

---

**EDUCAÇÃO FÍSICA**

---

**Vinícius Correa Bueno Bragatto**

**TREINAMENTO CONCORRENTE E SUAS  
IMPLICAÇÕES NO PROCESSO DE  
SARCOPENIA EM IDOSOS**



Rio Claro  
2020

VINÍCIUS CORREA BUENO BRAGATTO

TREINAMENTO CONCORRENTE E SUAS IMPLICAÇÕES NO  
PROCESSO DE SARCOPENIA EM IDOSOS

Orientador: Profa. Dra. Camila Coelho Greco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Rio Claro  
2020

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>10</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
<b>4. OS EFEITOS DO TREINAMENTO CONCORRENTE.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. RESPOSTAS NEUROMUSCULARES.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.1 MASSA MUSCULAR.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.2 CAPACIDADE FUNCIONAL.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 DIFERENÇAS DE GÊNERO.....</b>	<b>15</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>

## **Resumo**

O exercício físico atualmente é considerado uma ferramenta fundamental para profilaxia e tratamento de doenças. Em idosos particularmente, o processo natural de envelhecimento pode predispor o surgimento ou o agravamento de doenças cardiometabólicas e musculoesqueléticas, bem como declínios funcionais severos. Dentre as diferentes formas da realização de programas de exercício regular, o treinamento concorrente (aeróbio e neuromuscular) ganha protagonismo, sendo proposto na literatura como uma alternativa para a promoção e manutenção da aptidão aeróbia e de força muscular nesta população. Um processo natural que ganha destaque com o envelhecimento é o da sarcopenia, caracterizado pela perda significativa de massa muscular, bem como na capacidade de produção de força e, conseqüentemente, da aptidão funcional. A literatura atual aponta resultados positivos para aumento da massa muscular, força, potência e conseqüente melhora na aptidão funcional decorrentes do treinamento concorrente apesar do efeito de interferência em idosos independente de gênero. Assim, a sarcopenia pode ser atenuada em decorrência de uma rotina de treinos que envolvam trabalhos de caráter cardiorrespiratório e neuromuscular concomitantemente.

**Palavras-chave:** Envelhecimento, exercício, massa muscular, força muscular.

## **Abstract**

Exercise is considered fundamental for the prophylaxis and treatment of diseases. In particular, aging can predispose the appearance or worsening of cardiometabolic and musculoskeletal diseases as well as severe functional declines. Among the different ways of carrying out regular exercise programs, concurrent training (aerobic and neuromuscular) gains prominence, proposed in the literature as an alternative for the promotion and maintenance of aerobic fitness and muscle strength in this population. A natural process that gains prominence with aging is sarcopenia, characterized by significant loss of muscle mass, strength and, consequently, functional fitness. The current literature points to positive results for increased muscle mass, strength, power and consequent improvement in functional fitness resulting from concurrent training despite the effect of interference in the elderly regardless of gender. Thus, sarcopenia can be mitigated as a result of a training routine that involves cardiorespiratory and neuromuscular exercise concomitantly.

**Keywords:** Aging, exercise, muscle mass, muscle strength.

## 1. Introdução

A sarcopenia é um distúrbio músculo esquelético que envolve alterações musculares com implicações importantes para a condição clínica geriátrica, particularmente relacionadas à perda de força muscular. A sarcopenia é caracterizada pela progressiva perda de massa muscular acompanhada da perda de força e funcionalidade associada ou não ao processo de envelhecimento (CRUZ-JENTOFT et al., 2019). Tal condição afeta diretamente a qualidade de vida da população idosa, uma vez que gera perda da funcionalidade muscular, menor independência, aumento do risco de quedas, osteoporose e, em casos mais extremos, pode levar a óbito (CRUZ-JENTOFT et al., 2014; GORGA BANDEIRA DE MELLO et al., 2019).

Originalmente, a sarcopenia foi definida como processo de declínio da quantidade de massa muscular associada ao envelhecimento (ROSENBERG, 1989). Entretanto, para diagnóstico da sarcopenia, o *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) recomenda avaliar não somente a quantidade de massa muscular, mas também a força e a funcionalidade associada a medidas de performance física obtidas através de testes como o de marcha, sentar e levantar, entre outros. Apesar de sua ocorrência ser predominantemente em idosos, a sarcopenia pode atingir jovens adultos por ter outros fatores de risco associados que não o envelhecimento, como por exemplo sedentarismo, dieta inadequada, distúrbios endócrinos e doenças neuro-degenerativas.

Diante da situação de envelhecimento e sarcopenia, postula-se que o exercício físico, em especial o treinamento resistido (TR), pode ser utilizado como prevenção e tratamento deste quadro. Isso se deve ao fato do TR gerar adaptações fisiológicas que retardam o processo de sarcopenia, isto é, retardam o decréscimo de massa muscular e força por meio de estímulos que induzem o aumento de massa muscular, da força muscular e/ou da potência muscular. Além destas alterações, o TR pode também estimular a ativação de fibras tipo II (glicolíticas) e, conseqüentemente auxiliar na manutenção desse tipo de fibra uma vez que, durante o envelhecimento, a diminuição desse tipo de fibra é mais evidenciada.

