

RAFAELA ALMEIDA GONÇALVES PESSÔA



**EFEITOS DOS EXERCÍCIOS DE PILATES NA
APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

EFEITOS DOS EXERCÍCIOS DE PILATES NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador(a): Raphael Gonçalves de Oliveira

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

Almeida Gonçalves Pessôa, Rafaela
AP475e Efeitos dos Exercícios de Pilates na Aptidão
e Cardiorrespiratória: Uma Revisão Sistemática e Meta
análise / Rafaela Almeida Gonçalves Pessôa; orientador
Raphael Gonçalves de Oliveira - Jacarezinho, 2022.
86 p.:il.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade
Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências da
Saúde, Programa de Pós-graduação em Ciências do
Movimento Humano, 2022.

1. Pilates. 2. Aptidão Cardiorrespiratória. 3.
Aptidão física. 4. Adultos. I. Gonçalves de Oliveira,
Raphael, orient. II. Título.

RAFAELA ALMEIDA GONÇALVES PESSÔA

**EFEITOS DOS EXERCÍCIOS DE PILATES NA APTIDÃO
CARDIORRESPIRATÓRIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
E META-ANÁLISE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Raphael Gonçalves de Oliveira
Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

Prof. Dr. Kleverton Krinski
Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

Prof. Dr^a. Ruth Caldeira Melo
Universidade de São Paulo (USP)

Jacarezinho, 23 de agosto de 2022

Dedicatória

Dedico esse trabalho ao Eterno, Autor da vida, meu Amigo e Salvador.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me permitido viver todo esse projeto, um alvo que tinha na minha vida. Agradeço a minha família, mãe, pai, irmã e cunhado, e meu esposo que sempre me incentivaram, me apoiaram e foram pacientes e compreensivos em cada etapa.

Agradeço aos meus pastores e amigos que sempre estiveram me incentivando e orando por mim. Agradeço em especial a minha amiga Rafaéle Gomes Corrêa, que sempre me enxergou com mais potencial do que eu via, e me impulsionou a viver esse desafio. Em especial, agradeço ao meu orientador Raphael Gonçalves de Oliveira, por cada ensinamento e paciência em cada etapa desse processo, e a Gleice Beatriz Batista Vitor, minha parceira de revisão, que me auxiliou muito em todo trabalho.

RESUMO

Introdução: Dentre as modalidades de exercícios físicos, o Pilates tem ganhado popularidade e por consequência, cada vez mais adeptos. Evidências científicas têm demonstrado a eficácia da técnica para desenvolvimento de diferentes capacidades físicas, como flexibilidade, força e resistência muscular, equilíbrio postural e agilidade, contribuindo para o desempenho funcional de pessoas em diferentes faixas etárias. Mais recentemente, estudos tem apontado, que os exercícios de Pilates possuem potencial para o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória, contudo, ainda não existe consenso na literatura sobre a eficácia do método para este desfecho.

Objetivo: Verificar os efeitos dos exercícios de Pilates na aptidão cardiorrespiratória em adultos saudáveis. **Métodos:** Foi realizada uma busca sistemática na literatura, na qual foram considerados elegíveis ensaios clínicos randomizados (ECRs), que utilizaram como intervenção exercícios de Pilates e tiveram como desfecho aptidão cardiorrespiratória em população adulta saudável. As buscas ocorreram nas bases de dados: PubMed, EMBASE, CENTRAL, CINAHL, *Web of Science*, SPORTDiscus, LILACS e PEDro. Para avaliar potencial risco de viés e a qualidade metodológica dos estudos foi utilizada a escala PEDro. Os cálculos da meta-análise foram realizados através da diferença média padronizada (*standardized mean difference* – SMD) entre os grupos Pilates vs. grupos controle ou então, Pilates vs. outras formas de exercício físico. A heterogeneidade foi quantificada pela estatística I^2 e pelo teste Q de Cochran. Os tamanhos de efeito foram considerados estatisticamente significantes quando $p < 0,05$ e classificados como de pequena (0,2), média (0,5) ou grande (0,8) magnitude. A qualidade da evidência foi classificada pelo sistema GRADE. **Resultados:** Inicialmente, 1.185 registros foram localizados. Após processo de triagem, foram incluídos 12 ECRs na revisão sistemática e nos cálculos de metanálise. Síntese qualitativa (revisão sistemática), demonstrou que todos os estudos se valeram de amostras pequenas, variando de nove, até 39 participantes por grupo (média = $19,0 \pm 8,2$). Apenas dois estudos foram realizados com população adulta jovem, sendo os demais, com pessoas idosas. Os protocolos de Pilates, no geral, tiveram dose cumulativa baixa de exercícios ao longo de todo estudo, variando de 900 até 4.320 minutos (mediana = 1.440) e foram aplicados principalmente no solo (*Mat* Pilates) (66,7%). Aptidão cardiorrespiratória foi avaliada principalmente (82%) pelo teste de caminhada de seis minutos. 83,3% dos ECRs reportaram que Pilates foi significativamente superior aos grupos controle sobre aptidão cardiorrespiratória. Em relação a qualidade metodológica, a maior parte (75%) dos trabalhos apresentaram score baixo (PEDro < 6 pontos). Na síntese quantitativa (metanálise), foi observado grande tamanho de efeito na análise primária a favor dos exercícios de Pilates vs. grupos controle (SMD = 0,96 [IC_{95%} 0,39 – 1,54] $p = 0,001$, $n = 457$, estudos = 12, $I^2 = 87\%$). Análise de subgrupos demonstrou que o efeito significativo foi dependente da faixa etária (apenas para pessoas idosas). Na análise de sensibilidade, incluindo apenas estudos de alta qualidade metodológica, o efeito significativo se manteve na análise principal a favor dos exercícios de Pilates, mas considerando as faixas etárias, manteve-se significativo somente para adultos jovens. Quando Pilates foi comparado a outros exercícios de fortalecimento muscular, nenhuma diferença foi observada. Análise de subgrupos envolvendo dose cumulativa, demonstrou que os exercícios de Pilates foram superiores aos grupos controle, quando o tempo total de intervenção foi ≥ 1.440 minutos, com grande tamanho de efeito. Comparando-se Pilates aplicado no solo (*Mat*) ou em equipamentos, foi observado um grande e moderado tamanho de efeito, respectivamente. Para todas as análises, as evidências foram de muito baixa a baixa qualidade, avaliadas pelo sistema GRADE. **Conclusão:** Os exercícios de Pilates, possibilitaram, de maneira geral, grande efeito sobre aptidão cardiorrespiratória

comparado a nenhuma intervenção ou intervenção mínima, não diferindo de outras formas de exercício físico de fortalecimento muscular. Análises de subgrupo demonstraram que os efeitos foram dependentes da dose cumulativa, que equivaleu a execução de Pilates três vezes na semana por dois meses, ou duas vezes na semana por três meses. No entanto, profissionais do exercício físico devem interpretar estes resultados com cautela, uma vez que trabalhos futuros provavelmente terão impacto importante nas estimativas de efeito, tendo em vista que as evidências foram de muito baixa a baixa qualidade.

Palavras-chave: Exercício Físico, Aptidão Física, Técnicas de exercício e movimento, Adultos.

ABSTRACT

Introduction: Among the modalities of physical exercises, Pilates has gained popularity and, consequently, more and more adepts. Scientific evidence has demonstrated the effectiveness of the technique for the development of different physical capacities, such as flexibility, muscle strength and endurance, postural balance and agility, contributing to the functional performance of people in different age groups. More recently, studies have pointed out that Pilates exercises have the potential for the development of cardiorespiratory fitness, however, there is still no consensus in the literature on the effectiveness of the method for this outcome. **Objective:** To verify the effects of Pilates exercises on cardiorespiratory fitness in healthy adults. **Methods:** A systematic literature search was performed, in which randomized clinical trials (RCTs) were considered eligible, which used Pilates exercises as an intervention and had cardiorespiratory fitness as an outcome in a healthy adult population. The searches took place in the following databases: PubMed, EMBASE, CENTRAL, CINAHL, Web of Science, SPORTDiscus, LILACS and PEDro. To assess the potential risk of bias and the methodological quality of the studies, the PEDro scale was used. The meta-analysis calculations were performed using the standardized mean difference (SMD) between the Pilates vs. control groups or Pilates vs. other forms of physical exercise. Heterogeneity was quantified by the I^2 statistic and Cochran's Q test. Effect sizes were considered statistically significant when $p < 0.05$ and classified as small (0.2), medium (0.5) or large (0.8) magnitude. The quality of evidence was rated by the GRADE system. **Results:** Initially, 1,185 records were found. After the screening process, 12 RCTs were included in the systematic review and meta-analysis calculations. Qualitative synthesis (systematic review) showed that all studies used small samples, ranging from nine to 39 participants per group (mean = 19.0 ± 8.2). Only two studies were carried out with a young adult population, the others with elderly people. Pilates protocols, in general, had a low cumulative exercise dose throughout the study, ranging from 900 to 4,320 minutes (median = 1,440) and were applied mainly on the mat (Mat Pilates) (66.7%). Cardiorespiratory fitness was assessed primarily (82%) by the six-minute walk test. 83.3% of RCTs reported that Pilates was significantly superior to control groups on cardiorespiratory fitness. Regarding methodological quality, most (75%) of the studies had a low score (PEDro < 6 points). In the quantitative synthesis (meta-analysis), a large effect size was observed in the primary analysis in favor of Pilates exercises vs. control groups (SMD = 0.96 [CI_{95%} 0.39 – 1.54] $p = 0.001$, $n = 457$, studies = 12, $I^2 = 87\%$). Subgroup analysis showed that the significant effect was age-dependent (only for older people). In the sensitivity analysis, including only studies of high methodological quality, the significant effect remained in the main analysis in favor of Pilates exercises, but considering age groups, it remained significant only for young adults. When Pilates was compared to other muscle strengthening exercises, no difference was observed. Subgroup analysis involving cumulative dose showed that Pilates exercises were superior to control groups when the total intervention time was $\geq 1,440$ minutes, with a large effect size. Comparing Pilates applied on the mat (Mat) or on equipment, a large and moderate effect size was observed, respectively. For all analyses, the evidence was of very low to low quality, as assessed by the GRADE system. **Conclusion:** Pilates exercises allowed, in general, a great effect on cardiorespiratory fitness compared to no intervention or minimal intervention, not differing from other forms of physical exercise for muscle strengthening. Subgroup analyzes demonstrated that the effects were dependent on the cumulative dose, which equated to performing Pilates three times a week for two months, or twice a week for three months. However, exercise professionals should interpret these results with caution, as future work is

likely to have a major impact on effect estimates, given that the evidence was of very low to low quality.

Key words: Physical Exercise, Physical Fitness, Exercise and movement techniques, Adults.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Apresentação do Problema e Justificativa.....	12
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1 Aptidão Cardiorrespiratória.....	16
3.1.1 Avaliação da aptidão cardiorrespiratória.....	18
3.1.2 Recomendações para adultos.....	21
3.1.3 Recomendações para população idosa.....	23
3.1.4 Exercícios de fortalecimento muscular e aptidão cardiorrespiratória.....	25
3.2 Exercícios de Pilates.....	28
3.2.1 Pilates e aptidão cardiorrespiratória.....	31
4 MÉTODOS.....	38
4.1 Critérios de Inclusão/Exclusão.....	38
4.2 Bases de Dados e Estratégia de Busca.....	38
4.3 Seleção dos Estudos.....	39
4.4 Extração dos Dados.....	39
4.5 Avaliação da Qualidade Metodológica.....	40
4.6 Definição de Pilates.....	40
4.7 Definição de Aptidão Cardiorrespiratória.....	41
4.8 Análise Estatística.....	41
4.9 Avaliação da Qualidade da Evidência.....	42
4.10 Análises de Sensibilidade e de Subgrupos.....	43
5 RESULTADOS.....	44
5.1 Síntese Qualitativa dos Estudos (Revisão Sistemática).....	44
5.2 Qualidade Metodológica dos Estudos.....	53
5.3 Síntese Quantitativa dos Estudos (Metanálise).....	54

5.3.1 Análise de sensibilidade	57
5.3.2 Pilates vs. outros exercícios de fortalecimento muscular	57
5.3.3 Dose cumulativa de exercícios de Pilates.....	58
5.3.4 Forma de aplicação do Pilates (<i>Mat</i> ou equipamentos).....	59
6 DISCUSSÃO	60
6.1 Síntese dos Principais Achados	60
6.2 Concordância e Discordância com outros Estudos.....	60
6.3 Qualidade da Evidência	67
6.4 Potenciais Vieses no Processo de Revisão	68
7 CONCLUSÃO.....	69
7.1 Implicações para Prática.....	69
7.2 Implicações para Pesquisa	69
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE 1	78
APÊNDICE 2	79
APÊNDICE 3	81
APÊNDICE 4	82
ANEXO 1	83

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Problema e Justificativa

As recomendações para a prática de atividade física para adultos saudáveis, segundo as Diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2018), incluem exercícios aeróbicos de resistência (*endurance*), flexibilidade e neuromotor, devendo acumular 30 a 60 minutos por dia (≥ 150 min. por semana) de exercícios de intensidade moderada, 20 a 60 minutos por dia (≥ 75 min. por semana) de exercícios de intensidade vigorosa, ou a combinação de exercícios de intensidade moderada e vigorosa por dia, para se alcançar os volumes recomendados de exercício.

Deve ser levado em consideração ainda, que dentro da classificação de população adulta, encontra-se a população idosa, composta por indivíduos com 65 anos ou mais, para os quais, as recomendações também são de exercícios de resistência e fortalecimento muscular, de flexibilidade e aeróbicos. Para as atividades físicas aeróbicas (cardiorrespiratórias), as recomendações são para qualquer tipo de modalidade de exercício que não promova estresse excessivo, com uma frequência de exercício maior ou igual a 5 dias por semana de atividades físicas moderada, ou ≥ 3 dias por semana de atividades físicas de intensidade vigorosa, ou ainda, uma combinação de exercícios com essas intensidades de 3 a 5 dias por semana. O tempo para as atividades físicas de intensidade moderada, deve acumular um total de 150 a 300 minutos por semana, ou 75 a 100 min. de atividades físicas com intensidade vigorosa, ou uma combinação de atividades físicas moderadas e vigorosas (ACSM, 2018).

Dentre as possibilidades de exercícios físicos, as atividades do tipo *endurance* (como corrida e ciclismo), tradicionalmente são usadas para melhorar a aptidão cardiorrespiratória, enquanto atividades de fortalecimento muscular (faixas de resistência elástica, máquinas de resistência e pesos livres, por exemplo) são prescritas para melhorar a aptidão muscular. Uma vez que esses treinos realizados separadamente, em tese, não promovem a melhora integral da aptidão física, as recomendações para adultos defendem programas de treinamento que combinam treinamento cardiorrespiratório e força, resultando em programas de treinamento combinados ou concorrentes, potencializando o impacto em vários componentes do condicionamento físico simultaneamente (HURST et al., 2019).

Todavia, mais recentemente, a literatura tem apontado que exercícios de fortalecimento muscular podem promover a melhora da aptidão cardiorrespiratória (RAMOS-CAMPO et al., 2021; PAOLI et al., 2017; BARBALHO et al., 2017). Embora aumentos da aptidão

cardiorrespiratória não sejam geralmente associados ao treinamento de força muscular, a realização destes exercícios, principalmente em altas intensidades, parece promover adaptações fisiológicas similares aquelas observadas no treinamento aeróbio, como aumento de enzimas mitocondriais, proliferação mitocondrial, conversão de fibras musculares tipo IIX em tipo IIA e remodelação vascular (STEELE et al., 2012).

No estudo de metanálise de Ramos-Campo et al. (2021), o treinamento de resistência demonstrou efetividade sobre aptidão cardiorrespiratória em mulheres de meia idade e idosas, ao ser aplicado na forma de circuito. Paoli et al. (2017) compararam o treino resistido, sendo executado por intermédio de exercícios monoarticulares *vs.* multiarticulares e verificaram maiores efeitos dos exercícios multiarticulares, embora ambos tenham modificado favoravelmente aptidão cardiorrespiratória ao longo de oito semanas. Barbalho et al. (2017) compararam alto *vs.* baixo volume de treinamento resistido em idosas e verificaram, que ambos possibilitam melhora da aptidão cardiorrespiratória ao longo de 12 semanas, com resultados mais proeminentes para o treinamento com maior volume.

Neste sentido, verifica-se, que a observação de efeitos do treinamento resistido sobre aptidão cardiorrespiratória, pode estar atrelada a forma de aplicação dos exercícios. Com isso, a escolha dos mesmos e a definição da sua aplicação pode ser um fator determinante. Algumas modalidades, por exemplo, possuem especificidades e merecem uma análise mais específica, como é o caso dos exercícios de Pilates, que tem se tornado cada vez mais popular, principalmente entre pessoas idosas (LIMA et al., 2019). Nesta técnica, são executados exercícios de fortalecimento muscular, que são possibilitados principalmente por molas acopladas em equipamentos específicos. Faixas elásticas também são utilizadas como forma de resistência, ou ainda, o próprio peso corporal do executante oferece a resistência por intermédio de diferentes posturas/posicionamentos, em exercícios realizados no solo, sobre um colchonete. Esta forma de aplicar a técnica não depende de equipamentos, sendo conhecida como *Mat Pilates* (OLIVEIRA et al., 2015).

No âmbito da literatura científica, estudos tem demonstrado que os exercícios de Pilates, apesar de terem característica eminentemente anaeróbia, poderiam para além da aptidão muscular, desenvolver também a capacidade aeróbia (FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ et al., 2019). Basicamente, numa sessão de Pilates, são realizados exercícios de alongamento dinâmico e de fortalecimento muscular, perfazendo-se séries, repetições e tempo de descanso (OLIVEIRA et al., 2019), análogo ao que ocorre no treinamento com pesos tradicional.

Recente estudo de revisão sistemática e meta-análise (FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ et al., 2019) identificou que os exercícios de Pilates são eficazes na melhora da aptidão

cardiorrespiratória de pessoas saudáveis ou que sofrem distúrbios específicos. No entanto, a síntese quantitativa (meta-análise), envolveu estudos de grupo único (série de casos) e ensaios clínicos não randomizados, o que pode ter enviesado os resultados. Ainda, o estudo em questão, incluiu na metanálise, estudos com participantes saudáveis junto com participantes em processo de reabilitação, com insuficiência cardíaca e que sofreram acidente vascular cerebral.

No caso de pessoas em processo de reabilitação, exercícios não direcionados especificamente para melhora da aptidão cardiorrespiratória podem eventualmente promover alguma melhora, devido ao fato dos participantes estarem altamente debilitados e com níveis muito baixos deste componente da aptidão física, fazendo com que estímulos mínimos, não direcionados para variável de interesse possam oferecer resultados significativos. Tendo em vista a problemática apresentada, faz-se necessário novo estudo de revisão sistemática e metanálise, de forma que as limitações aqui descritas sejam superadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar os efeitos dos exercícios de Pilates sobre a aptidão cardiorrespiratória em adultos saudáveis.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar possíveis diferenças entre faixas etárias, em relação aos efeitos dos exercícios de Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória;
- Comparar os exercícios de Pilates com outras modalidades de exercícios físicos sobre a aptidão cardiorrespiratória;
- Observar se existe uma dose específica de exercícios de Pilates que favorece a obtenção de efeitos sobre aptidão cardiorrespiratória;
- Analisar se existem diferenças entre a aplicação dos exercícios de Pilates (*mat* ou equipamentos) para que efeitos significativos sejam observados na aptidão cardiorrespiratória.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Aptidão Cardiorrespiratória

Aptidão cardiorrespiratória ou aptidão aeróbica é um componente da aptidão física de extrema importância, tanto no domínio da performance quanto da saúde humana. Dessa forma, define-se como a capacidade de um indivíduo realizar um exercício físico de duração prolongada, em uma intensidade moderada a vigorosa (DE ALMEIDA, 2019). Esta capacidade física está diretamente ligada à integração dos sistemas metabólico, cardiopulmonar, nervoso central e muscular esquelético (GRAZZI et al., 2020).

O processo cardiorrespiratório ocorre em etapas: a ventilação pulmonar, que é a troca de ar (entrada e saída) entre a atmosfera e os alvéolos pulmonares; difusão de O₂ e dióxido de carbono (CO₂) entre os alvéolos e o sangue e a perfusão dos alvéolos; e o transporte de O₂ às células e de CO₂ até o pulmão (SANDOVAL, 2005). Assim, a oferta e retirada dos gases (O₂ e CO₂) irão depender da ventilação (fluxo contínuo de ar) e da circulação (sangue), estimulados pelas bombas cardíaca e toracopulmonar (NEDER; NERY, 2002).

Quando iniciado um exercício físico, há um desafio fisiológico para a cadeia anátomo-funcional. Dessa forma, modificações no metabolismo irão ocorrer para que o suprimento de O₂ seja capaz de atender as demandas requeridas na produção de energia, bem como, a eliminação de subprodutos que afetem o desempenho, sendo desenvolvida a aptidão cardiorrespiratória, que será a capacidade do corpo de sustentar esse exercício por um tempo prolongado (NEDER; NERY, 2002; TARABORELLI et al., 2010). Além disso, aptidão cardiorrespiratória é reconhecida como determinante do estado de saúde atual e futuro do indivíduo, sendo, portanto, um marcador importante de resultados relacionados à saúde (APPELQVIST-SCHMIDLECHNER et al., 2020).

Alguns estudos têm mostrado que a aptidão cardiorrespiratória é um preditor de risco de mortalidade mais influente do que os fatores de risco tradicionais, como hipertensão, hiperlipidemia, tabagismo, diabetes mellitus e obesidade (GRAZZI et al., 2020). Este componente apresenta não só influência física, mas também psicológica, pois foi descoberta associação entre níveis mais elevados de sintomas depressivos e exaustão relacionada ao estresse com aptidão cardiorrespiratória reduzida. Além disso, foi encontrada uma associação positiva entre qualidade de vida e aptidão cardiorrespiratória (APPELQVIST-SCHMIDLECHNER et al., 2020).

Zeihner et al. (2019), realizou uma revisão sistemática, cujo objetivo foi fornecer uma visão detalhada do estado atual da pesquisa sobre fatores individuais associados ou que influenciam a aptidão cardiorrespiratória entre a população adulta geral. Foram incluídos 78 artigos que trouxeram informações a respeito da associação da aptidão cardiorrespiratória com idade, sexo, etnia, hábitos sociais e composição corporal.

Foram encontradas evidências de que aptidão cardiorrespiratória diminui com a idade, que pode estar relacionada ao envelhecimento biológico, aos ajustes fisiológicos, mudanças no estilo de vida ou aumento da carga de doenças e medicamentos. O desfecho foi relacionado também ao sexo, em que homens apresentam níveis mais elevados de aptidão cardiorrespiratória em relação as mulheres, o que é explicado fisiologicamente devido a diferença no tamanho corporal, sendo as mulheres menores, além de terem também um maior percentual de gordura corporal, em comparação com os homens. Aptidão cardiorrespiratória relacionou-se positivamente com *status* socioeconômico, volume expiratório forçado (VEF) e capacidade funcional. Ao passo que, relacionou-se negativamente com o IMC, peso corporal total, circunferência da cintura e tabagismo (ZEIHER et al., 2019).

Tendo em vista a importância da aptidão cardiorrespiratória para diferentes desfechos de saúde e desempenho humano, faz-se necessário conhecer seus mecanismos, bem como, quais fatores podem melhorá-la. Neste sentido, os exercícios físicos destacam-se como a base para se alcançar objetivos gerais de saúde e condicionamento físico individual relacionados com aptidão cardiorrespiratória, por serem capazes de modificar este componente (ACMS, 2018).

Os exercícios físicos promovem um aumento da necessidade orgânica de suprimento de energia para a contração muscular. Frequentemente, essa energia provém dos complexos fosfato de alta energia, que em sua maioria é disponível na forma de Adenosina Trifosfato (ATP). O organismo dispõe de ATP estocado apenas para algumas contrações, necessitando regenerá-lo continuamente. Por mais que um “novo” ATP possa ser obtido inicialmente pela quebra da reserva de fosfato muscular (fosfocreatina ou PCr), algum tempo depois (20-30 segundos), o organismo precisará recorrer a uma ou a ambas formas de metabolismo: metabolismo anaeróbico (glicose anaeróbia), que fornece energia rapidamente, mas com um gasto elevado de substrato (glicose) e produção de ácido lático; ou o metabolismo aeróbico/oxidativo (ciclo de Krebs e cadeia transportadora de elétrons), que demora mais tempo para o seu ajuste, mas apresenta um grande potencial para sustentar uma atividade prolongada (NEDER; NERY, 2002).

