

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
EDUCAÇÃO FÍSICA – BACHARELADO

LUAN COELHO CALIMAN  
THAÍS PEREIRA DUTRA CABRAL

**‘DOSE-RESPOSTA’ DO EXERCÍCIO FÍSICO PARA PREVENÇÃO DE DOENÇAS  
CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E PARA O AUMENTO DA SOBREVIDA:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

VITÓRIA

2016

LUAN COELHO CALIMAN  
THAÍS PEREIRA DUTRA CABRAL

**‘DOSE-RESPOSTA’ DO EXERCÍCIO FÍSICO PARA PREVENÇÃO DE DOENÇAS  
CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E PARA O AUMENTO DA SOBREVIVÊNCIA:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Bacharelado  
em Educação Física, Centro de  
Educação Física e Desportos,  
Universidade Federal do Espírito Santo,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Lunz.

VITÓRIA

2016

LUAN COELHO CALIMAN  
THAÍS PEREIRA DUTRA CABRAL

**‘DOSE-RESPOSTA’ DO EXERCÍCIO FÍSICO PARA PREVENÇÃO DE DOENÇAS  
CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E PARA O AUMENTO DA SOBREVIDA:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Vitória, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

-----  
Prof. Dr. Wellington Lunz (Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

-----  
Prof. Leonardo Carvalho Caldas  
Universidade Federal do Espírito Santo

-----  
Prof. Marcelo Leão  
CREF: 000015-G/ES

À nossas famílias, por existirem e nos ensinar sobre valores e sobre amor. Dedicamos!

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao mundo pelo dinamismo, por não permitir que as coisas sejam feitas sempre da mesma forma, nos proporcionando e permitindo questionar, pesquisar, descobrir e aprender. Caso contrário, nosso trabalho de conclusão de curso não teria sentido.

Agradecemos a nossas famílias por serem, essencialmente, o alicerce disso tudo. O desejo de mudança para um mundo melhor, tem como berço, os valores a nós ensinados através de vocês. Qualquer palavra aqui descrita será insuficiente para demonstrar tamanha gratidão!

Ao nosso professor e orientador, Wellington, todo nosso carinho, reconhecimento e agradecimento por nos acompanhar durante todo este trabalho, com tanta paciência e dedicação. Por nos inspirar em nossa busca pela verdade, e em nosso crescimento como pessoas e como acadêmicos.

A nossos amigos, colegas de curso, de trabalho, aos que já se foram, e a todos aqueles que de alguma forma estiveram próximos a nós, nossa enorme gratidão! Cada pequeno momento trouxe um grande significado!

À vida e a Deus, por nos permitir a experiência e o aprendizado.

## EPÍGRAFE

“Se pudéssemos dar a cada indivíduo a quantidade certa de nutrição e exercício, não tão pouca e nem muita, teríamos encontrado o caminho mais seguro para a saúde.”

Hipócrates

“A vida sedentária é justamente o pecado contra o santo espírito.”

Friedrich Nietzsche

## RESUMO

É praticamente consenso entre os cientistas que estudam efeito do treinamento físico e atividade física que existe clara associação positiva entre exercício físico e diversos benefícios ao organismo. Porém, a relação 'dose-resposta' ótima e magnitude destes benefícios ainda não são completamente compreendidas. A partir desta perspectiva, o objetivo desse trabalho foi investigar a 'dose' ideal, considerando volume, intensidade, número de sessões e modalidade de exercício físico, que geraria a melhor 'resposta' (avaliação 'dose-resposta') para prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e aumento da sobrevida. Para isso, utilizamos de um delineamento de revisão narrativa de literatura. As bases de dados PubMed e Bireme foram acessadas para busca de artigos científicos. Dentre os estudos acessados, foi possível compreender o acúmulo de conhecimento numa perspectiva curso-temporal, que iniciou no século XX. De forma resumida, foi possível fazer as seguintes interpretações: (1) Não há consenso para a dose ideal, ou mesmo para as doses mínima ou máxima de exercício. Diferentes doses podem oferecer respostas similares, e por vezes doses similares oferecem respostas diferentes dependendo do sexo, idade, condição clínica, modalidades e nível de aptidão física; (2) Apesar de ainda não ser possível determinar com precisão, pode-se afirmar que existe uma 'dose' ideal, uma vez que a dose-resposta para prevenção de doenças e mortalidade apresenta um comportamento gráfico similar a um 'U', o que permite interpretar que a dose ideal estará em algum ponto dentro dessa amplitude. Ressalta-se que até pouco tempo atrás acreditava-se numa relação linear: "quanto mais exercício, melhor"; (3) Devido às muitas variáveis do treinamento, as diferentes modalidades de exercício e atividade física, diferentes doenças, diferentes perfis de pessoas (ex: jovem ou idoso; homem ou mulher, etc.), torna-se muito difícil padronizar a 'dose' de exercício; (4) Ainda que estabelecer um ponto de corte para a dose ideal não seja uma tarefa fácil, foi possível identificar que doses entre 600 a 4000 MET-min/sem estão positivamente associadas com prevenção de doenças e/ou redução da mortalidade.

Palavras-chave: Dose-resposta. Doenças crônicas não transmissíveis. Exercício físico. Sobrevida

## ABSTRACT

It is practically consensus among scientists that exercise training and physical activity are positively associated with various body benefits. However, the optimal dose-response relationship and the magnitude of these benefits are still not fully understood. From this perspective, the aim of this study was to investigate the ideal dose, considering volume, intensity, number of sessions and exercise modality, which would generate the best 'response' (dose-response evaluation) for prevention of chronic non communicable diseases and survival increasing. We used a narrative review of literature, and the PubMed and Bireme databases were accessed for scientific articles. Among the studies, it was possible to understand the knowledge accumulation in a temporal course perspective, which began in the 20th century. In summary, it was possible to make the following interpretations: (1) There is no consensus for the ideal dose, or even the minimum or maximum doses of exercise, because different doses may offer similar responses, and sometimes similar doses offers different responses depending on sex, age, clinical condition, modalities and fitness level; (2) Although it is still not possible to determine accurately, it can be stated that there is an ideal 'dose', since the dose-response for disease prevention and mortality show a graphical behavior similar to 'U'. This permit to interpret that the ideal dose will be in somewhere within this range. It is worth to emphasize that until recently it was assumed a linear relation ('more exercise, better effect!'); (3) Considering the many training variables, different modalities of exercise and physical activity, different diseases, different profiles of people (e.g.,: young or old, man or woman, etc.), it becomes very difficult to standardize the ideal exercise dose; (4) Although to establish a cut-off point for ideal dose is not an easy task, it was possible to recognize that doses between 600 and 4000 MET-min/week are positively associated with disease prevention and or mortality reduction.

**Key words:** Dose-response. Chronic non communicable diseases. Physical exercise. Life expectancy.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	7
MATERIAL E MÉTODOS .....	9
RETROSPECTIVA (1978 a 2011) DAS RECOMENDAÇÕES DE TREINAMENTO PARA PREVENÇÃO DE DOENÇAS E AUMENTO DA EXPECTATIVA DE VIDA.....	10
LIMITAÇÕES.....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## INTRODUÇÃO

A manutenção da saúde e longevidade tem sido fatores de constante preocupação ao longo da história da humanidade, e o exercício físico, nas suas diferentes tipificações, é um dos elementos socioculturais que há séculos está relacionado a tal preocupação. De fato, ainda na Grécia antiga, o filósofo Platão (428 – 348 a. C.) já alertava sobre os perigos da inatividade física, e, naquela ocasião, afirmou que o exercício físico metódico poderia salvar e preservar a vida humana.