Dentre os fatores que explicam os benefícios do TR estão a menor infiltração adiposa intramuscular, o aumento da área de fibras musculares, a melhora no quadro muscular, ósseo e metabólico, a proliferação de células satélites, a diminuição da inflamação crônica relacionada à idade e a atenuação de apoptose

mionuclear (FRAGALA et al., 2019). Juntamente com o aumento do bem estar psicológico, este tipo de treinamento tem proporcionado benefícios relacionados a uma vida mais independente e longeva (CARTER; JUSTICE; THOMPSON, 2019; FRAGALA et al., 2019; MARZETTI et al., 2017).

Uma revisão sistemática recente (CRUZ-JENTOFT et al., 2014) mostrou que a maioria dos programas de exercício em diversas condições de intensidade e volume promoveram aumento da força muscular e do desempenho físico apesar de não aumentar significativamente a quantidade de massa muscular de idosos. Os estudos com idosos saudáveis (BUNOUT et al., 2001; GOODPASTER et al., 2008; KEMMLER et al., 2010) demonstraram ganhos de força (~64%) (BUNOUT et al., 2001) ou manutenção de força (GOODPASTER et al., 2008) e um programa combinado de alta intensidade (KEMMLER et al., 2010) induziu ganhos de força muscular em extensão de coluna (4,6%) e extensão de joelho (13,5%), manutenção da massa muscular e melhora na funcionalidade, após protocolos mais longos com duração de 12 e 18 meses. Vale destacar que, nestes estudos, os indivíduos alocados no Grupo Controle apresentaram uma diminuição nas variáveis musculares e funcionais. Outro estudo a corroborar com a eficácia do TR em idosos foi o de Binder et al., (2005), no qual foi observado aumento significativo da força de membros inferiores para extensão (43%) e flexão (17%) de joelho, e no movimento de remada (17%), após 9 meses de intervenção.

Por outro lado, o treinamento aeróbio (TA) também tem sido considerado um componente essencial do treinamento físico no processo de envelhecimento, uma vez que induz adaptações favoráveis a fatores de risco tais como menor frequência cardíaca de repouso e durante esforço submáximo, controle da pressão arterial, maior captação de glicose pelo músculo esquelético, diminuição das concentrações de lipídeos no plasma além de aumentar a elasticidade arterial induzindo uma melhora na função endotelial vascular (GALLOZA; CASTILLO; MICHEO, 2017). A capacidade de proliferação e diferenciação de células satélites também é estimulada pelo TA, porém a área de secção transversa do músculo tende a não apresentar aumento com este tipo de treinamento. No entanto, o TA pode atenuar os efeitos de outros fatores biológicos associados à sarcopenia, como o aumento do estresse oxidativo e diminuição da capilaridade (GALLOZA; CASTILLO; MICHEO, 2017; MARZETTI et al., 2017; PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015).

Deste modo, muito vem sendo estudado sobre o treinamento concorrente (TC), isto é, programas de treinamento que incluem tanto TR quanto TA. O termo “efeito de interferência” foi utilizado primeiramente por Hickson (1980) para designar a interferência gerada pelo treinamento aeróbio nos ganhos de força muscular. As causas da interferência são investigadas por pesquisadores desde suas vias moleculares buscando possíveis explicações. Dentre as causas estão efeitos negativos de adaptação neural, baixo estoque de glicogênio muscular levando a estado crônico de catabolismo muscular e interferência na hipertrofia de fibras tipo I (CADORE et al., 2010).

No tangente ao processo de sarcopenia, Cadore e colaboradores (2010) investigaram se, devido à alta treinabilidade de idosos, o efeito de interferência do treinamento concorrente seria observado. Neste estudo, idosos saudáveis e destreinados passaram a treinar 3 vezes por semana durante 3 meses e foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos. Um grupo realizava sessões de treinamento concorrente (CG: resistido + aeróbio), outro grupo apenas sessões de treinamento resistido na sala de musculação (SG) e um terceiro grupo realizava o treinamento apenas aeróbio em cicloergômetro (EG). Os protocolos foram realizados com incremento de intensidade e volume. Ao final das 12 semanas, observou-se que, apesar de todos os grupos terem melhorado a força dinâmica de membros inferiores (SG: 67,6%, EG: 24,7% e CG: 41,3%), o grupo que realizou apenas o treino resistido teve um aumento significativamente maior que os grupos que realizaram exercício aeróbio e concorrente. Por outro lado, a força dinâmica de membros superiores aumentou significativamente para os grupos que realizaram treinamento resistido e concorrente (SG: 33,7% e CG: 32,6%), sem diferenças entre si, sem alteração no grupo que realizou o treino aeróbio. Portanto, parece haver um efeito de interferência quando o mesmo grupamento muscular é utilizado em ambos os treinamentos (CADORE et al., 2010).

No entanto, outros estudos como o de Izquierdo et al. (2004) não verificaram efeito de interferência para a população idosa. Neste trabalho, idosos saudáveis e sedentários foram designados a realizar 4 meses de treinos supervisionados com frequência de 2 sessões semanais. Os participantes foram divididos em 3 grupos, um realizou apenas o treino resistido (S) na sala de musculação com incremento de carga (50-80%RM), outro realizou apenas o treinamento aeróbio (E) em cicloergômetro também com progressão de carga (70-90%FCmax) e um terceiro

grupo realizou ambos os treinamentos porém em sessões diferentes (SE). Não foi observado interferência entre os grupos S e SE, com ganhos iguais para massa muscular (11%) e para força máxima (41% e 38%) e potência (37% e 38%) de membros inferiores entre os grupos S e SE, respectivamente. Em um outro estudo realizado por Wood et al., (2001) em idosos ativos, o ganho na força muscular nos membros inferiores foi similar entre os indivíduos que realizaram TC comparado aos que fizeram apenas TR (37% e 44%, respectivamente), por um período de treinamento de 3 meses com progressão de carga.

