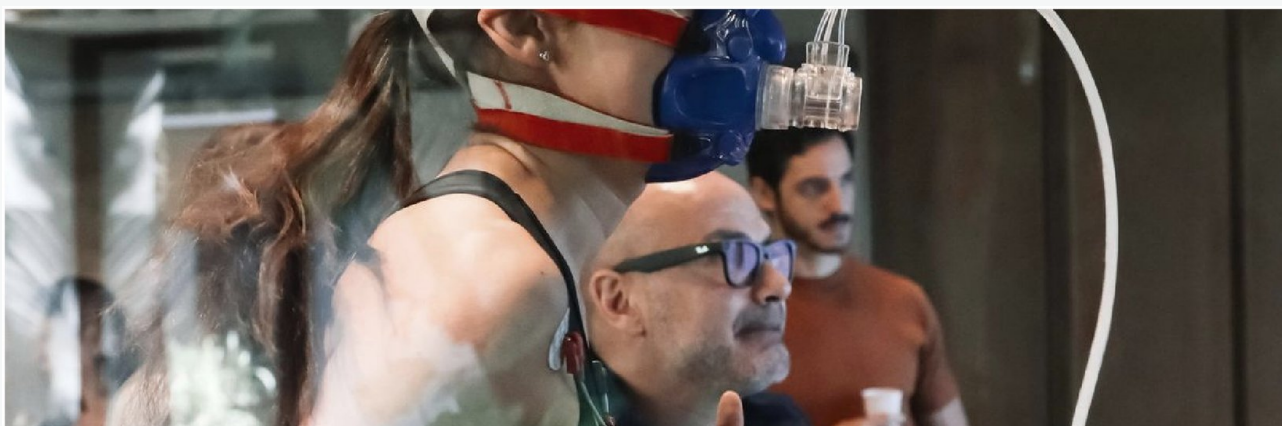


Teste cardiopulmonar (ergoespirometria): limiares, zona 2 e treinar pelo seu próprio corpo

O que a máscara mede no esforço, o que o fôlego diz sobre a saúde e o que os estudos mostram sobre treinar pelas medidas do próprio teste

Medir: a avaliação metabólica

Volume 3



Teste cardiopulmonar com máscara de gases, acompanhado pelo Dr. Mateus, Oxy Recovery, São Paulo. Acervo da clínica, 2026.

Dr. Mateus Antunes Nogueira

CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) ·
médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)





Teste cardiopulmonar (ergoespirometria): limiares, zona 2 e treinar pelo seu próprio corpo

O que a máscara mede no esforço, o que o fôlego diz sobre a saúde e o que os estudos mostram sobre treinar pelas medidas do próprio teste

**Dr. Mateus Antunes Nogueira · CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) ·
médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)**

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Autor	Dr. Mateus Antunes Nogueira
Registro	CRM-SP 97.070 · RQE 46345
Área com RQE	Cirurgia do Aparelho Digestivo
Pós-graduação	Medicina do Exercício e do Esporte · Nutrologia
Série	Medir: a avaliação metabólica · volume 3
Edição	1ª edição
Ano	2026
Local	São Paulo, SP — Brasil
Idioma	Português (Brasil)

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Este material foi escrito para ajudar você a entender o que o seu corpo faz com o que come, com o que treina e com o que descansa — e a conversar melhor com a sua equipe de saúde. Ele não estabelece diagnóstico, não indica tratamento para o seu caso e não cria vínculo médico-paciente. Cada pessoa é diferente: apenas uma avaliação presencial, com exame físico e exames complementares, permite definir a conduta adequada ao seu caso. Nenhum medicamento, suplemento, dieta ou plano de treino descrito aqui é recomendação individual. Em caso de sintomas agudos, procure atendimento de urgência.

© 2026 Dr. Mateus Antunes Nogueira. Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida, distribuída ou usada para treinar sistemas automatizados sem autorização escrita do autor.

Sumário

Antes de começar	5
1. O que o teste cardiopulmonar mede e como ele é feito	6
1.1 O que o ar conta sobre o esforço	7
1.2 Teste ergométrico e teste cardiopulmonar	8
1.3 Como é o exame	9
2. O $\text{VO}_2\text{máx}$ e a saúde: o que os estudos de aptidão mostraram	11
2.1 Trinta e três estudos somados	12
2.2 Os 122.007 pacientes da esteira	13
2.3 Medida ou estimada	15
3. Os dois limiares e por que a fórmula da idade erra	18
3.1 O primeiro limiar	19
3.2 O segundo limiar	19
3.3 A fórmula da idade	20
4. A zona 2 e as zonas pelo seu teste	24
4.1 Duas zonas 2	24
4.2 A gordura como combustível	25
4.3 O que a zona 2 entrega	26
4.4 Limiar ou porcentagem	26
4.5 Quem monta o treino	28
5. Treinar pelo seu corpo: a resposta individual e quando refazer o teste	30
5.1 Quem não respondeu	31
5.2 Mais treino, nova resposta	32
5.3 Quando refazer o teste	33
6. Antes de começar: o médico, os sinais de alerta e o teste na Oxy Recovery	35
6.1 Quem passa pelo médico antes	35
6.2 Os sinais de alerta	36
6.3 A segurança do exame	37
6.4 O teste na Oxy Recovery	38
6.5 O guia em uma página	39
Glossário	42
Referências	45
Sobre o autor	47
Transparência e licenças	48

Antes de começar

Este guia é para quem já treina e quer entender o próprio esforço com medida. Pode ser o corredor que segue as zonas do relógio, calculadas pela idade, e ouviu falar de zona 2 e de um teste feito com máscara. Pode ser também o executivo que parou de perder peso e quer voltar a treinar sabendo onde está pisando.

Os capítulos seguem a ordem das perguntas: o que o teste mede, o que o fôlego diz sobre a saúde, onde ficam os dois limiares, como nascem as zonas, por que cada corpo responde de um jeito e quem passa pelo médico antes. Cada número descreve um estudo e a sua população, e nenhum deles é uma prescrição para você. Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.



O que o teste cardiopulmonar mede e como ele é feito

1 Capítulo

Neste capítulo

- O que o ar conta sobre o esforço
- Teste ergométrico e teste cardiopulmonar
- Como é o exame

Figura 1.1

Uma esteira numa sala clínica clara, com uma máscara transparente e o seu tubo apoiados no corrimão; ao fundo, uma janela com uma planta e um banco.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

Em uma frase

O teste cardiopulmonar é um teste de esforço em que uma máscara analisa o ar de cada respiração enquanto o coração é monitorado.

Quem corre há anos costuma ter as zonas de treino no relógio, calculadas a partir da idade. Um dia alguém fala de zona 2 e de um teste feito com máscara. A dúvida vem logo. O que esse teste mede que o relógio não mede? A esteira e a máscara da Figura 1.1 são o começo da resposta.

O nome técnico é teste cardiopulmonar de exercício (TCPE), também chamado de ergoespiometria. Trata-se de um teste de esforço em que, além do coração, se analisa o ar que entra e sai dos pulmões: você caminha ou corre na esteira, ou pedala numa bicicleta fixa, com uma máscara presa ao rosto, e a cada respiração o aparelho mede quanto oxigênio o corpo tirou do ar e quanto gás carbônico devolveu.

1.1 O que o ar conta sobre o esforço

O músculo em movimento usa oxigênio para tirar energia da gordura e do açúcar, e solta gás carbônico no caminho. Medir esses dois gases é ler, de fora, o trabalho que acontece dentro da fibra muscular. O exame funciona como uma biópsia funcional, sem agulha. Mostra o que o músculo faz com o oxigênio quando a carga sobe.

O número mais conhecido do laudo é o consumo de oxigênio (VO_2), em mililitros por quilo de peso por minuto. O pico dele, no esforço máximo, é o $VO_{2\text{máx}}$. É o tamanho do seu fôlego.

Às vezes o exame termina antes de o consumo parar de subir. Nesse caso, o laudo costuma chamar o maior valor de VO_2 pico.

Para quem perde o fôlego ou se cansa sem causa clara, uma revisão de 2022, escrita como guia prático para médicos, põe o teste entre os primeiros exames. Ele mostra se a resposta do corpo é normal e, em geral, aponta o que limita o esforço. Saber o que limita o esforço orienta a investigação seguinte. E o teste faz isso numa só sessão, em que acompanha o coração e o pulmão junto com o metabolismo. O Infográfico 1.2 separa o que o exame lê pelo ar do que ele lê pelos eletrodos e pelo aparelho de pressão.

O que o teste cardiopulmonar mede

A cada respiração e a cada batimento, do repouso ao esforço máximo.

Pela máscara

Oxigênio consumido (VO_2), em mililitros por quilo por minuto.

Gás carbônico eliminado.

Ventilação: o volume de ar que entra e sai por minuto.

Pelos eletrodos e pelo manguito

Frequência cardíaca, batimento a batimento.

Eletrocardiograma: o ritmo e a atividade elétrica do coração.

Pressão arterial durante o esforço.

Juntas, as medidas acompanham a resposta cardiopulmonar e a metabólica: delas saem o $VO_{2máx}$, os dois limiares e a mistura de gordura e açúcar no esforço.

Elaborado pelo autor a partir de (GLAAB; TAUBE, 2022) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

Infográfico 1.2

O que o teste cardiopulmonar mede: pela máscara, o oxigênio, o gás carbônico e a ventilação; pelos eletrodos e pelo manguito, o coração e a pressão.

Elaborado pelo autor a partir de (GLAAB; TAUBE, 2022) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

1.2 Teste ergométrico e teste cardiopulmonar

Muita gente já fez um teste ergométrico, aquele em que se corre na esteira com eletrodos no peito. Ele acompanha o coração pelo eletrocardiograma (ECG) e registra a frequência cardíaca e a pressão no esforço. O cardiopulmonar faz o mesmo e soma a análise dos gases. A diferença pesa. É ela que permite medir o $VO_{2máx}$ em vez de estimá-lo e localizar os dois limiares que aparecem mais adiante, como resume o Infográfico 1.3.

Teste ergométrico e teste cardiopulmonar

Os dois são testes de esforço; o cardiopulmonar acrescenta a análise dos gases.

Teste ergométrico

Eletrocardiograma no esforço.

Frequência cardíaca.

Pressão arterial.

Teste cardiopulmonar

O mesmo que o ergométrico mede.

