na capacidade de tolerância e produção de trabalho muscular.

A comparação entre os momentos pré e pós-intervenção revelou aumentos estatisticamente significativos no volume-load para a maior parte dos exercícios analisados. Conforme analisado, 17 dos 21 movimentos testados apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), indicando que o treinamento resistido em circuito foi eficaz em elevar substancialmente o volume total de trabalho realizado pelos participantes. Os maiores efeitos foram observados nos exercícios crossover ($t = -5,454$; $p < 0,001$; $d = -1,574$), stiff ($t = -6,008$; $p < 0,001$; $d = 1,734$), agachamento hack ($t = -6,484$; $p < 0,001$; $d = -1,872$), rosca direta ($t = -6,395$; $p < 0,001$; $d = -1,846$), afundo ($t = -7,263$; $p < 0,001$; $d = -2,097$) e supino inclinado ($t = -4,671$; $p < 0,001$; $d = -1,348$), todos apresentando tamanhos de efeito grandes a muito grandes, o que reforça a magnitude prática das adaptações. Outros exercícios multiarticulares – como supino reto, pulley frente, leg press 45°, remada horizontal, leg press horizontal, tríceps pulley, cadeira extensora e desenvolvimento em máquina – também apresentaram aumentos significativos, com tamanhos de efeito moderados a grandes (d entre $-0,65$ e $-1,25$). Apenas três exercícios não demonstraram significância estatística: mesa flexora ($p = 0,109$), voador dorsal ($p = 0,305$) e cadeira abduzora ($p = 0,061$). Esses resultados encontrados referentes aos tamanhos de efeitos nas análises inferenciais — predominantemente grandes ou muito grandes — reforçam a relevância prática dos ganhos observados, indicando que as alterações não foram apenas estatisticamente significativas, mas também substancialmente relevantes para a saúde funcional do idoso. Esses resultados dialogam diretamente com estudos prévios que demonstram que idosos são altamente responsivos à progressão de carga quando submetidos a programas estruturados de resistência, mesmo em modelos de circuitos com intervalos reduzidos (NETO et al., 2021; AGUIAR et al., 2014).

De forma geral, os resultados indicam que a periodização crescente do treinamento foi eficaz em promover aumentos robustos no volume-load, refletindo maior capacidade de tolerância ao esforço, maior produção de trabalho muscular e provável melhora da força muscular geral dos idosos.

A verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk, aplicado às diferenças entre os momentos pré e pós-intervenção para cada exercício. Os resultados indicaram que a maior parte das variáveis apresentou distribuição compatível com a normalidade ($p > 0,05$), permitindo o uso de testes paramétricos. Exercícios como supino reto ($W = 0,878$; $p = 0,083$), pulley frente ($W = 0,912$; $p = 0,228$), leg press 45° ($W = 0,960$; $p = 0,781$), remada horizontal ($W = 0,864$; $p = 0,055$), stiff ($W = 0,988$; $p = 0,999$), agachamento hack ($W = 0,946$; $p = 0,583$) e vários outros apresentaram normalidade preservada. No entanto, algumas variáveis exibiram desvios significativos da normalidade ($p < 0,05$), incluindo cadeira adutora ($W = 0,807$; $p = 0,011$), voador frontal ($W = 0,780$; $p = 0,006$), mesa flexora ($W = 0,848$; $p = 0,035$), crossover ($W = 0,829$; $p = 0,020$), leg press horizontal ($W = 0,748$; $p = 0,003$), tríceps pulley ($W = 0,756$; $p = 0,003$), elevação lateral ($W = 0,594$; $p < 0,001$) e pulley costas ($W = 0,823$; $p = 0,017$). Os dados obtidos referentes à normalidade das variáveis indicaram que, embora alguns exercícios tenham apresentado desvios estatisticamente significativos, o padrão geral aproximou-se de uma distribuição normal. Considerando o tamanho amostral ($n = 12$) e a robustez do teste t para desvios leves, a opção pela análise paramétrica foi metodologicamente adequada. Estudos envolvendo intervenções em idosos frequentemente apresentam variabilidade heterogênea nas primeiras semanas, com tendência à estabilização conforme o grupo se adapta ao treinamento — fenômeno amplamente documentado em revisões sistemáticas (PAPA et al., 2017; LIMA et al., 2021).