Essas formas de metabolismo energético são trabalhadas através das modalidades de treinamento físico, que são classificadas basicamente como treinamento aeróbio e treinamento anaeróbio, dependendo das suas características durante a prática da atividade (DOMICIANO et al., 2010). O treinamento anaeróbio define-se como, a realização de determinados exercícios que utilizarão a contração voluntária da musculatura esquelética contra alguma forma de resistência, podendo ser o próprio peso corporal, máquinas ou pesos livres (SILVA FILHO, 2013). Esse tipo de treinamento utiliza uma forma de energia independente da utilização do O_2 , sendo um sistema anaeróbio láctico ou glicolítico de transferência de energia imediata. Essa produção de energia ocorre através de exercícios de alta intensidade e de curta duração, os quais são realizados de forma interrompida, intercalando períodos de atividade com períodos de descanso, surgindo a fadiga muscular mais rapidamente, sendo o treinamento com pesos um típico exemplo (DOMICIANO et al., 2010).

Já o treinamento aeróbico é definido como o exercício que utiliza O_2 como fonte de queima dos substratos, produzindo a energia transportada para o músculo. São exercícios de longa duração, aplicados normalmente de forma contínua e com baixa a moderada intensidade, beneficiando os sistemas metabólico, vascular e cardiorrespiratório. Porém, ainda que sempre exista a predominância de um metabolismo sobre o outro, dependendo da intensidade e duração do exercício, na prática, a ação deles ocorre simultaneamente (DOMICIANO et al., 2010). Para avaliação da aptidão cardiorrespiratória existem várias possibilidades de testes que podem ser realizados e serão abordados na sequência.

3.1.1 Avaliação da aptidão cardiorrespiratória

A forma mais completa na avaliação da capacidade funcional aeróbica do indivíduo, sendo esse padrão ouro de referência, é a medição da captação do Volume Máximo de Oxigênio ($VO_{2máx}$), realizada durante um teste de exercício incremental máximo, que mensura de forma direta esse marcador, através da análise de gases expirados. Dessa forma, o $VO_{2máx}$ irá refletir a capacidade de um indivíduo absorver, transportar e consumir oxigênio. Portanto, na prática, considera-se $VO_{2máx}$ o equivalente ao maior valor de VO_2 obtido no pico do esforço (BHAMMAR et al., 2019; HERDY; CAIXETA, 2016).

A ergoespirometria, ou teste cardiopulmonar de exercício (TCPE), é um procedimento não invasivo, no qual avalia a capacidade do desempenho cardiopulmonar, que medirá de forma contínua o metabolismo respiratório, normalmente realizado em bicicleta estacionária ou em esteira rolante, com o indivíduo utilizando uma máscara para análise dos gases, além de eletrodos acoplados em seu corpo, para a mensuração das respostas eletrocardiográficas e

hemodinâmicas (HOLLMANN; PRINZ, 1997; ACMS, 2018; BELLI et al., 2012; STEIN, 2006). A Figura 1 exemplifica a aplicação de um teste de esteira, utilizando um analisador de gases.



Figura 1. Teste de exercício cardiopulmonar em esteira ergométrica para avaliação direta do volume máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$).

Os dados relevantes mensurados pelo teste são processados por tecnologia digital, apresentados em tempo real e podem ser armazenados para futura análise, nas formas descritivas e gráficas, e são esses: a quantificação da ventilação pulmonar (volume de ar corrente x frequência respiratória = $VAC \times FR$); a frequência cardíaca, que é calculada pela distância R-R do traçado eletrocardiográfico (ECG); a saturação da oxihemoglobina; pressão arterial; e a análise das pressões expiradas de O_2 e CO_2 durante o esforço (STEIN, 2006). Os valores dos volumes gasosos trocados (VO_2 e VCO_2) são resultantes da diferença entre os volumes inspirados e expirados, obtidos pelo produto do volume de ar ventilado (NEDER; NERY, 2002).

O $VO_{2máx}$, dado de maior interesse no teste, é então definido como o limite superior fisiológico da capacidade do corpo de consumir O_2 , ou seja, no TCPE irão ocorrer tentativas repetidas de elevação do consumo de oxigênio, aumentando a taxa de trabalho (ou velocidade de corrida, por exemplo), fazendo com que o indivíduo alcance um “platô” desse consumo, resultando no $VO_{2máx}$. Dessa forma, as tentativas subsequentes de elevação de consumo de oxigênio serão ineficazes. Com isso, ainda que a taxa de trabalho seja aumentada além desse limite já estabelecido, nenhum aumento adicional na ingestão de O_2 ocorrerá (BASSETT; HOWLEY, 2000). Além disso outros indicadores fisiológicos devem ser analisados ao final do

teste, tais como a razão de troca respiratória (razão entre produção de dióxido de carbono e consumo de oxigênio pulmonar), que tradicionalmente deve estar com um valor superior a 1,10, e a frequência cardíaca, que deve estar próxima de sua máxima predita pela idade (± 10 bpm – [220-idade]), e percepção subjetiva de esforço. Dessa forma, percebe-se que não será apenas uma estabilidade nos dados do VO_2 que regerá a determinação de um “verdadeiro” $VO_{2m\acute{a}x}$ (DE ALMEIDA, 2019).

Todavia, nem todos os indivíduos alcançarão esse platô ao final do teste. A “falha” em atingir esse platô, não significa que esses indivíduos não conseguiram atingir o “verdadeiro $VO_{2m\acute{a}x}$ ”. Dessa forma, é considerado VO_{2pico} , que representará o valor de consumo de O_2 que o indivíduo obteve até a interrupção do teste devido a uma fadiga central (capacidade de difusão pulmonar, débito cardíaco máximo e/ou capacidade de transporte de oxigênio no sangue) ou periférica (fadiga muscular) (BASSETT; HOWLEY, 2000).

Porém, para a prática profissional de maneira geral, esse teste se torna limitado, pois exige tempo e experiência necessários para a sua realização, além de alto custo, o que justifica a utilização de testes que estimam aptidão cardiorrespiratória de maneira indireta, como testes máximos ou submáximos de campo, em cicloergômetros, esteiras rolantes ou degraus, sendo vantajosos devido a sua simplicidade, custo insignificante, segurança e aplicabilidade (GRAZZI et al., 2020).

Os testes máximos requerem um esforço máximo dos participantes, ou seja, exigem que se exercitem até seu ponto de fadiga voluntária (ACMS, 2018). Para esses testes, há vários protocolos que são utilizados, tais como o de *Balke e Ware*, *Ellestand*, *Allen*, *Wan e Kemp*, e o de Bruce. Eles possuem diferenças em suas configurações, como em relação ao tempo por estágio (1 a 3 min.), padrão de incremento da velocidade (0,5 a 2,0 km/h), inclinação (1 a 5%) e duração (8 a 20 min.). Porém, de maneira geral, as respostas de $VO_{2m\acute{a}x}$, Frequência Cardíaca Máxima ($FC_{m\acute{a}x}$), pressão arterial sistólica e diastólica, por exemplo, não apresentam grandes diferenças. As diferenças ficam atreladas basicamente ao quociente respiratório, a ventilação e tempo até a exaustão (T_{total}) (LIMA, 2018).

O *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2018), faz referência também a testes submáximos para estimar a aptidão cardiorrespiratória, dividindo-os em testes de campo, teste de esteira, em cicloergômetro e teste de degrau. O objetivo desses testes é determinar a resposta da Frequência Cardíaca (FC), a uma ou mais taxas de trabalho submáximas e utilizar os resultados para prever o $VO_{2m\acute{a}x}$.

Os testes de campo mais utilizados são: o teste de Cooper, cujo objetivo é percorrer a maior distância possível em 12 minutos. O teste de 2,4 km, que objetiva verificar o tempo

dispendido para percorrer esta distância. No *Rockport One-Mile Fitness Walking Test* (Teste de aptidão para caminhada de uma milha *Rockport*), o indivíduo caminha 1,6 km o mais rápido possível, preferencialmente em uma pista ou em uma superfície plana e a FC é obtida no minuto final. Para o teste de caminhada de seis minutos (TC6), o indivíduo necessita caminhar, também o mais rápido que conseguir, um percurso em 6 minutos, verificando-se a distância percorrida. Cada teste, porém, possui uma equação específica para a predição dos valores de $VO_{2\text{máx}}$ (ACMS, 2018).

Os testes de esteira, podem ser adequados tanto para indivíduos aptos quanto menos aptos fisicamente, dependendo do protocolo a ser utilizado, pois promovem um meio contínuo de velocidade entre caminhada e corrida. O ato de apoiar as mãos no braço da esteira deve ser desestimulado, para garantir a precisão da carga de trabalho metabólico, pois o apoio das mãos leva à superestimação significativa do VO_2 em comparação aos valores reais. Ainda, as esteiras devem ser calibradas de modo que garantam a precisão do teste (ACMS, 2018).

No teste em cicloergômetro, o indivíduo precisa manter uma frequência de pedalada adequada, visto que a maioria dos testes requer que a FC seja medida em taxas específicas de trabalho. Os cicloergômetros eletrônicos fornecem a mesma taxa de trabalho por meio de um intervalo de frequência de pedaladas (revoluções por minuto) (ACMS, 2018). Em relação ao teste de degrau, a aptidão cardiorrespiratória é medida pela resposta da FC à subida nos degraus de maneira ritmada. Os degraus possuem uma altura fixa e a medida da FC de recuperação é obtida após o exercício (ACMS, 2018).

Vale ressaltar, que a escolha dos testes máximos ou submáximos, irá depender dos motivos da realização do teste, do nível de risco do indivíduo e da disponibilidade de equipamentos e profissionais apropriados para a realização destes (ACMS, 2018). Na sequência, será abordado as recomendações para prescrição do treinamento visando o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória, uma vez que para se obter um efeito na saúde, deve-se escolher adequadamente os componentes de sobrecarga, bem como a frequência e o tipo adequado de treinamento, dependendo da finalidade do programa (DOMICIANO et al., 2010).

3.1.2 Recomendações para adultos

Segundo o ACSM (2018), as recomendações para o exercício aeróbico (condicionamento cardiorrespiratório), são de 3 a 5 dias na semana, com uma frequência que varia de acordo com a intensidade do exercício: exercícios aeróbicos de intensidade moderada, devem ser realizados pelo menos 5 dias na semana; exercícios aeróbicos de intensidade

vigorosa, devem ser realizados pelo menos 3 dias na semana; ou uma combinação semanal de exercícios de intensidade moderada e vigorosa, de 3 a 5 dias na semana.

Quanto ao tempo, que se refere a duração do exercício, o ACSM (2018) orienta para a maioria dos adultos o acúmulo de 30 a 60 minutos por dia (≥ 150 min. por semana) de exercícios de intensidade moderada; 20 a 60 minutos por dia (≥ 75 min. por semana) de exercício de intensidade vigorosa, ou uma combinação de intensidades moderada e vigorosa por dia. Essa recomendação pode ser acumulada em sessão única de exercício ou em sessões ≥ 10 minutos ao longo do período de um dia, sendo essa mesma recomendação dada pelo Ministério da Saúde para a população brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

Para a intensidade, o princípio de sobrecarga do treinamento, determina que o exercício abaixo de uma intensidade mínima, ou limiar, não estimulará o corpo suficientemente para produzir alterações nos parâmetros fisiológicos, tal como o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Todavia, tem sido demonstrado, que o limiar mínimo de intensidade que promove benefícios parece variar de acordo com o nível de condicionamento cardiorrespiratório (CCR) individual e de outros fatores como idade, genética, diferenças fisiológicas, estado de saúde, atividade física habitual, fatores psicológicos e sociais. Dessa forma, é difícil estabelecer um limiar preciso para melhorar o CCR. Para a maioria dos adultos, recomenda-se o exercício aeróbico de intensidade moderada (40 a $< 60\%$ da reserva da frequência cardíaca [RFC]) a vigorosa (60 a 90% da RFC), enquanto o exercício aeróbico de intensidade leve (30 a 40% da RFC) a moderada, pode ser utilizado para indivíduos sem condicionamento físico. Ainda, o treinamento intervalado, que durante uma única sessão promove a variação da intensidade do exercício em intervalos fixos, pode ser um modelo eficiente para aumentar o volume total e/ou a média da intensidade de exercícios (ACSM, 2018).

O volume (quantidade) de exercício é o resultado da frequência, intensidade e tempo (duração), podendo ser estimado de uma forma padronizada, podendo ser utilizados diferentes formas de medida, como: MET-min (Equivalente Metabólico), kcal (Quilocaloria) e pedômetros (ferramenta utilizada para estimar o volume de exercício em passos por dia), por exemplo. Nestes casos, são estabelecidos valores de referência, que para população adulta seria: ≥ 500 a 1.000 MET-min por semana, que é equivalente a 1.000 kcal por semana de atividade física de intensidade moderada, ou cerca de 150 min por semana de exercício de intensidade moderada, ou contagem em pedômetro de ≥ 5.400 a 7.900 passadas por dia (ACSM, 2018).

Outro fator importante, é o princípio da especificidade do treinamento. De acordo com o ACSM (2018), as adaptações fisiológicas ao exercício são específicas para o tipo de exercício realizado e dessa forma, orienta que para a maioria dos adultos, deve ser realizado exercícios

aeróbicos de intensidade ao menos moderada, que envolva grandes grupos musculares e não demande alta habilidade de execução por parte do executante. Demais exercícios e esportes que exigem níveis maiores de condicionamento físico e de habilidades para a sua realização, são recomendados apenas para os indivíduos que possuam habilidade e condicionamento físico adequados para a sua realização.

Além de todas essas recomendações já bem estabelecidas, o Ministério da Saúde do Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021), acrescenta que adultos ao praticarem atividade física, podem fazê-las individualmente ou acompanhados de amigos e familiares, dando preferência a modalidades que mais lhe agrade. Incentiva ao deslocamento, sempre que possível, de forma que esse seja feito a pé, ou bicicleta, tornando o dia a dia mais ativo. E por último, orienta à procura de redes de apoio para a inclusão da atividade física na vida adulta, sugerindo a busca pelas UBS (Unidade Básica de Saúde), universidades, faculdades, instituições do sistema S (SESC, SESI, SEST/SENAT e SENAC), secretarias municipais/estaduais de saúde, esporte, lazer, turismo, cultura, assistência social e meio ambiente, que ofertem programas de atividade física para a comunidade.

3.1.3 Recomendações para população idosa

Além de recomendações para adultos, o ACSM também faz recomendações específicas para a população adulta idosa, composta por indivíduos com 65 anos ou mais, visto que a capacidade aeróbica máxima tende a diminuir com a idade. Ou seja, o volume máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) pode declinar em torno de 10% por década em indivíduos não atletas, tendo uma variação de queda ente 3% a 6% em pessoas entre 20 e 30 anos, podendo chegar a uma redução de 20% após os 60 anos, ocorrendo mais rapidamente no sexo masculino (BELLI et al., 2012). Além disso, nesta fase da vida, deve ser considerado outros fatores, como a diminuição da função física e mudanças na composição corporal. Dessa forma, o exercício físico pode retardar esses processos e até mesmo revertê-los, tornando-se um dos meios mais eficazes para amenizar declínios na condição física que são típicos do envelhecimento (LIBERMAN et al., 2017).

Com isso, nesta fase da vida, faz-se necessários programas de exercício físico que contemplem todas as funcionalidades físicas dessa população. Prescrições que são feitas também pelo ACSM (2018), descrevem a importância de incluir exercícios de resistência e fortalecimento muscular, de flexibilidade e aeróbicos. Para as atividades físicas aeróbicas (cardiorrespiratórias), as recomendações são para qualquer tipo de modalidade de exercício que não promova estresse excessivo, sendo a caminhada o tipo mais comum de atividade, seguida

do exercício aquático e do ciclismo estacionário. A frequência de exercício deve ser maior ou igual a 5 dias por semana de atividades moderadas ou ≥ 3 dias por semana de atividades de intensidade vigorosa, ou ainda, uma combinação de exercícios com essas intensidades de 3 a 5 dias por semana.

Para controle da intensidade do exercício, pode ser utilizada a escala de percepção subjetiva de esforço (0 até 10), sendo: 5 a 6 para intensidade moderada; e 7 a 8 para intensidade vigorosa. O tempo para as atividades físicas de intensidade moderada, deve acumular de 30 até 60 minutos por dia (para um benefício maior), em sessões de pelo menos 10 minutos cada, resultando num total de 150 a 300 minutos por semana, ou de 20 a 30 minutos por dia de atividades físicas com intensidade vigorosa, totalizando 75 a 100 minutos por semana, ou uma combinação de atividades físicas moderadas e vigorosas. Contudo, quando os idosos não conseguirem realizar essas recomendações por condições crônicas, eles devem se manter fisicamente ativos tanto quanto suas capacidades e condições permitam (ACSM, 2018).

Essas mesmas recomendações são dadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2020), acrescidas de orientação para benefícios adicionais à saúde, tais como a realização de atividades de fortalecimento muscular de intensidade moderada ou vigorosa, que envolvam os principais grupos musculares em dois ou mais dias da semana. Também são recomendadas atividades físicas multicomponentes, com ênfase no equilíbrio funcional e treinamento de força, com intensidade moderada, que devem ocorrer em três ou mais dias da semana, para aumento da capacidade funcional e prevenção de quedas.

O Ministério da Saúde do Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021) acrescenta a todas essas recomendações, um alerta para população idosa, que ainda não estejam alcançando as recomendações de quantidade de tempo para a prática de atividade física, para que não desistam, mas sim, aumentem aos poucos a quantidade e a intensidade. Outros alertas incluem: a importância de hábitos alimentares saudáveis, adequada ingestão de água, sono suficiente e reparador, cuidados referentes a utilização de dispositivos auxiliares de marcha, bem como, controle de doenças crônicas (diabetes e hipertensão arterial, por exemplo) durante a prática dos exercícios.

Como é possível observar, tanto para adultos jovens e de meia-idade, como para idosos, ao se recomendar atividades visando a melhora da aptidão cardiorrespiratória, existe uma tendência de se considerar modalidades classicamente reconhecidas como aeróbias, que recrutam grandes grupos musculares durante a atividade, como é o caso da corrida, por exemplo.

No entanto, para além da modalidade de exercício, alterações na aptidão cardiorrespiratória parece depender de outros fatores, que estão atrelados a efeitos fisiológicos agudos e crônicos induzidos pela forma de aplicação do exercício físico. Neste aspecto, modalidades reconhecidas como anaeróbicas, como é o caso dos exercícios de fortalecimento muscular, parecem ter potencial para oferecer efeitos sobre aptidão cardiorrespiratória, sendo capazes de aumentar o $VO_{2máx}$ (STEELE et al., 2012). A seguir, serão apresentados os mecanismos pelos quais exercícios de fortalecimento muscular podem oferecer efeitos sobre aptidão cardiorrespiratória.

3.1.4 Exercícios de fortalecimento muscular e aptidão cardiorrespiratória

Para que melhoras na aptidão cardiorrespiratória sejam observadas ao longo do tempo, o rotineiro no âmbito da prescrição do exercício físico, é a utilização de exercícios aeróbios, como caminhada/corrida, ciclismo, natação, dentre outros. Todavia, exercícios com característica anaeróbia, com foco no fortalecimento muscular (ex.: treinamento com pesos), tem demonstrado também possibilitar efeitos positivos sobre este desfecho (RAMOS-CAMPO et al., 2021; PAOLI et al., 2017; BARBALHO et al., 2017).

Na revisão sistemática de Steele et al. (2012), foi demonstrado, que o treino de resistência muscular realizado até a falha muscular momentânea, o que permite predizer que o praticante atingiu esforço máximo, não difere do treino aeróbio convencional no grau de adaptação do $VO_{2máx}$ produzido em adultos jovens ou idosos. Neste sentido, os autores destacam, que provavelmente a variável mais importante para determinar a melhora da aptidão cardiorrespiratória via treinamento resistido é a intensidade. Assim, a modalidade de exercício físico, parece não ser o fator mais determinante sobre este desfecho.

Fisiologicamente, adaptações agudas e crônicas ocorrem no treinamento resistido de esforço máximo, que podem levar a melhora da aptidão cardiorrespiratória, similar ao treino aeróbio convencional, como: regulação positiva de enzimas mitocondriais, proliferação mitocondrial, conversão de fibras musculares do tipo IIX para o tipo IIA e capilarização. O esquema apresentado nas Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, as adaptações agudas e crônicas do treinamento resistido de esforço máximo sobre aptidão cardiorrespiratória (STEELE et al., 2012).

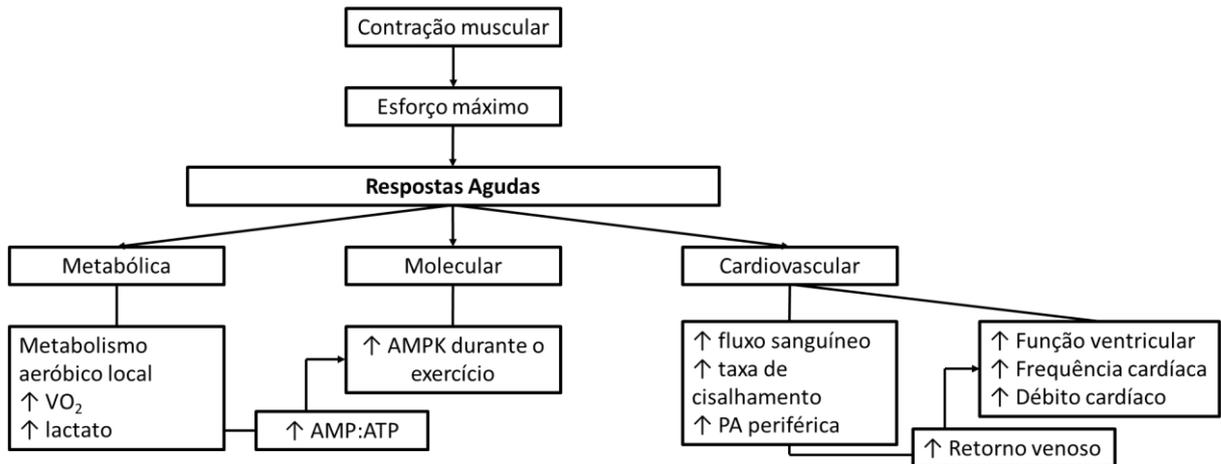


Figura 2. Esquema ilustrativo das respostas fisiológicas agudas sobre variáveis que impactam na aptidão cardiorrespiratória, a partir do treino resistido de esforço máximo (adaptado de STEELE et al., 2012).

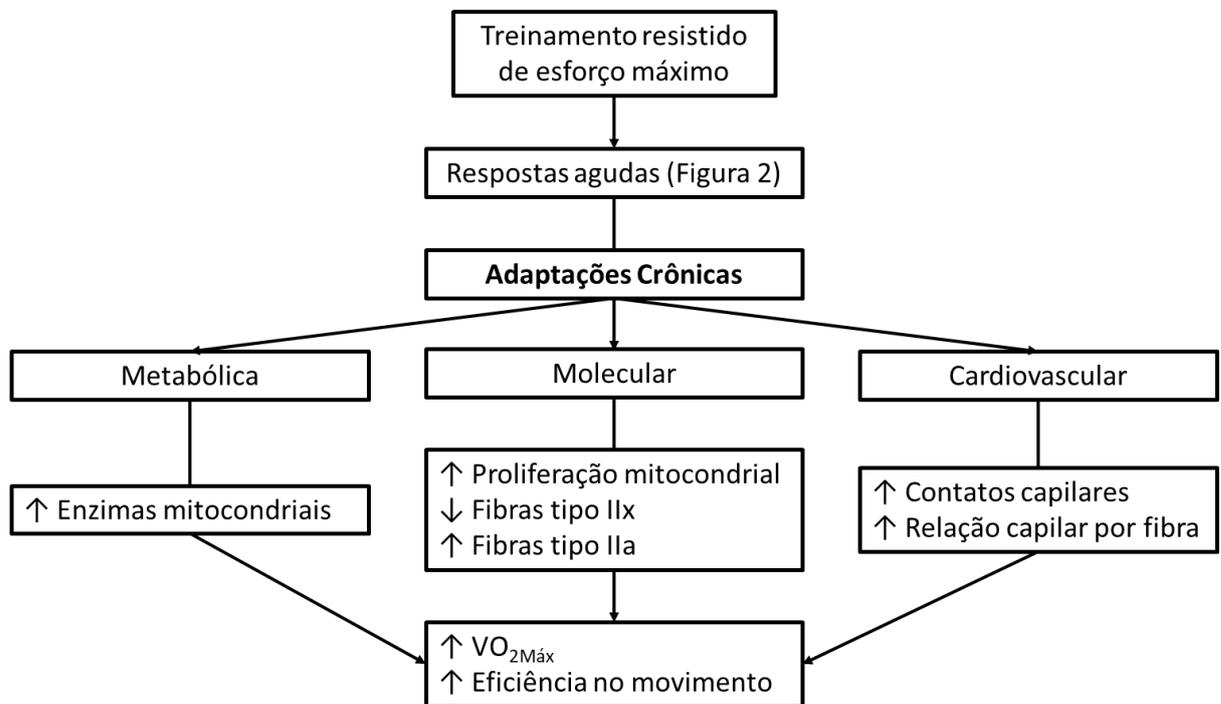


Figura 3. Esquema ilustrativo das respostas fisiológicas crônicas sobre variáveis que impactam na aptidão cardiorrespiratória, a partir do treino resistido de esforço máximo (adaptado de STEELE et al., 2012).