Mais a análise direta dos gases que saem dos pulmões.

Com ela vêm o VO_2 máximo medido, os limiares ventilatórios e a curva de gordura e açúcar no esforço.

Elaborado pelo autor a partir da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

Infográfico 1.3

Teste ergométrico e teste cardiopulmonar: o que cada um mede no esforço.

Elaborado pelo autor a partir da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

1.3 Como é o exame

Não há jejum. Na véspera, a orientação é evitar treino forte; no dia, ir com roupa de treino e tênis confortável. Na sala, a equipe confere os remédios em uso e cola os eletrodos antes de ajustar a máscara. Depois, a carga começa leve e sobe em rampa contínua, por 8 a 12 minutos de esforço, até você chegar ao máximo, e o exame para antes disso se aparecer dor no peito ou outro sinal clínico, como uma alteração do ECG ou da pressão, sempre com supervisão médica do começo ao fim. A Tabela 1.4 resume as etapas como elas são feitas na Oxy Recovery.

Tabela 1.4 — Como é o teste cardiopulmonar, etapa por etapa

Etapa	O que acontece	Tempo
Antes do dia	Sem jejum; evitar esforço intenso na véspera; roupa de treino e tênis confortável	Orientações enviadas na semana anterior
Preparo na sala	Conferência dos remédios em uso, eletrodos do eletrocardiograma, ajuste da máscara e calibração do aparelho	10 a 15 minutos
Esforço crescente	Esteira ou bicicleta; a carga sobe em rampa contínua até o máximo, com cada respiração e cada batimento registrados	8 a 12 minutos de esforço
Recuperação	O eletrocardiograma segue ligado enquanto o coração desacelera	5 a 10 minutos
Leitura conjunta	Os dados entram no Passaporte Metabólico, com a calorimetria indireta e a bioimpedância	Retorno em cerca de 7 dias

Etapas e tempos publicados na página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery, consultada em 29 de outubro de 2026. Elaborado pelo autor.

Medido o fôlego, falta saber o que ele vale. A pergunta seguinte é de saúde: o que um VO_2 máx mais alto ou mais baixo diz sobre os anos à frente?

Pergunte ao seu médico

- O meu teste será na esteira ou na bicicleta, e por quê?
- Algum remédio que eu uso muda o resultado do teste?
- O laudo vai trazer o VO_2 máx ou o VO_2 pico?



O VO₂máx e a saúde: o que os estudos de aptidão mostraram

2 Capítulo

Neste capítulo

- Trinta e três estudos somados
- Os 122.007 pacientes da esteira
- Medida ou estimada

Figura 2.1

Um par de tênis de corrida sobre uma pista de atletismo vazia, com o sol baixo e a névoa sobre as árvores ao fundo.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

Em uma frase

Nos grandes estudos, quem tinha um consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) mais alto morreu menos durante o seguimento, numa associação que não prova causa.

Com o exame descrito, o número que ele entrega ganha peso. O VO₂máx mede a aptidão cardiorrespiratória: quanto oxigênio o corpo consegue levar do ar até o músculo e usar no esforço. Ela foi acompanhada por anos nos estudos de saúde deste capítulo. A Figura 2.1, uma pista vazia com um par de tênis, marca a passagem do exame para essa pergunta.

2.1 Trinta e três estudos somados

Em 2009, uma metanálise, o tipo de estudo que reúne os dados de estudos anteriores, juntou 33 coortes de homens e mulheres saudáveis, grupos acompanhados ao longo do tempo, com 102.980 participantes e 6.910 mortes na análise da morte por qualquer causa. A aptidão entrou em equivalentes metabólicos (MET), a unidade que compara o gasto do esforço com o do repouso. A conversão ajuda. Segundo os autores, 1 MET a mais corresponde a correr ou trotar cerca de 1 km/h mais depressa.

O que os estudos mostram

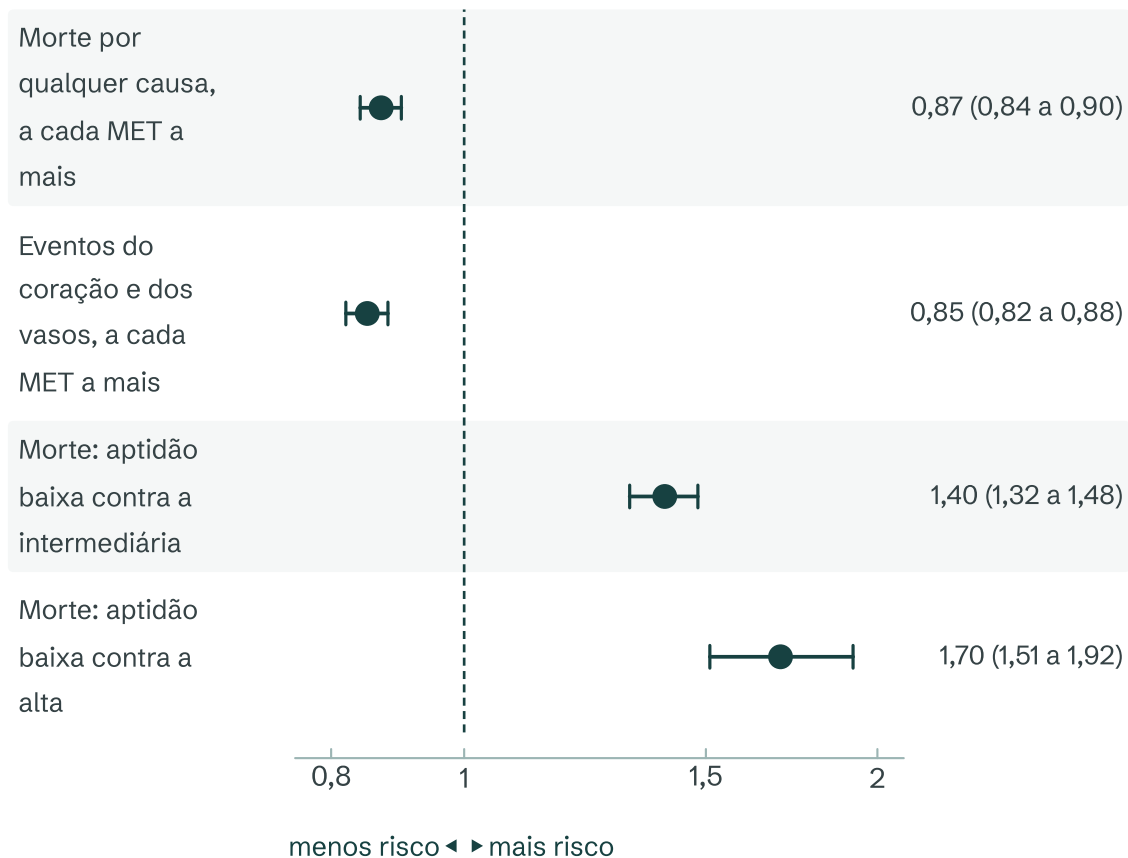
A cada MET a mais de capacidade aeróbia, o risco relativo (RR) de morte por qualquer causa ficou em 0,87, um risco 13% menor, com intervalo de confiança de 95% (IC 95%) de 0,84 a 0,90. Para os eventos do coração e dos vasos, o RR foi de 0,85. Na outra ponta, quem ficava abaixo de 7,9 MET teve 1,70 vez o risco de morte de quem chegava a 10,9 MET ou mais, e 1,40 vez o de quem estava no meio. Todos os estudos somados eram observacionais.

Fonte: KODAMA et al., 2009

O Gráfico 2.2 desenha esses números com as suas margens de erro. A linha tracejada marca o risco igual: ponto à esquerda dela é risco menor, e ponto à direita, risco maior.

A aptidão, a morte e os eventos do coração em 33 estudos

Risco relativo, com intervalo de confiança de 95%, em estudos observacionais com adultos saudáveis.



Baixa: abaixo de 7,9 MET; alta: 10,9 MET ou mais. Associação, sem prova de causa.

Elaborado pelo autor a partir de (KODAMA et al., 2009).

Gráfico 2.2

A aptidão, a morte e os eventos do coração em 33 estudos observacionais com adultos saudáveis: o risco relativo a cada MET a mais e o da aptidão baixa contra a intermediária e a alta.

Elaborado pelo autor a partir de (KODAMA et al., 2009).

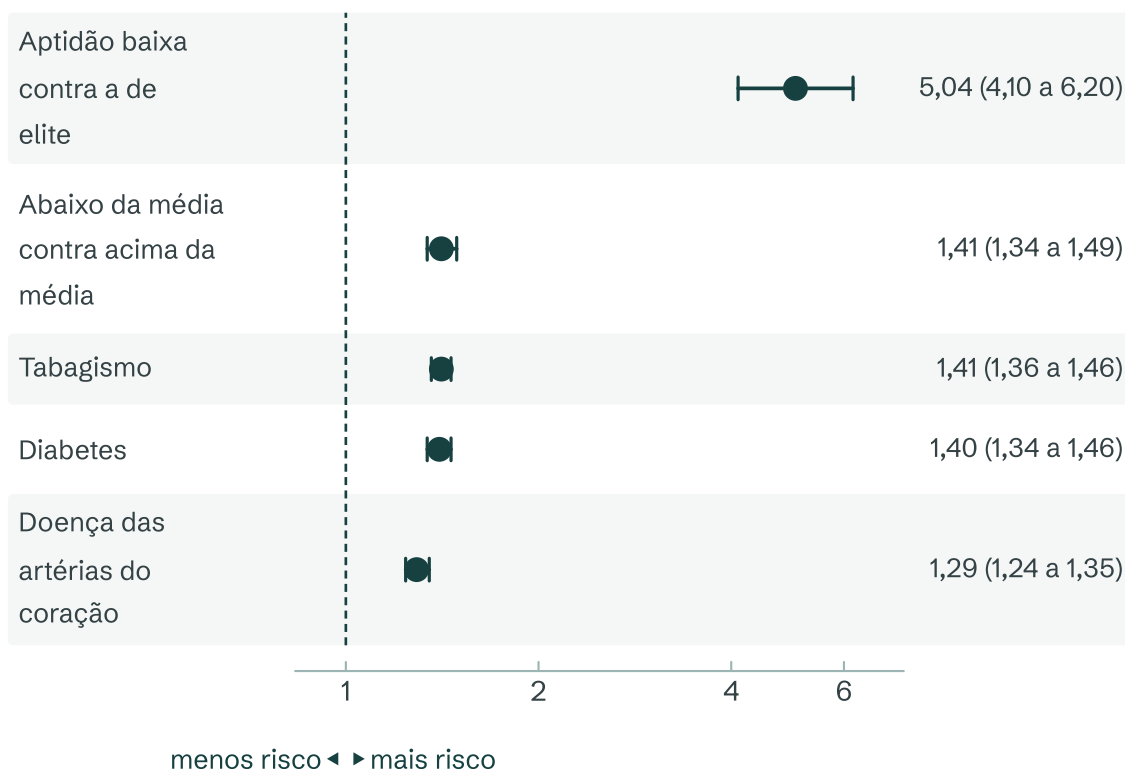
2.2 Os 122.007 pacientes da esteira

Nove anos depois, um centro médico universitário revisou os testes de esteira de 122.007 adultos encaminhados ao exame entre 1991 e 2014, com seguimento mediano de 8,4 anos. Morreram 13.637. Aqui a aptidão foi estimada pelo desempenho na esteira e comparada à de pessoas da mesma idade e do mesmo sexo. O resultado está no Gráfico 2.3, em risco ajustado, já descontado o peso de outras características de cada