Alguns fatores que podem ajudar a explicar essa contradição encontrada entre os estudos são os diferentes níveis de estado físico inicial dos idosos, o tipo de exercício utilizado no treinamento aeróbio, ou seja, cicloergômetro (menor interferência) ou esteira (maior interferência), ou ainda a ordem da execução dos dois tipos de treinamento na mesma sessão (CADORE et al., 2010; IZQUIERDO et al., 2004; WOOD et al., 2001).

Um outro aspecto importante relacionado à sarcopenia, é a incidência desta em homens e mulheres, que depende do país no qual foi conduzido o estudo e faixa etária dos idosos. Assim, no Brasil, a relação entre sarcopenia e gênero de idosos é bastante equilibrada, na qual a prevalência em idosos (> 60 anos) do gênero masculino é 14,4% enquanto do gênero feminino é 16,1% (DIZ et al., 2015). Porém, conforme o envelhecimento, a prevalência aumenta para 44,7% em homens e 46,6% em mulheres com mais de 80 anos (DIZ et al., 2015). Como mencionado anteriormente, níveis de atividade física, ingestão nutricional e estresse oxidativo parecem ser os fatores que mais influenciam no processo de sarcopenia porém, nas mulheres em período pós menopausa ainda soma-se questões hormonais que podem estar relacionadas à perda de força e massa muscular (MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009). Porém, é difícil estabelecer uma relação direta entre a diminuição da concentração hormonal causada pela menopausa e a perda de força e massa muscular devido a resultados conflitantes na literatura (MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009).

Diante desse cenário, é importante compreender de forma mais aprofundada os efeitos do TC em variáveis associadas ao processo de sarcopenia em indivíduos idosos, a fim de proporcionar maior qualidade de vida a esta população. Verificar quais protocolos podem acentuar ou atenuar o efeito de interferência e assim tomar melhores decisões ao planejar o treinamento de idosos. Além disso, o conhecimento

das respostas a este tipo de treinamento em homens e mulheres pode auxiliar na elaboração e prescrição do treinamento de forma mais individualizada. A hipótese deste trabalho é que, apesar do possível efeito da concorrência em algumas situações de prescrição do TC, este promove uma atenuação do processo de sarcopenia de idosos. Verificar como o ajuste das variáveis aumentam ou diminuem o efeito de interferência a fim de otimizar resultados neuromusculares durante o processo de envelhecimento.

## **2. Objetivo**

Analisar os efeitos do TC na aptidão neuromuscular e na funcionalidade de indivíduos idosos.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Analisar os efeitos do TC na massa muscular, força muscular e potência muscular;
- Comparar os efeitos do TC na massa muscular, força muscular e potência muscular em homens e mulheres idosos.

### **3. Metodologia**

#### **3.1 Estratégia de busca**

As bases de dados utilizadas foram o *PubMed*, o *Web of Science* e *Scielo* utilizando os termos “*concurrent training*” e “*combined training*” além da especificidade de população com os termos “*elderly*” e “*aged*”. Também foi utilizada a estratégia de busca combinando os termos “*endurance and strength*” com a especificidade de população. Não houve período de tempo definido sendo incluídos artigos até o ano de 2020.

#### **3.2 Critérios**

Foram incluídos apenas estudos nos quais os participantes tinham no mínimo 60 anos e que em algum grupo de intervenção tenha sido aplicado o treinamento concorrente. Além disso, os estudos incluídos aferiram de alguma forma variáveis musculares tais como massa muscular, força e/ou potência muscular e, em alguns casos, aspectos funcionais associados a estas variáveis.

## 4. Os Efeitos do Treinamento Concorrente

### 4.1 Respostas Neuromusculares

#### 4.1.1 Massa Muscular

Os trabalhos que verificaram a influência do treinamento concorrente no aumento da massa muscular esquelética de idosos não são numerosos. Talvez pela importância associada às diversas manifestações da força e à funcionalidade, os estudos dão maior enfoque a mensuração dessas variáveis. Entretanto, aqueles que verificaram de alguma maneira a influência do treinamento resistido na massa muscular de idosos (FERKETICH; KIRBY; ALWAY, 1998; CAMPOS et al., 2013; IZQUIERDO et al., 2004; LEE et al., 2014; KWON et al., 2008; CADORE et al., 2012; BAGHERI et al., 2020) mostraram, à exceção de um (CAMPOS et al., 2013), que o aumento de massa muscular é observado na população idosa.

Os estudos que verificaram área de secção transversa (AST) (IZQUIERDO et al., 2004; CADORE et al., 2012) observaram aumento semelhante da AST do quadríceps (11% e 9% respectivamente) com protocolo de treino concorrente de 1 sessão por semana de treino resistido e 1 sessão por semana de treino aeróbio (IZQUIERDO et al., 2004) e protocolo com maior frequência semanal (3x) com treinos resistido e aeróbio na mesma sessão. O trabalho de Ferketich, Kirby e Alway (1998) verificou o aumento da AST apenas das fibras tipo I do vasto lateral de mulheres idosas submetidas ao treinamento concorrente. Outro estudo (BAGHERI et al., 2020) trouxe estimativas de composição corporal realizadas através de bioimpedância com aumento de aproximadamente 2% na massa muscular após 8 semanas de intervenção de treino concorrente. Ao verificar o ganho de massa muscular através do *DXA*, Kwon e colaboradores (2008) identificaram um aumento da massa muscular de 2,5% após 24 semanas de protocolo concorrente aplicado em mulheres idosas com faixa etária de 70 a 80 anos.