Mesmo considerando, que o treino resistido de esforço máximo possa se equiparar aos exercícios aeróbios convencionais sobre a melhora da aptidão cardiorrespiratória, faz-se importante frisar, que no alto rendimento esportivo, o treinamento resistido não proporcionará as adaptações necessárias para melhorar o $VO_{2máx}$ (JUNG, 2003; TANAKA; SWENSEN, 1998). Ou seja, a premissa de que o treino resistido pode ser suficiente para uma adequada aptidão cardiorrespiratória refere-se a pessoas não treinadas, ou não envolvidas em competições

esportivas que exijam de forma predominante este componente da aptidão física (STEELE et al., 2012).

Deve ser considerado ainda, que para algumas populações, como pessoas sedentárias, idosos ou em processo de reabilitação, o treino resistido deverá ser ajustado considerando tais especificidades. Isso quer dizer, que exigir esforço máximo destes praticantes pode não ser adequado. Ainda assim, diferentes estratégias têm sido utilizadas visando possibilitar a melhora da aptidão cardiorrespiratória por intermédio de exercícios resistidos (STEELE et al., 2012).

Paoli et al. (2017) submeteram adultos jovens fisicamente ativos a oito semanas de treinamento resistido, realizado três vezes por semana e verificaram, que a utilização de exercícios multiarticulares, possibilitou maiores ganhos de $VO_{2máx}$ comparado a execução de exercícios monoarticulares (12,5 vs. 5,1%, respectivamente), embora ambos os tipos de aplicação de exercício físico, tenham melhorado significativamente esta variável ao longo tempo.

Em relação ao volume de treinamento, Barbalho et al. (2017) ao submeteram mulheres idosas a 12 semanas de treinamento resistido duas vezes por semana, verificaram que o grupo “alto volume de treinamento”, ao realizar maior número de séries dentro do mesmo programa de exercícios, teve significativamente maior desempenho para aptidão cardiorrespiratória avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos. Ainda assim, o grupo “baixo volume de treinamento” também apresentou melhora ao longo do tempo.

No estudo de metanálise de Ramos-Campo et al. (2021), o objetivo foi verificar a eficácia do treino resistido aplicado na forma de circuito em pessoas idosas, ou seja, com os exercícios sendo executados de forma “ininterrupta”, ou com baixo tempo de descanso. Neste caso, o treinamento levou a um aumento significativo do $VO_{2máx}$ ao ser comparado com grupos controle.

Apesar de haver aspectos que supostamente potencializam o ganho de $VO_{2máx}$ por intermédio do treino resistido, como os citados anteriormente, o que pode ser dependente da população considerada, estudos de metanálise tem demonstrado, que de maneira geral, o treino resistido melhora aptidão cardiorrespiratória tanto de adultos jovens (ASHTON et al., 2020), como de pessoas idosas (SMART et al., 2022).

Ashton et al. (2020) verificaram que o treino de resistência melhorou significativamente o $VO_{2máx}$ de adultos, independentemente do tempo de intervenção (curto [≤ 6 semanas], médio [7-23 semanas] e longo [≥ 24 semanas] prazo). No estudo de Smart et al. (2022), foi também verificado, que em população idosa, o treino resistido aumentou significativamente aptidão cardiorrespiratória. Porém, curiosamente, os efeitos significativos foram encontrados apenas

quando o treino foi aplicado por até 24 semanas. Para os estudos que aplicaram o treino por tempo superior a 24 semanas, nenhum resultado significativo foi observado. Os autores sugerem que dois fatores podem ter afetado este resultado: a) o baixo número de estudos (apenas 4) que se valeram de intervenções de longa duração; b) o fato metade destes 4 estudos, terem realizado intervenções com frequência semanal de somente duas vezes.

Mesmo considerando que o treino resistido é capaz de proporcionar efeitos sobre aptidão cardiorrespiratória, faz-se importante considerar diferentes modalidades deste tipo de treinamento e suas especificidades. Uma técnica que carece de maior investigação são os exercícios de Pilates. Nesta forma de treinamento, são realizados exercícios de alongamento e predominantemente, exercícios de fortalecimento muscular. Contudo, no Pilates, os exercícios são executados seguindo-se seis princípios básicos, que fazem com que a execução dos movimentos tenha uma característica diferente do treino resistido convencional. Além disso, existem formas distintas de aplicação da técnica, valendo-se de equipamentos, ou apenas, do peso corporal do executante e uso de acessórios. Desta forma, na sequência, serão abordadas as especificidades desta modalidade de exercício.

3.2 Exercícios de Pilates

Inicialmente denominada “Contrologia” pelo seu criador Joseph Pilates, os exercícios de Pilates começaram a serem desenvolvidos durante a 1ª guerra mundial e continuaram a se aperfeiçoar ao longo dos anos subsequentes (MUSCOLINO; CIPRIANO, 2004). A técnica foi amplamente utilizada inicialmente por bailarinos e dançarinos em geral. Isso porque, a localização do primeiro estúdio fundado por Joseph Pilates se deu em Nova Iorque, próximo a vários estúdios de dança e balé. Os praticantes procuravam a técnica com o objetivo principal de condicionamento físico e prevenção/reabilitação de lesões (BRYAN; HAWSON, 2003).

Considerado um conjunto de exercícios no qual a ênfase é dada ao controle do corpo e correta execução dos movimentos (WELLS et al., 2012), Joseph Pilates, ao criar a técnica, enfatizou a consciência corporal durante a execução de cada exercício, buscando melhores resultados de controle postural, força muscular e estabilidade do tronco, pela ativação dos músculos centrais profundos (ex.: transversos do abdômen, multífidos, oblíquos interno/externo e assoalho pélvico) (PANHAN et al., 2020).

Pilates é definido como exercícios de baixo impacto, que podem ser realizados em um tatame específico, no qual o peso corporal e a gravidade realizam a resistência ao movimento (*Mat Pilates*), ou ainda, em aparelhos elaborados para a técnica, sendo neste caso, a resistência proporcionada principalmente através de molas (MUSCOLINO; CIPRIANO, 2004). Os

principais aparelhos utilizados na prática dos exercícios de Pilates são: *Cadillac*, *Reformer Universal*, Cadeira (*Chair*), *Ladder Barrel*, *Wall Unit*, *Step Barrel* e a Meia Lua (*Small Barrel*). Ao longo do tempo, alguns acessórios também foram incorporados aos exercícios, tais como, a bola suíça, rolo, tonozeleira, Bosu (meia bola) e faixas elásticas (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015).

Os exercícios são embasados em seis princípios básicos (Tabela 1), seguidos pelos praticantes durante a realização dos movimentos, são eles: concentração, respiração, fluidez, centralização, precisão e controle (PHUPHANICH et al., 2020; WELLS et al., 2012).

Tabela 1. Princípios básicos do Pilates.

Princípio	Caracterização
Concentração	Baseia-se no fato de que cada movimento deve ser executado de forma concentrada, com foco na postura correta e nos músculos solicitados, tanto nos alongamentos, quanto nos exercícios de fortalecimento, evitando erros de execução e favorecendo ainda, a realização dos demais princípios.
Respiração	Uma inspiração é executada quando o praticante está parado, preparando-se para o movimento e uma expiração é executada quando o praticante realiza o movimento. A respiração é realizada de maneira profunda, expandido lateralmente a caixa torácica, o que aumenta a oxigenação dos tecidos, evita apnéia, além de mobilizar as vértebras torácicas. Ainda, contribui para a execução do movimento em velocidade moderada e com ritmo constante.
Fluidez	Diz respeito a execução ritmada dos movimentos, mantendo a velocidade constante, sem paradas bruscas ou repentinas, evitando sobrecargas articulares e possíveis lesões.
Centralização	Visa a contração constante dos músculos abdominais e lombo-pélvicos, principalmente a musculatura profunda, como multífidus, transverso do abdômen, oblíquos e assoalho pélvico, proporcionando uma estabilização do tronco e alinhamento biomecânico durante a execução de cada exercício.
Precisão	É o refinamento na execução dos exercícios, realizando o movimento dentro de uma amplitude adequada, conforme a individualidade biológica do praticante, de forma que sejam solicitados apenas os grupos musculares alvo do exercício que está sendo realizado, fazendo com que ocorra um melhor desempenho, sem compensações de estruturas que deveriam estar estáveis.
Controle	Refere-se a coordenação motora do executante durante o movimento, combinado a velocidade de execução. Os exercícios devem ser executados em velocidade moderada e de maneira coordenada, com especial atenção aos movimentos globais, que envolvem a combinação de membros inferiores, superiores e tronco.

Adaptado de Oliveira e Oliveira (2015).

Em relação ao controle da intensidade do esforço, durante as sessões de exercícios de Pilates, comumente, é realizado de maneira subjetiva: por intermédio da percepção de esforço do próprio praticante, em escalas de 0-10, como proposta por Borg (1982); e através da percepção do profissional em relação a execução de movimentos compensatórios dos praticantes. Este controle deve ser personalizado, ou seja, adaptado de forma diferente para cada pessoa, conforme seu nível de condicionamento físico. Cuidados especiais devem ser tomados, principalmente, quando o praticante se enquadra em processo de reabilitação, exigindo do profissional conhecimento da fisiopatologia, e das possibilidades que os exercícios oferecem para a reabilitação (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015).

Por intermédio da percepção de esforço do executante, o profissional realizará ajustes na carga de trabalho. A evolução da carga nos exercícios de Pilates, pode ocorrer de quatro formas. No *Mat* Pilates: pela adaptação da execução do movimento, ou seja, ajustando-se a postura e forma de execução do exercício. No Pilates em equipamentos: pela alteração do posicionamento da mola no equipamento; substituição da mola por outra de maior resistência; e alteração do posicionamento do praticante no equipamento. A progressão da carga e da dificuldade dos exercícios é de extrema importância para o desenvolvimento das capacidades físicas, melhora da funcionalidade e da qualidade de vida, além de manter a motivação dos praticantes (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015).

No que diz respeito as indicações do Pilates, destaca-se que a técnica pode ser destinada para as mais diversas condições de condicionamento físico, faixas etárias ou estado geral de saúde (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015). Os exercícios podem ser realizados por sedentários até atletas de elite, além de poder beneficiar pessoas em diferentes faixas etárias, de crianças até idosos, independentemente do nível de condicionamento físico. Já as contraindicações são as mesmas para qualquer tipo de exercício físico, tais como, pessoas com trombose ou que apresentem qualquer alteração cardíaca sem liberação médica (como por exemplo: arritmia atrial ou ventricular, taquicardia, insuficiência cardíaca e angina instável), hipertensas (sem tratamento medicamentoso), presença de febre ou gravidez de risco.

No Brasil, a técnica é amplamente empregada por profissionais que prescrevem exercício físico, por proporcionar a manutenção, prevenção e recuperação do estado de saúde global do indivíduo (COSTA et al., 2012). Em estudo que teve por objetivo verificar as práticas de exercício/esporte mais prevalentes entre os brasileiros, Pilates foi agrupado ao lado da Yoga/Ginástica/Alongamento, sendo no geral (independente da faixa etária), a sexta atividade mais praticada, ficando atrás da caminhada, futebol, musculação, aeróbica (spinning/step/jump)

e corrida de rua. No entanto, ao ser considerado apenas pessoas com 60 anos ou mais de idade, foi a segunda atividade mais praticada, ficando atrás apenas da caminhada. Como limitação, existe uma prevalência de prática quatro vezes maior para pessoas de alta renda, que foram classificados no estudo, dentro do quartil mais elevado de renda familiar per capita (LIMA et al., 2019).

Pilates tem demonstrado resultados positivos na melhora do desempenho esportivo e reabilitação de lesões/disfunções do sistema neuro-musculoesquelético (CRUZ et al., 2016). Por exemplo, Byrnes et al. (2018), em estudo de revisão sistemática, objetivou investigar os efeitos dos exercícios de Pilates em pessoas com diversas patologias, como dor lombar, espondilite anquilosante, esclerose múltipla, osteoporose pós menopausa, escoliose não estrutural, hipertensão e dor cervical crônica. Foram incluídos 23 artigos no total, tendo em 19 artigos (82,6%), o Pilates demonstrado efeitos significativos tanto estatística, quanto clinicamente nas comparações com grupos controle, sobre os desfechos dor e incapacidade.

Sendo assim, a literatura tem avançado sobre como a técnica pode corroborar para um bom estado de saúde em diferentes populações. Dentre elas, podemos citar o aumento a tolerância ao exercício em indivíduos com diferentes doenças crônicas não transmissíveis, melhora do alinhamento postural em adultos saudáveis, redução da dor e incapacidade, dentre outras (MIRANDA; MARQUES, 2018; KRAWCZKY et al., 2016; MYAMOTO et al., 2013).

É possível ainda, observar os benefícios do Pilates em outras populações, como em jovens e crianças. Nestes, foi possível verificar melhores desempenhos de força, flexibilidade, controle postural e redução da dor (HORNSBY; JOHNSTON, 2019). Em adultos mais velhos, tem sido observado efeitos sobre a prevenção de quedas, melhor estado de humor, melhora no equilíbrio postural, melhor desempenho de força, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória (BULLO et al., 2015; SOUZA et al., 2018). Contudo, esta última variável carece de maior investigação, uma vez que os exercícios de Pilates caracterizam-se como de resistência muscular localizada, suscitando dúvidas quanto sua eficácia sobre aptidão cardiorrespiratória.

3.2.1 Pilates e aptidão cardiorrespiratória

Pilates se caracteriza como uma técnica que se utiliza de exercícios de alongamento dinâmico e principalmente, exercícios de força muscular. Com isso, não possui característica de exercícios tipicamente utilizados para treino aeróbio, como é o caso da corrida e ciclismo, por exemplo. Ainda assim, ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas com meta-análise tem sido conduzidos, abordando os efeitos dos exercícios de Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória.

Ensaaios clínicos randomizados, realizados em diversos países, tais como Brasil (MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016), Hungria (KOVÁCH et al. 2013; PLACHY; KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), África do Sul (GILDENHUYS et al., 2013), Irã (FARZANE; JAHROMI, 2022) e Portugal (LIMA et al., 2021) abordaram essa temática. Suas amostras, em dois destes 12 artigos, eram de participantes jovens, porém, em sua grande maioria, foram de mulheres idosas.

Os exercícios de Pilates obtiveram resultados significativos em relação ao desfecho estudado em oito destes ensaios clínicos randomizados (FARZANE; JAHROMI, 2022; MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; FINATTO et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; KOVÁCH et al. 2013; PLACHY; KOVÁCH; BOGNÁR, 2012).

Farzane e Jahroni (2022) observaram os efeitos de oito semanas de treinamento de *Mat Pilates* sobre aptidão cardiorrespiratória, avaliada pelo teste de caminhada *Rockport 1-Mile* em mulheres idosas, obtendo como resultado, que os exercícios de Pilates aumentaram significativamente o $VO_{2máx}$ comparado ao grupo controle.

Já o estudo de Martins et al. (2021), objetivou verificar os efeitos dos exercícios de Pilates baseados em equipamentos sobre aptidão cardiorrespiratória avaliada pelo *Incremental Shuttle Walk Test* (ISWT), após oito semanas de intervenção em adultos jovens. Como resultado, houve melhora significativa na distância percorrida e no $VO_{2máx}$ a favor do grupo Pilates ao ser comparado a condição de controle.

Alvarenga et al. (2018) avaliou a influência do treinamento muscular inspiratório combinado com o Pilates em equipamentos sobre a função pulmonar em mulheres idosas, com tempo de intervenção de 10 semanas. Contudo, o grupo que realizou apenas Pilates, melhorou significativamente a distância no teste de caminhada de seis minutos ao ser comparado com o grupo controle, enquanto para o grupo que realizou Pilates associado ao treino inspiratório nenhuma mudança foi observada.

Finatto et al. (2018) investigou os efeitos de 12 semanas de treinamento do *Mat Pilates* sobre as adaptações cardiorrespiratórias e neuromusculares em adultos jovens, corredores recreativos, obtendo como resultado, que os exercícios de Pilates podem ser incorporados aos programas de treinamento de corredores recreativos para melhorar o VO_{2max} , uma vez que possibilitou melhora significativa ao ser comparado ao grupo controle que realizou apenas as atividades de corrida.

Utilizando-se também do *Mat* Pilates, Vieira et al. (2017) investigaram os efeitos da técnica no desempenho funcional em mulheres idosas. Após 12 semanas de intervenção, verificaram que os exercícios de Pilates possibilitaram aumento na distância percorrida no Teste de caminhada de seis minutos.

O estudo de Manzini Filho et al. (2016) verificou os efeitos do Pilates em equipamentos, também na distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos. Como comparação, os autores utilizaram treinamento com pesos, ginástica, hidroginástica e um grupo controle sem intervenção. Após 24 semanas, todas as intervenções foram superiores ao grupo controle. Além disso, o treinamento com pesos foi superior as demais atividades.

Kováč et al. (2013), compararam os efeitos de 24 semanas de *Mat* Pilates com a hidroginástica e condição de controle. Pós-intervenção, apenas os exercícios de Pilates se mostraram superiores a condição de controle para distância percorrida no Teste de caminhada de seis minutos, porém, não diferiu do treinamento de hidroginástica.

No estudo de Plachy et al. (2012), o objetivo foi comparar exercícios de *Mat* Pilates com *Mat* Pilates associado a hidroginástica e condição de controle. Após 24 semanas de intervenção, *Mat* Pilates realizado isoladamente, apresentou melhora na comparação com a condição de controle para o Teste de caminhada de seis minutos, sem diferenças na comparação com o grupo que realizou Pilates associado a hidroginástica.

Dois outros estudos, observaram uma melhora entre a pré e a pós-intervenção nos grupos que realizaram Pilates, ou seja, uma melhora intragrupo (LIMA et al., 2021; CURI et al., 2018). Curi et al. (2018) investigaram os efeitos dos exercícios de *Mat* Pilates na distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos em mulheres idosas. Após 16 semanas de intervenção, houve melhora significativa no grupo Pilates ao longo do tempo, porém, não houve diferenças na comparação com o grupo controle. Da mesma forma, Lima et al. (2021), ao avaliarem os efeitos de um programa de *Mat* Pilates para o mesmo desfecho, com intervenção de oito semanas, observaram aumento significativo intragrupo, mas sem diferença em comparação ao grupo controle.

Por fim, dois ensaios clínicos randomizados (OLIVEIRA et al., 2016; GILDENHUYS et al., 2013) não encontraram qualquer resultado significativo dos exercícios de Pilates sobre o desfecho aptidão cardiorrespiratória. Oliveira et al. (2016) tiveram por objetivo verificar os efeitos dos exercícios de Pilates na autonomia funcional de mulheres idosas após oito semanas de intervenção, comparado a um grupo controle que realizou exercícios de alongamento estático. Não houve diferença na distância percorrida para o teste de caminhada de seis minutos intragrupos e intergrupos. Mesmo resultado observado no estudo de Gildenhuy et al. (2013),

que apresentou o mesmo tempo de intervenção e o mesmo teste avaliativo, também em participantes idosas.

Em relação a revisões sistemáticas com metanálise, até o momento, foram conduzidos dois estudos sobre a temática (SOUZA et al., 2018; FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ et al., 2019). Na revisão sistemática de Souza et al. (2018), o objetivo foi verificar os efeitos do *Mat* Pilates, sobre autonomia funcional em pessoas idosas. Foi observado um grande tamanho de efeito para melhoria de desempenho no teste de caminhada de seis minutos. Apesar do resultado significativo para este indicador da aptidão cardiorrespiratória, os autores consideraram, que embora o teste de caminhada de seis minutos seja válido para avaliação desse desfecho, sendo muito utilizado devido a sua praticidade e baixo custo, os resultados podem ser influenciados por diversos fatores, como altura, sexo, índice de massa corporal e presença de doenças. Ainda, é possível que tenha havido uma melhora na força dos membros inferiores dos indivíduos, devido ao treinamento de Pilates e essa condição, ter influenciado a melhora da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos.

Na revisão sistemática realizada por Fernández-Rodríguez et al. (2019), foi demonstrado que os exercícios de Pilates possibilitaram melhora da aptidão cardiorrespiratória em indivíduos saudáveis, sejam sedentários ou treinados, assim como, em pessoas com disfunções, como insuficiência cardíaca, AVC crônico e sobrepeso/obesidade. Contudo, a maior parte dos estudos, tratava-se de ensaios clínicos não randomizados ou estudos do tipo série de casos, o que deixa dúvidas se de fato os resultados observáveis podem ser confirmados na prática clínica, tendo em vista o alto risco de viés que estes desenhos de estudos podem proporcionar. Além disso, outra limitação importante, é o fato de terem sido inclusos na mesma análise, indivíduos saudáveis e com disfunções. Pessoas em processo de reabilitação, podem estar tão debilitadas, que estímulos mínimos podem ser suficientes para proporcionar alterações em componentes da aptidão física, como é o caso da aptidão cardiorrespiratória.

Na literatura, já há um consenso, de que a capacidade aeróbica pode melhorar através de exercícios aeróbicos, realizados em intensidade moderada (ou seja, $\geq 60\%$ do $VO_{2m\acute{a}x}$), realizados três vezes ou mais por semana, por um período superior a 16 semanas (CHODZKO-ZAJKO, 2009). Dessa forma, considerando as características dos exercícios de Pilates, em tese, pode-se considerar, que ele não forneça estímulos suficientes para provocar mudanças na aptidão cardiorrespiratória, sobretudo, por ser uma atividade que foca na qualidade do movimento, exigindo concentração e técnica específica de respiração, fazendo com que os movimentos sejam realizados de forma lenta e ritmada (SOUZA et al., 2018).

Neste sentido, Andrade et al. (2021), tiveram por objetivo verificar o gasto energético durante sessões de Pilates solo (*Mat Pilates*), comparado com os mesmos exercícios executados no aparelho *Reformer*. Foram selecionados 15 exercícios, realizados em uma série de 10 repetições, com dois minutos de descanso. O VO_2 foi medido de forma direta durante as sessões de Pilates, através de um analisador de gases. Como resultado, os autores observaram que uma sessão típica de Pilates, resulta em baixo gasto energético e, portanto, baixo gasto metabólico global (aparelho *Reformer* $130 \pm 2,47$ kcal, *Mat Pilates* $95 \pm 2,81$ kcal), quando considerado as recomendações do ACSM, que são de 1.000 kcal por semana. Isso porque, Pilates é praticado normalmente de duas a três vezes por semana, o que resultaria no máximo, o dispêndio de 390 kcal/semana, considerando a prática no equipamento *Reformer*.

Porém, é estabelecido que as adaptações a um programa de exercícios, estão relacionadas ao nível de condicionamento físico inicial de um indivíduo. Portanto, é possível que as adaptações positivas para indivíduos destreinados e sedentários, possam ocorrer mesmo com intensidades abaixo daquelas recomendadas para melhoria da saúde e condicionamento físico propostos pelo ACSM. Ou seja, para pessoas destreinadas, adaptações cardiovasculares, com conseqüente aumento no $VO_{2m\acute{a}x}$, podem eventualmente ocorrer, mesmo em sessões de exercício realizadas em intensidades mais baixas, com dispêndio energético menor que o recomendado.

Ainda, no estudo de Andrade et al. (2021), os praticantes eram todos sedentários. É possível, que em pessoas treinadas no Pilates, que se encontrem em nível mais avançado, por realizarem exercícios com nível de dificuldade maior, a sessão seja realizada em maior intensidade, resultando com isso, em dispêndio energético mais elevado, sendo importante que futuramente esta hipótese seja testada.

No estudo de Almeida et al. (2021), o objetivo também foi verificar o dispêndio energético durante uma sessão de Pilates. Assim como no estudo anterior, o $VO_{2m\acute{a}x}$ foi obtido por intermédio de um analisador de gases. Neste caso, os autores compararam três tipos de sessão no *Mat Pilates*, com os mesmos 12 exercícios cada: 1) tradicional (série única, 10 repetições e longo intervalo de descanso [2 minutos]); 2) não tradicional “A” (série única, 20 repetições e curto intervalo de descanso [30 segundos]); e 3) não tradicional “B” (3 séries, 12 repetições e curto intervalo de descanso [30 segundos]). O gasto energético total foi respectivamente, $64,48 \pm 10,7$ kcal, $72,54 \pm 9,7$ kcal e $142,91 \pm 14,3$ kcal.

Assim como no estudo anterior, observa-se que o gasto energético total foi baixo, considerando-se a recomendação do ACSM, que são de 1.000 kcal por semana. Mesmo na hipótese de se realizar os exercícios de Pilates em cinco dias da semana, o que não é comum na

prática, o gasto energético total seria de no máximo 714,55 kcal, ou seja, abaixo do recomendado, tendo os praticantes de Pilates, que complementar seu gasto energético com outras atividades.