peessoa: o grupo de aptidão baixa teve 5,04 vezes o risco de morte do grupo de elite, que ficou acima de 97,7% das pessoas da mesma idade e do mesmo sexo. Estar logo abaixo da média, contra estar logo acima, pesou 1,41 vez, o mesmo valor que o tabagismo teve no estudo. Nenhum teto apareceu. Quanto mais alta a aptidão, menor o risco, até o grupo de elite.

Aptidão e fatores de risco em 122.007 pacientes

Quantas vezes o risco ajustado de morte por qualquer causa, com intervalo de confiança de 95%; seguimento mediano de 8,4 anos.



Aptidão estimada no teste de esteira; elite: acima de 97,7% das pessoas da mesma idade e sexo. Associação, sem prova de causa.

Elaborado pelo autor a partir de (MANDSAGER et al., 2018).

Gráfico 2.3

Risco ajustado de morte em 122.007 pacientes de teste de esteira, seguidos por 8,4 anos em mediana: a aptidão baixa contra a de elite, a aptidão abaixo da média contra a acima, e três fatores de risco conhecidos.

Elaborado pelo autor a partir de (MANDSAGER et al., 2018).

2.3 Medida ou estimada

Um estudo de 2018 fez a pergunta com o exame deste guia. Foram 4.137 adultos aparentemente saudáveis, que procuraram o teste por conta própria e tiveram o consumo de oxigênio medido pelos gases, acompanhados por 24,2 anos em média. Morreram 727. Contra a aptidão alta, a baixa correspondeu a 1,73 vez o risco de morte por qualquer causa. Cada MET a mais se associou a 11,6% menos mortes, e o Gráfico 2.4 mostra também as mortes do coração e as por câncer.

Aptidão medida no teste e mortes no seguimento

Redução de mortes a cada MET a mais, em 4.137 adultos aparentemente saudáveis, com a aptidão medida no teste cardiopulmonar e seguimento de 24,2 anos em média.



Aptidão baixa contra alta: 1,73 vez o risco de morte por qualquer causa.

Associação, sem prova de causa.

Elaborado pelo autor a partir de (IMBODEN et al., 2018).

Gráfico 2.4

Mortes a menos a cada MET a mais, em 4.137 adultos aparentemente saudáveis com a aptidão medida no teste cardiopulmonar e seguidos por 24,2 anos em média.

Elaborado pelo autor a partir de (IMBODEN et al., 2018).

Em 2016, a American Heart Association publicou uma declaração científica que defende a aptidão como sinal vital na prática clínica. Para os autores, o fôlego posto na conta junto com os fatores de risco clássicos deixa mais certa a classificação de quem está em risco, e, na previsão da morte, ele pode pesar mais que o cigarro ou o diabetes do tipo 2. A Tabela 2.5 põe os quatro trabalhos lado a lado.

Tabela 2.5 — Aptidão estimada e aptidão medida nos estudos deste capítulo

Estudo	Quem participou	Como a aptidão foi obtida	Seguimento	Associação encontrada
Metanálise de 2009	33 estudos de coorte; 102.980 adultos saudáveis na análise de morte	Capacidade aeróbia máxima expressa em MET	O de cada estudo reunido	RR de 0,87 a cada MET a mais; 1,70 na aptidão baixa contra a alta
Coorte retrospectiva de 2018	122.007 pacientes encaminhados a teste de esteira	MET estimado pelo desempenho na esteira	8,4 anos em mediana	5,04 vezes o risco ajustado na aptidão baixa contra a de elite
Coorte de 2018 com o teste cardiopulmonar	4.137 adultos aparentemente saudáveis	Medida pelos gases da respiração	24,2 anos em média	1,73 vez o risco na aptidão baixa contra a alta; a cada MET a mais, 11,6% menos mortes por qualquer causa, 16,1% menos por doença do coração e dos vasos e 14,0% menos por câncer
Declaração da American Heart Association, 2016	Revisão de estudos epidemiológicos e clínicos	Vários métodos	Não se aplica	A aptidão pode prever a morte com mais força que fatores de risco clássicos

São estudos observacionais e uma declaração científica: mostram associação, sem prova de causa. Elaborado pelo autor a partir de (KODAMA et al., 2009), (MANDSAGER et al., 2018), (IMBODEN et al., 2018) e (ROSS et al., 2016).

Vale dizer com clareza: nada disso prova que o fôlego, sozinho, alongue a vida. Quem tem mais aptidão pode ter também outros hábitos e outra saúde de partida, e nenhum ajuste estatístico separa por completo uma coisa da outra. O que os números autorizam é tratar a aptidão como um sinal que vale medir e acompanhar.

Saber que o fôlego importa não diz como treiná-lo. Para isso, o laudo traz dois pontos do esforço que nenhuma conta pela idade enxerga, e eles vêm a seguir.

Pergunte ao seu médico

- Como o meu VO₂máx se compara ao de pessoas da minha idade e do meu sexo?
- O meu número foi medido pelos gases ou estimado pelo tempo de esteira?
- Com esse resultado, faz sentido repetir o teste depois de alguns meses de treino?



Os dois limiares e por que a fórmula da idade erra

3 Capítulo

Neste capítulo

- O primeiro limiar
- O segundo limiar
- A fórmula da idade

Figura 3.1

Dois marcos de pedra baixos à beira de uma trilha de terra clara que sobe entre a grama, com montanhas, um lago e a névoa da manhã ao fundo.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

Em uma frase

O esforço muda de natureza em dois pontos, e esses pontos variam de pessoa para pessoa mais do que a fórmula da idade consegue prever.

O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$) mede o tamanho do fôlego. Para treinar, isso não basta. Interessa também saber em que momento do teste, entre o repouso e o máximo, o esforço muda de caráter. A Figura 3.1 traz uma trilha de terra entre a grama, na luz da manhã.

3.1 O primeiro limiar

Conforme a carga sobe, o músculo produz mais lactato. Por décadas, ele foi tratado como sinal de falta de oxigênio no músculo. Uma revisão de 2021 conta como essa ideia caiu. Hoje o lactato é visto como combustível que o próprio corpo reaproveita, e ele sobe porque o músculo acelera a quebra do açúcar quando o esforço aumenta; a falta de oxigênio deixou de ser vista como a causa principal. É o lactato, de vilão a herói.

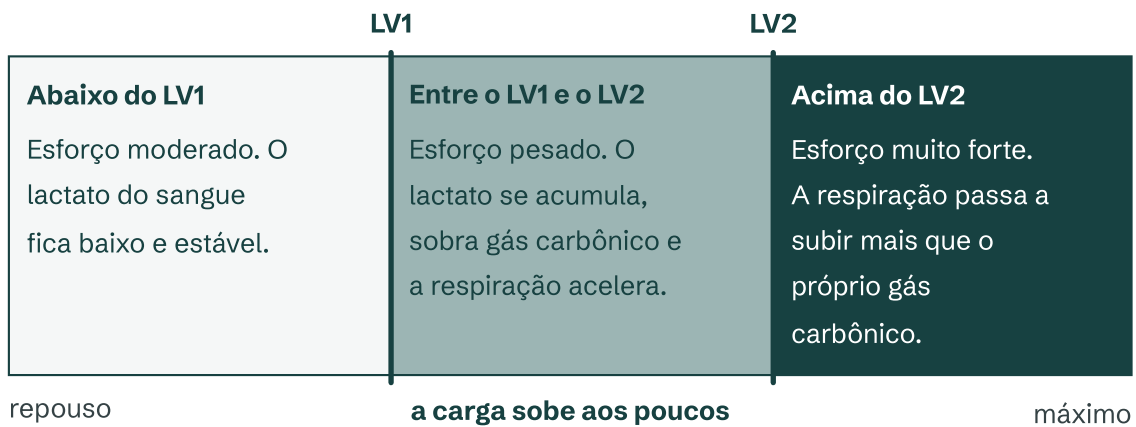
Quando o lactato começa a se acumular no sangue, o corpo neutraliza a acidez com o bicarbonato, uma substância do próprio sangue, e isso gera um gás carbônico extra que sai pela respiração. A máscara enxerga esse excesso. Num estudo de 1986 com dez voluntários, o ponto em que o gás carbônico passou a subir mais depressa que o oxigênio acompanhou de perto o limiar do lactato no sangue. Nasceu ali um jeito de achar o primeiro limiar ventilatório (LV1) sem coletar sangue, e a revisão de 2021 ainda vê valor nele, tanto para quem treina quanto para a clínica.

3.2 O segundo limiar

Mais acima, a respiração dá um segundo salto, agora em relação ao próprio gás carbônico, num ponto que se chama compensação respiratória ou segundo limiar ventilatório (LV2). No estudo de 1986, ele apareceu sempre acima do primeiro. O Esquema 3.2 mostra as faixas que os dois limiares separam.

Os dois limiares no teste de esforço crescente

Esquema conceitual, sem escala e sem dado de paciente.



Há alguma evidência de que o LV1 separa o esforço moderado do pesado; de que o LV2 marque com precisão a entrada no esforço severo, a evidência é pequena.

Elaborado pelo autor a partir de (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986), (POOLE et al., 2021) e (JAMNICK et al., 2020).