Entretanto, considerando a ciência moderna (pós século XVI) (MARCONI e LAKATOS, 2007) foi apenas na década de 1950 que surgiram os estudos mais impactantes sobre a importância da atividade física para a saúde cardiovascular e aumento da expectativa de vida. O pioneirismo em revelar a associação positiva entre exercícios físicos e saúde coube ao epidemiologista Jerry Morris e colaboradores, que publicaram uma série de estudos, nos quais compararam o nível de atividade física com a incidência de doenças cardíacas, *angina pectoris*, infarto e morte súbita cardíaca (MORRIS et al. 1953).

Em seus dois primeiros estudos, Morris et al. (1953 e 1954) compararam a incidência de doenças cardíacas entre motoristas sedentários e cobradores que, naquela ocasião, eram fisicamente mais ativos que os motoristas em sua atividade laboral. Os autores verificaram que a taxa de mortalidade foi maior no grupo mais sedentário (motoristas) em três diferentes momentos: (1º) três dias após a primeira ocorrência clínica da doença cardíaca (9% motoristas vs., 4% cobradores); (2º) após três meses (13% motoristas vs., 6% cobradores); (3º) e após três anos da primeira ocorrência clínica (16% motoristas vs., 8% cobradores).

Posteriormente, Morris et al. (1955) encontraram uma relação inversa entre atividade física laboral intensa e taxa de doenças crônicas não transmissíveis como doenças coronarianas, câncer de pulmão, úlcera duodenal, apendicite e doenças da próstata.

Essa série de estudos foi revolucionária no âmbito da epidemiologia do exercício, evidenciando, sobretudo, a influência da (in)atividade física em doenças crônicas não transmissíveis e com mortalidade.

Atualmente, décadas depois dos estudos pioneiros de Morris e Cols, é praticamente consenso entre os cientistas que estudam efeito do treinamento físico e atividade física que estes estão claramente associados com diversos benefícios ao organismo. Dentre

tais benefícios, destacam-se a preservação das habilidades funcionais por meio do fortalecimento da musculatura esquelética, melhora da composição corporal e qualidade do sono, prevenção de doenças cardiorrespiratórias, osteoporose, cânceres (ex: pulmão e cólon), diabetes *mellitus* tipo 2, síndrome metabólica, depressão e, também, prevenção de morte súbita e mortalidade por todas as causas (BLAIR et al. 1992; FAFF, 2004; POWELL et al. 2011; I-MIN LEE et al. 2012; BENATTI, RIED-LARSEN 2015).

Entretanto, apesar de praticamente haver consenso de que o exercício físico promova vários benefícios orgânicos, como os supramencionados, a relação 'dose-resposta' ideal e magnitude destes benefícios ainda não estão completamente compreendidas. Ou seja, considerando as variáveis do treinamento físico, principalmente aquelas referentes a volume, intensidade, duração do treinamento e modalidade (POWELL et al., 2011), qual seria a melhor 'dose-resposta'? E qual a magnitude de benefício de cada variável investigada para, por exemplo, prevenção de doenças e aumento da expectativa de vida?

Ao longo dos anos foram preconizadas diferentes recomendações à realização de exercícios objetivando prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (SAMPAIO et al., 2013) até se chegar às recomendações mais utilizadas atualmente [*US Department of Health and Human Services*, 2008; *American Heart Association/ American College of Sports Medicine* (AHA/ACSM), 2007; ACSM, 2011], as quais propõem 150 min/sem de atividades físicas moderadas ou 75 min/sem de intensidade vigorosa.

Nesse caso, a intensidade é proposta em equivalente metabólico (MET), sendo que 3 a 5,9 MET é considerado um intervalo de intensidade moderada, e  $\geq 6$  MET intensidade vigorosa (*US Department of Health and Human Services*, 2008), ou seus equivalentes em % $VO_{2max}$  para o caso de exercícios cardiorrespiratórios, e em %1RM para exercícios contrarresistência (ACSM, 2011). Já em relação ao volume semanal, a recomendação é que o acúmulo mínimo de dispêndio energético com atividades físicas seja equivalente a 500 – 600 MET-min/sem (AHA/ACSM, 2007; *US Department of Health and Human Services*, 2008).

Essas recomendações, entretanto, podem ser criticadas por não deixarem claro se elas consideram o gasto energético de atividades físicas no trabalho, uma vez que, dependendo da modalidade laboral, o gasto energético gerado pode ser superior a muitas atividades físicas de lazer. Além disso, essas recomendações são generalistas, de modo que

não conseguem explicar qual seria a magnitude do efeito do exercício na prevenção das diferentes doenças e para a longevidade.

Recentemente, vários estudos (POWELL et al. 2011; LEE et al.2014; WEN et al. 2014; AREM et al. 2015; SCHNOHR et al. 2015; PANDEY et al. 2015) apresentaram resultados que sugerem a necessidade dessas recomendações serem revistas, pois, tais estudos, sustentam que é possível obter resultados bastante positivos para prevenção de algumas doenças e redução da mortalidade com 'dose' de exercício físico muito menor que as recomendadas pelas diretrizes supramencionadas .

O que se pode afirmar para o momento é que, claramente, ainda não é possível dimensionar com boa precisão qual seria a 'dose' de exercício físico que geraria a melhor 'resposta' (efeito) para prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e aumento da sobrevida.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho de conclusão de curso foi investigar qual a 'dose' ideal, considerando volume, intensidade, duração do treinamento e modalidade de exercício físico, capaz de promover melhor 'resposta' (ou seja, uma avaliação da dose-resposta) na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e aumento da sobrevida.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido utilizando-se um delineamento de revisão narrativa de literatura, sendo, portanto, caracterizado como pesquisa de cunho indireto que utiliza de conhecimentos prévios presentes na literatura científica para explicar e analisar criticamente um problema (MATTOS, ROSSETTO JR., BLECHER 2004).

Embora uma revisão narrativa não tenha como compromisso informar a metodologia para busca de dados (ROTHER, 2007) cabe destacar que a literatura que foi analisada no presente estudo seguiu o seguinte algoritmo: (1º) estudos previamente arquivados digitalmente pelo professor orientador, o qual vem acompanhando a literatura sobre 'dose-resposta' de exercício sobre aspectos da saúde/doença; (2) leitura de artigos citados por essas primeiras fontes analisadas; (3) busca de novos artigos que abordassem o

tema em importantes bases de dados, como PubMed e Bireme. Essa última base contempla várias outras como MEDLINE, LILACS e Scielo.

## **RETROSPECTIVA (1978 a 2011) DAS RECOMENDAÇÕES DE TREINAMENTO PARA PREVENÇÃO DE DOENÇAS E AUMENTO DA EXPECTATIVA DE VIDA.**

Desde o século XX, com a publicação dos estudos pioneiros de Jeremy Morris e colaboradores (1953,1954,1955), identificou-se associação positiva entre atividade física e saúde. Nesses primeiros estudos os seus autores compararam profissões com maior ou menor gasto energético em atividades físicas.

Vários outros estudos de cunho epidemiológico, produzidos durante as décadas de 1980, 1990 e início dos anos 2000, confirmaram os benefícios de ser fisicamente ativo (BLAIR et al. 1989, 1992, 1995, 1996, 2004; KAMPERT et al. 1996; KESANIEMI et al. 2001; PAFFENBARGER et al.1986). Esses estudos se preocuparam em investigar efeitos de atividades físicas realizadas no tempo de lazer e estilo de vida dos praticantes, incluindo o comportamento sedentário.