Os valores descritivos demonstram um aumento consistente do volume total de treino em praticamente todos os exercícios ao comparar os momentos pré e pós-intervenção. De forma geral, observa-se elevação das médias pós-treinamento, indicando maior capacidade de execução de trabalho total pelos participantes após o período de treinamento em circuito. Em exercícios multiarticulares, como supino reto (pré = 545,0; pós = 700,0), voador frontal (pré = 537,5; pós = 780,0) e leg press 45° (pré = 2937,5; pós = 3700,0), o aumento do volume foi acompanhado por redução ou manutenção do coeficiente de variação, sugerindo melhora da homogeneidade do desempenho entre os idosos. Em exercícios de membros inferiores como agachamento hack (pré = 465,0; pós = 1347,5) e stiff (pré = 380,0; pós = 687,5), os aumentos foram expressivos, evidenciando bom potencial de adaptação à carga. Já nos movimentos de menor complexidade ou que envolvem musculaturas menores, como elevação lateral e

desenvolvimento em máquina, o volume também aumentou (ex.: EL: pré = 102,5; pós = 140,0; DM: pré = 180,0; pós = 290,0), porém com maior variabilidade relativa, o que pode refletir diferenças individuais de coordenação motora ou capacidade de esforço. Do ponto de vista aplicado, os achados reforçam que o treinamento resistido em circuito é uma estratégia eficaz para promover melhorias simultâneas de força e capacidade de trabalho em idosos. Esse tipo de organização se mostra vantajoso para essa população por combinar densidade elevada, estímulos variados e tempo de sessão reduzido — elementos que favorecem tanto a adesão quanto a segurança (SCHOENFELD; GRGIC, 2018; WESTCOTT, 2012). A progressão planejada, especialmente no aumento gradual da intensidade (80% → 90% → 100% de 10RM), parece ter desempenhado papel decisivo para garantir estímulo mecânico suficiente para promover adaptações robustas sem comprometer a segurança da prática.

De forma geral, os resultados do presente estudo se alinham de maneira consistente com a literatura contemporânea, reforçando que idosos apresentam elevada capacidade de adaptação ao treinamento resistido quando submetidos a protocolos estruturados, supervisionados e progressivos. Tais resultados mostraram que o programa de treinamento resistido aplicado foi eficaz para aumentar o volume total de carga tanto nos membros superiores quanto nos inferiores. Isso indica que o protocolo, com progressão gradual de repetições, séries e intensidade, promoveu ganhos consistentes de força e resistência muscular ao longo das 16 semanas. Esses avanços são importantes porque refletem não apenas melhora no desempenho nos exercícios, mas também benefícios diretos para as atividades do dia a dia, como subir escadas, carregar objetos e manter a independência funcional. Assim, o treinamento resistido em circuito se mostrou uma estratégia segura, acessível e eficiente para a melhora da força global, podendo ser recomendado para diferentes públicos, inclusive pessoas idosas ou iniciantes, desde que supervisionado e adaptado às condições individuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo investigar a relação entre a progressão do volume load e os ganhos de força muscular em idosos submetidos a um programa de treinamento resistido em circuito, ao longo de 16 semanas. Os resultados evidenciaram um aumento expressivo tanto no volume total de carga (volume load) quanto nos valores de 10 repetições máximas (10RMs) em praticamente todos os exercícios analisados, abrangendo membros superiores e inferiores. Esses achados indicam que o protocolo aplicado foi eficaz para promover adaptações neuromusculares positivas, refletindo em ganhos de força e, conseqüentemente, em melhor capacidade funcional dos participantes.

A progressão planejada da carga seja pelo aumento da intensidade, número de repetições ou séries mostrou-se determinante para os resultados observados. O aumento do volume load foi diretamente proporcional ao ganho de força, o que confirma a importância da sobrecarga progressiva como princípio fundamental do treinamento resistido.

Nos exercícios de membros inferiores, os maiores ganhos foram observados no leg press 45° e no leg press horizontal, evidenciando forte resposta adaptativa dos grandes grupos musculares. Já entre os membros superiores, destacaram-se os aumentos obtidos na remada horizontal, pulley frente e pulley costas, demonstrando eficiência do estímulo também em músculos menores e multiarticulares. Esses resultados reforçam que o treinamento resistido em circuito é uma estratégia completa, capaz de proporcionar estímulo global ao corpo e favorecer o equilíbrio entre força de membros superiores e inferiores fator essencial para o desempenho em atividades cotidianas e manutenção da independência funcional do idoso.

Além disso, o modelo em circuito mostrou-se uma opção eficiente e viável para aplicação prática, pois permite alta densidade de treino com tempo reduzido e controle seguro da intensidade, características fundamentais para populações envelhecidas. A combinação de curta duração das pausas e variação dos exercícios contribuiu para ganhos não apenas de força, mas também de resistência muscular e condicionamento geral, sem prejuízo à segurança dos participantes.