Esquema 3.2

Os dois limiares no teste de esforço crescente e as três faixas que eles separam. Esquema conceitual, sem escala e sem dado de paciente.

Elaborado pelo autor a partir de (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986), (POOLE et al., 2021) e (JAMNICK et al., 2020).

Uma revisão de 2020 pesou os métodos de marcar essas faixas. Achou alguma evidência de que o LV1 separa o esforço moderado do pesado, e pouca de que o LV2 marque com precisão a entrada no esforço severo. No laudo, o LV2 funciona como referência do alto da escala. Ele é lido junto com o resto do teste.

3.3 A fórmula da idade

A conta mais usada para a frequência cardíaca máxima é 220 menos a idade. Prever a máxima só pela idade é prático. Um dos estudos a seguir reconhece isso. O problema começa quando a estimativa vira a régua do treino. Em 2001, o cruzamento de 351 estudos, com 18.712 adultos saudáveis, sugeriu que a conta antiga fica abaixo da frequência máxima real das pessoas mais velhas. Em 2013, outro estudo mediu a máxima de 3.320 homens e mulheres saudáveis, num teste em que o esforço

máximo foi confirmado. Mesmo a equação feita sob medida para esse grupo deixou um erro-padrão de 10,8 batimentos por minuto, margem que os autores pedem que se leve em conta. A Tabela 3.3 traz as equações e o que cada estudo encontrou.

Tabela 3.3 — A frequência cardíaca máxima prevista pela idade, em dois estudos

Estudo	Quem	Equação proposta	O que acharam
Metanálise de 2001	351 estudos e 18.712 adultos saudáveis; depois, 514 medidos em laboratório	208 menos 0,7 vez a idade	A conta de 220 menos a idade parece subestimar a frequência máxima dos mais velhos
Estudo HUNT, 2013	3.320 homens e mulheres saudáveis, com esforço máximo confirmado	211 menos 0,64 vez a idade	Erro-padrão da estimativa de 10,8 batimentos por minuto; acima dos 30 anos, as fórmulas antigas subestimaram a máxima medida

As equações valem para os grupos estudados; a frequência máxima de cada pessoa se mede no teste. Elaborado pelo autor a partir de (TANAKA; MONAHAN; SEALS, 2001) e (NES et al., 2013).

Para quem foge da média, a zona calculada assim vira um chute no escuro. A máxima medida ajuda. Mesmo ela deixa uma brecha, porque a porcentagem do máximo cai em lugares diferentes em cada pessoa.

O que os estudos mostram

Foram 46 mulheres e 54 homens. Cada um passou por um teste cardiopulmonar em rampa e por provas de 30 minutos numa carga só, que mostraram até onde o lactato ainda ficava estável. Em porcentagem do $\text{VO}_2\text{máx}$, o limiar de lactato variou de 45% a 74% entre as pessoas; em porcentagem da frequência cardíaca máxima, de 60% a 90%. Escolhida uma porcentagem fixa, uns ficavam abaixo do limiar e outros acima. Para os autores, a porcentagem fixa deixa o estímulo metabólico mal controlado de pessoa para pessoa.

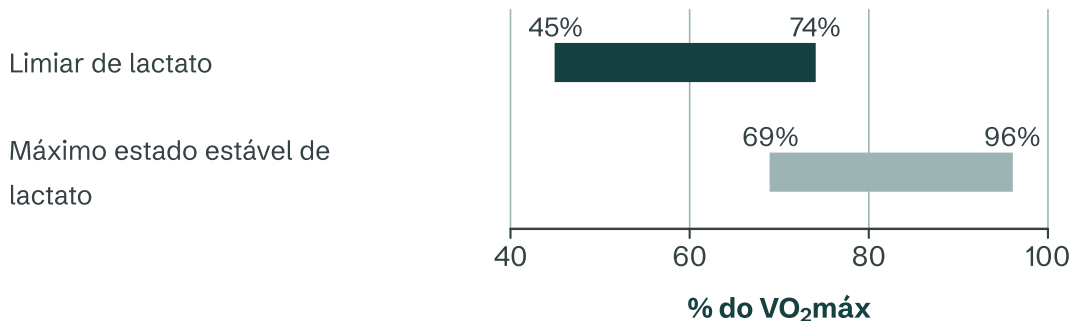
Fonte: IANNETTA et al., 2020

O Gráfico 3.4 mostra essas faixas. Cada barra vai do menor ao maior valor encontrado nos 100 participantes.

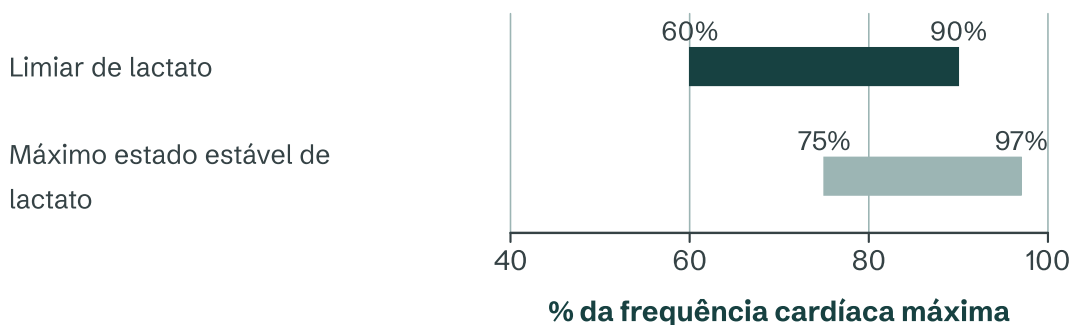
Onde os dois pontos caíram em 100 adultos

Do menor ao maior valor entre as pessoas; 46 mulheres e 54 homens.

Em porcentagem do $\text{VO}_2\text{máx}$



Em porcentagem da frequência cardíaca máxima



Com uma porcentagem fixa do máximo, pessoas diferentes caíram em faixas de esforço diferentes.

Elaborado pelo autor a partir de (IANNETTA et al., 2020).

Gráfico 3.4

Onde caíram o limiar de lactato e o máximo estado estável de lactato em 100 adultos, em porcentagem do $\text{VO}_2\text{máx}$ e da frequência cardíaca máxima.

Elaborado pelo autor a partir de (IANNETTA et al., 2020).

Se esses pontos mudam de lugar em cada corpo, as zonas de treino precisam partir deles. A zona 2 é o caso mais discutido.

Pergunte ao seu médico

- Onde ficaram o meu LV1 e o meu LV2, em frequência cardíaca e em ritmo ou potência?
- A minha frequência máxima medida ficou perto da prevista pela idade?
- Algum remédio que eu uso mexe na minha frequência cardíaca no esforço?

A zona 2 e as zonas pelo seu teste

Capítulo 4

Em uma frase

A zona 2 tem dois sentidos, conforme o modelo de zonas, e só o seu teste diz em que frequência cardíaca ela fica no seu corpo.

Dividir o esforço em zonas é o passo que vem depois dos limiares. O nome mais falado dessas zonas esconde uma ambiguidade. Vale resolvê-la antes de qualquer treino.

4.1 Duas zonas 2

No modelo de cinco zonas, o que aparece na página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery, a zona 2 é a faixa logo abaixo do primeiro limiar ventilatório (LV1). Uma revisão de 2025 usa uma definição parecida: esforço leve, abaixo do limiar de lactato. No modelo de três zonas, comum nos estudos com atletas, a zona 2 é a faixa entre o LV1 e o segundo limiar ventilatório (LV2), um esforço que já pesa; foi assim que um estudo de 2006 dividiu o treino de onze esquiadores juniores.

Quem diz que treina na zona 2 precisa dizer em qual modelo. A Tabela 4.1 põe os dois lado a lado.

Tabela 4.1 — As zonas pelos limiares: o modelo de cinco zonas e o de três

Faixa do esforço	Modelo de cinco zonas	Modelo de três zonas
Abaixo do primeiro limiar (LV1)	Zonas 1 e 2; a zona 2 é a parte de cima, logo abaixo do LV1	Zona 1
Entre o LV1 e o segundo limiar (LV2)	Zona 3	Zona 2
Acima do LV2	Zonas 4 e 5, até o máximo	Zona 3

Os dois modelos dão nomes diferentes às mesmas faixas; as fronteiras saem do teste de cada pessoa. Elaborado pelo autor a partir da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery, de (SEILER; KJERLAND, 2006) e de (STOROSCHUK et al., 2025).

4.2 A gordura como combustível

Na imprensa, a zona 2 ganhou fama de faixa da queima de gordura. O laudo da Oxy Recovery traz a curva da gordura e do açúcar no esforço, com o FATmax, a intensidade de esforço em que o corpo queima mais gordura por minuto.

Num estudo de 2002 com 18 ciclistas moderadamente treinados, esse ponto ficou, em média, em 64% do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$); acima de 89% do $VO_{2\text{máx}}$, quase nada da energia vinha da gordura. O Gráfico 4.2 mostra esses pontos. É a média de um grupo de ciclistas, e o seu ponto aparece na sua curva.

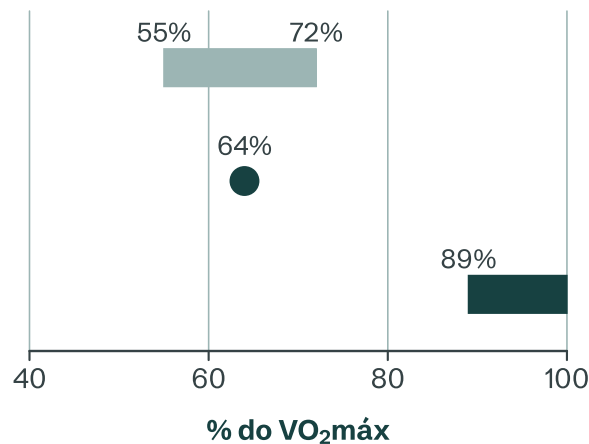
A intensidade de maior queima de gordura em 18 ciclistas

Médias de 18 ciclistas moderadamente treinados, em porcentagem do $\text{VO}_2\text{máx}$.

Faixa em que a queima de gordura ficou perto do pico

FATmax, o ponto de maior queima de gordura

Acima de 89%: a gordura quase não contribuiu



É a média de um grupo; o ponto de cada pessoa aparece na curva do próprio teste.