Estes estudos supramencionados são algumas das principais fontes que dão suporte as recomendações e posicionamentos de órgãos científicos de saúde, visando diminuir o sedentarismo, o qual é considerado um dos maiores vilões da boa saúde. A inatividade física também está diretamente associada com 6-10% das mortes decorrente de doenças crônicas não transmissíveis, bem como 9% da mortalidade adulta precoce (MIN-LEE et al., 2014).

O ACSM, é atualmente a maior organização associativa de medicina esportiva do mundo. A associação se formou em meados de 1954 por um pequeno grupo de educadores físicos e médicos que reconheceram que alguns problemas de saúde estavam diretamente relacionados com o estilo de vida, principalmente o tabagismo e o sedentarismo. O ACSM, desde então, dedica-se aos avanços e integração de investigações científicas e suas aplicações educativas e práticas no âmbito das ciências do esporte e da medicina esportiva. (ACSM, 2017).

No fim da década de 1970, o ACSM (1978) publicou recomendações de frequência, intensidade e duração de exercícios físicos, considerando dados referentes a melhora da saúde cardiorrespiratória promovidos pelo exercício físico. Foi preconizada a realização de exercícios aeróbios (ou *endurance*) com frequência de 3-5 vezes na semana, duração de 15 – 20 min/dia, e intensidade entre 50 – 85% da FC de reserva (BLAIR et al., 2004).

Em 1990, as recomendações sofreram mudanças. O ACSM reconheceu que para potenciais benefícios à saúde seriam necessários a realização de exercícios físicos com maior frequência e maior duração, porém com intensidade menor, de 40-60% do  $VO_{2max}$  (BLAIR et al., 1992). Quantitativamente se resume em 3-5 vezes por semana, realizados em uma média de 20-60 minutos por dia, e com a intensidade entre 40-60% do  $VO_{2max}$  (BLAIR et al., 2004). Nesta mesma publicação de 1990, o ACSM reconheceu pela primeira vez os benefícios de um programa de treinamento contrarresistência para o desenvolvimento e manutenção da qualidade de vida de adultos saudáveis. (FEIGENBAUM; POLLOCK, 1999)

Alguns estudos influenciaram notavelmente essas atualizações de 1990 publicadas pelo ACSM. Um desses estudos que merece destaque é o de Carspersen et al (1985), o qual definiu e sistematizou termos como 'atividade física' e 'exercício físico', conceituando-os de acordo com a quantidade de energia despendida durante a o movimento corporal produzido pela musculatura esquelética, o que mais tarde serviria como indicadores importantes de intensidade e volume.

Outro importante estudo, dentro da mesma perspectiva de contribuição para atualização das diretrizes, foi o de Blair et al (1989). Esse estudo do tipo coorte com seguimento de aproximadamente dezenove anos, conseguiu associar o baixo nível de atividade física com mortes por todas as causas e por doenças cardíacas em homens, tendo como referencial a atividade física praticada no tempo de lazer. O diferencial histórico desse estudo foi categorizar a intensidade e o volume das atividades físicas de lazer pelo dispêndio de energia.

Em 1995, o ACSM novamente atualizou seu posicionamento sobre as recomendações de atividades físicas diárias para adultos entre 18-65 anos, excluindo grupos que apresentavam doenças crônicas e mulheres em período gestacional. Esse documento manteve a frequência semanal de 3 - 5 vezes por semana, duração de 20 a 60 min por dia e

intensidade similar, de 40%-85% da FC de reserva. A diferença principal foi que o documento recomendou priorizar a frequência de cinco vezes na semana, com intensidade moderada (3 a 6 MET). A Tabela 1 descreve exemplos dessas atividades moderadas (ACSM, 2007).

TABELA 1: Equivalente em MET para atividades comuns classificadas como leve, moderada e vigorosa, adaptado do ACSM (2007).

<b>Leve: &lt; 3 METs</b>	<b>Moderada 3.0 – 6.0 METs</b>	<b>Vigorosa &gt;6.0 METs</b>
Caminhada caminhar em torno da casa, escritório ou loja = 2.0*	Caminhada a 3.0 mph = 3.3*  Caminhada a um ritmo muito vigoroso (4 mph) = 5.0*	Trote e corrida  Caminhada muito, muito vigorosa (4.5mph) = 6.3*  Caminhada/em montanha ritmo moderado com subida com ou bagagem leve (4,5 kg) = 7.0 Caminhada/em montanha íngreme e bagagem 4,5–19 kg = 7.5–9.0 Trote a 5 mph = 8.0* Trote a 6 mph = 10.0* Corridas a 7 mph = 11.5*
<b>Atividades cotidianas e Laborais (ocupacionais)</b>	Limpeza - Pesada: lavar janelas, carro, limpar garagem= 3.0 Varrer chão ou carpete, aspirar pó, passar pano no chão = 3.0–3.5 Carpintaria— geral = 3.6 Carregar e cortar madeira = 5.5 Cerrar com cerra elétrica— caminhando e aparando grama = 5.5	<b>Atividades cotidianas e Laborais (ocupacionais)</b>  Pegar areia, carvão, etc. com a pá = 7.0 Carregar material pesado como tijolos = 7.5 Trabalho de fazenda, como puxar, juntar feno = 8.0 Carregar e cortar madeira = 5.5 Cavar córregos e valas = 8.5
<b>Lazer e Esportes</b> Artesanato, jogar cartas= 1.5 Sinuca = 2.5	<b>Lazer e Esportes</b> Badminton — recreação = 4.5 Basquete— Arremessos = 4.5 Ciclismo— no plano: esforço leve (10–12 mph) = 6.0	<b>Lazer e Esportes</b> Basquete jogo = 8.0 Ciclismo no plano: esforço moderado (12–14 mph) = 8.0; vigoroso (14–16 mph) = 10

Velejar em barco a motor = 2.5	Dançar— dança de salão lento= 3.0; dança de salão rápido = 4.5	Cross country Ski— leve (2.5 mph = 7.0; rápido (5.0–7.9 mph) = 9.0
Dardo = 2.5	Pescar dentro do rio andando= 4.0	Futebol — recreação = 7.0; Futebol competição = 10.0
Pescar sentado = 2.5	Golfe — caminhando = 4.3	Natação— moderado/vigoroso = 8–11†
Tocar a maioria dos instrumentos= 2.0–2.5	Velejar, Wind surf= 3.0	Tênis simples= 8.0
	Natação recreativa= 6.0†	Voleibol— competição ou vôlei de praia= 8.0
	Tênis de mesa= 4.0	
	Tênis em dupla= 5.0	
	Voleibol— recreação = 3.0–4.0	

\* Superfície plana e dura.

† Valores de MET podem variar de pessoa para pessoa durante a natação como resultado de braçadas diferentes e nível de habilidade.

Três anos depois, em 1998, houve outra atualização das recomendações. Nesse documento foi mantida a frequência de 3 a 5 vezes por semana. A duração continuou sendo de 20 a 60 minutos diários, mas que agora podia também ser cumprida de forma intermitente. A intensidade também passou a ser sugerida em percentual da FC máxima (55-65% – 90%), e percentual do VO<sub>2</sub> de reserva (40-50% - 85%). Nesta diretriz o ACSM deu mais ênfase a importância do treinamento contrarresistência, destacando que o mesmo poderia representar um programa de treinamento integral para um adulto, devido principalmente aos ganhos de força e resistência da musculatura esquelética, resistência aeróbica, e manutenção da massa magra.