Os dados acima trazem indícios de que o aumento da massa muscular de idosos é possível dentro do planejamento de treino concorrente apesar do efeito de interferência citado por Hickson na década de 80. Além disso, a frequência semanal de 2 a 3 dias de treino parece trazer resultados satisfatórios para o aumento de massa muscular na população idosa.

Vale ressaltar que os estudos acima mencionados foram conduzidos com idosos sedentários à exceção do trabalho de Campos et al. (2013) que não apresentou aumento na massa muscular em idosos ativos (150 minutos de exercício moderado a vigoroso por pelo menos 6 meses), após 12 semanas de treinamento concorrente. Assim, o estado de treinamento inicial dos idosos parece ter relação com a resposta hipertrófica que o treinamento concorrente pode proporcionar a essa população.

#### **4.1.2 Capacidade Funcional**

As manifestações de força (força máxima e potência) tem grande importância na vida dos idosos permitindo, junto à funcionalidade, uma vida longa e independente. Os trabalhos que verificaram tais manifestações (BAGHERI et al., 2020; CADORE et al., 2010, 2012; FERKETICH; KIRBY; ALWAY, 1998; FERRARI et al., 2013; IZQUIERDO et al., 2004; LEE et al., 2015; MARQUES et al., 2011; WOOD et al., 2001) são convergentes com relação aos ganhos que sucedem o treinamento concorrente e apontam para um aumento significativo dessas variáveis nessa população. O estudo de Ferketich e colaboradores (1998) mostrou, já na década de 90, aumento significativo na carga levantada por mulheres idosas após protocolo de treino concorrente no qual o TR foi performado após o TA. Em 2001, o estudo conduzido por Wood *et al.* (2001) mostrou que o TC obteve os mesmos resultados do TR na força máxima para os principais grupos musculares, indicando que o efeito de interferência talvez não seja observado nessa população. Por outro lado, o trabalho de Cadore e colaboradores (2010) encontrou indícios do efeito de interferência quando a mesma musculatura é utilizada no TR e no TA, isto é, os ganhos de força foram atenuados para a musculatura de membros inferiores comparado aos ganhos de força dos membros superiores. O grupo que realizou o TC apresentou aumento na força dinâmica para membros inferiores de 41,3% enquanto o grupo que realizou o TR apresentou um aumento de 67,6%. O protocolo utilizado por Wood et al. (2001) e Cadore et al. (2010) apresentaram a mesma frequência semanal de 3 sessões semanais, o que pode indicar que outras variáveis, como volume e intensidade de treino, possam estar mais relacionados ao efeito de interferência do que a frequência semanal. Izquierdo et al. (2004) propuseram um protocolo de TC com as modalidades (TR e TC) realizadas em dias separados. A

melhoria na força máxima dos idosos foram estatisticamente iguais entre aqueles que realizaram apenas o TR e os que realizaram o TC tanto para membros superiores quanto para membros inferiores.

A melhora na potência muscular verificada por diversos estudos (MÜLLER, 2019, BOTTARO et al., 2007) tem se mostrado de extrema importância na realização de movimentos da vida diária de idosos. Seja para reestabelecer o equilíbrio seja para o simples movimento de sentar e levantar, a produção de força de maneira rápida é determinante para o sucesso de tarefas corriqueiras (BAGHERI et al., 2020; LARSSON et al., 2019).

Outro aspecto interessante do treino de potência incluído em um protocolo de TC é a aplicabilidade prática para a população em questão. Realizado com pouca carga, essa modalidade pode, assemelhando-se a movimentos cotidianos, ser realizado e promover adaptações. É o que mostra Bottaro e colaboradores (2007), no qual o treino de potência realizado com idosos foram superiores para melhoras funcionais do que o TR tradicional com ganhos significativos (15% e 42%) no teste de *up-and-go* e no teste de 30s de sentar e levantar, respectivamente.

Em suma, os estudos apontam para ganhos expressivos na força máxima e potência da população idosa independente do efeito de interferência ou não. Dentre as considerações importantes em um programa de treinamento, Methenitis (2018) faz algumas ponderações com relação ao TC para que seja direcionado à adaptações ótimas tal como qual modalidade ser realizada primeiro. Recomenda-se realizar aquela que é prioridade dentro do programa de treinamento primeiro (METHENITIS, 2018). Entretanto, salientar o estado de treinamento inicial do sujeito em questão é fundamental uma vez que quanto mais destreinado ele for, menos interferência é verificado nas adaptações de força em decorrência do TA (COFFEY; HAWLEY, 2017; EDDENS; SOMEREN; HOWATSON, 2018). A considerar as circunstâncias do envelhecimento e da sarcopenia, iniciar a sessão de treinamento realizando o TR e posteriormente o TA pode ser uma boa estratégia. Além disso, o TR realizado nos moldes de treino para potência muscular combate de forma robusta os indicadores de sarcopenia que são utilizados mais recentemente (não apenas massa muscular mas também produção de força associada à funcionalidade).