Elaborado pelo autor a partir de (ACHTEN; GLEESON; JEUKENDRUP, 2002).

Gráfico 4.2

A intensidade de maior queima de gordura em 18 ciclistas moderadamente treinados: a faixa perto do pico, o FATmax médio e o ponto acima do qual a gordura quase não contribuiu.

Elaborado pelo autor a partir de (ACHTEN; GLEESON; JEUKENDRUP, 2002).

4.3 O que a zona 2 entrega

A fama da zona 2 cresceu como atalho para mais capacidade nas mitocôndrias e para uma queima de gordura mais eficiente. A revisão de 2025 foi conferir. O veredito dos autores é que falta prova de que essa faixa seja a ideal para qualquer um dos dois objetivos. Quando sobra pouco tempo para treinar, a revisão aponta para o outro lado: esforços acima da zona 2 parecem pesar mais para a saúde do coração e do metabolismo. Isso não tira a zona 2 do laudo. No mapa da Oxy Recovery, ela segue como a base aeróbia. O que muda é a expectativa: ela é uma das faixas do treino, ao lado das mais intensas.

4.4 Limiar ou porcentagem

Se as zonas saem do teste, a pergunta prática é se isso muda o resultado do treino. Muda? Dois ensaios com sedentários mediram exatamente isso.

O que os estudos mostram

Quarenta e dois adultos sedentários e aparentemente saudáveis foram sorteados para três grupos: um sem exercício e dois que treinaram por 12 semanas. Num grupo, a régua do esforço foi a frequência cardíaca de reserva, a faixa que vai da frequência de repouso à máxima, contada em porcentagem; no outro, foram os dois limiares ventilatórios do teste de cada um. Terminaram 36. Comparado ao grupo sem exercício, o $\text{VO}_2\text{máx}$ cresceu nos dois que treinaram, e cresceu mais no dos limiares. Contando como resposta uma alta acima de 5,9%, responderam 12 de 12 no grupo dos limiares e 5 de 12 no da frequência de reserva.

Fonte: WOLPERN et al., 2015

Um segundo ensaio, de 2019, com 39 adultos sedentários e 12 semanas de treino, apontou na mesma direção. Todos os que seguiram os limiares responderam; com a frequência de reserva, a resposta veio em 60% do grupo. Os dois grupos, porém, começaram com fôlegos diferentes, o que pede cautela na comparação. O Gráfico 4.3 mostra os dois resultados. São ensaios pequenos, feitos com sedentários. O resultado não se estende sem mais estudos a quem já treina.

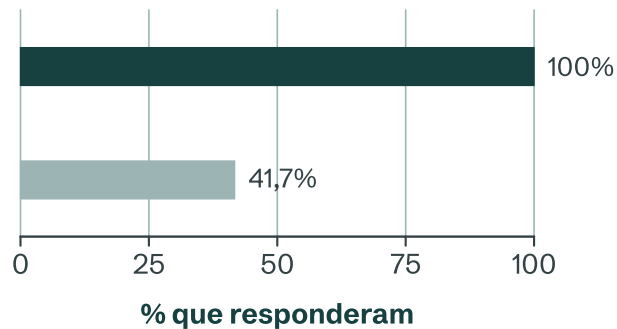
Quem respondeu a 12 semanas de treino

Dois ensaios randomizados com adultos sedentários; resposta: alta do $\text{VO}_2\text{máx}$ acima do erro de medida de cada estudo.

2015 • resposta acima de 5,9%

Pelos limiares do teste (12 de 12)

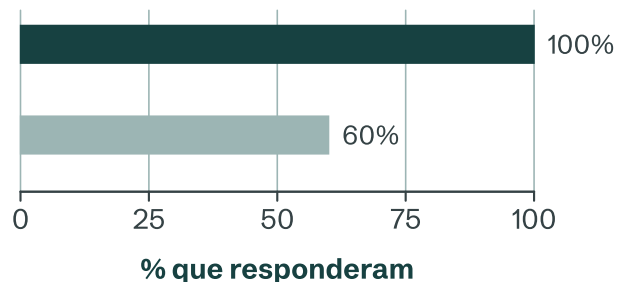
Pela frequência cardíaca de reserva (5 de 12)



2019 • 39 adultos • resposta acima de 4,7%

Pelos limiares do teste

Pela frequência cardíaca de reserva



Ensaaios pequenos, com sedentários; o resultado não se estende sem mais estudos a quem já treina.

Elaborado pelo autor a partir de (WOLPERN et al., 2015) e (WEATHERWAX et al., 2019).

Gráfico 4.3

Quem respondeu a 12 semanas de treino em dois ensaios randomizados com adultos sedentários: intensidade pelos limiares medidos ou por porcentagem da frequência cardíaca de reserva.

Elaborado pelo autor a partir de (WOLPERN et al., 2015) e (WEATHERWAX et al., 2019).

4.5 Quem monta o treino

O laudo entrega as zonas em frequência cardíaca e em ritmo ou potência, calculadas no seu teste. Quem transforma essas zonas em semanas de treino, com volume e progressão, é o profissional de educação física que acompanha você, em conversa com o médico. Um plano só faz sentido em cima das suas medidas e da sua rotina.

Mesmo com zonas bem medidas, dois corpos respondem de jeitos diferentes ao mesmo treino. Os estudos de resposta individual mediram essa diferença.

Pergunte ao seu médico

- A minha zona 2 está no modelo de cinco zonas ou no de três?
- Em que frequência cardíaca e em que ritmo fica o meu primeiro limiar?
- Quem vai transformar as minhas zonas em treino, e como vamos conversar sobre isso?



Treinar pelo seu corpo: a resposta individual e quando refazer o teste

5 Capítulo

Neste capítulo

- Quem não respondeu
- Mais treino, nova resposta
- Quando refazer o teste

Figura 5.1

Uma bicicleta de estrada encostada num banco de madeira, numa calçada arborizada ao lado de uma rua vazia, com o sol baixo ao fundo.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

Em uma frase

Nos estudos, quem não respondeu a um treino passou a responder quando o estímulo aumentou, e o teste repetido mostra o que mudou em cada pessoa.

Zonas medidas resolvem a pergunta de onde treinar. Sobra a de quanto o corpo vai mudar com isso. A resposta varia de uma pessoa para outra. A Figura 5.1, com a bicicleta parada junto ao banco, acompanha esta última parte técnica do guia.

5.1 Quem não respondeu

A fisiologia chama de não respondedor quem treina e não melhora o fôlego além da margem de erro da medida. A pergunta é se essa pessoa nasceu assim. Ou se o treino não bastou para ela. Dois ensaios responderam.

O que os estudos mostram

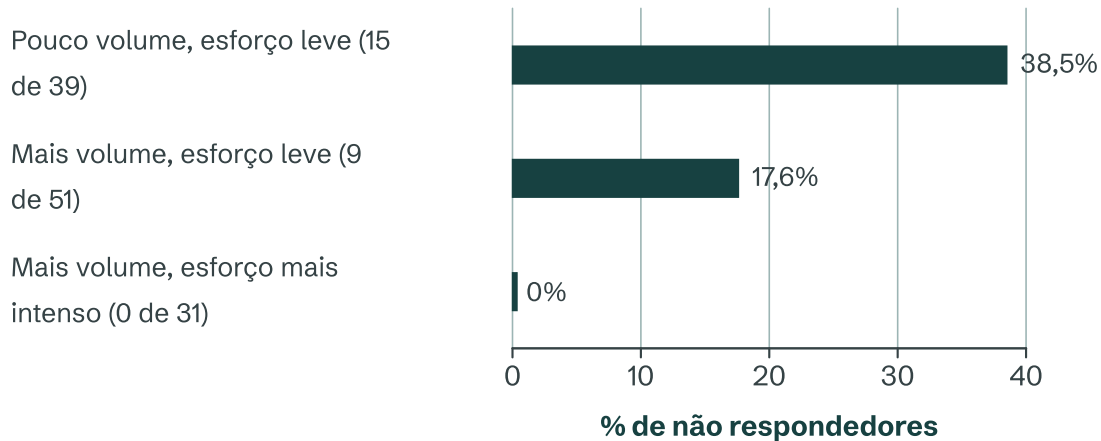
Cento e vinte e um adultos sedentários de meia-idade, com obesidade abdominal, treinaram por 24 semanas, e o sorteio variou duas coisas ao mesmo tempo, o volume de cada sessão e a intensidade do esforço. No grupo de pouco volume e esforço leve, 15 de 39 terminaram sem melhorar o fôlego. Com mais volume e a mesma intensidade, a proporção de não respondedores caiu pela metade. Quando o volume maior veio com esforço mais intenso, nenhum dos 31 ficou sem resposta.

Fonte: ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015

O Gráfico 5.2 mostra os três grupos desse ensaio. Para uma boa parte dos sedentários com obesidade, concluíram os autores, treinar só em esforço leve talvez não faça o fôlego subir.

Não respondedores depois de 24 semanas de treino

121 adultos sedentários de meia-idade, com obesidade abdominal, sorteados para três combinações de volume e intensidade.



Não respondedor: quem terminou sem melhorar o fôlego no teste de esteira.

Elaborado pelo autor a partir de (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015).

Gráfico 5.2

Não respondedores depois de 24 semanas de treino, em 121 adultos sedentários de meia-idade com obesidade abdominal, conforme o volume e a intensidade sorteados.

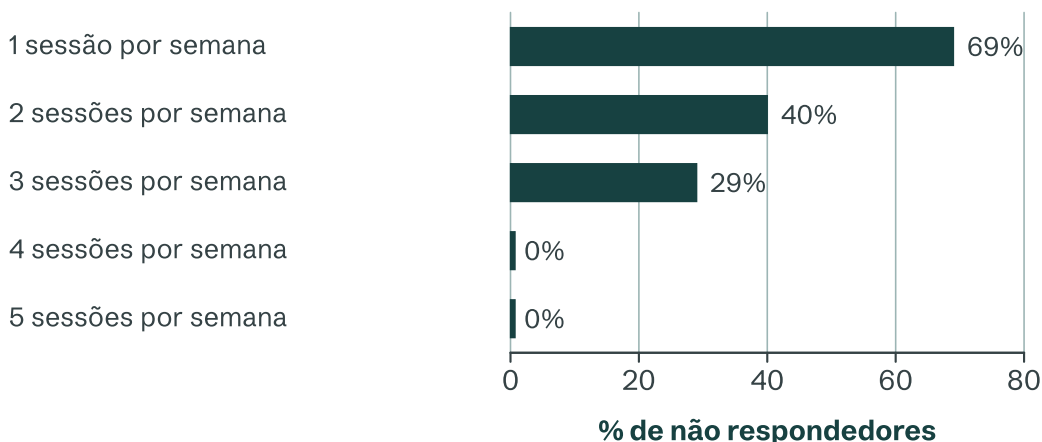
Elaborado pelo autor a partir de (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015).