O ACSM propôs como ideal para um programa de treinamento: estímulos aos grandes grupamentos musculares, contendo 8 a 10 exercícios, organizados em múltiplas séries com frequência semanal de duas a três vezes por semana. O número de repetições seria algo em torno de 8-12 repetições para a maioria dos adultos, enquanto que para os mais idosos, algo em torno de 10-15 repetições (ACSM, 1998). Um estudo publicado no ano seguinte, 1999, por Feigenbaum e Pollock, confirmou que uma prescrição adequada de exercícios contrarresistência foi capaz de melhorar aspectos da qualidade de vida, prevenir e contribuir para reabilitação de fraturas, manutenção do percentual de massa muscular, *endurance* e, como esperado, força muscular.

É importante destacar esse estudo de Feigenbaum e Pollock (1999), porque ele influenciou a atualização seguinte do ACSM, que só foi realizada em 2007. Feigenbaum e Pollock (1999) fizeram uma revisão dos posicionamentos científicos acerca dos exercícios



contrarresistência e, naquela ocasião, defenderam que a prescrição de exercícios contrarresistência deveria ser de 15 repetições máximas (RM), realizados no mínimo duas vezes por semana, contendo 8-10 exercícios que envolvessem grandes grupos musculares. Quanto ao número de séries, os autores apresentaram estudos em que duas e três séries geravam resultados positivo, mas também que séries únicas ofereciam resultados similares com a vantagem de despender menos tempo. Essa compreensão foi mantida pelas recomendações do ACSM, em 2007, embora optassem em manter a mesma intensidade da sua última recomendação, ou seja, 8-12RM.

Uma contribuição do posicionamento de 2007 foi à proposição do uso do MET para mensurar intensidade e volume, permitindo assim melhor interpretar a 'dose-resposta'. Propuseram uma escala para classificar atividades em 'leve', 'moderada' e 'vigorosa' pelo uso do MET; o volume de atividades aeróbias continuou sendo considerado de forma intermitente, desde que a soma das atividades de intensidades moderadas fossem de 20 – 60 minutos.

Em 2011, a ACSM atualizou seu posicionamento, com destaque as explicações das variáveis relacionadas às atividades físicas, e qual seria a quantidade (volume) e qualidade (intensidade) ideal para desenvolvimento de capacidades físicas. Novamente, a atualização cobriu tanto exercícios de exercício aeróbico como contrarresistência.

No caso dos exercícios de *endurance*, recomendaram intensidade moderada de 30 min/dia, em média, por cinco vezes na semana, totalizando 150 min/semana; ou a realização de exercícios de intensidade vigorosa de 20 min/dia, em média, por três vezes na semana, totalizando 75 min/semana; ou a combinação das duas intensidades desde que totalizando um gasto de 500 – 1000 MET-min/semana.

Em relação aos exercícios contrarresistência, recomendou-se frequência de 2-3 dias na semana, priorizando os grandes grupos musculares, com duração média de 1 min por exercício, englobando exercícios capazes de desenvolver ou preservar o equilíbrio muscular, coordenação e agilidade.

Todos esses posicionamentos demonstram a preocupação com uma vida fisicamente ativa e registram o acúmulo de conhecimento acerca da busca pela qualidade de vida, via principalmente, desenvolvimento e manutenção do condicionamento cardiorrespiratório e resistência muscular esquelética.

É possível identificar nessa retrospectiva dos textos do ACSM uma mudança de paradigma. Até o posicionamento de 1995 as recomendações de treinamento ainda estavam mais relacionadas ao desempenho físico, uma vez que a maior parte da literatura se ocupava disso. A partir de 1995, com o aumento do nível de evidência associando sedentarismo as doenças crônicas não transmissíveis, o ACSM passou a se preocupar em recomendações que pudessem contribuir para a prevenção de doenças, portanto, o treinamento físico agora tinha um apelo mais associado à saúde que ao desempenho físico.

O ACSM acredita que o planejamento adequado de todas as valências do treinamento proporciona aumento da sobrevivência e menor risco de morte por doenças crônicas não transmissíveis. Entretanto, para que o planejamento seja adequado, os estudos base dos posicionamentos alertam para uma curva de dose-resposta.

O que a curva dose-resposta sugere, diferente do que se acreditava antigamente, é que não existe o “quanto mais, melhor”, e sim uma dose ideal, uma vez que a ausência e o excesso de treinamento são prejudiciais. Uma vez que já está superada qualquer dúvida que se poderia ter em relação à importância do exercício físico para saúde e longevidade, o grande desafio atual é identificar qual (ais) o(s) estímulo(s) (ou dose) que de fato contribui(em) para prevenção de doenças e longevidade.

## **DOSE-RESPOSTA AO EXERCÍCIO FÍSICO**

O conceito de dose-resposta vem da farmacologia, e diz respeito às mudanças ocasionadas pela exposição a diferentes quantidades (dose) de um determinado fármaco. Ao transpor para a área epidemiológica do exercício, o mesmo preserva o sentido conceitual, entretanto, no caso do exercício ou atividade física, o que muda é o agente, pois, nesse caso, não se trata de fármacos. Adquire o sentido de evidência capaz de avaliar os benefícios ou riscos (resposta) da atividade física ou exercício físico (agente estressor; dose). Entretanto, como exercícios físicos envolvem diferentes variáveis ao mesmo tempo, a interpretação da dose é mais difícil que no âmbito farmacológico.

O ACSM (2007) compreende o termo 'dose' por duas dimensões: (1) total de energia despendido (MET), o qual sofre influência tanto do volume quanto da intensidade; ou (2) como intensidade, frequência e duração da atividade.

Pelo conceito de MET, as atividades físicas são categorizadas como moderadas (3 a 5,9 MET) e como vigorosas (acima de 6 MET). Ao se realizar o somatório de MET das atividades, eles recomendam apresentar como volume semanal. Nesse caso, a 'dose' recomendada por semana daria valores entre 500-1000 MET-min/sem (ACSM, 2011) ou 500 – 600 MET-min/sem (AHA/ACSM, 2007; *US Department of Health and Human Services*, 2008). Estas atividades podem se alternar entre moderadas e vigorosas, porém, nessas recomendações não está claro como (e se) as atividades domésticas e laborais estariam incluídas nesta 'dose' semanal.

É interessante destacar que até às diretrizes de 1995, a interpretação que se tinha é que 'quanto mais atividade física, melhor seria', ou seja, quanto mais atividade física, menores seriam os riscos de doenças cardiovasculares e mortes precoces induzidas pelo sedentarismo. A preocupação era, portanto, muito mais compreender qual seria a dose mínima.

No ano 2000, um simpósio científico organizado pelo Instituto de Saúde Canadense e o Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (CDC) (Sampaio et al. 2013) reconheceram que não haveria apenas uma 'dose mínima', mas também um 'dose máxima' de exercício físico. Percebeu-se que atividades, principalmente de alta intensidade ou vigorosas, feitas em longa duração aumentavam os riscos cardiovasculares e de morte adulta prematura.

De fato, estudos posteriores (POWELL et al. 2011; LEE et al. 2014; WEN et al. 2014; AREM et al. 2015; SCHNOHR et al. 2015; PANDEY et al. 2015) confirmaram essa interpretação de que um volume excessivo de exercício físico também é prejudicial.

Ou seja, os benefícios induzidos por exercícios físicos não apresentam relação linear com o volume de exercício. Isso claramente permite interpretar que há uma 'dose ideal', embora, em virtude da complexidade das variáveis envolvidas na prescrição de exercícios físicos, inclusive às suas diferentes modalidades, não é fácil se estabelecer essa 'dose ideal'. Ainda em relação a esse simpósio realizado no ano 2000, chegou-se as seguintes interpretações:

(1) A relação exercício físico (dose) e prevenção de doenças cardiovasculares (resposta) apresenta um formato gráfico similar a um “U”, sinalizando a existência de uma dose ótima, e que tanto a ausência quanto o excesso de exercício físico podem ser ruins em proporção similar. É difícil determinar a dose exata, pois parece dependente do nível de condicionamento, sexo e idade.