Ainda assim, analisando os estudos em questão, algumas considerações podem ser feitas: 1) como demonstrado no estudo de Andrade et al. (2021), os exercícios em equipamentos geram um dispêndio energético significativamente maior; 2) o que ocorre também quando é utilizado múltiplas séries e menor tempo de descanso (ALMEIDA et al., 2021); 3) ambos os estudos, foram realizados com pessoas destreinadas, o que em tese, justifica um dispêndio energético menor. Neste sentido, futuros estudos, poderiam testar a utilização de Pilates em equipamentos, valendo-se de múltiplas séries e baixo tempo de descanso, em praticantes já experientes com os exercícios de Pilates.

Santo et al. (2020) tiveram por objetivo verificar o dispêndio energético durante uma sessão de Pilates em participantes treinados, com no mínimo um ano de experiência com exercícios de Pilates. Contudo, apenas exercícios de solo (*Mat*) foram realizados em 10 repetições cada. Foram escolhidos 21 exercícios clássicos e o $VO_{2máx}$ foi estimado de maneira indireta. O dispêndio energético durante a sessão foi de $213,71 \pm 76,41$. Neste caso, o fato dos praticantes serem experientes/treinados em exercícios de Pilates, parece ter resultado em maior gasto energético durante a sessão. Caso os exercícios fossem executados durante cinco dias da semana, seriam atingidas as 1.000 kcal recomendadas pelo ACSM.

Os autores observaram ainda, uma alta correlação ($r = 0,82$; $p = 0,001$) entre a intensidade de cada exercício mensurada pela frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço aferida pela escala de BORG, demonstrando, que o instrumento pode ser uma boa opção para controle da intensidade dos exercícios de Pilates (SANTO et al., 2020).

De fato, controlar a intensidade do esforço torna-se fundamental para que efeitos possam ser observados. Em exercícios tradicionais envolvendo pesos, este controle ocorre de maneira objetiva, tipicamente valendo-se de um percentual calculado a partir de uma repetição máxima (ex.: 70% de 1RM). Todavia, nos exercícios de Pilates, a carga refere-se ao próprio peso corporal do praticante, conforme a postura adotada, em exercícios de solo (*Mat*). No caso dos equipamentos, a carga é ajustada principalmente pelo uso de molas de diferentes intensidades. No entanto, mesmo com a utilização de molas, o controle de esforço não pode ser realizado de forma objetiva, haja vista que a mola muda o torque de resistência conforme se alonga, havendo, portanto, significativa alteração do torque e conseqüentemente, do nível de esforço do praticante a cada quarto de deslocamento da mola (MORAES NETTO et al., 2008).

Importante considerar, que as questões englobando dispêndio energético durante as sessões de Pilates e controle da intensidade de esforço, aqui considerados, referem-se a aspectos que potencialmente, são capazes de impactar a longo prazo na aptidão cardiorrespiratória de praticantes de Pilates. Fernandez-Rodrigues et al. (2019), acrescentam ainda, que o impacto positivo do Pilates na aptidão cardiorrespiratória, pode estar relacionado ao fortalecimento dos músculos lombo-pélvicos e centrais, que produzem um padrão de movimento adequado nos membros inferiores e superiores, assim como, nos músculos expiratórios, promovendo aumento da flexibilidade da caixa torácica, culminando em um padrão mais eficiente de mobilidade desta.

Além disso, os autores pontuam, que a técnica de respiração adotada durante a execução do Pilates pode aumentar a capacidade pulmonar e a funcionalidade dos músculos intercostais, alcançando a melhora da ventilação, resultando em um maior fluxo de sangue oxigenado para os tecidos musculares e menos desperdício de energia. Dessa forma, o Pilates poderia atingir a intensidade necessária para melhorar a aptidão cardiorrespiratória. Todavia, até o momento, nenhum estudo verificou o mecanismo fisiológico exato pelo qual alterações na aptidão cardiorrespiratória podem ocorrer por intermédio do Pilates.

Por fim, no que diz respeito ao que já se sabe sobre a temática, elucidado principalmente por revisões sistemáticas anteriores, reforçamos as várias limitações que devem ser consideradas, uma vez que os estudos foram conduzidos com lacunas importantes. No estudo de Souza et al. (2018), foi considerado apenas Pilates Solo (*Mat Pilates*) e a população investigada restringiu-se a adultos mais velhos, com a metanálise contendo apenas três estudos. No estudo de Fernandez-Rodrigues et al. (2019), foram incluídos, por exemplo, ensaios clínicos não randomizados, estudos do tipo série de casos e intervenções com Pilates associado a exercícios aeróbios. Deste modo, a condução criteriosa de um novo estudo de revisão sistemática se torna necessário, de forma a melhor elucidar a temática.

4 MÉTODOS

O presente trabalho destinou-se a realização de uma revisão sistemática e meta-análise prospectivamente registrada em PROSPERO, sob o número CRD42021258895 (Anexo I). Para a redação do estudo, foram seguidas as recomendações do protocolo PRISMA (PAGE et al., 2021). Em relação aos procedimentos metodológicos, foram seguidas as recomendações da colaboração *Cochrane* para elaboração de revisões sistemáticas de estudos de intervenção (HIGGINS; THOMAS, 2021).

Para estruturação da pergunta de estudo e conseqüente definições de critérios de inclusão, estruturação da busca bibliográfica, seleção dos estudos e extração dos dados, foi utilizado o método PICO (HIGGINS; THOMAS, 2021): P (população) = adultos saudáveis; I (intervenção) = exercícios de Pilates; C (comparação) = nenhuma intervenção, ou outras formas de intervenção; O (*outcome*/desfecho) = aptidão cardiorrespiratória.

4.1 Critérios de Inclusão/Exclusão

Critérios de inclusão: a) Ensaios Clínicos Randomizados (ECRs); b) estudos cuja intervenção tenham ocorrido por intermédio dos exercícios de Pilates; c) trabalhos que tenham como desfecho ao menos uma variável relacionada com aptidão cardiorrespiratória; d) participantes saudáveis, ou seja, que não apresentassem nenhuma comorbidade. Não houve restrição quanto à etnia ou nível de atividade física.

Critérios de exclusão: a) estudos com informações de interesse (resultado para aptidão cardiorrespiratória) duplicada em outro ECR já incluído; b) quando os exercícios de Pilates foram associados a outra intervenção, sem que houvesse um grupo de comparação (controle) com esta mesma intervenção.

4.2 Bases de Dados e Estratégia de Busca

As bases de dados utilizadas foram: PubMed, EMBASE, CENTRAL, CINAHL, *Web of Science*, SPORTDiscus, LILACS e PEDro. Não foram utilizados filtros que limitasse a data das publicações ou idioma. Como complemento, duas plataformas de registro de ensaios clínicos também foram consultadas (clinicaltrials.gov e apps.who.int/trialsearch/) a fim de tentar localizar eventuais trabalhos não publicados. A lista de referências bibliográficas dos estudos incluídos também foi checada, na tentativa de localizar trabalhos que poderiam não ter sido capturados nas bases de dados. A última busca ocorreu no dia 25 de fevereiro de 2022.

A estratégia de busca foi composta pelos seguintes termos de busca: ("Pilates" OR "Pilates method" OR "Pilates-based exercises" OR "Pilates exercise" OR "clinical Pilates" OR "clinic Pilates" OR "Pilates training" OR "mat Pilates" OR "mat-based Pilates" OR "equipment-based Pilates") AND ("cardiorespiratory fitness" OR "cardiorespiratory endurance" OR "cardiorespiratory exercise" OR "cardiorespiratory test" OR "cardiorespiratory activity" OR "aerobic fitness" OR "aerobic test" OR "aerobic capacity" OR "cardiorespiratory" OR "heart rate" OR "maximum oxygen uptake" OR "maximum oxygen consumption" OR "maximum volume of oxygen" OR "maximal cardiorespiratory fitness" OR "submaximal cardiorespiratory test" OR "oxygen volume" OR "cardiopulmonary exercise testing" OR "cardiorespiratory disease" OR "oxygen transport" OR "walk test" OR "physical functional performance" OR "physical performance" OR "functional performance" OR "functional autonomy" OR "functional mobility" OR "physical function" OR "function") AND ("randomized controlled trial" OR "randomized controlled trials" OR "randomised controlled trial" OR "randomised controlled trials" OR "controlled clinical trial" OR "controlled trial" OR "clinical trial" OR "randomized" OR "randomised" OR "random allocation" OR "random process" OR "placebo" OR "randomly" OR "randomization" OR "random" OR "trial" OR "groups" OR "group" OR "allocation" OR "allocating" OR "control group" OR "control").

4.3 Seleção dos Estudos

Um revisor realizou a estratégia inicial de pesquisa nas bases de dados, extraíndo os títulos e resumos. Posteriormente, este mesmo revisor realizou a extração de duplicatas. Na sequência, dois revisores fizeram de forma cega a leitura de títulos e resumos, excluindo os trabalhos que não atendiam aos critérios de inclusão. Os estudos que passaram por esta fase foram lidos na íntegra pelos mesmos revisores, de forma cega, para definição dos trabalhos que efetivamente deveriam compor o estudo de revisão sistemática e metanálise, conforme os critérios de inclusão/exclusão previamente definidos. As divergências quando não resolvidas entre os dois pesquisadores foram transmitidas a um terceiro, que decidiu quanto à questão.

4.4 Extração dos Dados

Os dados extraídos de cada estudo elegível foram: autores, ano de publicação, tamanho da amostra, nacionalidade do estudo, idade (média e desvio padrão) dos participantes, protocolos de intervenção (grupo Pilates, grupo controle e outras intervenções realizadas), método para avaliação da aptidão cardiorrespiratória, resultados reportados na publicação original e possíveis eventos adversos. O mesmo formulário para extração dos dados foi utilizado

por dois revisores de forma cega. Possíveis divergências foram resolvidas posteriormente por um terceiro revisor.

4.5 Avaliação da Qualidade Metodológica

A qualidade metodológica foi avaliada utilizando a escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) (MAHER et al., 2003; MAHER et al., 2008), por intermédio da pontuação disponível na própria base de dados (www.pedro.org.au/search). Quando o estudo não estava classificado na base de dados PEDro, dois revisores independentes realizaram a classificação de forma cega. Um terceiro revisor foi solicitado em caso de divergência. A escala PEDro leva em consideração a validade interna e a suficiência de informações estatísticas dos estudos, e apresenta 11 questões, que considera: 1) critérios de elegibilidade; 2) alocação aleatória; 3) alocação oculta; 4) comparabilidade na linha de base; 5) sujeitos cegos; 6) terapeutas cegos; 7) avaliadores cegos; 8) acompanhamento adequado (avaliação final em mais de 85% dos sujeitos); 9) análise por intenção de tratar; 10) comparações entre grupos; 11) apresentação de estimativas pontuais e de variabilidade.

A criação da escala PEDro levou em consideração três itens da escala Jadad (JADAD et al., 1996) e nove itens da lista Delphi (VERHAGEN et al., 1998). A primeira questão não é pontuada (relacionada a validade externa do estudo), e as outras dez questões são pontuadas. Cada item que atende aos critérios exigidos recebe um ponto, possibilitando classificar cada estudo como qualidade: excelente (9-10), boa (6-8), justa (4-5) ou pobre (<4). Estudos com pontuação ≥ 6 foram considerados de alta qualidade. Maher et al. (2003) demonstraram uma boa confiabilidade entre avaliadores, com um coeficiente de correlação intra-classe de 0,68 quando se utiliza classificações de consenso, gerados por dois ou três avaliadores independentes na escala PEDro.

4.6 Definição de Pilates

Pilates foi definido como exercícios de resistência muscular que utiliza equipamentos específicos (ex.: *Cadillac, Reformer, Chair e Ladder Barrel*) ou simplesmente um colchão de ginástica, valendo-se neste caso, do peso corporal do executante como forma de resistência (*Mat Pilates*). Principalmente nesta última forma de aplicação do método, é comum o uso de acessórios não originalmente desenvolvidos para a técnica, mas que foram incorporados ao longo do tempo (ex.: faixas elásticas e bola) (DI LORENZO, 2011; WELLS et al., 2012). Neste sentido, para que o estudo pudesse ser incluído na presente revisão, deveria descrever que utilizou como forma de intervenção exercícios de Pilates numa das duas vertentes descritas

(equipamentos ou *Mat*), podendo complementarmente incluir o uso de acessórios, em qualquer uma das duas possibilidades.

4.7 Definição de Aptidão Cardiorrespiratória

Aptidão cardiorrespiratória foi definida como a capacidade geral dos sistemas cardiovascular e respiratório em fornecer oxigênio durante atividade física sustentada (TAYLOR et al., 1955), avaliada por testes de esforço máximo ou submáximo, capazes de mensurar/estimar o consumo de oxigênio (HAMMOND; FROELICHER, 1984), ou ainda, outra medida válida para estimar a aptidão cardiorrespiratória, como a distância percorrida ou o tempo de execução em testes de campo de caminhada/corrida (MAYORGA-VEGA et al., 2016).

4.7 Análise Estatística

Para meta-análise, a medida de efeito foi a diferença média padronizada (*standardized mean difference* – SMD) pós-intervenção, nos testes empregados para avaliar aptidão cardiorrespiratória, na comparação entre os grupos Pilates vs. Controle e Pilates vs. outras formas de exercício. O teste de Cochrane Q para heterogeneidade foi realizado e considerado estatisticamente significativo se $p \leq 0,10$. Heterogeneidade também foi quantificada com a estatística de I^2 , em que 0-40% pode não ser importante, 30-60% pode representar uma heterogeneidade moderada, 50-90% pode representar grande heterogeneidade e 75-100% é definida como heterogeneidade considerável (HIGGINS; THOMAS, 2021). Foram utilizados modelos de efeitos fixos quando não houve heterogeneidade estatisticamente significativa, do contrário, foram utilizados modelos de efeitos aleatórios. Os valores referentes aos efeitos do Pilates, foram considerados estatisticamente significativos quando $p < 0,05$. O tamanho do efeito das intervenções foi definido como pequeno (0,2), moderado (0,5) ou grande (0,8) (COHEN, 1988). Para avaliar o risco de viés de publicação, *funnel plot* foi utilizado quando houve mais do que 10 estudos numa mesma metanálise. Todas as análises foram processadas com o programa *Review Manager (RevMan)* [Computer program], version 5.4, Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration.

4.8 Avaliação da Qualidade da Evidência

A qualidade geral da evidência em cada metanálise foi classificada de acordo com a *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation* (GRADE) (SCHÜNEMANN et al., 2013), por dois revisores independentes de forma cega, com divergências sendo resolvidas por consenso. GRADE possui domínios para estabelecer a qualidade da evidência: a) Limitações no desenho do estudo ou na sua execução (risco de viés); b) Inconsistência de resultados; c) Evidência indireta; d) Imprecisão; e) Outros fatores (viés de publicação, gradiente dose-resposta, magnitude de efeito e fatores de confusão).

A abordagem GRADE contempla razões para diminuir ou aumentar a qualidade da evidência em cada metanálise. É possível, portanto, para cada análise realizada, classificar o grau de qualidade da evidência, como:

a) Alta: quando há pelo menos 75% dos ensaios clínicos de boa qualidade metodológica, apresentando resultados consistentes, evidência direta e precisão, sem viés de publicação suspeito ou conhecido. Neste caso, é improvável que pesquisas adicionais alterem a estimativa ou a confiança nos resultados;

b) Moderada: quando pelo menos um nível é rebaixado em qualquer domínio. É provável que novas pesquisas tenham impacto sobre a confiança na estimativa do efeito, podendo, inclusive, modificar a estimativa;

c) Baixa: quando existe a necessidade de rebaixar em um nível dois diferentes domínios, ou quando um único domínio é rebaixado em dois níveis. É provável que pesquisas futuras tenham um impacto significativo sobre a confiança na estimativa do efeito e alterem a estimativa;

d) Muito baixa: quando três domínios são rebaixados em um nível, ou quando existe a necessidade de rebaixar um domínio em dois níveis e outro domínio em um nível. Os resultados são altamente incertos.

Eventualmente, o rebaixamento, pode ser compensado pelo aumento da qualidade da evidência, possível de ser aplicado em três domínios: gradiente dose-resposta, magnitude de efeito e fatores de confusão. A Tabela 2 apresenta um resumo da classificação dos graus da qualidade da evidência pelo sistema GRADE.

Tabela 2. Classificação dos graus de qualidade da evidência pelo sistema GRADE.

Classificação	Definição
Alto	Estamos muito confiantes de que o verdadeiro efeito se aproxima da estimativa do efeito observado.
Moderado	Estamos moderadamente confiantes na estimativa do efeito: o efeito verdadeiro provavelmente será próximo da estimativa do efeito observado, mas existe a possibilidade de que seja substancialmente diferente.
Baixo	Nossa confiança na estimativa do efeito é limitada: o verdadeiro efeito pode ser substancialmente diferente da estimativa do efeito observado.
Muito baixo	Temos muito pouca confiança na estimativa do efeito: o verdadeiro efeito provavelmente será substancialmente diferente da estimativa do efeito observado.

Adaptado de Schünemann et al. (2013).

4.9 Análises de Sensibilidade e de Subgrupos

Análise de sensibilidade foi realizada para verificar se os estudos de baixa qualidade metodológica, estariam influenciando as medidas de efeito da análise primária. Desta forma, na análise de sensibilidade, foram incluídos apenas estudos de alta qualidade metodológica (PEDro ≥ 6 pontos). Por fim, análises de subgrupo foram realizadas considerando a disponibilidade de informações dos estudos incluídos. Duas análises foram viáveis, para dose cumulativa de exercícios de Pilates e para forma de aplicação da técnica.

Para dose cumulativa, o cálculo foi realizado considerando a duração da sessão de Pilates em minutos, multiplicado pelo total de sessões administradas ao longo de todo estudo, resultando no quantitativo total em minutos ao qual cada participante foi submetido durante o período de intervenção, conforme procedimento já adotado em estudo de metanálise anterior (OLIVEIRA et al., 2022). Com os dados disponíveis, foi possível classificar a dose cumulativa como baixa (≤ 960 minutos), moderada ($\geq 1.440 \leq 1.920$ minutos) ou alta ($= 4.320$ minutos). Em relação a forma de aplicação dos exercícios de Pilates, os estudos foram classificados entre aqueles que ofereceram *Mat* Pilates ou Pilates em equipamentos.

5 RESULTADOS

5.1 Síntese Qualitativa dos Estudos (Revisão Sistemática)

Foi possível identificar 1.179 relatórios potencialmente relevantes nas bases de dados, além de seis registros de ensaios clínicos. Após retirar 562 relatórios duplicados entre as bases de dados, foi realizada a leitura de 623 títulos e resumos, dos quais 592 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão/exclusão. Dos 31 relatórios restantes, cinco não foram encontrados (todos eram registros de ensaios clínicos, cujo estudo não estava concluído ou que não obtivemos resposta dos autores) (Apêndice 1). Portanto, 26 relatórios foram acessados na íntegra, dos quais 15 não atenderam aos critérios de elegibilidade (uma lista completa dos estudos excluídos nesta etapa está disponível no Apêndice 2). Os motivos de exclusão foram: a) não ser um ECR (6 estudos); b) intervenção não realizada com Pilates (2 estudos); c) não avaliou aptidão cardiorrespiratória (7 estudos). Com isso, da busca realizada nas bases de dados, 11 estudos foram incluídos na revisão sistemática. Ao checarmos as referências dos 11 estudos incluídos e de duas revisões sistemáticas sobre a temática, encontramos outros nove relatórios em potencial. Após a leitura do texto completo destes relatórios, um ECR atendeu aos critérios de elegibilidade (FINATTO et al., 2018). Os demais não atenderam aos critérios, com os seguintes motivos: a) não ser um ECR (5 estudos); b) participantes com condição patológica (3 estudos) (Apêndice 3). Por fim, a revisão sistemática foi composta por 12 estudos. Cada estudo apresentou apenas um relatório (todos artigos publicados em periódicos), constando, consequentemente, 12 ECRs na revisão sistemática. O diagrama de fluxo Prisma ilustra os eventos de identificação, triagem e inclusão (Figura 4).

Os ensaios clínicos randomizados e controlados incluídos nesta revisão sistemática (Tabela 3 e Tabela 4) foram publicados entre os anos de 2012 (PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012) até 2021 (FARZANE; JAHROMI, 2022; LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021), e o número total de participantes foram 569 (variando entre 20 e 114 participantes). A exceção de dois estudos (LIMA et al., 2021; FINATTO et al., 2018), os demais foram conduzidos exclusivamente com participantes do sexo feminino. A maioria dos ECRs (sete) foram realizados no Brasil (MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al. 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016), dois na Hungria (KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), e os demais no Irã (FARZANE; JAHROMI, 2022), Portugal (LIMA et al., 2021) e África do Sul (GYLDENHUYS et al., 2013).

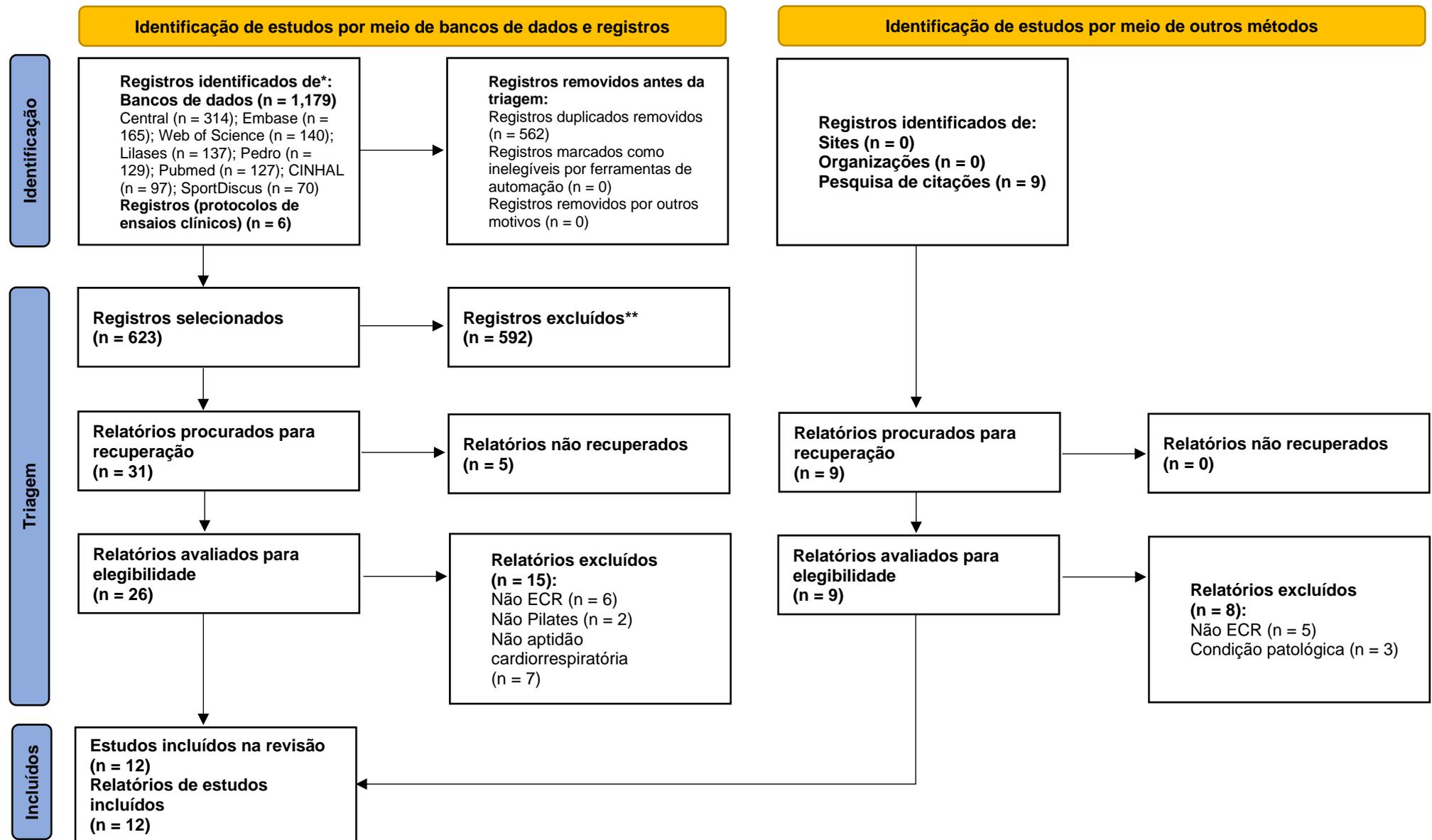


Figura 4. Diagrama de Fluxo Prisma, ilustrando as fases de identificação, triagem e inclusão dos estudos na revisão sistemática.