Portanto, conclui-se que a progressão do volume load teve relação direta com os ganhos de força muscular observados, comprovando que a aplicação sistemática de sobrecarga é essencial para gerar adaptações positivas em idosos. O treinamento resistido em circuito, quando bem estruturado e supervisionado, representa uma estratégia segura, eficiente e funcional para a promoção da saúde e da qualidade de vida nessa população.

Como limitações, destaca-se o tamanho reduzido da amostra e a ausência de grupo controle, o que limita a generalização dos resultados. Ainda assim, os dados obtidos apresentam relevância prática e científica, sugerindo que futuros estudos explorem períodos de intervenção mais longos, diferentes combinações de volume e intensidade e a inclusão de variáveis complementares, como potência muscular, composição corporal e marcadores funcionais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, P. P. L. et al. **Avaliação da influência do treinamento resistido de força em idosos.** *Revista Kairós-Gerontologia*, v.17, n.3, p.201-217, 2014. DOI: 10.23925/2176-901X.2014v17i3p201-217.

ALCÂNTARA, Áyla Ribeiro; CABRAL, Hébbony Maisa Andrade; FREIRE, Ana Lidia Lima; PEREIRA, Luana Gabrielle de Franca; ROCHA, Gilvânia de Melo; TORRES, Michelle Vicente. **ANÁLISE COMPARATIVA QUALIDADE DE VIDA ENTRE IDOSAS PRATICANTES E NÃO-PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA EM TERESINA-PIAUÍ.** *Revista Gestão & Saúde*, [S. l.], v. 5, n. 5, p. pag. 3004–3014, 2014.

ALMEIDA, Geomar Carvalho de. **Treinamento Resistido para Adolescentes, Visando um Envelhecimento Saudável: Uma revisão da literatura.** 2021.

ALVES LC, LEITE IC, MACHADO CJ. Fatores associados à incapacidade funcional dos idosos no Brasil: análise multinível. *Rev Saúde Pública*. 2010;44(3):468-78.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.** 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2021.

BARBALHO, M. et al. **Low- and high-volume strength training produces similar muscle adaptations in resistance-trained women.** *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v.43, n.7, p.716–722, 2018.

BÅRDSTU, H. B. et al. **Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and body composition in community-dwelling older adults receiving home care: a cluster-randomized controlled trial.** *European Review of Aging and Physical Activity*, v.17, 2020.

BEZERRA, E. DE S.; GUIMARÃES, T. M.; GAILEY, A. W.; LEONE, R.; BRENNECKE, A.; ACQUESTA, F.; SERRÃO, J. C.; AMADIO, A. C.; SENA, R.; MIRANDA, H.; SIMÃO, R. **Variabilidade da carga no teste de 10RM em indivíduos treinados.** *RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 3, n. 18, 29 dez. 2011.

BRITO, Josiane Jardim de Oliveira. **Benefícios do treino resistido para adolescentes no contexto educacional: uma revisão bibliográfica.** 2022.

BORIM, F. S. A.; BARROS, M. B. DE A.; NERI, A. L. **Autoavaliação da saúde em idosos: pesquisa de base populacional no Município de Campinas, São Paulo, Brasil.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 28, n. 4, p. 769–780, abr. 2012.

BUCHNER, D. M.; de Lateur, B. J. **The importance of skeletal muscle strength to physical function in older adults.** *Annals of Behavioral Medicine*, v. 13, n. 3, p. 91-98, 1991.

BURD, N. A. et al. **Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men.** *Journal of Physiology*, v.588, n.21, p.3589–3602, 2010.

CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. **Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines.** *Age*, v. 43, n. 1, p. 15–27, 2021.

CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. **Muscle power training: a hallmark for muscle function retaining in frail clinical populations.** *Journal of the American Medical Directors Association*, v.19, n.3, p.190–196, 2018.

CAMARGO, Júlio Benvenuti Bueno de; BRIGATTO, Felipe Alves; LIMA, Leonardo Emmanuel de Medeiros. **Capítulo 6 - Variáveis práticas do treinamento de força.** In: MURER, Evandro; BRAZ, Thiago V.; LOPES, Charles R. (org.). *Treinamento de força: saúde e performance humana.* São Paulo: Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – CREF4/SP, 2019. p. 62-63. Disponível em: <https://www.crefsp.gov.br/storage/app/arquivos/4d57a525a306535a4162d2c7bafd1b95.pdf>. Acesso em: 26 out. 2025.

CARDOSO, A. P. et al. **Efeitos do treinamento resistido sobre capacidade funcional e depressão de idosos: uma revisão de literatura.** *Revista Multidisciplinar em Saúde*, p. 3003, 2023. DOI: 10.51161/rem/3003.