(2) Não se sabe com precisão os efeitos de se ultrapassar os limites máximos das recomendações de atividade física, porém, sabe-se que ultrapassar os limites inferiores promove melhor resposta na prevenção de doenças cardiovasculares;

(3) Há indicação de que atividades de intensidade vigorosa podem beneficiar mais na redução de doenças cardiovasculares e morte prematura que atividades de intensidade moderada, independente da contribuição do gasto energético dessas atividades;

(4) Diferente das recomendações de 1995 que apontavam para 30 minutos diários, e mínimo de cinco vezes por semana de atividade física moderada, houve posicionamento para se incluir atividades vigorosas de menor duração, podendo, sob dependência da intensidade, ficar entre 45-150 minutos por semana.

## **NOVAS PERSPECTIVAS PARA A DOSE-RESPOSTA “IDEAL” DE EXERCÍCIO E ATIVIDADE FÍSICA: VARIÁVEIS DA CURVA DOSE-RESPOSTA**

Após os estudos de Jerry Morris e colaboradores na década de 1950, vários outros estudos confirmaram a associação positiva entre atividade física e diversos benefícios ao organismo. Panfferbarger et al (1986), por exemplo, realizaram um estudo de coorte com 16.936 alunos da Universidade de Harvard, com idades variando entre 35 e 74 anos. No total, 1.413 ex-alunos morreram durante 12 a 16 anos de acompanhamento (1962 a 1978). Eles constataram que o gasto energético induzido pelo exercício físico entre 500 a 3500 kcal por semana foi capaz de diminuir a taxa de mortalidade. Naquela ocasião, entretanto, os autores chegaram a acreditar que: se algum exercício faz bem, quanto maior a dose, maior a magnitude desses benefícios. Entretanto, estudos mais recentes apontam que não existe essa relação linear entre nível de atividade física e benefícios ao organismo sugerida pelos autores.

Vale destacar que os próprios Panfferbarger e Cols (1986) perceberam no estudo deles que no extrato de alunos que ultrapassaram 3500 kcal por semana houve taxa de mortalidade levemente elevada em comparação aos extratos que gastavam menos energia por semana.

Em 2004, Faff revisou estudos que abordavam efeitos da atividade física e exercícios físicos na redução da mortalidade por todas as causas e sobre o risco de doenças cardiovasculares. Concluiu que ambos são capazes de reduzir a morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares, assim como o risco de morte por todas as causas. O autor, porém, não conseguiu relacionar a dose ideal. Apesar disso, ele destacou estudos que sugeriam prescrição de exercícios de intensidade moderada para manutenção da saúde de pessoas ainda sedentárias, assim como a não exclusão de exercícios de intensidade moderada à vigorosa para indivíduos já treinados.

Uma metanálise realizada por Sattelmair et al. (2011), a qual incluiu 33 estudos de coorte publicados desde 1995, investigou a associação entre o risco de desenvolver doenças cardíacas com os níveis de atividade física. Segundo os autores, ao se comparar pessoas que praticavam atividades físicas no seu tempo de lazer com aquelas que não praticavam, o risco de desenvolver doenças coronarianas foi 20% maior para os não praticantes. Ressalta-se que os praticantes seguiam as recomendações do *US Guidelines* de 2008, que orientava 150 min/sem de atividade moderada no tempo de lazer. E os autores verificaram que quem praticava cinco vezes mais atividades físicas, do que o recomendado pelo *US Guidelines*, durante o tempo de lazer possuíam 25% menos risco de desenvolver doenças coronarianas. Por outro lado, aquelas que praticam metade do recomendado apresentaram 14% menos risco.

Os autores dessa metanálise procuraram também quantificar o volume das práticas de atividade física no tempo de lazer e separá-las por gênero. Eles perceberam que a mesma dose aplicada a homens e mulheres produziam efeitos diferentes, de modo que o risco de desenvolver doenças coronarianas praticando atividades físicas no tempo de lazer, seguindo as recomendações do *US Guidelines*, foi 8% menor para homens, e de 20% menor risco para as mulheres. Ao analisarem a categoria de pessoas que praticaram cinco vezes mais atividades físicas que a indicada pelas recomendações do *US Guidelines*, homens e mulheres apresentaram 25% e 48%, respectivamente, menor risco de desenvolverem doenças coronarianas.

Uma revisão sistemática realizada por Samitz et al., também em 2011, encontrou resultados convergentes com a metanálise anterior em relação ao menor risco de mortalidade por todas as causas para mulheres que realizavam a mesma dose de exercício que homens. Nessa revisão os autores analisaram 23 estudos que se aplicavam a homens, nove estudos a mulheres e 24 estudos que combinavam ambos os sexos.

Em relação ao volume total de atividade física, os estudos acessados pelos autores incluíam tanto as atividades físicas praticadas no tempo de lazer, quanto as ocupacionais/laborais e atividades domésticas. No caso das atividades domésticas, o volume foi significativo apenas às mulheres. Os autores identificaram que, para ambos os sexos, o risco de mortalidade por todas as causas foi menor (redução de 17% nos homens, e 21% nas mulheres) quando se interpretou o volume pelo somatório das atividades físicas no tempo de lazer, ocupacionais e da vida diária com dispêndio energético que se enquadrava em aproximadamente 7 MET-h/dia ou 3000 MET-min/sem.

No entanto, ao se comparar as atividades separadamente, os autores encontraram uma maior redução na mortalidade por incremento de tempo de atividade física por semana para exercícios de intensidade vigorosa e esportes, mas uma redução menor para atividades da vida diária de intensidade moderada, incluindo atividades domésticas, jardinagem e caminhada. Não está completamente claro, tanto para os autores, como para nós, se essa diferença na redução de risco entre atividades vigorosas e de menor intensidade para a mesma duração total pode ser atribuída exclusivamente à intensidade da atividade. De qualquer forma, o estudo sugere que a intensidade é uma variável influenciadora.

Mais recentemente, Arem et al. (2015) analisaram seis pesquisas com delineamento de coorte, cujos participantes eram adultos de ambos os sexos. Os autores identificaram que o risco de mortalidade por todas as causas, e para doenças cardiovasculares e câncer, era 20% menor quando se seguia as recomendações do *US Guidelines* 2008, que preconizavam 75 min/sem de atividade vigorosa ou 150 min/sem de atividade de moderada intensidade ou o equivalente à 7,5MET-h/sem. Mas o risco de mortalidade diminuía para 31% quando a dose de exercício era uma ou duas vezes maior (ou seja, 15,0 -< 22,5 MET-h/sem) que a proposta pelo *US Guidelines*, e diminuía para 39% quando a dose era três a cinco vezes superior (22,5 -< 40,0 MET-h/sem) ao mínimo recomendado.

Os autores concluíram que a dose proposta pelo *US Guidelines* (2008) não parece a ideal, e que, ao menos para mortalidade por todas as causas e doenças cardiovasculares e câncer, o ideal seria algo em torno de três a cinco vezes o mínimo recomendado de atividade física de lazer. Eles enfatizam com isso, que a prática de atividades com maior intensidade, apresentam indícios de uma maior longevidade, assim como entendem que para os inativos não é ideal iniciar atividades físicas que com níveis maiores de intensidade.