Tabela 3. Resumo dos artigos incluídos na revisão sistemática.

Autor (ano)	Participantes e local	Média e DP da idade dentro dos grupos	Exercícios de Pilates	Atividades de outros grupos de intervenção	Atividades do grupo controle (CON)	Avaliação da aptidão cardiorrespiratória	Resultados na publicação original (p < 0,05)
Farzane e Jahromi (2022)	27 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 15 CON = 12 Irã	Pilates: 61,4 ± 1,5 CON: 62,0 ± 1,4	Mat Pilates e acessórios	-	Manteve a rotina habitual	Rockport Test (minutos)	Pilates: melhora intergrupo (vs. CON)
Lima et al. (2021)	20 (11 mulheres; 9 homens): fisicamente ativos Pilates = 10 CON = 10 Portugal	Pilates: 76,5 ± 5,9 CON: 75,8 ± 4,4	Mat Pilates	-	Manteve a rotina habitual	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Pilates: melhora intragrupo
Martins et al. (2021)	78 mulheres: minimamente ativas ou inativas fisicamente Pilates = 39 CON = 39 Brasil	Pilates: 25 ± 4 CON: 23 ± 3	Pilates em equipamentos	-	Manteve a rotina habitual	Incremental Shuttle Walk Test (VO _{2máx} e metros)	Pilates: melhora intergrupo (vs. CON)
Alvarenga et al. (2018)	31 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 11 Treino inspiratório + Pilates = 11 CON = 9 Brasil	Pilates: 65,4 ± 3,2 Treino inspiratório + Pilates: 65,3 ± 4,4 CON: 73,3 ± 5,5	Pilates em equipamentos	Treino inspiratório + Pilates	Manteve a rotina habitual	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Pilates: melhora intragrupo e intergrupo (vs. CON)
Finatto et al. (2018)	28 homens: fisicamente ativos Pilates + corrida = 13 CON (corrida) = 15 Brasil	Pilates + corrida: 18,42 ± 0,51 CON (corrida): 18,44 ± 0,52	Mat Pilates + Corrida	-	Corrida	Teste de esforço máximo em esteira (VO _{2máx})	Pilates: melhora intragrupo e intergrupo (vs. CON)
Curi et al. (2018)	61 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 31 CON = 30 Brasil	Pilates: 64,2 ± NR CON: 63,7 ± NR	Mat Pilates e acessórios	-	Manteve a rotina habitual	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Pilates: melhora intragrupo
Vieira et al. (2017)	40 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 21 CON = 19 Brasil	Pilates: 66,0 ± 1,35 CON: 63,3 ± 0,91	Mat Pilates e acessórios	-	Manteve a rotina habitual	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Pilates: melhora intergrupo (vs. CON)

Mazini Filho et al. (2016)	114 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 21 Treinamento com pesos = 22 Hidroginástica = 24 Ginástica = 23 CON = 24 Brasil.	Pilates: $64,2 \pm 3,1$ Treinamento com pesos: $65,8 \pm 4,3$ Hidroginástica: $65,4 \pm 5,3$ Ginástica: $66,2 \pm 5,7$ CON: $69,3 \pm 3,0$	Pilates em equipamentos	Treinamento com pesos Hidroginástica Ginástica	NR	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Pilates, Treinamento com pesos, Hidroginástica e Ginástica: melhora intergrupo (vs. CON) Treinamento com pesos: melhora intergrupo (vs. Pilates, Hidroginástica e Ginástica)
Oliveira et al. (2016)	24 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 12 CON (alongamento) = 12 Brasil	Pilates: $63,4 \pm 3,5$ CON (alongamento): $64,6 \pm 4,8$	Pilates em equipamentos	-	Alongamento estático	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Nenhuma diferença observada
Gildenhuis et al. (2013)	50 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 25 CON = 25 África do Sul	Pilates: $66,1 \pm 4,7$ CON: $65,3 \pm 5,0$	Mat Pilates	-	Manteve a rotina habitual	Teste de caminhada de seis minutos ($VO_{2máx}$)	Nenhuma diferença observada
Kováč et al. (2013)	54 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 22 Hidroginástica = 17 CON = 15 Hungria	Pilates: $66,6 \pm 5,5$ Hidroginástica: $67,9 \pm 6,9$ CON: $64,6 \pm 6,2$	Mat Pilates	Hidroginástica	NR	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Pilates: melhora intergrupo (vs. CON)
Plachy, Kováč e Bognár (2012)	42 mulheres: fisicamente inativas Pilates = 15 Hidroginástica + Pilates = 15 CON = 12 Hungria	Pilates: $66,2 \pm 3,8$ Hidroginástica + Pilates: $67,1 \pm 5,9$ CON: $68,2 \pm 3,2$	Mat Pilates	Hidroginástica + Pilates	NR	Teste de caminhada de seis minutos (metros)	Pilates: melhora intergrupo (vs. CON)

CON: grupo controle; MMII: membros inferiores, MMSS: membros superiores, NR: não reportado; MIP: pressão inspiratória máxima

Tabela 4. Resumo dos protocolos de exercícios dos artigos incluídos na revisão sistemática.

Autor (ano)	Protocolo dos exercícios de Pilates	Atividades de outros grupos de intervenção	Atividades do grupo controle (CON)
Farzane e Jahromi (2022)	<p><i>Mat</i> Pilates e acessórios 8 sem., 3x sem., 75' Dose cumulativa = 1.800 min. Borg CR20: 12-15 Sequência: Aquecimento (10'), Condicionamento geral (50') e resfriamento (15') Protocolo 1: 4 semanas de fortalecimento Série x rep.: NR x 10-12 Protocolo 2: 4 semanas de resistência Série x rep.: NR x 12-20</p>	-	Manteve a rotina habitual
Lima et al. (2021)	<p><i>Mat</i> Pilates 8 sem., 2x sem., 60' Dose cumulativa = 960 min. Percepção de esforço: NR Sequência: exercícios respiratórios, condicionamento geral, alongamentos e treino de equilíbrio Protocolo 1: 3 semanas de exercícios Pré-Pilates (22 exercícios) Protocolo 2: 2 ½ semanas de progressão dos exercícios do protocolo 1 (26 exercícios) Protocolo 3: 2 ½ semanas de exercícios em pé (17 exercícios) Série x rep.: NR</p>	-	Manteve a rotina habitual
Martins et al. (2021)	<p>Pilates em equipamentos 8 sem., 2x sem., 60' Dose cumulativa = 960 min. Borg: “moderado” Sequência: Fortalecimento de MMSS (1 exercício), MMII (3 exercícios) e tronco (8 exercícios) Série x rep.: 3 x 10 (3 x 14 duas últimas semanas)</p>	-	Manteve a rotina habitual
Alvarenga et al. (2018)	<p>Pilates em equipamentos 10 sem., 2x sem., 45' Dose cumulativa = 900 min. Percepção de esforço: NR Sequência: 9 exercícios Série x rep.: 1-3 x 12</p>	<p>Treino inspiratório + Pilates 10 sem., 2x sem., 45' Percepção de esforço: NR Série x rep: 2 x 30 Treinamento muscular inspiratório: <i>Powerbreath K5</i> (50 exercícios inspiratórios a cada duas sem.), carga de treinamento (MIP), progressão de 10% a cada duas semanas</p>	Manteve a rotina habitual

Finatto et al. (2018)	<p><i>Mat Pilates</i> 12 sem., 2x sem., 60' Dose cumulativa: 1.440 min. Percepção de esforço: NR Sequência: Execução dos fundamentos, fortalecimento e relaxamento Protocolo 1: execução dos fundamentos (7 exercícios); exercícios Pré-Pilates (8 exercícios); relaxamento Protocolo 2: execução dos fundamentos (8 exercícios); <i>Mat Pilates</i> básico (12 exercícios), relaxamento Protocolo 3: execução dos fundamentos (5 exercícios); <i>Mat Pilates</i> intermediário (20 exercícios), relaxamento Series x rep.: 3 x NR</p>	-	<p>Corrida 12 sem., 2x sem. Periodização em função da frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório</p>
Curi et al. (2018)	<p><i>Mat Pilates</i> e acessórios 16 sem.; 2x sem., 60' Dose cumulativa = 1.920 min. Percepção de esforço: NR Sequência: Contração do core, mobilização articular, fortalecimento de MMSS, MMII e alongamentos Protocolo 1: contração do core (10 exercícios); mobilização articular (9 exercícios); fortalecimento de MMSS (7 exercícios); alongamentos (3 exercícios) Protocolo 2: contração do core (6 exercícios); mobilização articular (3 exercícios); fortalecimento de MMSS (7 exercícios), MMII (6 exercícios); alongamentos (6 exercícios) Series x rep.: NR</p>	-	<p>Manteve a rotina habitual</p>
Vieira et al. (2017)	<p><i>Mat Pilates</i> e acessórios 12 sem., 2x sem., 60' Dose cumulativa = 1.440 min. Percepção de esforço: NR Sequência: Aquecimento (10'), condicionamento geral (40') e relaxamento (10') Série x rep.: NR</p>	-	<p>Manteve a rotina habitual</p>
Mazini Filho et al. (2016)	<p>Pilates em equipamentos 24 sem.; 3x sem., 60' Dose cumulativa = 4.320 min. Borg CR10: 5-7 Sequência: alongamento (10'), fortalecimento de MMSS, MMII e core (8 exercícios - 40') e relaxamento (10') Série x rep.: 2-3 x 10</p>	-	<p>NR</p>
		<p>Treino com pesos Sequência: fortalecimento de MMSS, MMII e core (7 exercícios); e relaxamento Série x rep.: 2-3 x 8-12 Hidroginástica Sequência: aquecimento (10'); exercícios aeróbicos (20'); fortalecimento de MMSS, MMII e core (20'); Relaxamento (10') Ginástica Sequência: aquecimento (5'); exercícios de equilíbrio (10'); alongamento estático (15'); exercícios de agilidade (10'); exercícios de fortalecimento (15') Para todos os grupos: 24 sem.; 3x sem., 60'; Borg CR10: 5-7</p>	

Oliveira et al. (2016)	Pilates em equipamentos 8 sem., 2x sem., 60' Dose cumulativa = 960 min. Borg CR10: 3-4 Sequência: alongamentos iniciais (3 exercícios), fortalecimento de MMII (4 exercícios), tronco (6 exercícios), MMSS (2 exercícios) e alongamentos finais (4 exercícios) Série x rep.: 1 x 10	-	Alongamento estático 8 sem., 2x sem., 60' Sequência: 20 exercícios para MMSS, tronco e MMII Série x tempo: 3 x 30''
Gildenhuis et al. (2013)	<i>Mat</i> Pilates 8 sem., 3x sem., 60' Dose cumulativa = 1.440 min. Percepção de esforço: NR Sequência: exercícios respiratórios, exercícios em pé e posição de repouso Série x rep.: NR	-	Manteve a rotina habitual
Kováč et al. (2013)	<i>Mat</i> Pilates 24 sem.; 3x sem., 60' Dose cumulativa = 4.320 min. Percepção de esforço: NR Sequência: exercícios básicos Série x rep.: NR	Hidroginástica 24 sem., 3x sem., 60' Percepção de esforço: NR Sequência: NR	NR
Plachy, Kováč e Bognár (2012)	<i>Mat</i> Pilates 24 sem., 3x sem., 60' Dose cumulativa = 4.320 min. Percepção de esforço: NR Sequência: exercícios de força, alongamento, amplitude de movimento e equilíbrio Série x rep.: NR	Hidroginástica + Pilates 24 sem., 3x sem., 60' (Hidroginástica 2x sem. Pilates 1x sem.) Percepção de esforço: NR Sequência: NR Série x rep.: NR	NR

CON: grupo controle; MMII: membros inferiores, MMSS: membros superiores, NR: não reportado; MIP: pressão inspiratória máxima.

Os grupos em cada estudo variaram de dois (FARZANE; JAHROMI, 2022; LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013) a cinco (MANZINI FILHO et al., 2016). Dois estudos incluíram adultos jovens (MARTINS et al., 2021; FINATTO et al., 2018), e os demais 10 estudos, incluíram pessoas idosas (> 60 anos). As intervenções tiveram variação de dois (FARZANE; JAHROMI, 2022; LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013) até seis meses (MANZINI FILHO et al., 2016; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012). A frequência semanal de Pilates variou de duas (LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2016) a três vezes por semana (FARZANE; JAHROMI, 2022; MANZINI FILHO et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), com tempo mínimo de 45 minutos por sessão (ALVARENGA et al., 2018), com a maioria durando 60 minutos (LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), chegando até 75 minutos em um estudo (FARZANE; JAHROMI, 2022). A dose cumulativa total em minutos administrada nos estudos foi classificada como baixa (≤ 960 minutos) em quatro estudos (LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2016), moderada (entre 1.440 e 1.920 minutos) em cinco estudos (FARZANE; JAHROMI, 2022; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; GYLDENHUYS et al., 2013) e alta (4.320 minutos) em três estudos (MANZINI FILHO et al., 2016; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012).

Ao longo dos meses de intervenção, a maioria dos estudos utilizaram o mesmo protocolo de intervenção (MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), chegando até três protocolos de exercícios de Pilates em dois estudos (LIMA et al., 2021; FINATTO et al., 2018). No geral, o número de séries variou de uma até três, e as repetições de 10 até 20 para cada exercício, sendo reportado apenas em cinco estudos (FARZANE; JAHROMI, 2022; MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016). A sequência, ou a forma de aplicação dos exercícios foi reportada de maneira muito variada, com descrições dizendo apenas “exercícios básicos” (KOVÁCH et al., 2013) até a realização de sequência completa, envolvendo aquecimento/alongamentos iniciais, fortalecimento de todo

corpo, resfriamento/alongamentos finais, além de exercícios de equilíbrio (FARZANE; JAHROMI, 2022; LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012). Um estudo reportou apenas a quantidade de exercícios, sem apresentar a sequência dos mesmos (ALVARENGA et al., 2018). Apenas quatro estudos controlaram a percepção de esforço, todos pela escala de Borg (FARZANE; JAHROMI, 2022; MARTINS et al., 2021; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016). O uso de equipamentos tradicionais para a prática do Pilates, que utilizam molas como forma de resistência ocorreu em quatro estudos (MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016), enquanto três utilizaram acessórios e solo (FARZANE; JAHROMI, 2022; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017), e os outros cinco apenas o solo (LIMA et al., 2021; FINATTO et al., 2018; GYLDENHUYS et al., 2013; KOVÁCH et al., 2013, PLACHY; KOVÁCH; BOGNÁR, 2012).

Três estudos utilizaram outros grupos de intervenção, tais como, hidroginástica (MANZINI FILHO et al., 2016; KOVÁCH et al., 2013), treinamento com pesos e ginástica (MANZINI FILHO et al., 2016), hidroginástica associada ao Pilates (PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012) e treinamento inspiratório associado ao Pilates (ALVARENGA et al., 2018). Todos os estudos incluídos na revisão sistemática tinham um grupo controle. Sete estudos descreveram que o grupo controle manteve a rotina habitual (FARZANE; JAHROMI, 2022; LIMA et al., 2021; MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; GYLDENHUYS et al., 2013) e três não reportaram (MANZINI FILHO et al., 2016; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012) a atividade do grupo controle. Em um estudo (OLIVEIRA et al., 2016) o grupo controle realizou intervenção mínima (alongamento estático), e em outro estudo (FINATTO et al., 2018), o grupo controle realizou treinamento de corrida (considerou-se grupo controle pelo fato do grupo Pilates ter associado o mesmo treinamento de corrida). Avaliação da aptidão cardiorrespiratória foi realizada através do teste de caminhada de seis minutos em nove estudos (LIMA et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; CURI et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), além do *Rockport Test* (FARZANE; JAHROMI, 2022), *Incremental Shuttle Walk Test* (MARTINS et al., 2021) e teste de esforço máximo em esteira (FINATTO et al., 2018), sendo este último, o único teste máximo, além de ter sido realizado de forma direta, por analisador de gases.

Dos 12 ECRs incluídos na revisão sistemática, dois não encontraram diferenças intragrupo ou intergrupos (OLIVEIRA et al., 2016; GYLDENHUYS et al., 2013), quatro encontraram melhora intragrupo a favor do Pilates (LIMA et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018), enquanto oito estudos identificaram efeitos significativos para a melhora da aptidão cardiorrespiratória a favor do grupo Pilates vs. grupos controle (FARZANE; JAHROMI, 2022; MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; FINATTO et al., 2018; VIEIRA et al., 2017; MANZINI FILHO et al., 2016; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012). Os exercícios de Pilates não foram diferentes de outras modalidades de exercício (KOVÁCH et al., 2013; PLACHY, KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), a exceção de Manzini Filho et al. (2016), que identificaram superioridade do treinamento com pesos comparado ao Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória. Por fim, nenhum evento adverso foi relatado pelos estudos incluídos na revisão sistemática.

5.2 Qualidade Metodológica dos Estudos

Avaliação da qualidade metodológica, apresentada na tabela 5, demonstrou que dos 12 estudos incluídos na revisão sistemática, apenas três foram de alta qualidade (escore PEDro \geq 6 pontos), com escore médio entre os estudos de $4,8 \pm 1,6$.

Tabela 5. Qualidade metodológica dos estudos avaliada pela escala PEDro.

Estudo	C1†	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	Score‡ (0-10)
Farzane e Jahromi (2022)	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	6
Lima et al. (2021)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	3
Martins et al. (2021)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Alvarenga et al. (2018)	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5
Finatto et al. (2018)	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5
Curi et al. (2018)	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5
Vieira et al. (2017)	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	5
Mazini Filho et al. (2016)	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4
Oliveira et al. (2016)	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	8
Gildenhuyts et al. (2013)	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	3
Kováč et al. (2013)	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4
Plachy et al. (2012)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	3

†Item não considerado na pontuação; ‡Média geral (DP): 4,8 (1,6); +: critério atendido; -: critério não atendido.

C1: Os critérios de elegibilidade foram especificados?

C2: Os sujeitos foram distribuídos aleatoriamente por grupos?

C3: A locação dos sujeitos foi de forma cega?

C4: Houve comparabilidade da linha de base?

C5: Todos os sujeitos participaram de forma cega do estudo?

C6: Todos os terapeutas administraram de forma cega as terapias?

C7: Todos os avaliadores mediram, de forma cega, pelo menos um resultado-chave?

C8: Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente randomizados?

C9: Foi realizada análise por intenção de tratar?

C10: Foram realizadas comparações entre os grupos?

C11: Estimativas pontuais e de variabilidade foram apresentadas?

5.3 Síntese Quantitativa dos Estudos (Metanálise)

Para cada metanálise, analisamos a qualidade da evidência pelo sistema GRADE (Tabela 6), havendo evidências de qualidade muito baixa ou baixa para todas as análises. Os principais problemas estiveram atrelados ao risco de viés, inconsistência e imprecisão. A Figura 5 demonstra análise primária envolvendo a comparação entre os exercícios de Pilates e grupos controle para aptidão cardiorrespiratória. Houve evidência de qualidade baixa (rebaixada por risco de viés e inconsistência) a favor dos exercícios de Pilates, com grande tamanho de efeito (SMD = 0,96 [IC_{95%} 0,39 – 1,54] p = 0,001, n = 457, estudos = 12, I² = 87%). Esta análise possibilitou uma inspeção no gráfico de funil, em que nenhum viés de publicação aparente foi observado (Apêndice 4).

Análise de subgrupo (Figura 5) envolvendo separadamente pessoas idosas (SMD = 0,79 [IC_{95%} 0,16 – 1,43] p = 0,01, n = 351, estudos = 10, I² = 86%) demonstrou também um grande tamanho de efeito, com evidência de qualidade muito baixa (rebaixada por risco de viés, inconsistência e imprecisão). Contudo, análise considerando apenas adultos jovens (SMD = 1,89 [IC_{95%} -0,06 – 3,83] p < 0,06, n = 106, estudos = 2, I² = 90%), apesar do grande tamanho de efeito, não apresentou significância estatística, com evidência de qualidade muito baixa (rebaixada por risco de viés, inconsistência e imprecisão).

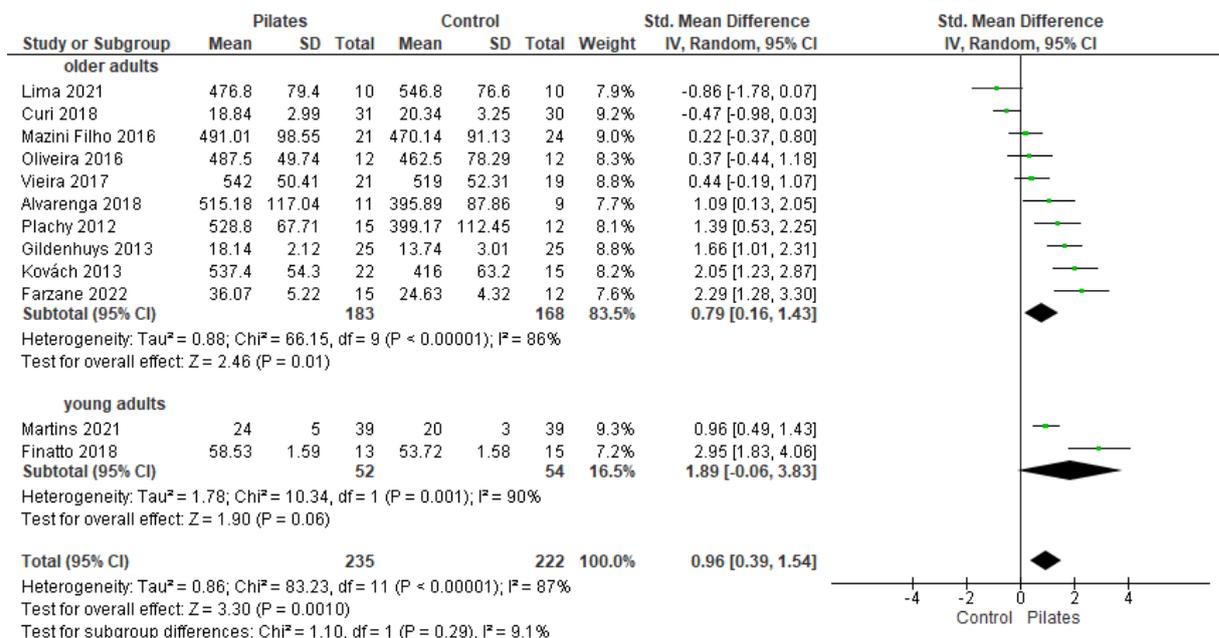


Figura 5. Análise primária e de subgrupos (pessoas idosas e adultos jovens) comparando exercícios de Pilates vs. grupos controle sobre aptidão cardiorrespiratória.

Tabela 6. Avaliação da qualidade da evidência pelo sistema GRADE.

Nº de estudos	Delineamento do estudo	Avaliação da Qualidade da Evidência					Nº de participantes		Efeito Absoluto (IC _{95%})	Qualidade	Importância
		Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	Pilates	Controle			
Análise primária comparando Pilates vs. grupos controle											
12	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	grave ^b	não grave	não grave	nenhum	235	222	SMD 0,96 (0,26, 1,36)	⊕⊕○○ Baixa	Importante
Análise de subgrupo comparando Pilates vs. grupos controle em pessoas idosas											
10	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	183	168	SMD 0,79 (0,16, 1,43)	⊕○○○ Muito baixa	Importante
Análise de subgrupo comparando Pilates vs. grupo controle em adultos jovens											
2	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	52	54	SMD 1,89 (-0,06, 3,83)	⊕○○○ Muito baixa	Importante
Análise de sensibilidade comparando Pilates vs. grupos controle											
3	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	66	63	SMD 1,14 (0,25, 2,04)	⊕⊕○○ Baixa	Importante
Análise de sensibilidade comparando Pilates vs. grupos controle em pessoas idosas											
2	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	27	24	SMD 1,30 (-0,58, 3,19)	⊕⊕○○ Baixa	Importante
Análise de sensibilidade comparando Pilates vs. grupo controle em adultos jovens											
1	ensaios clínicos randomizados	não grave	grave ^d	não grave	grave ^c	nenhum	39	39	SMD 0,96 (0,49, 1,43)	⊕⊕○○ Baixa	Importante
Análise comparando Pilates vs. outras formas de exercícios de fortalecimento muscular											
3	ensaios clínicos randomizados	muito grave ^e	não grave	não grave	grave ^c	nenhum	58	101	SMD 0,05 (-0,29, 0,39)	⊕○○○ Muito baixa	Importante

Análise comparando Pilates vs. grupos controle em estudos com dose cumulativa ≤ 960 minutos											
4	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	72	70	SMD 0,42 (-0,37, 1,22)	⊕○○○ Muito baixa	Importante
Análise comparando Pilates vs. grupos controle em estudos com dose cumulativa entre 1.440 e 1.920 minutos											
5	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	105	101	SMD 1,31 (0,12, 2,51)	⊕○○○ Muito baixa	Importante
Análise comparando Pilates vs. grupos controle em estudos com dose cumulativa igual a 4.320 minutos											
3	ensaios clínicos randomizados	muito grave ^e	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	58	51	SMD 1,19 (0,05, 2,33)	⊕○○○ Muito baixa	Importante
Análise comparando Pilates vs. grupos controle em estudos que utilizaram exercícios no solo (Mat)											
8	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	grave ^b	não grave	grave ^c	nenhum	152	138	SMD 1,15 (0,25, 2,05)	⊕○○○ Muito baixa	Importante
Análise comparando Pilates vs. grupos controle em estudos que utilizaram exercícios em equipamentos											
4	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	não grave	não grave	grave ^c	nenhum	83	84	SMD 0,65 (0,22, 1,08)	⊕⊕○○ Baixa	Importante

IC: Intervalo de confiança; SMD: *Standardised mean difference*

Explicações:

- Avaliação da qualidade metodológica apresentou score baixo (PEDro < 6) para ao menos metade dos estudos.
- Houve alta heterogeneidade na análise.
- O tamanho amostral para esta análise foi baixo.
- não houve como avaliar heterogeneidade por se tratar de análise com apenas um estudo.
- Avaliação da qualidade metodológica apresentou score baixo (PEDro < 6) para todos os estudos.