## 4.2 Diferenças de Gênero

O processo de envelhecimento leva a um natural estado de perda de função gradativa dos sistemas celulares corporais (LARSSON et al., 2019). Entretanto, esse processo pode ser atenuado ou acentuado a depender de fatores como nível de atividade física, níveis hormonais, ingestão alimentar entre outros. É sabido que, no caso das mulheres, a menopausa pode ser um fator preponderante para alterações orgânicas como o aumento de tecido muscular não contrátil quando comparado a mulheres jovens (MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009). Entretanto, parece que um estilo de vida ativo e a realização de treinamento concorrente pode gerar adaptações para mulheres idosas bem como as adaptações verificadas em homens idosos. Os resultados neuromusculares e funcionais apontam que independentemente do gênero, tanto o ganho de massa muscular (FERKETICH; KIRBY; ALWAY, 1998; KWON et al., 2008; LEE et al., 2015) quanto o ganho de força e potência refletidos em melhoras funcionais (CAMPOS et al., 2013; ENGLUND et al., 2005; FERKETICH; KIRBY; ALWAY, 1998; FISHER et al., 2014; KWON et al., 2008) são potencializados por uma rotina de treinamento concorrente realizada de diferentes maneiras.

Desse modo, fica claro que, apesar das alterações fisiológicas decorrentes do processo natural de envelhecimento, o desuso muscular parece ser o principal agravante com relação a sarcopenia tanto para homens quanto para mulheres uma vez que os estudos mostram significativa hipertrofia, ganhos de força e funcionalidade em decorrência do treinamento em ambas as populações. No entanto, novos estudos são necessários a fim comparativo entre as populações isolando a variável do gênero para conclusões mais robustas acerca do tema.

Autores	População	Período/Frequência semanal	Treinamento	Resultados
Ferketick; Kirby; Alway (1998)	Mulheres sedentárias (60 -75 anos)	12 semanas / 3x	TA: 30 min (ciclo ergômetro) 70-80% VO2pico. TC: TA+ 2x 12-15reps 80% RM	TA: ↑ volume levantado 10 RM (43%)# TC: ↑ volume levantado 10 RM (111,9%)*# ↑ área das fibras tipo 1 (20%)#
Wood et al., (2001)	Idosos ativos (60 - 84 anos)	12 semanas / 3x	TA: 21-45 min (60-70% Fcmáx e PSE 11-13) em esteira ou ciclo ergômetro. TR: 1x 12-15reps -> 2x 8-10 reps (75% 5RM). TC: 1x 8-10 (75% 5RM) + 30 min TA	TR: ↑ 5RM (44%)# TC: ↑ 5RM (38%)#
Izquierdo et al., (2004)	homens sedentários (65 - 74 anos)	16 semanas / 2x	TA: 30 - 40 min (60rpm) com ultimas sessões de treinos intervalados TR: 3-5x 6-15reps (50-80%RM) com ultimas sessões com alta velocidade (30-50%RM)	TA: ↑ força MMII (11%) TR: ↑ AST Quadríceps (11%)# ↑ força MMII (41%)#* e MMSS (36%)#* ↑ potência MMII (37%)# e MMSS (18%)# TC: ↑ AST Quadríceps (11%) ↑ força MMII (38%)#* e MMSS (22%)# ↑ potência MMII (38%)# e MMSS (11%)#
Englund et al., (2004)	mulheres fisicamente ativas (66 - 87 anos)	12 meses / 2x	TC: Caminhada ou trote livre + 2x 8-12 reps	TC: ↑ força de preensão (7%)# ↑ velocidade de marcha (15%)#
Kwon et al., (2008)	Mulheres fisicamente ativas (70 - 80 anos)	24 semanas / 3x	TC: 30 min caminhada e dança (40-75% Fcres) + 3x10 reps	TC: ↑ Massa muscular (2,5%)# ↓ tempo de caminhar 10m (29%)#
Cadore et al., (2010)	Homens sedentários (61 - 70 anos)	12 semanas / 3x	TA: 20-30 min (80-100% FCL2) +2 sessões finais intervaladas. TR: 2x 18-20 reps 2x 15-17 reps 2x 12-14 reps 3x 8-10 reps 3x 6-8 reps. TC: TA+TF ou TF+TA	TR: ↑ 1RM MMII (67%)#* ↑ 1RM MMSS (33%)# TC: ↑ 1RM MMII (41%)# ↑ 1RM MMSS (32%)#
Cadore et al., (2011)	homens sedentários (60 - 70 anos)	12 semanas / 3x	TA: 20-30 min (80-100% FCL2) +2 sessões finais intervaladas. TR: 2x 18-20 reps 2x 15-17 reps 2x 12-14 reps 3x 8-10 reps 3x 6-8 reps. TC: TA+TF ou TF+TA	TR + TA: ↑ AST Quadríceps (9%)# ↑ 1RM MMII (35%)#* ↑ Pot. Máx. (20%)# TA + TR: ↑ AST Quadríceps (9%)# ↑ 1RM MMII (22%)# ↑ Pot. Máx. (24%)#
Campos et al., (2013)	Mulheres fisicamente ativas (>60 anos)	12 semanas / 3x	TA: 20-30 min (65-85% Fcmáx). TR: 3x 18-20 3x 15-17 3x 12-14 3x 8-10 3x 6-8. TC: TA+TF ou TR+TA	TA: ↑ força MMII (60%)# TR: ↑ força MMII (82%)#* TR + TA: ↑ força MMII (58%)# TA + TR: ↑ força MMII (58%)#
Fischer et al., (2013)	mulheres sedentários (60 - 77)	16 semanas / 1-3x	TA: esteira e ciclo ergômetro 20-40 min (65-80% Fcmáx).	TC (1x/2x/3x): testes funcionais ↑ caminhada tandem (19*/10/8%)# ↑ caminhada 25 mts (3/6#/3%) ↑ sentar e