Uma metanálise recentemente realizada por Pandey et al. (2015) converge com os resultados anteriores. Nessa metanálise os autores analisaram 12 estudos de coorte, eles concluíram que uma dose (1000 MET-min/sem) de aproximadamente o dobro atividade física recomendada como mínimo pelas diretrizes do *US Guidelines* 2008 (500 - 600 MET-min/sem) já é suficiente para diminuir em aproximadamente 19% o risco de insuficiência cardíaca.

Embora Pandey et al. (2015) apontaram uma dose benéfica acima do mínimo, eles não conseguiram determinar qual seria a dose ideal de atividade física para a prevenção de insuficiência cardíaca.

Num outro extremo, retornando ao estudo de Arem et al. (2015), eles verificaram que quando a dose ultrapassava 10 vezes o mínimo recomendado pelo *US Guidelines*, a curva de dose-resposta deixa de ser linear, passando a indicar prejuízo induzido pelo exercício. Os resultados desse estudo, portanto, concordam com os encontrados por Sattelmair et al., em 2011.

Lavie et al. (2015) também sustentam em sua revisão de literatura que doses altas de exercício podem ser tão ruins à saúde cardíaca quanto doses baixas, fortalecendo a interpretação de que uma curva dose-resposta de exercício físico teria o formato gráfico de um “U”. Esses autores apontaram uma lista de doenças e alterações fisiológicas nocivas relacionadas ao coração que uma pessoa poderá ser acometida quando submetidas a doses excessivas de exercício, dentre as quais eles destacam: fibrilação atrial, doença arterial coronariana, arritmias ventriculares malignas, dilatação e disfunção cardíaca e liberação de troponina cardíaca. Nessa revisão, entretanto, não é possível compreender com clareza o que os autores chamam de alta dose, embora vários exemplos dados pelos autores estão relacionados a maratonas.

Schnohr et al (2015) encontraram resultados diferentes daqueles obtidos por Arem et al. (2015), lembrando que esses últimos interpretaram que há benefício induzido pelo exercício físico até doses de cinco vezes a mínima recomendada pelo *US Guidelines* de 2008, e que doses superiores a 10 vezes a mínima trariam prejuízos. No entanto, na publicação de Schnohr et al (2015), a qual não fez parte da análise de Arem e Cols, fruto de um estudo prospectivo realizado entre 2001 e 2003, que analisou uma amostra aleatória de 19.329 pessoas da cidade de Copenhague, de ambos os sexos, e com idade entre 20 e 93 anos.

Os autores compararam pessoas que caminhavam ou corriam longas distâncias com não praticantes de exercício. Foram excluídos pessoas que apresentavam algum tipo de doença coronariana e câncer. As pessoas analisadas durante o estudo foram divididas em quatro grupos de acordo com seus níveis de aptidão física, sendo estes: I) Completamente sedentários; II) Praticantes de atividades leves (2h - 4h de caminhada por semana); III) Praticantes de atividades físicas leves com uma duração maior que 4h por semana, ou praticantes de atividades vigorosas com duração de 2h - 4h por semana; IV) Praticantes de atividades vigorosas por mais de 4h por semana ou pessoas que competiam em nível esportivo, treinando várias vezes por semana.

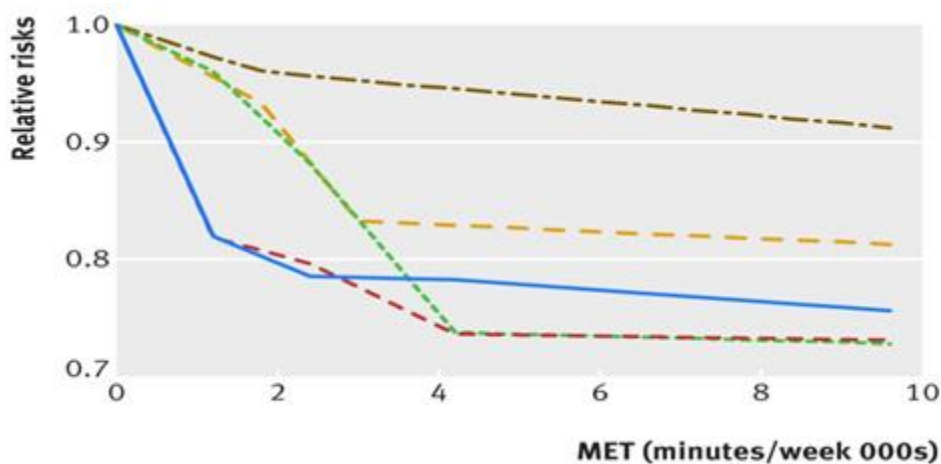
A exemplo de outros estudos, os autores confirmaram a associação positiva entre maior expectativa de vida e menor taxa de mortalidade por todas as causas em corredores quando comparados a sedentários. Mas, ao se analisar o impacto das diferentes intensidades, perceberam que as intensidades classificadas como leve e moderada permitiram baixos índices de mortalidade, enquanto que isso não ocorreu na corrida classificada como vigorosa. Os autores também verificaram que doses extenuantes (7 milhas/h ou > 12 METs, e > 4 vezes/sem) induziram problemas no coração como redução da fração de ejeção do ventrículo direito, fibrose do miocárdio, arritmias atriais e ventricular, enrijecimento da parede arterial, entre outros.

Considerando que o tema 'dose-resposta' é extramente relevante, um estudo mais recente objetivou especificamente investigar as doses mínima e máxima de atividade física (KYU et al., 2016). Esses autores realizaram uma metanálise que, após os critérios de exclusão, envolveu 174 artigos potencialmente relevantes que abordavam a dose-resposta de atividade física para a prevenção de doenças crônicas como câncer de mama e cólon, diabetes tipo 2, doença isquêmica do coração e infarto.



Como resultado, os autores perceberam que doses de atividade física entre 600 – 4000 MET -min/sem estavam associadas positivamente com a redução do risco de ocorrência dessas doenças. Para os autores, a dose ótima estaria acima de 600 MET- min/sem, que seria a dose mínima recomendada pelo ACSM.

Conforme pode ser percebido na Figura 1, a redução expressiva dos riscos de ser acometido pelas doenças investigadas aconteceu em doses baixas, sendo que a dose ótima para diabetes tipo 2, doença isquêmica do coração e infarto ficou em torno de 4.000 MET -min/sem. Para doses acima disso os ganhos foram mínimos, em doses menores que o recomendado pelo ACSM, a diminuição dos riscos também foi mínima.



**Figura 1:** Relação dose-resposta na prevenção de câncer de cólon (linha amarela), câncer de mama (linha marrom), diabetes (linha verde), infarto (linha azul) e doença isquêmica do coração (linha vermelha). Legenda: *Relative risks* = risco relativo; *MET minutes/week 000s* = MET minutos/semana 000s (000 = significa unidade de mil) . Fonte: Kyu ET AL, 2016, p.7.

Para melhor exemplificar, indivíduos com nível de atividade total de 600 MET min/sem tiveram risco de apenas 2% menor de desenvolver diabetes em comparação com aqueles que não relataram atividade física. E a redução do risco de desenvolver diabetes foi aproximadamente 25% quando faziam pouco mais de 4.000 MET. Por outro lado, acima de 4.000 MET praticamente não houve diminuição de risco adicional, sugerindo um platô nesse ponto.