5.3.1 Análise de sensibilidade

Para verificar se estudos de baixa qualidade metodológica, estariam influenciando os resultados da análise primária, realizamos análise de sensibilidade (Figura 6), na qual foram mantidos apenas os estudos de maior qualidade metodológica (escore PEDro ≥ 6). Neste caso, o grande tamanho de efeito a favor dos exercícios de Pilates vs. grupos controle foi mantido (SMD = 1,14 [IC_{95%} 0,25 – 2,04] p = 0,01, n = 129, estudos = 3, I² = 77%), com evidência de qualidade baixa (rebaixada por inconsistência e imprecisão). No entanto, na análise de subgrupos envolvendo apenas pessoas idosas, não houve diferença estatística (SMD = 1,30 [IC_{95%} -0,58 – 3,19] p = 0,17, n = 51, estudos = 2, I² = 88%), enquanto para adultos jovens, foi observado um grande tamanho de efeito (SMD = 0,96 [IC_{95%} 0,49 – 1,43] p < 0,0001, n = 78, estudo = 1), com ambas as análises apresentando evidências de qualidade baixa (rebaixadas por inconsistência e imprecisão).

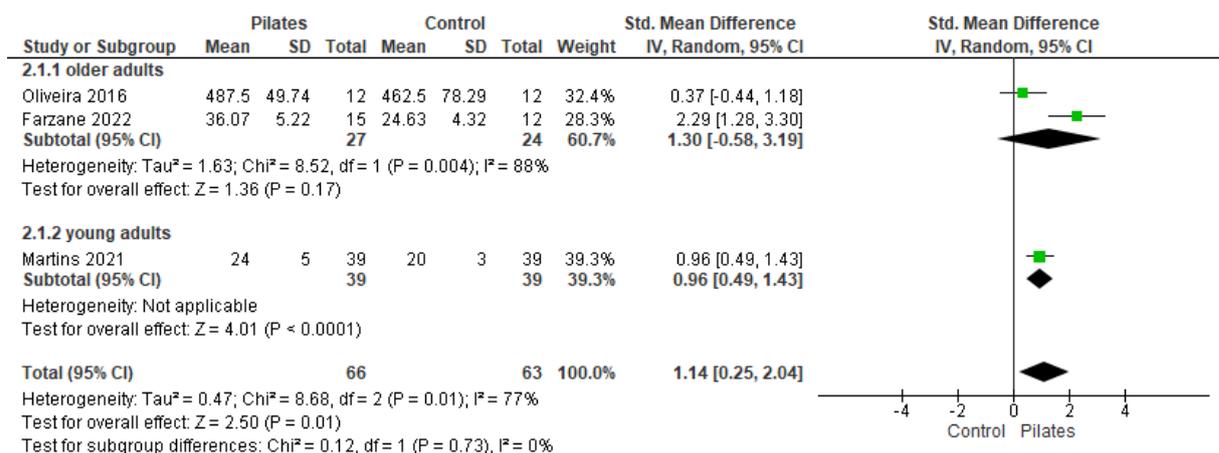


Figura 6. Análise de sensibilidade (estudos com escore PEDro ≥ 6) comparando exercícios de Pilates vs. grupos controle sobre aptidão cardiorrespiratória.

5.3.2 Pilates vs. outros exercícios de fortalecimento muscular

Quando Pilates foi comparado com outras formas de exercício de fortalecimento muscular, nenhuma diferença significativa foi observada (SMD = 0,05 [IC_{95%} -0,29 – 0,39] p = 0,79, n = 159, estudos = 3, I² = 0%, Figura 7), com evidência de qualidade muito baixa (rebaixada por risco de viés e imprecisão). Neste caso, apenas estudos envolvendo pessoas idosas possuíam dados que possibilitaram a comparação.

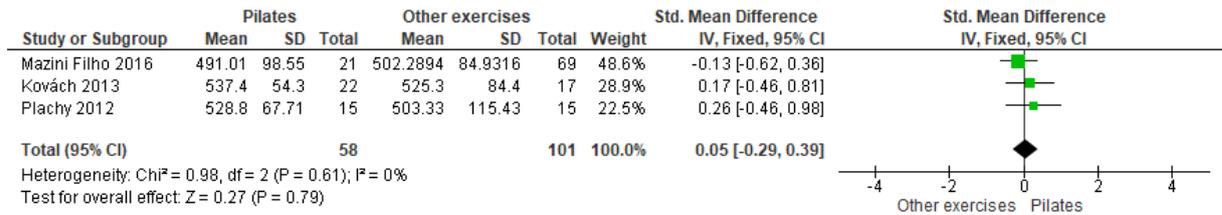


Figura 7. Análise comparando exercícios de Pilates vs. outras formas de exercício de fortalecimento muscular sobre aptidão cardiorrespiratória em pessoas idosas.

5.3.3 Dose cumulativa de exercícios de Pilates

Ao agrupamos os estudos por dose cumulativa (Figura 8), não houve qualquer diferença entre Pilates e grupos controle sobre aptidão cardiorrespiratória, quando a dose cumulativa total de exercício ao longo do estudo foi ≤ 960 minutos (SMD = 0,42 [IC_{95%} -0,37 – 1,22] $p = 0,30$, $n = 142$, estudos = 4, $I^2 = 77\%$). Quando a dose cumulativa foi entre 1.440 e 1.920 minutos (SMD = 1,31 [IC_{95%} 0,12 – 2,51] $p = 0,03$, $n = 206$, estudos = 5, $I^2 = 93\%$) ou então de 4.320 minutos (SMD = 1,19 [IC_{95%} 0,05 – 2,33] $p = 0,04$, $n = 109$, estudos = 3, $I^2 = 86\%$), houve grande tamanho de efeito a favor dos exercícios de Pilates vs. grupos controle. Para todas as análises envolvendo dose cumulativa a qualidade da evidência foi muito baixa (rebaixadas por risco de viés, inconsistência e imprecisão).

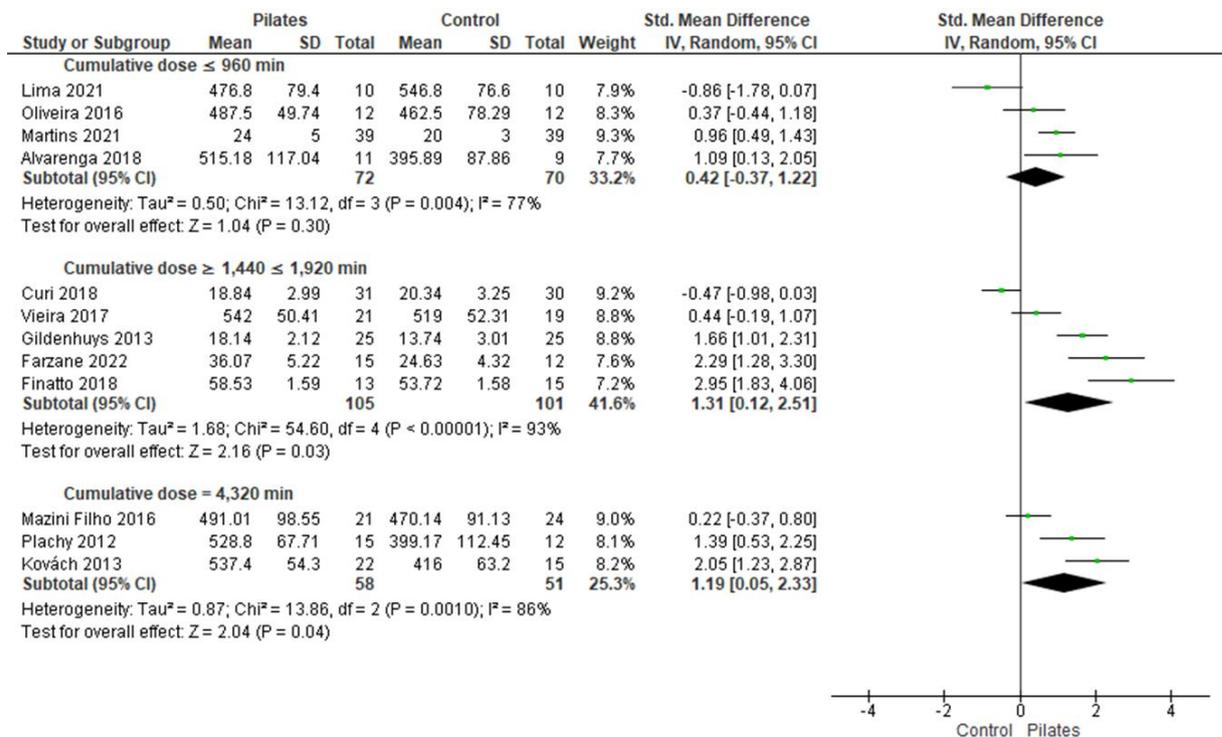


Figura 8. Análise de subgrupos comparando exercícios de Pilates vs. grupos controle conforme a dose cumulativa (em minutos) administrada ao longo de todo estudo.

5.3.4 Forma de aplicação do Pilates (*Mat* ou equipamentos)

Em relação a forma de aplicação do Pilates, tanto exercícios de solo (*Mat*) (SMD = 1,15 [IC_{95%} 0,25 – 2,05] p = 0,01, n = 290, estudos = 8, I² = 91%), como em equipamentos (SMD = 0,65 [IC_{95%} 0,22 – 1,08] p = 0,003, n = 167, estudos = 4, I² = 40%), apresentaram efeitos significativos, de grande e moderada magnitude, respectivamente. Para primeira análise, a qualidade da evidência foi muito baixa (rebaixada por risco de viés, inconsistência e imprecisão), enquanto para a segunda, a qualidade foi baixa (rebaixada por risco de viés e imprecisão). A Figura 9 mostra a comparação para esta análise de subgrupo.

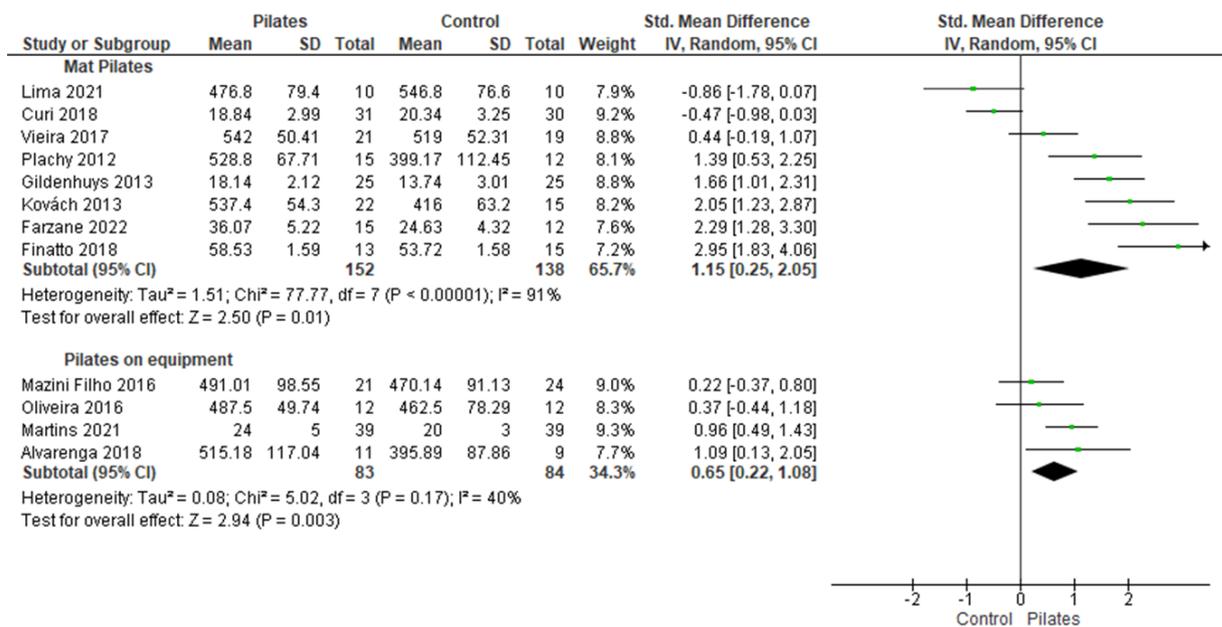


Figura 9. Análise de subgrupos comparando exercícios de Pilates vs. grupos controle de acordo com a forma de aplicação (*Mat* Pilates ou Pilates em equipamentos).

6 DISCUSSÃO

6.1 Síntese dos Principais Achados

Nossa meta-análise principal, demonstrou um grande tamanho de efeito sobre a aptidão cardiorrespiratória a favor do grupo Pilates *vs.* a condição de controle. Quando analisado separadamente, o efeito sobre pessoas idosas e adultos jovens, a significância estatística foi observada apenas entre idosos. Na análise de sensibilidade, que excluiu estudos de baixa qualidade, o grande tamanho de efeito se manteve, todavia, nas análises envolvendo separadamente grupos etários, apenas em adultos jovens foi observada diferença significativa a favor dos exercícios de Pilates, sem diferença na análise envolvendo pessoas idosas. Para metanálise que comparou Pilates *vs.* outras formas de exercícios de fortalecimento muscular, não houve diferença significativa. Na análise de subgrupos que considerou dose cumulativa, ou seja, a quantidade em minutos dos exercícios de Pilates administrada ao longo do estudo, houve grande tamanho de efeito a favor do grupo Pilates *vs.* controle, quando a intervenção teve uma dose cumulativa igual ou maior que 1.440 minutos (equivalente a 3x na semana, por 8 semanas, ou 2x na semana, por 12 semanas). Para a forma de aplicação dos exercícios de Pilates (*Mat* ou equipamentos), ambas apresentaram efeitos significativos a favor dos exercícios de Pilates. Destaca-se, que para todas as análises, as evidências foram de muito baixa a baixa qualidade.

6.2 Concordância e Discordância com outros Estudos

Essa revisão sistemática com metanálise, buscou verificar os efeitos dos exercícios de Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória, corroborando com os resultados de outras duas revisões que tiveram o mesmo propósito (SOUZA et al., 2018; FERNANDEZ-RODRIGUES et al., 2019). Contudo, apesar de inicialmente ser possível considerar que os exercícios de Pilates possuem potencial para melhora da aptidão cardiorrespiratória, os resultados da presente revisão devem ser interpretados com cautela, sobretudo, pela baixa qualidade da evidência, constatada após classificação de cada metanálise pelo sistema GRADE.

No que diz respeito as revisões anteriores, destaca-se, que na revisão sistemática realizada por Fernández-Rodríguez et al. (2019), deve ser considerado, que foram incluídos estudos não randomizados e série de casos, o que aumenta o risco de viés da evidência encontrada, tendo em vista que estes estudos podem causar estimativas tendenciosas dos efeitos da intervenção (HIGGINS; THOMAS, 2021). Além disso, na metanálise, participantes com comorbidades (insuficiência cardíaca, AVC crônico e obesos), foram analisados juntamente

com pessoas saudáveis, o que pode ter influenciado os resultados obtidos. Isso porque, indivíduos em processo de reabilitação podem apresentar níveis muito baixos de aptidão cardiorrespiratória, fazendo com que exercícios não específicos para este objetivo possam eventualmente promover maior melhora (TUTOR et al., 2022). Ainda, foi incluso na análise, estudo que associou Pilates ao treino aeróbio, comparado a um grupo controle sem intervenção (MIKALAČKI et al., 2017), o que pode ter superestimado os efeitos do Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória.

Por outro lado, a metanálise de Souza et al. (2018), limitou-se a inclusão somente de estudos que se valeram do *Mat* Pilates, além de ter considerado apenas população de pessoas idosas. Outra questão, é que na metanálise, foram incluídos apenas três estudos (VIEIRA et al., 2017; GYLDENHUYS et al., 2013; KOVÁČH et al., 2013), limitando com isso, a discussão dos achados. No presente estudo, algumas dessas limitações apresentadas pelas duas revisões anteriores (SOUZA et al., 2018; FERNANDEZ-RODRIGUES et al., 2019) foram superadas, ao serem inclusos participantes de qualquer faixa etária, além do que, apenas ECRs foram elegíveis. Foi considerado as duas formas de aplicações dos exercícios de Pilates (*Mat* e equipamentos). Ainda, para verificar particularidades referentes a faixa etária, dose de exercício e forma de aplicação do Pilates, análises de subgrupo foram realizadas.

Apesar da nossa análise principal ter demonstrado um grande efeito dos exercícios de Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória (SMD = 0,96), análises de subgrupo identificaram que o efeito significativo, se manteve apenas ao ser considerado pessoas idosas (SMD = 0,79), mas não para adultos jovens. Metanálise de Souza et al. (2018) já havia identificado efeito significativo de grande magnitude (SMD = 1,48) para os exercícios de Pilates na aptidão cardiorrespiratória de pessoas idosas. No estudo atual, a inclusão de sete novos ECRs não alterou a significância estatística, além do que, o grande tamanho de efeito permaneceu.

Esse efeito observado não é uma particularidade dos exercícios de Pilates, uma vez que outras formas de treinamento de resistência muscular também observam tais resultados nesta população, como demonstrado na metanálise de Smart et al. (2022), que avaliou os efeitos do treinamento de força convencional sobre a melhora da aptidão cardiorrespiratória em pessoas idosas. As análises demonstraram, que os efeitos significativos do treinamento resistido, são observados independente do indicador de aptidão cardiorrespiratória avaliado ($VO_{2máx}$, teste de caminhada de seis minutos ou limiar aeróbico).

Considerando os resultados da metanálise de Smart et al (2022) e os achados do presente estudo, é possível supor, que os exercícios de fortalecimento muscular realizados nas sessões de Pilates, possuem, portanto, o mesmo potencial dos exercícios de força convencional para

melhora da aptidão cardiorrespiratória em pessoas idosas. Essa informação é particularmente relevante para profissionais do exercício físico que trabalham com esta população, tendo em vista a popularidade do Pilates dentro desta faixa etária (LIMA et al., 2019). Isso indica ainda, que os exercícios de Pilates podem atuar em diferentes componentes da aptidão física, que tendem a declinar com o envelhecimento, uma vez que para além da aptidão cardiorrespiratória, já se mostrou efetivo em variáveis como força muscular, flexibilidade, funcionalidade e equilíbrio postural, possibilitando grande efeito na redução do risco de quedas em pessoas idosas (FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ et al., 2021). Destaca-se, no entanto, que nossa análise de sensibilidade, com apenas dois estudos, não observou resultados significativos dos exercícios de Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória em pessoas idosas, sendo necessários mais ECRs de alta qualidade metodológica para que os resultados da análise principal sejam confirmados.

No que diz respeito ao não efeito significativo observado na análise principal envolvendo adultos jovens, faz-se importante frisar, que um fator limitante foi a inclusão de apenas dois estudos. Ao analisarmos separadamente cada um deles (MARTINS et al., 2021; FINATTO et al., 2018), fica perceptível um grande tamanho de efeito a favor dos exercícios de Pilates para ambos, sem que os intervalos de confiança toquem a linha central no gráfico de metanálise. Todavia, como os tamanhos de efeito destes estudos foram individualmente muito discrepantes ($SMD = 0,96$ e $2,95$), o agrupamento deles na metanálise, fez com que o intervalo de confiança (diamante) tocasse a linha vertical central, transpassando o ponto “zero” ($SMD = 1,89$ [$IC_{95\%} -0,06 - 3,83$]), não resultando, portanto, em diferença significativa entre Pilates e grupos controle. Na análise de sensibilidade, que contou com apenas um estudo, Pilates mostrou-se significativamente superior aos grupos controle sobre aptidão cardiorrespiratória em adultos jovens.

Apesar dos estudos de metanálise sobre Pilates e aptidão cardiorrespiratória anteriormente publicados, não ter considerado população de adultos jovens (SOUZA et al., 2018), ou não ter realizado análise específica para esta população (FERNANDEZ-RODRIGUES et al., 2019), é possível, por intermédio da metanálise de Ashton et al. (2020) fazer ponderações. Os autores observaram, que o treino resistido convencional, melhorou significativamente o $VO_{2máx}$ em adultos, demonstrando, que esta população, é susceptível a melhora da aptidão cardiorrespiratória por intermédio de exercícios de fortalecimento muscular. Evidentemente, que os exercícios de Pilates, possuem características peculiares, que caracterizam a execução dos movimentos, como é o caso dos princípios básicos (concentração, centro, controle, precisão, fluidez e respiração) (DI LORENZO, 2011). Neste sentido, esta

inferência, tomando como base os exercícios resistidos convencionais, precisará ser confirmada com a realização de mais ECRs de alta qualidade metodológica, que verifiquem a eficácia do Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória em adultos jovens.

Um fator que pode auxiliar nesta discussão, é a comparação direta entre Pilates e outras modalidades de exercícios destinadas ao fortalecimento muscular. O presente estudo, ao realizar metanálise para este objetivo, não encontrou qualquer diferença significativa entre Pilates e outros exercícios de fortalecimento muscular sobre aptidão cardiorrespiratória. Como a metanálise foi realizada com apenas três estudos (MAZINI FILHO et al., 2016; KOVÁCH et al., 2013; PLACHY; KOVÁCH; BOGNÁR, 2012), a hipótese em questão também carece de maior investigação, sobretudo porque os estudos valeram-se de exercícios resistidos realizados no meio aquático, com apenas um ECR que teve um grupo de treinamento resistido convencional, com o uso de pesos (MAZINI FILHO et al., 2016).

Outra análise importante realizada pelo estudo atual, refere-se a dose cumulativa de exercícios de Pilates, para que resultados significativos pudessem ser observados sobre aptidão cardiorrespiratória. Neste caso, efeitos foram observados apenas quando a intervenção foi ≥ 1.440 minutos de Pilates, aplicado ao longo de toda intervenção, o que equivale a prática durante oito semanas, três vezes na semana, ou ainda, a prática durante 12 semanas, duas vezes na semana, ambas em sessões de 60 minutos. Os dois estudos (SOUZA et al., 2018; FERNANDEZ-RODRIGUES et al., 2019) de metanálise conduzidos até o momento sobre a temática, não realizaram análises considerando dose cumulativa ou tempo de intervenção, que permitisse alguma comparação com o estudo atual.

Valendo-se de estudos que tiveram como objetivo verificar os efeitos do exercício resistido convencional sobre aptidão cardiorrespiratória, metanálise conduzida por Ashton et al. (2020) verificou que em adultos, efeito significativo foi observado quando considerado tempo de intervenção de curto (≤ 6 semanas), médio (7-23 semanas) e longo prazo (≥ 24 semanas), ou seja, a melhora foi independente do tempo de intervenção. Na metanálise conduzida por Smart et al. (2022), foi considerada apenas população de pessoas idosas. Neste caso, aptidão cardiorrespiratória melhorou significativamente após treinamento resistido de até 24 semanas, mas não quando superior a este período. Provavelmente, o pequeno número de estudos incluídos na análise que considerou tempo de intervenção superior a 24 semanas tenha impactado nos resultados (três estudos na metanálise que considerou como desfecho o VO_2 , e apenas um estudo na metanálise que considerou como desfecho o desempenho no teste de caminhada de seis minutos).

Além disso, os autores consideraram, que a frequência semanal utilizada nos protocolos de intervenção destes quatro estudos, com tempo de intervenção superior a 24 semanas foi baixa (2x na semana para dois deles). Por outro lado, na análise que considerou tempo de intervenção de até 24 semanas, os estudos foram conduzidos, em sua maioria, com frequência semanal \geq 3x. Ainda, o ponto de corte estabelecido pelos autores (\leq 24 semanas *vs.* $>$ 24 semanas) foi relativamente alto, ficando os estudos de 24 semanas (aproximadamente seis meses) dentro do tempo de intervenção menor (SMART et al., 2022). Contudo, estas suposições levam em consideração o treino resistido convencional, o que deve ser interpretado com cautela, devido a diferenças que possam existir entre estes e os exercícios de Pilates. A princípio, para esta modalidade de exercício, reforçamos os achados da presente revisão, que identificou a necessidade de ao menos dose cumulativa de 1.440 minutos de Pilates, para que resultados significativos possam ser observados sobre aptidão cardiorrespiratória.