CERQUEIRA, C. Q. **Métodos de treinamento resistido para força e massa muscular em pessoas idosas: uma revisão de literatura.** Repositório da Bahiana, 2023.

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. **Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis.** *Journal of the American Heart Association*, v.2, e004473, 2013.

COSTA, et al. **Envelhecimento populacional e a necessidade de reforma da saúde pública e da previdência social brasileiras.** UFRGS, 2011.

CRUZ MS, BERNAL RTI, CLARO RM. **Tendência da prática de atividade física no lazer entre adultos no Brasil (2006-2016).** *Cad Saúde Pública*. 2018;34(10),e00114817.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. **Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis.** *Age and Ageing*, v.48, n.1, p.16–31, 2019.

CUNHA, A. C. et al. **Efeitos metabólicos do treinamento resistido em idosos: uma revisão integrativa.** *Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano*, v.20, n.1, p.35–47, 2023.

CUNHA, A. C. et al. **Influência do volume de treinamento sobre a força muscular de idosos em programa de resistência progressiva.** *Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano*, v.20, n.1, p.55–68, 2023.

FARIAS, R. G.; SANTOS, S. M. A. DOS. **Influência dos determinantes do envelhecimento ativo entre idosos mais idosos.** *Texto & Contexto - Enfermagem*, v. 21, p. 167–176, 1 mar. 2012.

FISHER, J. P. et al. **Neuromuscular adaptations to resistance training.** *European Journal of Sport Science*, v.17, n.3, p.315–324, 2017.

FRAGALA, M. S. et al. **Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association.** *J. Strength Cond. Res.*, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, 2019.

GARCIA JÚNIOR, J. R. **Estimativa da carga máxima em treinamento resistido utilizando testes submáximos e equações de predição.** *Caderno de Educação Física e Esporte, Marechal Cândido Rondon*, v. 23, p. e34984, 2025.

GARCIA DIAS, L. F. **Os efeitos do treinamento resistido na qualidade de vida dos idosos: uma revisão de literatura.** FIRA, 2023.

GOMES, R. A. et al. **Treinamento resistido e controle glicêmico em idosos com diabetes tipo 2.** *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v.16, n.108, p.56–66, 2022.

GRGIC, J. et al. **Resistance training volume and strength gains: A systematic review and meta-analysis.** *Sports Med.*, v. 53, p. 137–151, 2023.

GRGIC, J.; SCHOENFELD, B. J. **Are the Hypertrophic Effects of High-Load and Low-Load Resistance Training Volume Dependent? A Systematic Review and Meta-Analysis.** *Frontiers in Physiology*, v.9, p.447, 2018.

JESUS, A. P. S. et al. **Treinamento resistido na retardação do processo de sarcopenia em idosos.** *Revista de Atenção à Saúde*, v.17, n.59, 2023. DOI: 10.13037/ras.vol17n59.5007.

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

LEITE, L. E. DE A. et al. **Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica.** *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 15, n. 2, p. 365–380, 2012.

LENARDT, M. H. et al. **Atividade física de idosos e fatores associados à pré-fragilidade.** *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 26, n. 3, p. 269–275, 2013.

LIMA, Miguel Alberto Leite Monteiro. **Impacto de um programa de atividade física multivariado sobre o estado físico e mental no idoso, em função do tempo de exposição à prática.** 2021. Tese de Doutorado. Universidade de Vigo.

LIMA, R. V. N. et al. **Effects of strength training on functional capacity and health of the elderly: an integrative review.** *Research, Society and Development*, v.10, n.12, p.e20131, 2021.

MARTINS, Valeria Feijo; BENINI, Wellington; GONÇALVES, Andrea Kruger. **Força de membros inferiores e superiores e resistência cardiorrespiratória de idosos ativos de três grupos etários: resultados de um programa físico multicomponente.** *Revista brasileira de ciências do envelhecimento humano*, v. 19, n. 1, p. 37-43, 2022.

MAZO, Giovana Zarpellon et al. **Atividade física e qualidade de vida de centenários.** Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento, v. 24, 2019.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. **Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain.** American Journal of Physical Medicine, v.58, p.115–130, 1979.

NETO, L. G. R. et al. **Efeitos da progressão de volume em circuitos resistidos sobre a força muscular e funcionalidade de idosos.** Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v.24, n.2, 2021.

NETO, L. G. R. et al. **Efeitos do treinamento resistido na força muscular e funcionalidade de idosos.** Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v.24, n.1, 2021.

OLIVEIRA, Albertina Lima; SOUSA, Tiago; ALVAREZ, Manuela. **Longevidade saudável e equilíbrios dinâmicos do bem-estar, da dieta e da atividade física.** Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social, v. 10, n. 1, p. 1–20–1–20, 2024.