A diminuição dos riscos para a maioria das doenças foi expressiva quando o acúmulo de atividade física ficou entre 2000-4000 MET-min/sem, embora a magnitude de redução de risco foi diferente (~ 5% a 25% de redução dos riscos) no ponto em que ocorreu o platô. Por exemplo, o platô de redução de risco ocorreu em ~ 2.500 MET para

infarto e ~ 4.000 MET para doença isquêmica do coração. Ou seja, tanto a magnitude de redução do risco de desenvolver a doença quanto a quantidade de atividade física necessária para alcançar um platô ótimo de proteção são diferentes para cada tipo de doença. Para doses muito mais altas, como 9000 – 12000 MET-min/sem, embora os benefícios não tenham aumentado de forma importante, também não foi identificado malefícios.

Nessa última metanálise, Kyu et al. (2016) identificaram também que o volume de atividade física foi a variável mais importante. E diferentemente de outros estudos que se concentraram principalmente em atividades realizadas no tempo livre, este estudo se preocupou em quantificar a atividade física total diária em vários domínios (recreação, transporte, tarefas domésticas, trabalho), uma vez que a atividade física medida apenas em um domínio (ex: no tempo de lazer) representaria apenas uma pequena parte da atividade diária. A avaliação de vários domínios permite encontrar valores de MET muito mais elevados. Por exemplo, os autores destacam que uma pessoa pode atingir 3000 MET min/sem somente realizando atividades da rotina, como subir escadas, atividades domésticas, uso de bicicleta como meio de transporte.

De modo geral, o que é possível interpretar por esses estudos supramencionados é que de fato existe uma dose ideal, já que a ausência ou excesso de exercícios estão associados ao maior risco de doenças e mortalidade. Portanto, há uma dose ótima de exercício físico, ainda que por ora não seja possível saber exatamente qual é essa dose ótima para diferentes grupos de pessoas, incluindo aquelas que são historicamente sedentárias ou que já tenham alguma patologia.

Também não é possível afirmar quais diferentes configurações de exercícios físicos, em termos de volume, intensidade, duração da intervenção e modalidade, gerariam resultados similares. Por exemplo, será que o treinamento de força poderia gerar resultados similares? E, nesse caso, considerando que o treinamento de força permite uma infinidade de prescrições diferentes, devido ao grande número de variáveis, quais seriam as melhores estratégias? O treinamento intervalado de alta intensidade, mas de baixo volume, também tem mostrado resultados significativos relacionados a desempenho físico e alterações fisiológicas positivas. Será que essa estratégia ofereceria resultados similares aos apresentados pelos estudos previamente mencionados? São questões que ainda precisarão ser respondidas.

Como demonstrado acima, vários estudos apontam que doses superiores às propostas pelas recomendações vigentes produzem resultados positivos, mas, que de modo geral, haveria um limite. Entretanto, talvez seja mais intrigante o fato de que existem estudos sugerindo que a dose ideal estaria abaixo da dose inferior proposta pelo *US Guidelines 2008*.

Lee et al. (2014) identificaram que corredores apresentam maior redução de morte por todas as causas (redução de 30%) e menor risco de doenças coronarianas (redução de 45%) quando comparados a não corredores. Mas a dose para isso foi bem inferior ao proposto pelas recomendações vigentes. Esse estudo fez análises interessantes sobre a dose-resposta, classificando a amostra em seis grupos: não corredores, e mais cinco quintis relacionados à duração, distância, intensidade, frequência e valor total de MET/min/sem de corridas.

Em relação a duração, os quintis foram: 1º quintil, <51 min/sem; 2º quintil, 51-80 min/sem; 3º quintil, 81-119 min/sem; 4º quintil, 120-175 min/sem; e o 5º quintil > 176 min/sem. Os autores verificaram que todos os quintis de duração de corrida semanal (< 51 min a > 176 min) apresentaram menores riscos de mortalidade por todas as causas quando comparados aos que não corriam. Entretanto, ao se excluir os não corredores, não houve diferenças significativas entre os diferentes quintis. Ou seja, o quintil mais baixo de duração e o mais alto apresentaram o mesmo resultado, sugerindo que o volume não precisa ser elevado para ser obter resultados positivos nos desfechos medidos.

Lee et al, também chegaram a conclusão que correr mesmo em velocidades mais lentas (primeiro quintil) gera benefícios significativos para redução da mortalidade. Um exemplo geral dado pelos autores mostra que no quintil mais baixo de duração (< 51 min/sem), com distância de < 6 milhas/sem, frequência de 1-2 vezes, com valor total de MET < 506 MET-min/sem, e velocidade < 6 milhas/hora, foi a configuração que apresentou menor risco de mortalidade por todas as causas e por doenças cardiovasculares. Ou seja, trata-se de uma configuração de dose relativamente baixa quando comparado às recomendações vigentes.

Ao final, os autores concluem que a dose para efeitos benéficos ao sistema cardiovascular e para aumento da expectativa de vida são inferiores às recomendações publicadas pelo ACSM (2007) e pelo *US Guidelines* (2008). O porquê dessa divergência em relação a essas recomendações e a outros estudos previamente apresentados, não foi esclarecido até o momento.

Em resumo, comparando-se com as recomendações do ACSM (1995, 1998, 2007, 2011), cuja proposta é de volume de 3-5 vezes por semana e duração entre 20 e 50 minutos, há evidências sugerindo dose inferior (LEE et al., 2014; LAVIE et al., 2015; SCHNOHR et al., 2015) e dose superior ao mínimo proposto pelo ACSM (SATTELMAIR et al., 2011; SAMITZ et al., 2011; PANDEY et al., 2015; AREM et al., 2015; KYU et al., 2016).

Mas considerando que a dose-resposta tem um comportamento gráfico similar a um 'U', em que tanto baixa quanto alta dose de exercício podem ser pior para a sobrevivência e risco de algumas doenças (LEE et al., 2014; LAVIE et al., 2015; SCHNOHR et al., 2015), certamente a busca pela dose ideal ainda deverá ser um tema norteador dos próximos estudos.

## **LIMITAÇÕES**

Uma consideração importante a fazer refere-se ao uso do MET como medida de atividade física. O MET, embora muito usado pelas recomendações, não permite distinguir as diversas variáveis da atividade física e suas inter-relações na análise dose-resposta. Por exemplo, o MET apresentado na sua forma numérica não permite interpretar qual variável da atividade física (ex: duração ou intensidade) que mais explica o valor do MET ou do dispêndio energético, ainda que haja sugestão de que o volume seria o fator de maior contribuição (KYU *et al.*, 2016).

Outra ponderação é que, no Brasil, até mesmo profissionais da área de prescrição de exercício têm dificuldade em lidar com a unidade MET. Isso representa um problema quando diante da seguinte questão: “*Qual é a dose mínima de intensidade e duração associada à diminuição do risco de doenças crônicas não transmissíveis e aumento da sobrevivência?*”. Na medida em que o MET não discrimina intensidade e duração, não é possível discriminar com precisão a intensidade e volume do exercício a partir do MET. A frequência da atividade física também é outra dificuldade associada ao MET, porque habitualmente o MET é expresso por minuto, hora ou semana.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pelos conhecimentos acessados para compor esse documento, é possível perceber que a resposta à pergunta que norteou nossa investigação não é fácil, pois o exercício físico envolve diversas variáveis, permitindo uma infinidade de intervenções diferentes.

Precisar a dose ideal para intensidade, duração e frequência isoladamente ou em conjunto nas diferentes modalidades de exercícios, é (e continuará sendo) extremamente desafiador. Há ainda que se considerar a individualidade humana, como, por exemplo, se a pessoa é sedentária ou ativa, homem ou mulher, jovem ou idoso, acometido ou não por patologia, com presença ou ausência de risco familiar para alguma doença ou hábitos de vida associados a menor expectativa de vida. Portanto, não acreditamos que seja possível estabelecer uma dose ideal que possa ser generalizada para todos.