	anos)		TR: 1x10 (60%RM) 2x10 (80% RM) + 1-2x agachamento com potência. Treinos realizados em dias alternados	levantar (14/14/13%)# ↑força MMII (Leg Press: 20/18/26% Flexão de joelho: 15/15/20%)# ↑ MMSS (13/21*/20%*)#.
Ferrari et al., (2013)	homens fisicamente ativos (60 - 70 anos)	10 semanas / 2-3x	TC: 30 min (85-95% FCL2) + 3x10-12 3x8-10 3x 6-8 (TC2x ou TC3x)	TC2x: ↑ 1RM MMSS (10%)# MMII (22%)# TC3x: ↑ 1RM MMSS (7%)# e MMII (20%)#
(Wilhein et al., 2014)	homens sedentários (60 - 70 anos)	12 semanas / 2x	TA: 20-40 min (85-95% FCL2). TR: 2x15-18RM 2x 12-15RM 3x10-12RM 3x 8-10RM TC: TA+TR ou TR+TA	TC(TA+TR): ↑ 1RM (16%)# ↑ Potência (23%)# ↑ Sentar e levantar (15%)# TC (TR +TA) ↑ 1RM (14%)# ↑ Potência (22%)# ↑ Sentar e levantar (13%)#
Lee et al., (2015)	mulheres (65 - 75 anos)	8 semanas / 5x	TC: Caminhar na esteira 40min (40-70% Fcres) + faixa elástica 2x 15-20 reps	TC: ↑ Massa muscular (2,3%)#
Bagheri et al., (2020)	Homens sarcopênicos sedentários (60 - 70 anos)	8 semanas / 3x	TC: 2x 14-16 2x 12-14 3x 10-12 3x 8-10 (40-75%RM) + 15-30min (55-70% Fcmáx)	TA + TR: ↑ Massa muscular (2,5%)# ↑ Força MMSS (24%)#* e MMII (19%)#* TR + TA: ↑ Massa muscular (1,5%)# ↑ Força MMSS (7%)# e MMII (7%)#

Tabela 1. TC: Treinamento concorrente, TA: Treinamento aeróbio, TR: Treinamento resistido, RM: Repetições máximas, AST: Área de Secção Transversa, MMII: Membros inferiores, MMSS: Membros superiores, Fcmáx: Frequência cardíaca máxima, FCL2: Frequência cardíaca de limiar 2.

#Diferenças significativas pré-pós treinamento.

\*Diferenças significativas entre grupos.

## **5. Conclusão**

O treinamento concorrente é uma ótima estratégia a ser executada para prevenir a sarcopenia de idosos (>60 anos). O TC é capaz de trabalhar capacidades neuromusculares e manter a capacidade funcional no processo de envelhecimento. Vale destacar que tais benefícios podem ser verificados com baixa frequência de treino (1-2 vezes por semana de cada modalidade).

A fim de otimizar os ganhos neuromusculares, realizar primeiramente na sessão exercícios resistidos (tanto com características de força máxima como de potência muscular) e posteriormente exercícios aeróbios é uma estratégia interessante frente a perda acentuada das funções neuromusculares e funcionais.

Os resultados referentes à comparação entre gêneros carecem de mais estudos que comparem diretamente as duas populações, no entanto a literatura atual aponta respostas adaptativas positivas ao TC para ambos os gêneros.

Desse modo, o TC contempla parâmetros verificados pelas avaliações atuais de sarcopenia nas quais são testados níveis de massa muscular associado a produção de força, potência e funcionalidade e pode retardar/evitar o surgimento do quadro em idosos.