5.2 Mais treino, nova resposta

Um ensaio de 2017 testou a pergunta pelo outro lado, com 78 adultos saudáveis que treinaram por seis semanas em cinco grupos, de uma a cinco sessões de uma hora por semana. A não resposta, medida pela potência máxima no teste, caiu de 69% no grupo que treinou menos para zero nos dois que treinaram mais, como mostra o Gráfico 5.3. Quem não tinha respondido fez mais seis semanas, com duas sessões a mais por semana. Todos responderam. O ganho acompanhou sobretudo o aumento da hemoglobina, a proteína do sangue que carrega o oxigênio. Os dois ensaios foram feitos com adultos sedentários ou saudáveis, e sugerem que a falta de resposta depende do estímulo. Quanto e como aumentar o seu treino é decisão do profissional que acompanha você, com o médico.

Não respondedores depois de seis semanas de treino

78 adultos saudáveis em cinco grupos, de uma a cinco sessões semanais de uma hora.



Não resposta medida pela potência máxima no teste. Com duas sessões a mais por outras seis semanas, todos os não respondedores passaram a responder.

Elaborado pelo autor a partir de (MONTERO; LUNDBY, 2017).

Gráfico 5.3

Não respondedores depois de seis semanas de treino, em 78 adultos saudáveis divididos em cinco grupos, de uma a cinco sessões semanais de uma hora; com duas sessões a mais por seis semanas, todos responderam.

Elaborado pelo autor a partir de (MONTERO; LUNDBY, 2017).

5.3 Quando refazer o teste

Quando repetir? As fontes deste guia não trazem um intervalo fixo. Os ensaios dão uma pista do ritmo da mudança, porque mediram o fôlego depois de 6, 12 e 24 semanas de treino, e no de 24 semanas o grupo de treino mais intenso perdeu não respondedores até o fim.

Na Oxy Recovery, cada novo teste é sobreposto ao anterior no Passaporte Metabólico. É como um GPS que recalcula a rota. As zonas acompanham o corpo que você tem hoje, e o Infográfico 5.4 reúne as situações em que a repetição costuma fazer sentido.

Quando refazer o teste

Situações em que a repetição costuma fazer sentido; a data se combina na consulta.

Depois de um bloco de treino	Nos ensaios deste guia, o fôlego mudou de forma mensurável depois de 6, 12 e 24 semanas de treino.
Depois de uma pausa longa	Lesão, doença ou rotina interrompida: o teste mostra de onde recomeçar.
Quando o treino não rende	O corpo não responde como esperado, mesmo com o plano em dia.
Se surgir sintoma no esforço	Pare o esforço e passe pela avaliação médica; o teste vem depois, se ela indicar.

As fontes deste guia não trazem um intervalo fixo entre um teste e outro.

Elaborado pelo autor a partir de (MONTERO; LUNDBY, 2017), (WOLPERN et al., 2015), (WEATHERWAX et al., 2019), (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015), (RIEBE et al., 2015) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

Infográfico 5.4

Quando refazer o teste cardiopulmonar: depois de um bloco de treino, depois de uma pausa longa, quando o treino não rende e, se surgir sintoma no esforço, parar e passar pelo médico.

Elaborado pelo autor a partir de (MONTERO; LUNDBY, 2017), (WOLPERN et al., 2015), (WEATHERWAX et al., 2019), (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015), (RIEBE et al., 2015) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

Recalcular zonas ou subir a intensidade, porém, pede uma conversa anterior: quem passa pelo médico antes de começar e que sinais de alerta mandam parar. É com ela que o guia termina.

Pergunte ao seu médico

- O meu fôlego mudou desde o último teste, e as minhas zonas precisam ser recalculadas?
- Se eu não estiver respondendo ao treino, o que muda primeiro, o volume ou a intensidade?
- Em quanto tempo faz sentido repetir o teste no meu caso?

Antes de começar: o médico, os sinais de alerta e o teste na Oxy Recovery

Capítulo 6

Em uma frase

O exercício é seguro para a maioria das pessoas, e a triagem existe para achar quem precisa passar pelo médico antes de começar.

Refazer o teste e ajustar o treino supõem uma conversa sobre segurança, e é ela que fecha o guia. Começa antes do primeiro treino, com a pergunta sobre quem precisa de avaliação médica.

6.1 Quem passa pelo médico antes

Em 2015, o Colégio Americano de Medicina do Esporte, conhecido pela sigla em inglês ACSM, revisou a sua triagem antes do exercício. Segundo o documento, quem já se exercita corre menos risco no esforço do que quem está parado, e os problemas graves do coração durante o exercício costumam dar aviso antes. O ponto de partida é que, para a maioria das pessoas, o exercício é seguro.

A nova triagem se apoia em três perguntas, reunidas na Tabela 6.1. Colesterol e pressão alta saíram da lista. Seguem importantes para prevenir doença; só deixaram de decidir quem precisa de avaliação médica para treinar.

Tabela 6.1 — Quem passa pelo médico antes de começar ou de aumentar a intensidade

A pergunta da triagem	Por que ela pesa	Na prática
Tem sinal ou sintoma, ou doença conhecida do coração, do metabolismo ou dos rins?	É um dos fatores que modulam o risco de evento no esforço	Passe pelo médico antes de começar ou de aumentar a intensidade
Que intensidade você pretende?	A intensidade também modula esse risco	Diga ao médico se quer subir a intensidade, por exemplo para treinar nas zonas mais altas
Você já se exercita com regularidade?	Em quem já treina, esse risco é menor	Conte à equipe a sua rotina real de treino

Esta tabela orienta e não substitui a avaliação da sua equipe. Elaborado pelo autor a partir de (RIEBE et al., 2015).

6.2 Os sinais de alerta

Quem sente um sinal de alerta no esforço para. A Tabela 6.2 organiza os sinais em três níveis, do mais urgente ao que pode esperar a consulta, e vale para o treino de todo dia.

Tabela 6.2 — Sinais de alerta durante o exercício: o que fazer em cada situação

Sinal	Nível	O que fazer
Dor, aperto ou peso no peito, no esforço ou logo depois	Emergência agora	Pare e ligue 192 ou vá ao pronto-socorro
Desmaio, quase desmaio ou confusão	Emergência agora	Pare e ligue 192 ou vá ao pronto-socorro
Falta de ar forte que não melhora com o repouso	Emergência agora	Pare e ligue 192 ou vá ao pronto-socorro
Coração disparado ou irregular que não passa ao parar	Emergência agora	Pare e ligue 192 ou vá ao pronto-socorro
Tontura leve ou cansaço fora do comum, que passam com o repouso	No mesmo dia	Interrompa o exercício do dia e avise a equipe hoje
Dor muscular ou nas juntas que atrapalha a caminhada do dia seguinte	Na próxima consulta	Conte a quem orienta o exercício, para ajustar o plano

Esta lista orienta e não substitui a avaliação da sua equipe. Elaborado pelo autor a partir de (RIEBE et al., 2015).

6.3 A segurança do exame

E o teste em si, com esforço até o máximo? A dúvida é comum.

O que os estudos mostram

Um único centro revisou 5.060 testes cardiopulmonares feitos em 4.250 pacientes com doenças graves do coração, como insuficiência cardíaca e estreitamento da válvula aórtica. Cerca de 1 em cada 4 tinha o fôlego muito reduzido. Durante os testes houve 8 eventos adversos graves, 0,16% do total, cerca de 2 em cada mil. O mais comum, em 6 casos, foi a taquicardia ventricular sustentada, uma arritmia rápida que nasce nos ventrículos. Ninguém morreu. Para os autores, o exame é em geral seguro mesmo nesse grupo de alto risco.

Fonte: SKALSKI; ALLISON; MILLER, 2012

O grupo desse estudo tinha risco alto. A segurança em quem treina por esporte não foi o que ele mediu, e a triagem da Tabela 6.1 continua valendo antes do exame.

6.4 O teste na Oxy Recovery

Na Oxy Recovery, o teste cardiopulmonar faz parte do Passaporte Metabólico, na mesma visita da calorimetria indireta e da bioimpedância, com supervisão médica do começo ao fim. O guia “Nem sempre é falta de esforço”, desta mesma série, descreve a visita inteira. A página do teste cardiopulmonar no site da Oxy Recovery explica o exame, e o agendamento é pelo WhatsApp da equipe, no botão da página. O caminho começa pelo endereço deste guia: www.oxyrecovery-vidaativa.com.br/ebooks/teste-cardiopulmonar-ergoespiometria.

O laudo traz o seu consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) comparado ao de pessoas da mesma idade e do mesmo sexo, os dois limiares ventilatórios (LV1 e LV2) em frequência cardíaca e em ritmo ou potência, a curva da gordura e do açúcar no esforço e as cinco zonas calculadas no seu teste. A Tabela 6.3 junta cada item a uma pergunta para levar à consulta.

Tabela 6.3 — O que o laudo traz e o que perguntar na consulta

O que o laudo traz	O que perguntar
VO₂máx, com a classificação por idade e sexo	Como o meu fôlego se compara ao de pessoas como eu, e o que isso muda no meu plano?
LV1 e LV2, em frequência cardíaca e em ritmo ou potência	Em que frequência e em que ritmo ficam os meus dois limiares?
Curva da gordura e do açúcar no esforço, com o FATmax	Em que intensidade eu queimo mais gordura por minuto?
Cinco zonas de treino calculadas no teste	Quem transforma essas zonas em treino, e quando vamos recalculá-las?
A mistura de combustíveis em repouso e no esforço, e as variáveis da respiração	Algum número da respiração pede atenção?
Leitura clínica integrada	O teste mostrou algo que peça avaliação do coração ou do pulmão?

Itens do laudo publicados na página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery, consultada em 29 de outubro de 2026. Elaborado pelo autor.