Outro aspecto que eventualmente poderia influenciar nos resultados observáveis, e que o estudo atual testou em análise de subgrupo, é a forma de aplicação dos exercícios de Pilates, na qual tanto a técnica de solo (*Mat*), quanto com o uso de equipamentos se mostraram efetivas, com grande e moderado tamanho de efeito, respectivamente. Na metanálise de Souza et al. (2018), foi também observado um grande tamanho de efeito (SMD = 1,48 [IC_{95%} 0,42 – 2,54]) dos exercícios de *Mat* Pilates *vs.* grupos controle sobre aptidão cardiorrespiratória, em análise que contou com três estudos (VIEIRA et al., 2017; KOVÁCH et al., 2013; GILDENHUYS et al., 2013). Na presente revisão, foram incluídos outros cinco estudos para esta análise, mantendo-se o grande tamanho de efeito a favor do *Mat* Pilates.

Chama atenção, nos resultados desta revisão, o Pilates solo ter obtido um grande tamanho de efeito *vs.* um efeito moderado obtido pelo Pilates realizado em equipamentos. Isso porque, a prática de Pilates no solo é dependente do próprio peso do executante e conseqüentemente, de ajustes na postura durante o movimento, para que o controle da intensidade do exercício ocorra, diferentemente dos equipamentos, nos quais o ajuste da sobrecarga é mais facilitado pelo uso de molas. Desta forma, na prática de *Mat* Pilates, o controle da intensidade de esforço torna-se fundamental. No entanto, dos sete estudos incluídos na análise de subgrupos envolvendo esta forma de aplicação dos exercícios de Pilates, apenas o estudo de Farzane e Jahromi (2022) relatou controlar a intensidade de esforço.

Outro aspecto curioso, é o fato de já ter sido demonstrado, que os exercícios de Pilates executados no solo, produzem um dispêndio energético significativamente menor do que quando é executado em equipamento. Andrade et al. (2021), observaram que quando comparados os mesmos 15 exercícios executados no solo *vs.* no equipamento Reformer, o

dispêndio energético total durante a sessão de Pilates foi de $95 \pm 2,81$ kcal e $130 \pm 2,47$ kcal, respectivamente. É possível ainda, fazer uma analogia com o treinamento resistido convencional. Conforme preconiza o ACSM (2018), em suas recomendações, existem vantagens quando da utilização de equipamentos de musculação vs. pesos livres sobre o dispêndio energético, o que também pode ser o caso dos equipamentos de Pilates, pois ambos possuem locais apropriados para a realização do exercício (por exemplo: assentos, apoios e alças) roldanas e resistência controlada por molas ou pesos.

Quando Pilates foi comparado com grupos controle, valendo-se do uso de equipamentos, um moderado tamanho de efeito foi demonstrado pelo estudo atual (SMD = 0,65 [IC_{95%} 0,22 – 1,08]). Como discutido anteriormente, este resultado, quando comparado com os exercícios de solo, chama atenção, devido ao fato do Pilates em equipamentos, possibilitar melhor ajuste da sobrecarga, sendo possível controlar de forma mais precisa a carga de treinamento, resultando em maior dispêndio energético durante a sessão (ANDRADE et al., 2021). Outro fator importante, que gera controvérsia, é que dos quatro estudos incluídos em nossa análise de subgrupo envolvendo Pilates em equipamentos, apenas o estudo de Alvarenga et al. (2018) não reportou controle da intensidade de esforço. Os demais três estudos (MARTINS et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2016; MANZINI FILHO et al., 2016) controlaram a intensidade de esforço durante as sessões por intermédio da escala de Borg, mantendo-se uma percepção entre moderada a pesada, fator este importante para gerar um dispêndio energético maior durante a sessão (SANTO et al., 2020).

Neste sentido, outros fatores podem justificar um maior tamanho de efeito observado para os exercícios de *Mat* Pilates vs. equipamentos no presente estudo. Almeida et al. (2021) demonstraram que o número de séries, repetições e tempo de descanso entre as séries é um fator determinante para o gasto energético total durante uma sessão de Pilates. Os autores compararam três tipos de sessão utilizando *Mat* Pilates: (a) tradicional (série única, 10 repetições e intervalo de descanso de 2 minutos); (b) não tradicional “A” (série única, 20 repetições e intervalo de descanso de 30 segundos); e (c) não tradicional “B” (3 séries, 12 repetições e intervalo de descanso de 30 segundos). O gasto energético total durante a sessão foi respectivamente, $64,48 \pm 10,7$ kcal, $72,54 \pm 9,7$ kcal e $142,91 \pm 14,3$ kcal. Ou seja, trabalhar com múltiplas séries e menor tempo de descanso resultou em aproximadamente o dobro do gasto energético.

Contudo, no estudo atual, os autores em sua maioria, não reportaram o número de séries e repetições, sendo que nenhum reportou o tempo de descanso entre as séries, sendo este, um relato importante a ser considerado em futuros ECRs. Como exemplo, dos oito estudos que se

valeram do *Mat Pilates*, apenas Finatto et al. (2018) reportou o número de séries, que no caso foi três. Neste aspecto, um objetivo que pode ser verificado por estudos futuros de longo prazo, é a comparação dos efeitos do Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória em relação ao mesmo protocolo de intervenção, aplicado com número de séries, repetições e tempo de descanso diferentes, conforme hipótese já testada em estudo de intervenção em uma única sessão (ALMEIDA et al., 2021).

Outro objetivo interessante a ser observado em ECRs de longo prazo é a comparação direta entre *Mat Pilates vs. Pilates* em equipamentos sobre aptidão cardiorrespiratória, mantendo-se similaridade no protocolo de intervenção (ex.: exercícios, séries, repetições, tempo de descanso entre séries e intensidade de esforço), uma vez que estudo de intervenção única já constatou superioridade do Pilates aplicado em equipamento (ANDRADE et al., 2021). A comparação direta possibilitada por intermédio de ECR se faz preponderante, uma vez que em revisões sistemáticas e metanálise, existe a limitação dos estudos terem utilizado protocolos distintos, o que pode eventualmente influenciar os resultados de análises de subgrupo. A título de exemplo, três estudos (MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2016) dos quatro que aplicaram Pilates em equipamentos tiveram dose cumulativa ≤ 960 minutos (equivalente a 60 minutos de Pilates, aplicado por dois meses, duas vezes na semana). Tempo de intervenção este, que se mostrou insuficiente para promover melhora sobre aptidão cardiorrespiratória em análise de subgrupo da presente revisão, o que pode também justificar o fato do Pilates em equipamentos ter alcançado um tamanho de efeito menor que o *Mat Pilates*.

De modo geral, faz-se importante frisar, que os exercícios de Pilates exerceram melhora sobre aptidão cardiorrespiratória, mesmo não apresentando características específicas para tal desfecho. Porém, isso não significa, que comparando-se Pilates ao treinamento aeróbio convencional ele seria superior. As comparações foram realizadas com grupos controle, que mantiveram a rotina habitual, ou intervenção mínima, como alongamento estático. Na análise em que foram comparados Pilates *vs.* outras formas de exercício, as características destes eram também de treinamento resistido, como ginástica, hidroginástica e treinamento com pesos, não havendo diferenças entre as modalidades.

Importante ressaltar, portanto, que para pessoas destreinadas, os exercícios de Pilates podem ser uma alternativa para o desenvolvimento inicial da aptidão cardiorrespiratória. Contudo, estudos de longo prazo, devem verificar os efeitos do Pilates sobre aptidão cardiorrespiratória de pessoas treinadas e com experiência na técnica. Ainda, torna-se interessante comparar diretamente o Pilates com exercícios aeróbicos mais específicos,

tradicionalmente utilizados para o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória, como corrida e ciclismo, por exemplo.

Por fim, deve ser considerado também, que para a mensuração do $VO_{2máx}$, apenas um estudo realizou a mensuração de forma direta (FINATTO et al., 2018), e os outros 11 estudos incluídos na presente revisão, utilizaram métodos indiretos, tal como o teste de caminhada de seis minutos, que apesar de ser um método validado para mensuração da aptidão cardiorrespiratória e com satisfatória capacidade para prever o $VO_{2máx}$ (MANTTARI et al., 2018), pode ser influenciado pela melhora da funcionalidade e aumento da velocidade da marcha, decorrentes do efeito dos exercícios de Pilates sobre a força muscular de membros inferiores e resistência muscular. Desta forma, estudos futuros podem se esforçar por avaliar aptidão cardiorrespiratória por métodos diretos, de forma a confirmar se a melhora deste desfecho se confirma sob tal condição de mensuração.

6.3 Qualidade da Evidência

Na avaliação da qualidade da evidência, realizada por intermédio do sistema GRADE (SCHÜNEMANN et al., 2013), houve evidências de qualidade muito baixa a baixa, para todas as análises, sendo os principais problemas atrelados ao risco de viés, inconsistência e imprecisão. Referente ao risco de viés, ou seja, estudos nos quais avaliação da qualidade metodológica apresentaram escore baixo na escala PEDro (< 6 pontos), o principal problema foi o cegamento de participantes e terapeutas. Contudo, este viés é praticamente impossível de ser evitado em intervenções nas quais os estímulos são perceptíveis, como é o caso do exercício físico.

Os demais riscos de viés, considerados pela escala PEDro, eram passíveis de serem atendidos e ainda assim, apenas dois estudos cegaram os avaliadores (FARZANE; JAHROMI, 2022; OLIVEIRA et al., 2016), três estudos alocaram os participantes de forma cega (MARTINS et al., 2021; VIEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2016) e também três, atenderam o critério de análise por intenção de tratar (FARZANE; JAHROMI, 2022; MARTINS et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2016), sendo estes itens portanto, não atendidos pela maioria dos 12 estudos. Além disso, somente metade dos ECRs tiveram acompanhamento adequado (> 85% dos participantes inicialmente randomizados) (FARZANE; JAHROMI, 2022; MARTINS et al., 2021; ALVARENGA et al., 2019; FINATTO et al., 2018; CURI et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2016). Estudos futuros sobre a temática, devem atentar-se ao risco de viés, principalmente quanto aos critérios aqui destacados.

Em relação a inconsistência, destaca-se, que nossas análises apresentaram alta heterogeneidade em 10 das 12 metanálises conduzidas, fazendo com que os cálculos fossem realizados por intermédio de efeitos randômicos, o que gera, portanto, maior inconsistência nos resultados observados, devido a discrepância de resultados entre os estudos individuais. A imprecisão também foi um fator determinante para rebaixar a qualidade da evidência, haja visto que nove das doze metanálises apresentaram problemas de tamanho amostral, que foi abaixo de 400 participantes. Apenas análise principal contou com número adequado de participantes ($n = 457$). Isso ocorreu, porque no geral, os estudos individuais incluídos nesta revisão, trabalharam com amostras pequenas, variando de nove a 39 participantes por grupo (média de $19,0 \pm 8,2$), fato este que deve ser superado em ECRs futuros. Ainda, nenhum estudo realizou avaliação tardia, após um determinado período pós-intervenção, de forma a verificar os efeitos residuais do Pilates na aptidão cardiorrespiratória, ou seja, por qual período de tempo os efeitos permanecem depois de cessada as intervenções, o que necessita ser investigado futuramente.

6.4 Potenciais Vieses no Processo de Revisão

A busca não foi realizada em todas as bases de dados disponíveis, o que pode ter feito com que algum estudo elegível não tenha sido encontrado. Porém, as principais bases de dados, considerando o desfecho de interesse, foram verificadas (PubMed, EMBASE, CENTRAL, CINAHL, *Web of Science*, SPORTDiscus, LILACS e PEDro), além disso, duas plataformas de registro de ensaios clínicos (clinicaltrials.gov e apps.who.int/trialsearch/) foram checadas, a fim de tentar localizar eventuais trabalhos não publicados. Realizamos ainda, uma busca minuciosa em todas as referências bibliográficas dos estudos incluídos na revisão, na tentativa de encontrar outros ECRs, o que pode ter diminuído a probabilidade de que algum estudo elegível tenha ficado de fora do processo de triagem. Outro fato que necessita ser aqui destacado, é que dois dos pesquisadores que participaram do processo de revisão são autores de um dos ECRs incluídos no presente estudo (OLIVEIRA et al., 2016), o que eventualmente pode ter causado algum viés de interpretação do estudo em questão.

7 CONCLUSÃO

7.1 Implicações para Prática

Neste momento, devido à baixa qualidade da evidência, não é possível recomendar de maneira contundente os exercícios de Pilates para a melhora da aptidão cardiorrespiratória em adultos saudáveis. Nossas análises mostraram que esta forma de intervenção, principalmente quando realizada com dose cumulativa de exercícios ≥ 1.440 minutos (por dois meses em três dias da semana, ou por três meses em dois dias da semana), possui potencial para melhora deste desfecho, não diferindo de outras modalidades de exercício físico que também trabalham fortalecimento muscular. Porém, dada a popularidade dos exercícios de Pilates, principalmente entre a população idosa, essa prática de exercícios pode facilitar a aderência desses indivíduos, além de ser uma boa opção de treinamento, visto todas as indicações da técnica. No entanto, para que profissionais do exercício físico, possam utilizar os exercícios de Pilates para o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória, seguros da eficácia desta forma de intervenção, mais ECRs robustos e de alta qualidade metodológica são necessários.

7.2 Implicações para Pesquisa

Para futuros estudos, existe a necessidade de um maior rigor metodológico, principalmente, no que diz respeito a alocação e avaliação cega dos sujeitos, menor perda de participantes ao longo do estudo e realização de análise por intenção de tratar. Os estudos, deverão ainda, priorizar a mensuração direta do $VO_{2m\acute{a}x}$, além de controlar/relatar de forma adequada a percepção de esforço, número de séries, repetições e tempo de descanso entre as séries. O recrutamento de um maior número de participantes também se faz necessário e com estudos valendo-se de amostras constituídas por adultos jovens e de meia-idade. Por fim, os estudos poderão comparar os exercícios de Pilates com exercícios tradicionais voltados ao treinamento aeróbio, além de considerar um maior tempo de intervenção, com comparações sendo realizadas ao longo do estudo e em períodos após cessada as intervenções, de forma a verificar por quanto tempo os efeitos residuais sobre aptidão cardiorrespiratória permanecem sem a realização da atividade. Desta forma, será possível melhor esclarecer os reais efeitos dos exercícios de Pilates sobre a aptidão cardiorrespiratória.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. S.; ANDRADE, L. S.; MOCHIZUKI, L.; SOUSA, C. V.; FALK NETO, J. H.; KENNEDY, M. D.; MACIEL, L. A.; DURIGAN, J. L. Q.; MOTA, Y. L. Effect of three different Pilates sessions on energy expenditure and aerobic metabolism in healthy females. **Sport Sciences for Health**. v.17, p.223-231, 2021.
- ALVARENGA, G. M.; CHARKOVSKI, S. A.; SANTOS, L. K.; SILVA, M. A. B.; TOMAZ, G. O.; GAMBA, H. R. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. **Journal Clinics**. v.73, p.1-5, 2018.
- ANDRADE, L. S.; ALMEIDA, I. S.; MOCHIZUKI, L.; SOUSA, C. V.; NETO, J. H. F.; KENNEDY, M. D.; DURIGAN, J. L. Q.; MOTA, Y. L. What is the exercise intensity of Pilates? An analysis of the energy expenditure, blood lactate, and intensity of apparatus and mat Pilates sessions. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v.26, p.36-42, 2021.
- APPELQVIST-SCHMIDLECHNER, K.; VAARA, J. P.; VASANKARI, T.; HÄKKINEN, A.; MÄNTYSAARI, M.; KYRÖLÄINEN, H. Muscular and cardiorespiratory fitness are associated with health-related quality of life among young adult men. **BMC Public Health**. v.20, p.1-8, 2020.
- ASHTON, R. E.; TEW, G. A.; ANING, J. J.; GILBERT, S. E.; LEWIS, L.; SAXTON, J. M. Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**. v.54, n.6, p.341-348, 2020.
- BARBALHO, M. S. M.; GENTIL, P.; IZQUIERDO, M.; FISHER, J.; STEELE, J.; RAIOL, R. A. There are no no-responders to low or high resistance training volumes among older women. **Experimental Gerontology**. v.99, n.1, p. 18-26, 2017.
- BASSET, D. R. JR.; HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.32, p.70-84, 2000.
- BELLI, K. C.; CALEGARO, C.; RICHTER, C. M.; KLAFKE, J. Z.; STEIN, R.; VIECILI, P. R. Aptidão Cardiorrespiratória de uma Amostra Regional Brasileira Distribuída em Diferentes Tabelas. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**. v.99, p.811-817, 2012.
- BHAMMAR, D. M.; ADAMS-HUET, B.; BABB, T. G. Quantification of Cardiorespiratory Fitness in Children with Obesity. **Medicine Science Sports Exercise**. v.51, p.2243–2250, 2019.
- BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.14, n. 5, p.377-381, 1982.
- BRYAN, M.; HAWSON, S. The benefits of Pilates exercise in orthopaedic rehabilitation. **Techniques in Orthopaedics**. v.18, p.126-129, 2003.

BULLO, V.; BERGAMIN, M.; GOBBO, S. SIEVERDES, J. C.; ZACCARIA, M.; NEUNHAEUSERER, D. ERMOLAO, A. The effects of Pilates exercise training on physical fitness and wellbeing in the elderly: a systematic review for future exercise prescription. **Preventive Medicine**. v.75, p.1-11, 2015.

BYRNES, K.; WU, P.; WHILLIER, S. Is Pilates an effective rehabilitation tool? A Systematic Review. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**. v.22, p.192-202, 2018.

CAMARGO, E. M., ANEZ. C. R. R. **Diretrizes da OMS para atividade física e comportamento sedentário: num piscar de olhos**. 2020. <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337001/9789240014886-por.pdf>> Acesso em 29 de junho, 2021.

CHODZKO-ZAJKO, W. J.; PROCTOR, D. N; SINGH, M. A. F.; MINSON, C. T.; NIGG, C. R.; SALEM, G.J.; SKINNER, J.S. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine Science Sports Exercise**. v.41, p.1510 – 1530, 2009.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COSTA, L. M. R.; ROTH, A.; DE NORONHA, M. O método Pilates no Brasil: uma revisão de literatura. **Arquivos Catarinenses de Medicina**. v.41, p.87-92, 2012.

CRUZ, J. C.; LIBERALI, R.; CRUZ, T. M. F., NETTO, M. I. A. The Pilates method in the rehabilitation of musculoskeletal disorders: a systematic review. **Fisioterapia em Movimento**. v.29, p.609-622, 2016.

CURI, V. S.; HASS, A. N.; ALVES-VILAÇA, J.; FERNANDES, H. M. Effects of 16-weeks of Pilates on functional autonomy and life satisfaction among elderly women. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**. v.22, n.2, p.424-429, 2018.

DE ALMEIDA, E. J. **Aptidão cardiorrespiratória: Conceitos, protocolos e aplicação**. 2019. Tese (Dissertação mestrado). Universidade Pitágoras UNOPAR, Londrina, 2019.

DI LORENZO, C. E. Pilates: what is it? Should it be used in rehabilitation? **Sports Health**. v.3, n.4, p.352-361, 2011.

DOMICIANO, A. M. O.; ARAÚJO, A. P. S.; MACHADO, V. H. R. Aerobic and Anaerobic Training: A Review. **UNINGÁ Review**. v.3, p.71-80, 2010.

FARZANE, N. A.; JAHROMI, M. K. The effect of Pilates training on hormonal and psychophysical function in older women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.13, n.1, p.110-121, 2022.

FERNÁNDEZ, M. T.; MARTÍN, M. J.; CARAVACA, M. A. S.; PÉREZ, A. M. F.; RODRIGO, J. R.; GUTIÉRREZ, C. V. The Pilates method and cardiorespiratory adaptation to training. **Research in Sports Medicine**. v. 24, p. 266-271, 2016.

FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, R.; ÁLVAREZ-BUENO, C.; FERRI-MORALES, A.; TORRES-COSTOSO, A.; POZUELO-CARRASCOSA, D. P.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V.

Pilates improves physical performance and decreases risk of falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Physiotherapy**. v.112, p.163-177, 2021.

FERNANDES-RODRIGUES, R.; ALVAREZ-BUENO, C.; FERRI-MORALES, A.; TORRES-COSTOSO, A.I.; CAVERO-REDONDO, I. MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Pilates Method Improves Cardiorespiratory Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Clinical Medicine**. v.8, p.1761, 2019.

FINATTO, P.; SILVA, E. S.; OKAMURA, A. O.; ALMADA, B. P.; OLIVEIRA, H. B.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. A. Pilates training improves 5-km run performance by changing metabolic cost and muscle activity in trained runners. **PLOS ONE**.v.13, p. 1-19, 2018.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.43, p.1334-1359, 2011.

GRAZZI, G.; MYERS, J.; CHIARANDA, G. Impact of cardiorespiratory fitness changes in cardiac rehabilitation. **European Journal of Preventive Cardiology**. v.27, p.808–810, 2020.

GILDENHUYS, G. M.; FOURIE, M.; SHAW, I.; SHAW, B. S.; TORIOLA, A. L.; WITTHUHN, J. Evaluation of Pilates training on agility, functional mobility and cardiorespiratory fitness in elderly women. **African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance**. v.19, p.505-512, n.2, 2013.

HAMMOND, H. K.; FROELICHER, V. F. Exercise Testing for Cardiorespiratory Fitness. **Sports Medicine**. v.1, n.3, p.234-239, 1984.

HERDY, A.; CAIXETA, A. Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória pelo Consumo Máximo de Oxigênio. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**. v.106, p.389-39, 2016.

HIGGINS, J.; THOMAS, J. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of interventions**. Version 6.2, 2021. < <https://training.cochrane.org/handbook/current>> Acesso em 26 de junho, 2021.

HOLLMANN, W.; PRINZ, J. P. Ergospirometry and its History. **Sports Medicine**. v.2, p.93-105, 1997.

HORNSBY, E.; JOHNSTON, L. M. Effect of Pilates intervention on physical function of children and youth: a systematic review. **Archives of physical medicine and rehabilitation**. v.101, p.317-328, 2020.

HURST, C., WESTON, K. L.; McLAREN, S. J.; WESTON, M. The effects of same-session combined exercise training on cardiorespiratory and functional fitness in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Ageing Clinical and Experimental Research**. v.31, p 1701–1717, 2019.

JADAD, A. R.; MOORE, R. A.; CARROLL, D.; JENKINSON, C.; REYNOLDS, D. J.; GAVAGHAN, D. J.; MCQUAY, H. J. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? **Controlled Clinical Trials**. v.17, n.1, p.1-12, 1996.

JUNG, A. P. The Impact of Resistance Training on Distance Running Performance. **Sports Medicine**. v.33, p.539-552, 2003.

KOVÁČH, M. V.; PLACHY, J. K.; BOGNÁR, J.; BALOGH, Z. O.; BARTHALOS, I. Effects of Pilates and aqua fitness training on older adults' physical functioning and quality of life. **Biomedical Human Kinetics**. v.5, p.22-27, 2013.

KRAWCZKY, B.; MAINENTI, M. R. M.; PACHECO, A. G. F. The impact of Pilates exercises on the postural alignment of healthy adults. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 22, p.485-490, 2016.

LIBERMAN, K., FORTI, L. N., BEYER, I.; BAUTMANS, I. The effects of exercise on muscle strength, body composition, physical functioning and the inflammatory profile of older adults: a systematic review. **Ageing: biology and nutrition**. v.20, p.30-53, 2017.

LIMA, M. G.; MALTA, D. C.; MONTEIRO, C. N.; SOUSA, N. F. S.; STOPA, S. R.; MEDINA, L. P. B.; BARROS, M. B. A. Leisure-time physical activity and sports in the Brazilian population: A social disparity analysis. **PLoS One**. v.14, n.12, e0225940, 2019.

LIMA, M.; SILVA, B.; ROCHA-RODRIGUES, S.; BEZERRA, P. The impact of an 8-week Pilates-based physical training program on functional mobility: data from a septuagenarian group. **Biomedical Human Kinetics**. v.13, p.11-19, 2021.

LIMA, T. B. **Avaliação da aptidão cardiorrespiratória por testes de esforço máximos e submáximos**. 2018. Tese (Dissertação mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde, 2018.

MAHER, C. G.; MOSELEY, A. M.; SHERRINGTON, C.; ELKINS, M. R.; HERBERT, R. D. A description of the trials, reviews and practice guidelines indexed in the PEDro database. **Physical Therapy**. v.88, n.9, p.1068-1077, 2008.