## 6. Referências

- BAGHERI, Reza et al. The effects of concurrent training order on body composition and serum concentrations of follistatin, myostatin and GDF11 in sarcopenic elderly men. **Experimental Gerontology**, [S. l.], v. 133, n. January, p. 110869, 2020. DOI: 10.1016/j.exger.2020.110869. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.110869>.
- BINDER, Ellen F.; YARASHESKI, Kevin E.; STEGER-MAY, Karen; SINACORE, David R.; BROWN, Marybeth; SCHECHTMAN, Kenneth B.; HOLLOSZY, John O. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: Results of a randomized, controlled trial. **Journals of Gerontology**, [S. l.], v. 60, n. 11, p. 1425–1431, 2005. DOI: 10.1093/gerona/60.11.1425.
- BOTTARO, Martim; MACHADO, Samyra N.; NOGUEIRA, Wanderson; SCALES, Robert; VELOSO, Jolo. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. **European Journal of Applied Physiology**, [S. l.], v. 99, n. 3, p. 257–264, 2007. DOI: 10.1007/s00421-006-0343-1.
- BUNOUT, Daniel; BARRERA, Gladys; DE LA MAZA, Pia; AVENDAÑO, Marcelo; GATTAS, Vivien; PETERMANN, Margarita; HIRSCH, Sandra. The impact of nutritional supplementation and resistance training on the health functioning of free-living chilean elders: Results of 18 months of follow-up. **Journal of Nutrition**, [S. l.], v. 131, n. 9, p. 2441–2446, 2001. DOI: 10.1093/jn/131.9.2441s.
- CADORE, E. L. et al. Physiological Effects of Concurrent Training in Elderly Men. **International Journal of Sports Medicine**, [S. l.], v. 31, p. 689–697, 2010.
- CADORE, Eduardo Lusa; IZQUIERDO, Mikel; LIMA, Cristine; SILVEIRA, Ronei; CONCEIÇÃO, Matheus; CUNHA, Giovani; RADAELLI, Régis; BOTTARO, Martim. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. **Experimental**, [S. l.], v. 47, n. 2, p. 164–169, 2012. DOI: 10.1016/j.exger.2011.11.013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2011.11.013>.
- CAMPOS, Anderson Leandro Peres; DEL PONTE, Lourenço dos Santos; CAVALLI, Adriana Schuler; AFONSO, Mariangela da Rosa; SCHILD, José Francisco Gomes; REICHERT, Felipe Fossati. Effects of concurrent training on health aspects of elderly women. **Brazilian Journal of kinanthropometry and human performance**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 437–447, 2013. DOI: 10.5007/1980-0037.2013v15n4p437.

CARTER, Christy S.; JUSTICE, Jamie N.; THOMPSON, La Dora. Lipotoxicity, aging, and muscle contractility: does fiber type matter? **GeroScience**, [S. l.], v. 41, n. 3, p. 297–308, 2019. DOI: 10.1007/s11357-019-00077-z.

COFFEY, Vernon G.; HAWLEY, John A. Concurrent exercise training : do opposites distract ? **The Journal of Physiology**, [S. l.], v. 9, p. 2883–2896, 2017. DOI: 10.1113/JP272270.

CRUZ-JENTOFT, Alfonso J. et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, [S. l.], v. 48, n. 1, p. 16–31, 2019. DOI: 10.1093/ageing/afy169.

CRUZ-JENTOFT, ALFONSO J. et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults : a systematic review . Report of the International Sarcopenia Initiative ( EWGSOP and IWGS ). **Age and Ageing**, [S. l.], v. 43, n. 6, p. 748–759, 2014. DOI: 10.1093/ageing/afu115.

DIZ, Juliano Bergamaschine Mata; QUEIROZ, Bárbara Zille De; TAVARES, Leonardo Barbosa; PEREIRA, Leani Souza Máximo. Prevalência de sarcopenia em idosos: resultados de estudos transversais amplos em diferentes países. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 665–678, 2015. DOI: 10.1590/1809-9823.2015.14139.

EDDENS, Lee; SOMEREN, Ken Van; HOWATSON, Glyn. The Role of Intra-Session Exercise Sequence in the Interference Effect : A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine**, [S. l.], v. 48, n. 1, p. 177–188, 2018. DOI: 10.1007/s40279-017-0784-1.

ENGLUND, Undis; LITTBAND, Hakan; SONDELL, Anna; PETTERSSON, Ulrika; BUCHT, Gustaf. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. **Osteoporosis International**, [S. l.], v. 16, p. 1117–1123, 2005. DOI: 10.1007/s00198-004-1821-0.

FERKETICH, A. K.; KIRBY, T. E.; ALWAY, S. E. Cardiovascular and muscular adaptations to combined endurance and strength training in elderly women. **Acta Physiologica Scandinavica**, [S. l.], v. 164, p. 259–267, 1998.

FERRARI, Rodrigo et al. Efficiency of twice weekly concurrent training in trained elderly men. **Experimental Gerontology**, [S. l.], v. 48, n. 11, p. 1236–1242, 2013.

DOI: 10.1016/j.exger.2013.07.016. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2013.07.016>.

FISHER, Gordon; MCCARTHY, John P.; ZUCKERMMAN, Paul A.; BRYAN, David

R.; BICKEL, C. Scott; HUNTER, Gary R. Frequency of Combined Resistance and Aerobic Training in Older Women. *[S. l.]*, v. 27, n. 7, p. 1868–1876, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31827367e0.Frequency.

FRAGALA, Maren S.; CADORE, Eduardo L.; DORGO, Sandor; IZQUIERDO, Mikel; KRAEMER, William J.; PETERSON, Mark D.; RYAN, Eric D. Resistance Training for Older Adults : Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, *[S. l.]*, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, 2019. DOI: 10.1519/jsc.0000000000003230.

GALLOZA, Juan; CASTILLO, Brenda; MICHEO, William. Benefits of Exercise in the Older Population. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of NA**, *[S. l.]*, v. 28, n. 4, p. 659–669, 2017. DOI: 10.1016/j.pmr.2017.06.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.001>.

GOODPASTER, Bret H.; CHOMENTOWSKI, Peter; WARD, Bryan K.; ROSSI, Andrea; GLYNN, Nancy W.; DELMONICO, Matthew J.; KRITCHEVSKY, Stephen B.; PAHOR, Marco; NEWMAN, Anne B. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: A randomized controlled trial. **Journal of Applied Physiology**, *[S. l.]*, v. 105, n. 5, p. 1498–1503, 2008. DOI: 10.1152/jappphysiol.90425.2008.