PAIVA, R. S.; TOMÉ, R.; ABREU, F. M. **Exercícios resistidos e sarcopenia em idosos: uma revisão bibliográfica.** *Tempus – Actas de Saúde Coletiva*, v.16, n.1, 2022.

PAPA, E. V.; Dong, X.; Hassan, M. **Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review.** *Clinical Interventions in Aging*, 2017:12, 955-961.

PEREIRA, R. J. et al. **Contribuição dos domínios físico, social, psicológico e ambiental para a qualidade de vida global de idosos.** Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul, v. 28, n. 1, p. 27–38, abr. 2006.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; SEN, A. **Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis.** *Ageing Research Reviews*, v.9, n.3, p.226–237, 2010.

PHILLIPS, S. M.; WINETT, R. A. **Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate.** *Current Sports Medicine Reports*, v.9, p.208–213, 2010.

RADAELLI, R. et al. **Dose–response of 1, 3 and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance and hypertrophy.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.29, n.5, p.1349–1358, 2015.

SACRAMENTO, H. et al. **Treinamento resistido para hipertrofia na melhora da qualidade de vida em idosos: uma revisão narrativa.** Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12, n.2, 2023.

SANTANA, et al. **RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES NO TREINO DE FORÇA: REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE RECOVERY BETWEEN SETS IN STRENGTH TRAINING: SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS RECUPERACIÓN ENTRE SERIES EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS.** *Rev Bras Med Esporte* -2024

SCHOENFELD, B. J. et al. **Resistance training recommendations to maximize muscle hypertrophy in older adults: A position stand.** *Sports Med.*, v. 51, n. 6, p. 1051–1065, 2021.

SCHOENFELD, B. J. et al. **Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v.51, n.1, p.94–103, 2019.

SCHOENFELD, B. J. et al. **Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.30, n.12, p.3508–3523, 2016.

SCHOENFELD, B. J. **Science and Development of Muscle Hypertrophy.** Champaign: Human Kinetics, 2016.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J. **Evidência atual sobre hipertrofia muscular induzida por treinamento de resistência.** *Sports Medicine*, v.48, p.1985–2001, 2018.

SILVA MF, GOULART NBA, LANFERDINI FJ, MARCON M, DIAS CP. **Relação entre os níveis de atividade física e qualidade de vida de idosos sedentários e fisicamente ativos.** *Revista Brasileira de Geriatria Gerontologia*. 2012;15(4):634-42.

SILVA, Jaqueline Gabriele et al. **Envelhecimento ativo, qualidade de vida e cognição de idosos: um estudo transversal em uma cidade de Minas Gerais.** *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 12, n. 1, p. e1796-e1796, 2020.

SILVA, R. C.; MONTEIRO, E. R.; MOCARZEL, R. C. S. **Effect of strength training on the functional capacity of active elderly: systematic review.** *Research, Society and Development*, v.10, n.12, p.e47101220148, 2021.

SIMÃO, A. B.; MACHADO, C. J. **Envelhecimento populacional, qualidade de vida e atividade física: pensando e repensando o serviço social.** *Serviço Social e Saúde*, v. 16, n. 1, p. 11, 17 jan. 2018.

SOCOLOSKI, Thiego da Silva; RECH, Cassiano Ricardo; CORREA JUNIOR, Jaime Alves; LOPES, Rodrigo Meireles; HINO, Adriano Akira Ferreira; GUERRA, Paulo Henrique. **Barreiras para a prática de atividade física em idosos: revisão de escopo de estudos brasileiros.** *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, [S. l.], v. 26, p. 1–8, 2021.

TAVARES, S. A.; SIQUEIRA, L. E. B.; PINTO, A. A. **Resistance training for hypertensive elderly people: literature review.** *Research, Society and Development*, v.12, n.13, p.e52121344145, 2023.

VARREGOSO, Isabel; MACHADO, Rita; BARROSO, Marisa. **A DANÇA COMO CONTRIBUTO PARA A QUALIDADE DE VIDA DE IDOSOS INSTITUCIONALIZADOS E NÃO INSTITUCIONALIZADOS.** *Revista da UI_IPSantarém*, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 254–272, 2016

WEST, D. W.; PHILLIPS, S. M. **Associations of exercise-induced hormone responses with muscle growth and strength.** *Sports Medicine*, v.42, n.7, p.587–605, 2012.

WESTCOTT, W. L. **Resistance training is medicine: effects of strength training on health.** *Current Sports Medicine Reports*, v.11, n.4, p.209–216, 2012.