6.5 O guia em uma página

O Infográfico 6.4 reúne o guia numa página, com a fonte de cada número. O teste cardiopulmonar troca a estimativa pela medida. O seu fôlego e os seus limiares passam a ser lidos no seu corpo. O que fazer com isso se decide na consulta, com o médico e com o profissional que acompanha o seu treino.

O teste cardiopulmonar em uma página

Cada número vale para a população e para a janela do estudo citado.

O que é	Teste de esforço com análise dos gases da respiração e monitoração do coração.
O fôlego e a saúde	Associação, sem prova de causa: risco relativo de morte de 0,87 a cada MET a mais (33 estudos observacionais); 5,04 vezes o risco na aptidão baixa contra a de elite (122.007 pacientes, 8,4 anos em mediana).
Os dois limiares	LV1: sobra gás carbônico. LV2: a respiração sobe mais que o gás carbônico.
A fórmula da idade	Erro-padrão de 10,8 batimentos por minuto (estudo HUNT). Em 100 adultos, o limiar de lactato caiu entre 45% e 74% do VO ₂ máx.
As zonas	Zona 2: abaixo do LV1 em cinco zonas; entre o LV1 e o LV2 em três. Sem prova de ser a ideal para as mitocôndrias ou para a gordura.
A resposta ao treino	Sedentários, 12 semanas: 12 de 12 responderam pelos limiares, contra 5 de 12 pela frequência de reserva. Com mais estímulo, a não resposta sumiu em dois outros ensaios.
Segurança	8 eventos graves em 5.060 testes de pacientes de alto risco, sem morte. Sinal de alerta no esforço: pare.
Na Oxy Recovery	Supervisão médica, dentro do Passaporte Metabólico; o treino é montado pelo profissional de educação física.

Elaborado pelo autor a partir de (GLAAB; TAUBE, 2022), (KODAMA et al., 2009), (MANDSAGER et al., 2018), (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986), (NES et al., 2013), (IANNETTA et al., 2020), (SEILER; KJERLAND, 2006), (STOROSCHUK et al., 2025), (WOLPERN et al., 2015), (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015), (MONTERO; LUNDBY, 2017), (SKALSKI; ALLISON; MILLER, 2012), (RIEBE et al., 2015) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

Infográfico 6.4

Resumo em uma página: o que o teste mede, o fôlego e a saúde, os dois limiares, a fórmula da idade, as zonas, a resposta ao treino, a segurança e o teste na Oxy Recovery.

Elaborado pelo autor a partir de (GLAAB; TAUBE, 2022), (KODAMA et al., 2009), (MANDSAGER et al., 2018), (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986), (NES et al., 2013), (IANNETTA et al., 2020), (SEILER; KJERLAND, 2006), (STOROSCHUK et al., 2025), (WOLPERN et al., 2015), (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015), (MONTERO; LUNDBY, 2017), (SKALSKI; ALLISON; MILLER, 2012), (RIEBE et al., 2015) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

Pergunte ao seu médico

- Eu preciso de avaliação médica antes de começar ou de aumentar a intensidade?
- O teste cardiopulmonar faz sentido no meu caso, e dentro do Passaporte Metabólico?
- Quem vai ler o meu laudo comigo, e quem transforma as zonas em treino?

Glossário

Termos que aparecem no material e costumam gerar dúvida.

American Heart Association

associação americana de cardiologia, que publica diretrizes e declarações científicas.

Aptidão cardiorrespiratória

capacidade de levar o oxigênio do ar até os músculos e de usá-lo no esforço; o $\text{VO}_2\text{máx}$ é a sua medida.

Bicarbonato

substância do sangue que neutraliza a acidez.

Bioimpedância

exame que estima a composição do corpo pela passagem de uma corrente elétrica fraca.

Calorimetria indireta

exame que mede, pelo ar respirado em repouso, quanta energia o corpo gasta e que combustível ele usa.

Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM)

entidade americana que publica recomendações sobre exercício e saúde.

Coorte

estudo que acompanha um grupo de pessoas ao longo do tempo; mostra associação, sem provar causa.

Eletrocardiograma (ECG)

registro da atividade elétrica do coração, feito por eletrodos colados no peito.

Ensaio randomizado

estudo em que um sorteio decide quem recebe cada tipo de intervenção.

Equivalente metabólico (MET)

unidade que compara o gasto de energia de uma atividade com o gasto em repouso.

Ergoespiometria

outro nome do teste cardiopulmonar de exercício.

Erro-padrão da estimativa

medida de quanto os valores reais costumam se afastar do valor previsto por uma equação.

Estudo retrospectivo

estudo que analisa registros feitos no passado.

FATmax

intensidade de esforço em que o corpo queima mais gordura por minuto.

Frequência cardíaca de reserva

diferença entre a frequência cardíaca máxima e a de repouso; serve de base para calcular zonas por porcentagem.

Frequência cardíaca máxima

o maior número de batimentos por minuto que o coração alcança no esforço máximo.

Hemoglobina

proteína dos glóbulos vermelhos que carrega o oxigênio no sangue.

Insuficiência cardíaca

condição em que o coração não bombeia o sangue de que o corpo precisa.

Intervalo de confiança de 95% (IC 95%)

faixa de valores compatível com os dados do estudo; quanto mais estreita, mais precisa a estimativa.

Lactato

substância que o músculo produz e também usa como combustível; sobe no sangue quando a produção passa do consumo.

Limiar de lactato

ponto do esforço em que o lactato começa a se acumular no sangue.

Manguito

a braçadeira do aparelho que mede a pressão.

Máximo estado estável de lactato

carga mais alta em que o lactato do sangue ainda se mantém estável num esforço contínuo.

Metanálise

estudo que reúne e analisa juntos os dados de vários estudos sobre a mesma pergunta.

Mitocôndria

estrutura da célula que usa oxigênio para produzir energia.

Não respondedor

quem treina e não melhora o fôlego além da margem de erro da medida.

Obesidade abdominal

excesso de gordura acumulada na barriga.

Passaporte Metabólico

avaliação da Oxy Recovery que reúne, numa visita, o teste cardiopulmonar, a calorimetria indireta e a bioimpedância.

Ponto de compensação respiratória

outro nome do segundo limiar ventilatório.

Potência máxima

a maior carga, em watts, que a pessoa sustenta no fim de um teste de esforço.

Primeiro limiar ventilatório (LV1)

ponto do teste em que o gás carbônico passa a subir mais depressa que o oxigênio consumido; perto dele, o lactato começa a se acumular no sangue.

Risco ajustado

risco calculado depois de descontar o peso de outras características, como a idade e as doenças de cada pessoa.

Risco relativo (RR)

quantas vezes o risco de um grupo corresponde ao de outro; 0,87 quer dizer 13% menor.

Segundo limiar ventilatório (LV2)

ponto mais alto do teste em que a respiração passa a subir mais depressa que o próprio gás carbônico.

Taquicardia ventricular sustentada

arritmia rápida que nasce nos ventrículos, as câmaras de baixo do coração, e se mantém.

Teste cardiopulmonar de exercício (TCPE)

teste de esforço com análise dos gases da respiração e monitoração do coração.

Teste em rampa

teste em que a carga sobe de forma contínua, pouco a pouco, até o máximo.

Teste ergométrico

teste de esforço com eletrocardiograma, frequência cardíaca e pressão, sem análise dos gases.

Ventilação

volume de ar que entra e sai dos pulmões a cada minuto.

VO₂

consumo de oxigênio, em mililitros por quilo de peso por minuto.

VO₂máx

o maior consumo de oxigênio que o corpo alcança no esforço máximo.

VO₂ pico

o maior consumo medido num teste, quando o consumo não chega a parar de subir.

Zona 2

faixa de intensidade de treino; no modelo de cinco zonas, fica logo abaixo do primeiro limiar; no de três, entre os dois limiares.

Zona de treino

faixa de intensidade de esforço, definida por pontos medidos ou por porcentagens.

Referências

Lista formatada segundo a ABNT NBR 6023. As citações no corpo do texto seguem o sistema autor-data e remetem a esta lista.

ACHTEN, J.; GLEESON, M.; JEUKENDRUP, A. E. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. **Medicine and science in sports and exercise**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 92-7, 2002. DOI: 10.1097/00005768-200201000-00015. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00015>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 11782653.

BEAVER, W. L.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **Journal of applied physiology**, [S. l.], v. 60, n. 6, p. 2020-7, 1986. DOI: 10.1152/jappl.1986.60.6.2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.6.2020>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 3087938.

GLAAB, T.; TAUBE, C. Practical guide to cardiopulmonary exercise testing in adults. **Respiratory research**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 9, 2022. DOI: 10.1186/s12931-021-01895-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01895-6>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 35022059.

IANNETTA, D. et al. A Critical Evaluation of Current Methods for Exercise Prescription in Women and Men. **Medicine and science in sports and exercise**, [S. l.], v. 52, n. 2, p. 466-473, 2020. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002147. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002147>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 31479001.

IMBODEN, M. T. et al. Cardiorespiratory Fitness and Mortality in Healthy Men and Women. **Journal of the American College of Cardiology**, [S. l.], v. 72, n. 19, p. 2283-2292, 2018. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.08.2166. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.2166>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 30384883.

JAMNICK, N. A. et al. An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. **Sports medicine**, [S. l.], v. 50, n. 10, p. 1729-1756, 2020. DOI: 10.1007/s40279-020-01322-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01322-8>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 32729096.

KODAMA, S. et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. **JAMA**, [S. l.], v. 301, n. 19, p. 2024-35, 2009. DOI: 10.1001/jama.2009.681. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jama.2009.681>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 19454641.

MANDSAGER, K. et al. Association of Cardiorespiratory Fitness With Long-term Mortality Among Adults Undergoing Exercise Treadmill Testing. **JAMA network open**, [S. l.], v. 1, n. 6, p. e183605, 2018. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2018.3605. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.3605>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 30646252.

MONTERO, D.; LUNDBY, C. Refuting the myth of non-response to exercise training: 'non-responders' do respond to higher dose of training. **The Journal of physiology**, [S. l.], v. 595, n. 11, p. 3377-3387, 2017. DOI: 10.1113/JP273480. Disponível em: <https://doi.org/10.1113/JP273480>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 28133739.

NES, B. M. et al. Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT fitness study. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 697-704, 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 22376273.