MAHER, C. G.; SHERRINGTON, C.; HERBERT, R. D.; MOSELEY, A. M.; ELKINS, M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. **Physical Therapy**. v.83, n.8, p.713-721, 2003.

MANZINI FILHO, M. L.; VIANNA, J. M.; VENTURINI, G. R. O.; MATOS, D. G.; FERREIRA, M. E. C. Avaliação de diferentes programas de exercícios físicos na força muscular e autonomia funcional de idosos. **Motricidade**. v.12, p.124-133, 2016.

MARTINS, F. M.; SILVA, E. G.; SOUZA, M. A.; VIEIRA, E. R.; SILVA, R. A.; BARBOSA, A. C. Eight-week equipment based Pilates exercises positively affects quality of life, and functional capacity in non-active adult women: a randomized controlled trial. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.61, n.3, p.435-443, 2021.

MÄNTTÄRI A.; SUNI, J.; SIEVÄNEN, H.; HUSU, P.; YPYÄ, H.V.; VALKEINEN, H.; TOKOLA, K.; VASANKARI, T. Six-Minute Walk Test: A Tool For Predicting Maximal

Aerobic Power (Vo 2 Max) in Healthy Adults. **Clinical Physiology and Functional Imaging**. v. 38, p. 1038-1045, 2018.

MAYORGA-VEGA, D.; BOCANEGRA-PARRILLA, R.; ORNELAS, M.; VICIANA, J. Criterion-related validity of the distance- and time-based walk/run field tests for estimating cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. **PLoS One**. v.11, n.3, e0151671, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia de Atividade física para a População Brasileira**. 1ª edição – versão eletrônica. 2021 <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf> Acesso em 04 de abril de 2022.

MIRANDA, S.; MARQUES, A. Pilates in noncommunicable diseases: A systematic review of its effects. **Complementary Therapies in Medicine**. v.39, p.114-130, 2018.

MIKALAČKI, M.; ČOKORILO, N.; RUIZ-MONTERO, P.J. The effects of a Pilates aerobic program on maximum exercise capacity of adult women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 23, p. 246-249, 2017.

MIYAMOTO, G. C.; COSTA, L. O. P; CABRAL, C. Efficacy of the Pilates method for pain and disability in patients with chronic nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v.17, p.517-532, 2013.

MORAIS NETTO, C.; COLODETE, R. O.; JORGE, F. S.; SILVA, J. Estadiamento da força desenvolvida pelas diferentes molas do Pilates em diferentes distâncias de tensão. **Revista Perspectivas**. v.2, p.80-91, 2008.

MUSCOLINO J.E, CIPRIANI S. Pilates and the “powerhouse” – 1, **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v.8, p.15-24, 2004.

NEDER, J. A.; NERY, L.E. Teste de exercício cardiopulmonar. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v.28, p.166-206, 2002.

OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. G.; PIRES-OLIVEIRA, D. A. A. Effects of Whole-Body Vibration versus Pilates Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Randomized and Controlled Clinical Trial. **Journal of Geriatric Physical Therapy**. v.42, p. 23-31, 2019.

OLIVEIRA, L. C.; PIRES-OLIVEIRA, D. A. A.; DO PRADO, R. C. A.; OLIVEIRA, D. P. D.; DEL ANTÔNIO, T.; OLIVEIRA, R. F.; OLIVEIRA, R. G. Effects of Pilates on postural balance and functional autonomy of elderly: a randomized controlled trial. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**. v.14, p.1-6, 2016.

OLIVEIRA, R. G.; ANAMI, G. E. U.; COELHO, E. A.; OLIVEIRA, L. C. Effects of Pilates exercise on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Geriatric Physical Therapy**. v.45, n.2, p.107-114, 2022.

OLIVEIRA, R. G.; OLIVEIRA, L. C.; **Método Pilates – Reabilitação e Condicionamento Físico**. 1ª edição. Jacarezinho-PR: Editora Alpha Ultrapess, 2015.

OZEMEK, C.; LADDU, D. R.; LAVIE, C. J.; CLAEYS, H.; KAMINSKY, L. A.; ROSS, R.; WISLOFF, U.; ROSS, A.; BLAIR, S. N. An Update On The Role Of Cardiorespiratory Fitness, Structured Exercise And Lifestyle Physical Activity In Preventing Cardiovascular Disease And Health Risk. **Progress in Cardiovascular Diseases**. v.61, p.484-490, 2018.

PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; BOUTRON, I.; HOFFMANN, T. C.; MULROW, C. D.; SHAMSEER, L.; TETZLAFF, J. M.; AKL, E. A.; BRENNAN, S. E.; CHOU, R.; GLANVILLE, J.; GRIMSHAW, J. M.; HROBIARTSSON, A.; LALU, M. M.; LI, T.; LODER, E.; MAYO-WILSON, E.; MCDONALD, S.; MCGUINNES, L. A.; STEWART, L. A.; THOMAS, J.; TRICCO, A. C.; WELCH, V. A.; WHITING, P.; MOHER, D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**. v.372, p.1-9, 2021.

PANHAN, A. C. GONÇALVES, M.; ELTZ, G. D.; VILLALBA, M. M.; CARDOZO, A. C.; BÉRZIN, F. Core muscle activation during Pilates exercises on the Wunda chair. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v.25, p.165-169, 2020.

PAOLI, A.; GENTIL, P.; MORO, T.; MARCOLIN, G.; BIANCO, A. Resistance training with single vs. multi-joint exercises at equal total load volume: effects on body composition, cardiorespiratory fitness, and muscle strength. **Frontiers in Physiology**. v.8, n.1105, 2017.

PESCATELLO, L. S.; ARENA, R.; RIEBE, D.; THOMPSON, P. D.; DANTAS, E. H. M. **Diretrizes do ACMS. Para os testes de esforço e sua Prescrição**. 10ª edição. Rio de Janeiro-RJ: Editora Guanabara Koogan, 2018.

PLACHY, J. K.; KOVÁCH, M. V.; BOGNÁR, J. Improving flexibility and endurance of elderly women through a six-month training programme. **Human Movement**. v.13, p.22-27, 2012.

PHUPHANICH, M. E.; DROESSLER, J.; ALTMAN, L.; EAPEN, B. C. Movement-Based Therapies in Rehabilitation. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics**. v.31, p.577-591, 2020.

RAMOS-CAMPO, D. J.; ANDREU-CARAVACA, L.; CARRASCO-POYATOS, M.; BENITO, P. J.; RUBIO-ARIAS, J. A. Effects of Circuit Resistance Training on Body Composition, Strength, and Cardiorespiratory Fitness in Middle-Aged and Older Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Aging and Physical Activity**. Online ahead of print, 2021.

SANDOVAL, A. E. P. **Medicina do esporte: princípios e prática**. 1ª edição. Porto Alegre-RS: Editora Artmed, 2005.

SANTO, B. C. R. E.; GARCIAS, L.; BERTOLI, J.; SILVA, A. C. K.; FREITAS, C. R. Acute effects of mat Pilates session on heart rate and rating of perceived exertion. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v.24, n.2, p.104-108, 2020.

SCHÜNEMANN, H.; BROŽEK, J.; GUYATT, G.; OXMAN, A. **GRADE Handbook**. Handbook for grading the quality of evidence and the strength of recommendations using the GRADE approach. Updated October 2013. Disponível em: <https://gdt.grade.org/app/handbook/handbook.html>. Acesso em 02.03.2022.

SILVA FILHO, J.N. Treinamento de Força e Seus Benefícios Voltados para um Emagrecimento Saudável. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v.7, p.329-338, 2013.

SINGH. S. J. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. **European Respiratory Journal**. v.44, p.1447–1478, 2014.

SMART, T. F. F.; DOLEMAN, B.; HATT, J.; PAUL, M.; TOFT, S.; LUND, J. N.; PHILLIPS, B. E. The role of resistance exercise training for improving cardiorespiratory fitness in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. **Age and Ageing**. v.51, n.6, p.1-9, 2022.

SOUZA, R. O. B.; MARCON, L.F.; DE ARRUDA, A.S.F.; PONTES JUNIOR, F.L.; DE MELO, R.C. Effects of mat pilates on physical functional performance of older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v.97, p.414-425, 2018.

STEELE, J., FISHER, J., MCGUFF, D., BRUCE-LOW, S., SMITH, D. Resistance training to momentary muscular failure improves cardiovascular fitness in humans: a review of acute physiological responses and chronic physiological adaptations. **Journal of Exercise Physiology Online**. v.15, n.3, p.53-80, 2012.

STEIN, R. Teste cardiopulmonar de exercício: noções básicas sobre o tema. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul**. 2006

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance. **Sports Medicine**. v.25, p.191-200, 1998.

TARABORELLI, M.; et al. Alterações cardiorrespiratórias decorrentes do treinamento em grandes altitudes. **Revista Corpo Consciência**. v.14, p.06-19, 2010.

TAYLOR, H. L.; BUSKIRK, E.; HENSCHER, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. **Journal of Applied Physiology**. v.8, p.73-80, 1955.

TUTOR, A.; LAVIE, C. J.; KACHUR, S.; DINSHAW, H.; MILANI, R. V. Impact of cardiorespiratory fitness on outcomes in cardiac rehabilitation. **Progress in Cardiovascular Diseases**. v.70, p.2-7, 2022.

VERHAGEN, A. P.; DE VET, H. C.; DE BIE, R. A.; KESSELS, A. G.; BOERS, M.; BOUTER, L. M.; KNIPSCHILD, P. G. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. **Journal of Clinical Epidemiology**. v.51, n.12, p.1235-1241, 1998.

VIEIRA, N. D.; TESTA, D.; RUAS, P. C.; SALVINI, T. F.; CATAI, A. M.; MELO, R. C. The effects of 12 weeks Pilates-inspired exercise training on functional performance in older women: A randomized clinical trial. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**. v.21, n.2, p. 251-258, 2017.

WELLS, C.; KOLT, G. S.; BIALOCERKOWSKI, A. Defining Pilates exercise: a Systematic Review. **Complementary Therapies in Medicine**. v.20, p.253-262, 2012.

ZEIHER, J.; OMBRELLARO, K. J.; PERUMAL, N.; KEIL, T.; MENSINK, G. B. M.; FINGER, J. D. Correlates and Determinants of Cardiorespiratory Fitness in Adults: a Systematic Review. **Sports Medicine**. v.5, p.39-63, 2019.

APÊNDICE 1

Tabela Suplementar. Registros não recuperados*.

Autor (ano)	Título	Registro	Motivo da exclusão
Karaman (2020)	Cardiorespiratory Responses to a Pilates Training Session and Treadmill Walking in Healthy Adults	ClinicalTrials.gov: NCT04568733	Relatório não recuperado
Yuruk (2020)	Whole-Body Vibration Training and Pilates Exercise for Healthy Women	ClinicalTrials.gov: NCT04490577	Relatório não recuperado
Grimsgaard (2020)	WHAT (Women, Hot-flashes, Activity, Trial) – Physical Activity for Treatment of Hot Flushes Among Postmenopausal Women (WHAT)	ClinicalTrials.gov: NCT01282320	Relatório não recuperado
Castro (2019)	Effects of the Pilates Method on the Overall Health of the Elderly	Trialsearch.who: RBR-4ym2j4 UTN: U1111-1228-6206	Relatório não recuperado
Arantes, Ferreira e Souza (2011)	Effect of a Pilates program on balance, functional performance and quality of life in the elderly	Trialsearch.who: ACTRN12611000069954 UTN: U1111-1117-5748	Relatório não recuperado

*Registros de ensaios clínicos com estudo não concluído ou sem resposta dos autores.

APÊNDICE 2

Tabela Suplementar. Estudos excluídos após leitura do texto completo.

Autor (ano)	Título	Revista, volume e página	Motivo da exclusão
Souza e col. (2021)	Cardiorespiratory Adaptation to Pilates Training	Research Quarterly for Exercise and Sport v.92, 453-459	Não ECR
Aibar -Almaza et al. (2020)	The Influence of Pilates Exercises on Body Composition, Muscle Strength, and Gait Speed in Community-Dwelling Older Women: A Randomized Controlled Trial	The Journal of Strength and Conditioning Research <i>Online ahead of print</i>	Não avaliou a aptidão cardiorrespiratória
Bocharova et al. (2020)	The increase level of somatic health in students by multi directional means of fitness	Problemy Sotsial'noi Gigieny, Zdravookhraneniia i Istorii Meditsiny v.28, 948-953	Não usou Pilates
Ibrahim et al. (2020)	Pilates and Aerobic Exercises: The Relative Impact on Coronary Heart Infection Risk Factors and Functional Components among Sedentary Males	Entomology and Applied Science Letters v.7, 75-83	Não ECR
Ruiz-Monteiro et al. (2020)	Pilates-Aerobic exercise program's effects in physical fitness level and quality of life related to physical and mental health in elderly women	Psychology, Society, & Education v.12, 91 -105	Não usou Pilates
Caetano (2019)	Effect of Different Volumes of Training of Pilates Exercises on Elderly	ClinicalTrials.gov Identifier: NCT03791502	Não avaliou a aptidão cardiorrespiratória
Carrasco - Poyatos et al. (2019)	Pilates vs. muscular training in older women. Effects in functional factors and the cognitive interaction: A randomized controlled trial	Physiology & Behavior v.201, 157-164	Não avaliou a aptidão cardiorrespiratória
Cavina et al. (2019)	Load monitoring on Pilates training: a study protocol for a randomized clinical trial	Trials v.20, 1-8.	Não avaliou a aptidão cardiorrespiratória
Lim e Park (2019)	The effects of Pilates and yoga participant's on engagement in functional movement and individual health level	Journal of Exercise Rehabilitation v.15, 553-559	Não avaliou a aptidão cardiorrespiratória

Pacheco et al. (2019)	Contribuições da prática de Pilates na aptidão física e na força de preensão manual de idosos	Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR v.23, 189-195	Não ECR
Araújo-Gomes et al. (2018)	Effects of resistance training, Tai Chi Chuan and mat Pilates on multiple health variables in postmenopausal women	Journal of Human Sport & Exercise v.14, 122-139	Não ECR
Melo et al. (2018)	The effect of the Contemporary Pilates method on physical fitness, cognition and promotion of quality of life among the elderly	Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia v.21, 597-603	Não ECR
Seghatoleslami et al. (2018)	Effect of Pilates Exercises on Motor Performance and Low Back Pain in Elderly Women With Abdominal Obesity	Irian Journal of Ageing v.13, 396-398	Não avaliou a aptidão cardiorrespiratória
Mikalack et al. (2017)	The effects of a Pilates-aerobic program on Maximum exercise capacity of adult women	Revista Brasileira de Medicina do Esporte v.23, 246-249	Não ECR
Ilnytska et al. (2016)	Impact of the combined use of health-improving fitness methods (“Pilates” and “Bodyflex”) on the level of functional and psychophysiological capabilities of students	Journal of Physical Education and Sport v.16, 234 - 240	Não avaliou a aptidão cardiorrespiratória

ECR: Ensaio Controlado Randomizado.

APÊNDICE 3

Tabela Suplementar. Estudos excluídos após localização por outros métodos.

Autor (ano)	Título	Revista, volume e página	Motivo da exclusão
Rayes et al. (2019)	The effects of Pilates vs. aerobic training on cardiorespiratory fitness, isokinetic muscular strength, body composition, and functional tasks outcomes for individuals who are overweight/obese: A clinical trial	PeerJ v.7, 1-26	Participantes com condição patológica
Mikalack et al. (2017)	The effects of a Pilates-aerobic program on maximum exercise capacity of adult women.	Revista Brasileira Medicina do Esporte v.23, 246–249.	Não ECR
Diamantoula et al. (2016)	Aqua Pilates versus land Pilates: Physical fitness outcomes.	Journal Physical. Education and Sport v.16, 573–578.	Não ECR
Lim et al. (2016)	The effects of Pilates exercise training on static and dynamic balance in chronic stroke patients: A randomized controlled trial.	Journal of Physical Therapy Science v.28, 1819–1824.	Participantes com condição patológica
Rodrigues et al. (2016)	Effects of an eleven-week Pilates exercise program on progressive-speed walking capacity in sedentary young women: A pilot study	Human Movement v.17, 102–106	Não ECR
Tinoco-Fernandez et al. (2016)	The Pilates method and cardiorespiratory adaptation to training.	Research in Sport Medicine v.24, 281–286.	Não ECR
Guimarães et al. (2012)	Pilates in Heart Failure Patients: A Randomized Controlled Pilot Trial.	Cardiovascular Therapy v.30, 351–356.	Participantes com condição patológica
Wolkodoff et al. (2008)	The Fitness Effects of a Combined Aerobic and Pilates Program An Eight-Week Study Using The Stamina AeroPilates Pro XP555	AeroPilates Pro XP 555 Study, 1-31	Não ECR

ECR: Ensaio Clínico Randomizado.

APÊNDICE 4

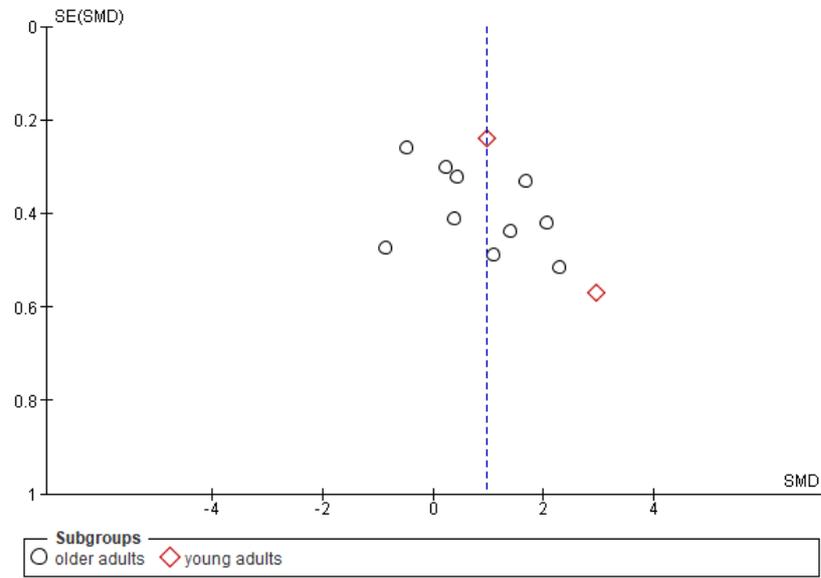


Figura Suplementar. Gráfico de funil da análise primária comparando exercícios de Pilates vs. grupos controle sobre aptidão cardiorrespiratória.

ANEXO 1

Registro do estudo na plataforma PROSPERO

To enable PROSPERO to focus on COVID-19 submissions, this registration record has undergone basic automated checks for eligibility and is published exactly as submitted. PROSPERO has never provided peer review, and usual checking by the PROSPERO team does not endorse content. Therefore, automatically published records should be treated as any other PROSPERO registration. Further detail is provided [here](#).

Citation

Raphael Gonçalves de Oliveira, Laís Campos de Oliveira, Rafaela Almeida Gonçalves, Gleice Beatriz Batista Vitor. Effects of Pilates Exercises on Cardiorespiratory Fitness. PROSPERO 2021 CRD42021258895 Available from: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42021258895

Review question

Are Pilates Exercises Effective in Improving Cardiorespiratory Fitness?

Searches

The databases searched will be: PubMed, CENTRAL, CINAHL, EMBASE, LILACS, PEDro, SPORTDiscus, Web of Science. There will be no language or publication date restrictions.

Types of study to be included

Only Randomized and Controlled Clinical Trials will be included.

Condition or domain being studied

Cardiorespiratory fitness (CRA) reflects the ability to transport oxygen from the atmosphere to the mitochondria to perform physical work. Therefore, it quantifies the functional capacity of an individual. Strong evidence indicates that higher levels of ACR are associated with lower risk of all-cause morbidity and mortality. In this sense, identifying interventions that can positively affect ACR becomes relevant for the prevention and/or rehabilitation of various diseases, especially those of the circulatory system.

Participants/population

Individuals will be included regardless of age and gender. Individuals with severe pathological conditions, such as degenerative diseases, will be excluded.

Intervention(s), exposure(s)

Pilates will be defined by exercises, which respect six traditional basic principles (concentration, centering, control, breath, fluidity, and precision) during execution performed on specific equipment (e.g.: Cadillac, Reformer, Chair and Ladder Barrel), accessories (e.g.: Thera-Band and Ball), or a gym mat, in which the weight of the body itself is used as resistance.

Comparator(s)/control

The following will be considered as comparators: a) no intervention (true control groups); b) other forms of intervention.

Context

Studies will be excluded that: a) are not classified as Randomized Clinical Trials will be excluded; b) have not used Pilates exercises as an intervention; c) associated Pilates exercises with another intervention and there was no comparison group with this same intervention; d) did not assess cardiorespiratory fitness with a valid method for this purpose; e) included participants with severe pathological conditions, such as degenerative diseases.

Main outcome(s)

Cardiorespiratory fitness will be defined as the ability of the respiratory and circulatory systems to supply fuel during prolonged activities and eliminate fatigue, translated by the maximal oxygen uptake (VO₂max)

Measures of effect

weighted mean difference or standardized mean difference between Pilates and control groups

Additional outcome(s)

Not applicable

Measures of effect

The measure of effect is predicted to be the mean difference between groups or the effect size of the intervention by the standardized mean

Data extraction (selection and coding)

The following information will be extracted from each study: a) name of the first author and year of publication; b) number of volunteers allocated to each group; c) country where the study was carried out; d) mean and standard deviation of age in each group; e) duration of the study, weekly frequency and time of each session; f) exercises used (protocols, control of exercise intensity, number of sets and repetitions); g) sequence of exercises; h) equipment and accessories used; i) activities carried out by other intervention groups; j) activities of the control group; k) cardiorespiratory fitness assessment method; n) results reported for the cardiorespiratory fitness in the comparison between groups; o) percentage of volunteers who completed the Pilates program; p) adverse events.

Risk of bias (quality) assessment

The methodological quality will be assessed by the PEDro (Physiotherapy Evidence Database) scale by two blind reviewers.

Strategy for data synthesis

For the meta-analysis, the measurement of effect will be the weighted mean difference or the standardized mean of the difference between the Pilates groups vs. control.

The Cochran Q test for heterogeneity will be performed and considered statistically significant if $p \leq 0.10$. Heterogeneity will be also quantified with the statistical I^2 , whereby 0–40 % may not be important, 30–60 % may represent moderate heterogeneity, 50–90 % may represent high heterogeneity, and 75–100 % is defined as considerable heterogeneity. Fixed effects models will be used when there was no statistically significant heterogeneity, otherwise random effects models were used. The values for the effect of treatment will be considered statistically significant when $p < 0.05$. All analyses will be performed using the program Review Manager (RevMan), Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration.

Analysis of subgroups or subsets

Sensitivity analysis should be performed including only studies of high methodological quality (PEDro score >5). Subgroup analyses, if relevant, should consider factors such as: duration of intervention; weekly frequency; duration of sessions; Pilates in equipment or Mat Pilates; age group. Some of these subgroup analyzes may not be relevant due to the characteristics of the studies, while others, not considered initially, may be necessary.

Contact details for further information

Raphael Gonçalves de Oliveira
rgoliveira@uenp.edu.br

Organisational affiliation of the review

Universidade Estadual do Norte do Paraná
www.uenp.edu.br

Review team members and their organisational affiliations

Professor Raphael Gonçalves de Oliveira. Universidade Estadual do Norte do Paraná
Professor Laís Campos de Oliveira. Universidade Estadual do Norte do Paraná
Dr Rafaela Almeida Gonçalves. Universidade Estadual do Norte do Paraná
Gleice Beatriz Batista Vitor. Universidade Estadual do Norte do Paraná

Type and method of review

Intervention, Meta-analysis, Systematic review

Anticipated or actual start date

02 June 2021

Anticipated completion date [1 change]

07 July 2022

Funding sources/sponsors

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brazil

Conflicts of interest

Language

English

Country

Brazil

Stage of review [1 change]

Review Completed not published

Subject index terms status

Subject indexing assigned by CRD

Subject index terms

MeSH headings have not been applied to this record

Date of registration in PROSPERO

03 July 2021

Date of first submission

02 June 2021

Stage of review at time of this submission [2 changes]

Stage	Started	Completed
Preliminary searches	Yes	Yes
Piloting of the study selection process	Yes	Yes
Formal screening of search results against eligibility criteria	Yes	Yes
Data extraction	Yes	Yes
Risk of bias (quality) assessment	Yes	Yes
Data analysis	Yes	Yes

Revision note

We have updated the status of our study as we have completed data analysis and are preparing to write a manuscript for publication.

The record owner confirms that the information they have supplied for this submission is accurate and complete and they understand that deliberate provision of inaccurate information or omission of data may be construed as scientific misconduct.

The record owner confirms that they will update the status of the review when it is completed and will add publication details in due course.

Versions

03 July 2021

03 July 2021

20 July 2021