GORGA BANDEIRA DE MELLO, Renato; MELLO, Bandeira De; RIGO, Roberta; CORTE, Dalla; GIOSCIA, Joana; MORIGUCHI, Emilio Hideyuki. Effects of Physical Exercise Programs on Sarcopenia Management , Dynapenia , and Physical Performance in the Elderly : A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. **Journal of Aging Research**, *[S. l.]*, v. 2019, p. 1–7, 2019. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jar/2019/1959486/>.

HICKSON, Robert C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, *[S. l.]*, v. 45, n. 2–3, p. 255–263, 1980. DOI: 10.1007/BF00421333.

IZQUIERDO, Mikel; IBAÑEZ, Javier; HÄKKINEN, Keijo; KRAEMER, William J.; LARRIÓN, José L.; GOROSTIAGA, Esteban M. Once Weekly Combined Resistance and Cardiovascular Training in Healthy Older Men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, *[S. l.]*, v. 36, n. 3, p. 435–443, 2004. DOI: 10.1249/01.MSS.0000117897.55226.9A.

KEMMLER, Wolfgang; VON STENGEL, Simon; ENGELKE, Klaus; HÄBERLE,

Lothar; MAYHEW, Jerry L.; KALENDER, Willi A. Exercise, Body Composition, and Functional Ability. A Randomized Controlled Trial. **American Journal of Preventive Medicine**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 279–287, 2010. DOI: 10.1016/j.amepre.2009.10.042. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2009.10.042>.

KWON, Yoochan; PARK, Sangkab; KIM, Eunhee; PARK, Jinkee. **The Effects of Multi-Component Exercise Training on VO<sub>2</sub>max, Muscle Mass, Whole Bone Mineral Density and Fall Risk in Community-Dwelling Elderly Women** Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, , 2008.

LARSSON, Lars; DEGENS, Hans; LI, Meishan; SALVIATI, Leonardo; LEE, Young Il; THOMPSON, Wesley; KIRKLAND, James L.; SANDRI, Marco. Sarcopenia: Aging-related loss of muscle mass and function. **Physiological Reviews**, [S. l.], v. 99, n. 1, p. 427–511, 2019. DOI: 10.1152/physrev.00061.2017.

LEE, Jin Seok; KIM, Chang Gyun; SEO, Tae Bum; KIM, Hyo Gun; YOON, Sung Jin. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. **Aging Clinical and Experimental Research**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 179–186, 2015. DOI: 10.1007/s40520-014-0257-4.

MALTAIS, M. L.; DESROCHES, J.; DIONNE, Isabelle J. Changes in muscle mass and strength after menopause. **Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 186–197, 2009.

MARQUES, Elisa A.; MOTA, Jorge; MACHADO, Leandro; SOUSA, Filipa; COELHO, Margarida; MOREIRA, Pedro; CARVALHO, Joana. Multicomponent Training Program with Weight-Bearing Exercises Elicits Favorable Bone Density , Muscle Strength , and Balance Adaptations in Older Women. **Calcified Tissue International**, [S. l.], v. 88, p. 117–129, 2011. DOI: 10.1007/s00223-010-9437-1.

MARZETTI, Emanuele et al. Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. **Aging Clinical and Experimental Research**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 35–42, 2017. DOI: 10.1007/s40520-016-0705-4.

METHENITIS, Spyridon. A Brief Review on Concurrent Training : From Laboratory to the Field. **Sports**, [S. l.], v. 6, p. 1–17, 2018. DOI: 10.3390/sports6040127.

MÜLLER, Diana Carolina. **Efeitos do treinamento concorrente associado à potência sobre função neuromuscular e a funcionalidade de homens idosos**. 2019. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PHU, Steven; BOERSMA, Derek; DUQUE, Gustavo. Exercise and Sarcopenia. **Journal of Clinical Densitometry**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 488–492, 2015. DOI: 10.1016/j.jocd.2015.04.011. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2015.04.011>.

ROSENBERG, Irwin H. Summary comments. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [S. l.], v. 50, n. 5, p. 1231–1233, 1989. DOI: 10.1016/j.suronc.2010.04.001.

WILHELM, Eurico Nestor; RECH, Anderson; MINOZZO, Felipe; BOTTON, Cintia Ehlers; RADAELLI, Regis; TEIXEIRA, Bruno Costa; REISCHAK-OLIVEIRA, Alvaro; PINTO, Ronei Silveira. Concurrent strength and endurance training exercise sequence does not affect neuromuscular adaptations in older men. **Experimental Gerontology**, [S. l.], v. 60, p. 207–214, 2014. DOI: 10.1016/j.exger.2014.11.007.

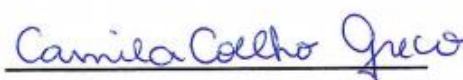
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2014.11.007>.

WOOD, R. H.; REYES, R.; WELSCH, M. A.; FAVALORO-SABATIER, J.; SABATIER, M.; LEE, C. M.; JOHNSON, L. G.; HOOPER, P. F. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S. l.], v. 33, n. 10, p. 1751–1758, 2001. DOI: 10.1097/00005768-200110000-00021.



Vinícius Correa Bueno Bragatto

Aluno



Profa. Dra. Camila Coelho Greco

Orientadora