- POOLE, D. C. et al. The anaerobic threshold: 50+ years of controversy. **The Journal of physiology**, [S. l.], v. 599, n. 3, p. 737-767, 2021. DOI: 10.1113/JP279963. Disponível em: <https://doi.org/10.1113/JP279963>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 33112439.
- RIEBE, D. et al. Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. **Medicine and science in sports and exercise**, [S. l.], v. 47, n. 11, p. 2473-9, 2015. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000664. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000664>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 26473759.
- ROSS, R. et al. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. **Circulation**, [S. l.], v. 134, n. 24, p. e653-e699, 2016. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000461. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 27881567.
- ROSS, R.; DE LANNOY, L.; STOTZ, P. J. Separate Effects of Intensity and Amount of Exercise on Interindividual Cardiorespiratory Fitness Response. **Mayo Clinic proceedings**, [S. l.], v. 90, n. 11, p. 1506-14, 2015. DOI: 10.1016/j.mayocp.2015.07.024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2015.07.024>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 26455890.
- SEILER, K. S.; KJERLAND, G. Ø. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution?. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 49-56, 2006. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 16430681.
- SKALSKI, J.; ALLISON, T. G.; MILLER, T. D. The safety of cardiopulmonary exercise testing in a population with high-risk cardiovascular diseases. **Circulation**, [S. l.], v. 126, n. 21, p. 2465-72, 2012. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.110460. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.110460>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 23091065.
- STOROSCHUK, K. L. et al. Much Ado About Zone 2: A Narrative Review Assessing the Efficacy of Zone 2 Training for Improving Mitochondrial Capacity and Cardiorespiratory Fitness in the General Population. **Sports medicine**, [S. l.], v. 55, n. 7, p. 1611-1624, 2025. DOI: 10.1007/s40279-025-02261-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02261-y>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 40560504.
- TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 153-6, 2001. DOI: 10.1016/s0735-1097(00)01054-8. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8). Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 11153730.
- WEATHERWAX, R. M. et al. Incidence of V̇O₂max Responders to Personalized versus Standardized Exercise Prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, [S. l.], v. 51, n. 4, p. 681-691, 2019. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001842. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001842>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 30673687.
- WOLPERN, A. E. et al. Is a threshold-based model a superior method to the relative percent concept for establishing individual exercise intensity? a randomized controlled trial. **BMC sports science, medicine & rehabilitation**, [S. l.], v. 7, p. 16, 2015. DOI: 10.1186/s13102-015-0011-z. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13102-015-0011-z>. Acesso em: 29 out. 2026. PMID: 26146564.

Sobre o autor

Dr. Mateus Antunes Nogueira

CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)

Atendo em São Paulo. Na Oxy Recovery, acompanho as medidas do metabolismo e do esforço; na sala de cirurgia, opero o aparelho digestivo. Este guia responde a uma pergunta que escuto de quem corre e pedala há anos: as zonas calculadas pela idade servem para mim?

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Transparência e licenças

Esta página declara a origem de cada figura usada no material, a base das informações e as condições de uso.

Figuras e ilustrações

Item	Assunto	Arquivo	Origem e licença
Figura 1.1	Uma esteira numa sala clínica clara, com uma máscara transparente e o seu tubo apoiados no corrimão; ao fundo, uma janela com uma planta e um banco.	Figura_1.1_esteira-e-mascara.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial
Infográfico 1.2	O que o teste cardiopulmonar mede: pela máscara, o oxigênio, o gás carbônico e a ventilação; pelos eletrodos e pelo manguito, o coração e a pressão.	Infografico_1.2_o-que-o-teste-mede.png	Elaborado pelo autor a partir de (GLAAB; TAUBE, 2022) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.
Infográfico 1.3	Teste ergométrico e teste cardiopulmonar: o que cada um mede no esforço.	Infografico_1.3_ergometrico-e-cardiopulmonar.png	Elaborado pelo autor a partir da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.
Figura 2.1	Um par de tênis de corrida sobre uma pista de atletismo vazia, com o sol baixo e a névoa sobre as árvores ao fundo.	Figura_2.1_tenis-na-pista.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial
Gráfico 2.2	A aptidão, a morte e os eventos do coração em 33 estudos observacionais com adultos saudáveis: o risco relativo a cada MET a mais e o da aptidão baixa contra a intermediária e a alta.	Grafico_2.2_aptidao-e-mortalidade.png	Elaborado pelo autor a partir de (KODAMA et al., 2009).
Gráfico 2.3	Risco ajustado de morte em 122.007 pacientes de teste de esteira, seguidos por 8,4 anos em mediana: a aptidão baixa contra a de elite, a aptidão abaixo da média contra a acima, e três fatores de risco conhecidos.	Grafico_2.3_aptidao-e-fatores-de-risco.png	Elaborado pelo autor a partir de (MANDSAGER et al., 2018).
Gráfico 2.4	Mortes a menos a cada MET a mais, em 4.137 adultos aparentemente saudáveis com a aptidão medida no teste cardiopulmonar e seguidos por 24,2 anos em média.	Grafico_2.4_aptidao-medida.png	Elaborado pelo autor a partir de (IMBODEN et al., 2018).

Figura 3.1	Dois marcos de pedra baixos à beira de uma trilha de terra clara que sobe entre a grama, com montanhas, um lago e a névoa da manhã ao fundo.	Figura_3.1_dois-marcos.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial
Esquema 3.2	Os dois limiares no teste de esforço crescente e as três faixas que eles separam. Esquema conceitual, sem escala e sem dado de paciente.	Esquema_3.2_os-dois-limiares.png	Elaborado pelo autor a partir de (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986), (POOLE et al., 2021) e (JAMNICK et al., 2020).
Gráfico 3.4	Onde caíram o limiar de lactato e o máximo estado estável de lactato em 100 adultos, em porcentagem do $\text{VO}_2\text{máx}$ e da frequência cardíaca máxima.	Grafico_3.4_mesma-porcentagem.png	Elaborado pelo autor a partir de (IANNETTA et al., 2020).
Gráfico 4.2	A intensidade de maior queima de gordura em 18 ciclistas moderadamente treinados: a faixa perto do pico, o FATmax médio e o ponto acima do qual a gordura quase não contribuiu.	Grafico_4.2_gordura-no-esforco.png	Elaborado pelo autor a partir de (ACHTEN; GLEESON; JEUKENDRUP, 2002).
Gráfico 4.3	Quem respondeu a 12 semanas de treino em dois ensaios randomizados com adultos sedentários: intensidade pelos limiares medidos ou por porcentagem da frequência cardíaca de reserva.	Grafico_4.3_limiar-ou-porcentagem.png	Elaborado pelo autor a partir de (WOLPERN et al., 2015) e (WEATHERWAX et al., 2019).
Figura 5.1	Uma bicicleta de estrada encostada num banco de madeira, numa calçada arborizada ao lado de uma rua vazia, com o sol baixo ao fundo.	Figura_5.1_bicicleta-ao-amanhecer.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial
Gráfico 5.2	Não respondedores depois de 24 semanas de treino, em 121 adultos sedentários de meia-idade com obesidade abdominal, conforme o volume e a intensidade sorteados.	Grafico_5.2_quem-nao-respondeu.png	Elaborado pelo autor a partir de (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015).
Gráfico 5.3	Não respondedores depois de seis semanas de treino, em 78 adultos saudáveis divididos em cinco grupos, de uma a cinco sessões semanais de uma hora; com duas sessões a mais por seis semanas, todos responderam.	Grafico_5.3_mais-treino-nova-resposta.png	Elaborado pelo autor a partir de (MONTERO; LUNDBY, 2017).

Infográfico 5.4	Quando refazer o teste cardiopulmonar: depois de um bloco de treino, depois de uma pausa longa, quando o treino não rende e, se surgir sintoma no esforço, parar e passar pelo médico.	Infografico_5.4_quando-refazer.png	Elaborado pelo autor a partir de (MONTERO; LUNDBY, 2017), (WOLPERN et al., 2015), (WEATHERWAX et al., 2019), (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015), (RIEBE et al., 2015) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.
Infográfico 6.4	Resumo em uma página: o que o teste mede, o fôlego e a saúde, os dois limiares, a fórmula da idade, as zonas, a resposta ao treino, a segurança e o teste na Oxy Recovery.	Infografico_6.4_resumo-em-uma-pagina.png	Elaborado pelo autor a partir de (GLAAB; TAUBE, 2022), (KODAMA et al., 2009), (MANDSAGER et al., 2018), (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986), (NES et al., 2013), (IANNETTA et al., 2020), (SEILER; KJERLAND, 2006), (STOROSCHUK et al., 2025), (WOLPERN et al., 2015), (ROSS; DE LANNOY; STOTZ, 2015), (MONTERO; LUNDBY, 2017), (SKALSKI; ALLISON; MILLER, 2012), (RIEBE et al., 2015) e da página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery.

Base das informações

O texto foi escrito a partir de diretrizes de sociedades médicas e de estudos publicados em revistas científicas com revisão por pares, listados na seção de Referências. As citações no corpo do texto seguem o formato autor-data e remetem à lista final, formatada segundo a ABNT NBR 6023. Onde há número, há fonte.

Conflitos de interesse

O autor declara não ter recebido patrocínio, amostras ou honorários de fabricantes de aparelhos de teste cardiopulmonar, de relógios ou de aplicativos de treino. A Oxy Recovery, onde o autor atende, oferece o teste cardiopulmonar, também dentro do Passaporte Metabólico. Esta obra não cita marca de aparelho, de relógio ou de aplicativo. As ilustrações são didáticas; algumas foram produzidas pelo autor com auxílio de inteligência artificial. Gráficos, esquemas, infográficos e tabelas são obra do autor, a partir das referências de cada legenda, e nenhum representa uma pessoa real. Referências conferidas no PubMed e página do teste cardiopulmonar da Oxy Recovery consultada em 29 de outubro de 2026. Revisão desta edição: outubro de 2026.

Condições de uso

© 2026 Dr. Mateus Antunes Nogueira. A leitura e a impressão para uso pessoal são permitidas. Reprodução, redistribuição, venda, edição de trechos e uso para treinamento de sistemas automatizados dependem de autorização escrita do autor. Cada exemplar traz marcação de origem no fundo e no pé de página.

Colofão. Paginado com CSS Paged Media e gerado em 2026. Formato A4 retrato. Dr. Mateus Antunes Nogueira · CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)