Considerando as contribuições científicas que historicamente vão se acumulando e, normalmente, sofrendo alterações pelos conhecimentos mais recentes, percebemos (sem surpresa) dissenso entre os estudos da área. Diferentes doses podem oferecer respostas similares, e doses similares podem oferecer respostas diferentes. Além disso, os estudos compartilham da dificuldade em descrever essa 'dose', devido o número de variáveis e modalidades envolvidas.

É compreensível que diretrizes clássicas tenham surgido com a ambição de oferecer um modelo geral para orientar e estimular a prática de atividade física, principalmente para indivíduos inativos ou que necessitam melhoria da sua condição física e prevenção de doenças. E, de fato, no presente estudo conseguimos identificar que a dose recomendada pelas diretrizes do ACSM se aproximam do ideal para pessoas fisicamente inativas.

Por outro lado, diferentemente das recomendações feitas pelo próprio ACSM entre 1978 e 2011, onde não se estabelecia um limite máximo de exercício físico, que estudos mais recentes sustentam a existência de um limite superior para a 'dose' de exercício físico de modo que ao se ultrapassar esse limite os benefícios ou são anulados ou, inclusive, aumenta-se o risco para algumas doenças e mortalidade. De fato, a dose-resposta de exercício físico ou atividade física para prevenção de doenças e mortalidade apresenta um comportamento gráfico similar a um 'U', de modo que tanto pouca ou muita 'dose' seriam piores. Não há, entretanto, consenso para os pontos de corte dessas 'doses' mínima ou máxima).

Ainda que estabelecer um ponto de corte para a dose ideal não seja uma tarefa fácil, em razão de variáveis já discutidas previamente nesse documento, foi possível identificar que doses entre 600 a 4000 MET - min/sem estão positivamente associadas com prevenção de doenças e/ou redução da mortalidade. Esse grande espectro da dose, ou seja, de 600 a 4000 MET poderia ser explicado pelo fato de que a dose não parece ser a mesma para pessoas sedentárias e fisicamente ativas, pessoas saudáveis e doentes, homens e mulheres, para as diferentes modalidades e domínios de atividades físicas (ex: atividades recreativas, transporte, tarefas domésticas, trabalho, etc).

Por fim, considerando que já é consenso que exercício físico e atividades físicas contribuem para prevenir doenças e reduzir mortalidades, e que já há ampla compreensão de seus efeitos metabólicos, moleculares e fisiológicos, acreditamos que o tema 'dose-resposta' terá grande destaque científico nas próximas décadas. O domínio do conhecimento da 'dose-resposta' ideal será determinante para uma prescrição eficiente de exercícios físicos.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. [s.l.] p.1334-1359, 2011
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, History. Disponível em <http://www.acsm.org/about-acsm/who-we-are/history>. Acessado em: 03/01/2017
- AMERICAN HEART ASSOCIATION; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, Physical activity and public health: update recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and American Heart Association. **Circulation**. p.1081-1093, aug.2007
- AREM, H. et al. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. **Journal of American Medical Association**. [s.l.] p.E1-E9, apr.2015.
- BENATTI, F.B.; RIED-LARSEN, M. The effects of breaking up prolonged sitting time: a review of experimental studies. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.47, n.10, p.2053-2061, oct. 2015
- BLAIR, SN. et al. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. **Journal of American Medical Association** 1989;262:2395–401.
- BLAIR, S.N., et al. How much physical activity is good for health? **Annual Review of Public Health**. [s.l.]; v.13,p.99-126, 1992.
- BLAIR, SN. et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. **Journal of American Medical Association** 1995;273:1093–8.
- BLAIR, SN. et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. **Journal of American Medical Association**. 1996;276:205–10
- CARSPERN, C.J., et al. Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**. 1985; v. 100, n.2, p.126-131.
- FAFF, J. Physical activity, physical fitness, and longevity. **Biology of Sport**. [s.l.]; v.21, n.1, p.3-24, 2004
- FEIGENBAUM, M.S.; POLLOCK, M.L., Prescription of resistance training for health disease. **Medicine and Science in Sports & Exercise**. 1999, p. 38-45.

HASKELL, W.L., et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 2007; v. 39, n. 8, p.1423–1434.

I-MIN LEE, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **The Lancet: Physical Activity**. [s.l.], p.9-19, jul. 2012.

KAMPERT, JB. et al. Physical activity, physical fitness, and all-cause and cancer mortality: a prospective study of men and women. **Ann Epidemiol** 1996;6:452–7.

KESANIEMI, YA. et al. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. **Med Sci Sports Exerc** 2001;33: S351–8.

KYU, HH. et al. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The BMJ** 2016;354: i3857.

LEE, D. et al. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. **Journal of the American College of Cardiology**. [s.l.]; v.64, n.5, p.472-481, 2014.

MARCONI E LAKATOS. **Metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: atlas, 2007.

MATTOS, M.G. de et al. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física**. São Paulo: Phorte, 2004.

MORRIS, J.N. et al. Coronary heart-disease and physical activity of work. **The Lancet**. [s.l.]; v.262, n.6795, p.1053-1057, nov. 1953.

MORRIS, J.N.; RAFFLE, P.A.B. Coronary heart disease in transport workers. A progress report. **British Journal of Industrial Medicine**. [s.l.]; v.11, n.4, p.260-264, oct.1954.

MORRIS, J.N. et al. Uses of epidemiology. **British Medical Journal**. Londres; v.2, n.4936, p.395-401, aug. 1955.

PANDEY, A. et al. Dose response relationship between physical activity and risk of heart failure: a meta-analysis. **Circulation**. [s.l.]; p.1-41, oct.2015.

PAFFENBARGER, RS. et al. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. **Am J Epidemiol**. 1978;108:161–75.

PAFFENBARGER, RS. et al. A natural history of athleticism and cardiovascular health. **Journal of American Medical Association**. 1984;252:491–5.

PAFFENBARGER, RS. et al. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. **N Engl J Med**. 1986;314:605–13.

PAFFENBARGER, RS. et al. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. **N Engl J Med**. 1993; 328:538–45.



POWELL, K.E. et al. Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what? **Annual Review of Public Health**. [s.l.]; n.32, p.349-365, 2011.

ROTHER, E.T. Revisão narrative X revisão sistemática: editorial. **ACTA Paul. Enfermagem**. v.20, n.2, p. 1-2, 2007.

SAMITZ, G. et al. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose–response meta-analysis of cohort studies. **International Journal of Epidemiology**. 2011; 40:1382 – 1400.

SAMPAIO, A.R. et al. Relação dose-resposta entre nível de atividade física e desfechos em saúde. **Revista HUPE**. [s.l.]; v.12, n.4, p. 111-125, 2013.

SATTELMAIR, J. et al. Dose Response Between Physical Activity and Risk of Coronary Heart Disease: A Meta-Analysis. **Circulation**. 2011; 124:789 – 795.

SCHNOHR, P. et al. Dose of jogging and long-term mortality: The Copenhagen city heart study. **Journal of American College of Cardiology**. v.65, n.5, p.411-419, 2015.

US Department of Health and Human Services. **2008 Physical Activity Guidelines for Americans [Internet]**. Washington (DC): ODPHP Publication No. U0036. 2008. Acessado em 06/10/2015. Disponível em: <http://health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>

WEN, C.P. et al. Minimal amount of exercise to prolong life: to walk, to run, or just mix it up?. **Journal of America College of Cardiology**. v.64, n.5, p.482-484, 2014.