



Escola Superior de Saúde  
Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia  
Projeto de graduação

**Entre mobilidade e saúde: investigando os benefícios da  
bicicleta elétrica para fundamentar a sua recomendação por  
fisioterapeutas na promoção de saúde em adultos. Uma  
revisão bibliográfica**

Paul Delabays  
Estudante de Fisioterapia  
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa  
36404@ufp.edu.pt

Daniel Gomes Ferreira  
Fisioterapeuta  
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa  
danielferreira@ufp.edu.pt

Porto, maio de 2024

## Resumo

**Objetivo:** comparar os efeitos e benefícios da utilização de uma bicicleta elétrica com os de uma bicicleta tradicional, para descobrir se a bicicleta elétrica pode ser recomendada por fisioterapeutas para melhorar a saúde de pacientes adultos. **Metodologia:** A pesquisa foi efetuada nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science*, *Cochrane Library* e *PEDro*, com o objetivo de encontrar estudos randomizados que avaliassem os benefícios da utilização de uma bicicleta elétrica na saúde. A qualidade metodológica foi analisada através da escala PEDro **Resultados:** Foram incluídos na revisão 7 estudos, com uma qualidade metodológica média de 5,8/10, envolvendo um total de 229 participantes com uma idade média de 41 anos. A duração total das intervenções varia de 1 dia a 4 semanas. **Conclusão:** A bicicleta elétrica parece ser uma alternativa eficaz para aumentar a atividade física e melhorar significativamente a saúde, sendo uma ferramenta viável para recomendação por fisioterapeutas na promoção da saúde de adultos e redução do sedentarismo. **Palavras-chave:** bicicleta elétrica, promoção de saúde, fisioterapia, recomendações para atividade física, *MET*, *VO2*, frequência cardíaca, percepção do esforço

## Abstract

**Objective:** comparing the effects and benefits of using an electric bicycle with those of a traditional bicycle, to find out whether the electric bicycle can be recommended by physiotherapists to improve the health of adult patients. **Methodology:** The search was carried out in the *Pubmed*, *Web of Science*, *Cochrane Library* and *PEDro* databases, with the aim of finding randomised studies evaluating the health benefits of using an electric bicycle. Methodological quality was analysed using the PEDro scale. **Results:** Seven studies were included in the review, with an average methodological quality of 5.8/10, involving a total of 229 participants with an average age of 41. The total duration of the interventions ranged from 1 day to 4 weeks. **Conclusion:** The electric bicycle appears to be an effective alternative for increasing physical activity and significantly improving health, making it a viable tool for physiotherapists to recommend for promoting adult health and reducing sedentary lifestyles. **Keywords:** electric bicycle, health promotion, physiotherapy, recommendations for physical activity, *MET*, *VO2*, heart rate, perceived exertion

## 1. Introdução

O estilo de vida sedentário é um dos principais problemas de saúde pública mundialmente. Quase um terço da população mundial com mais de 15 anos não é suficientemente ativa. Nos EUA, o comportamento sedentário da população corresponde a uma média de 8,3 horas por dia. (Park et al, 2020). No quadro europeu, um estudo de Loyen et al (2016) realizado em Inglaterra, Suécia, Noruega e Portugal mostrou que os participantes apresentavam uma média de 8,8 horas de comportamento sedentário por dia, em contraste com 36 minutos de atividade física moderada a vigorosa. Estes resultados evidenciam a prevalência de comportamentos sedentários e de inatividade física nestes países e sublinham a importância da implementação de políticas de promoção da atividade física e de estilos de vida mais ativos, a fim de melhorar a saúde e qualidade de vida da população. (Loyen et al., 2016). Evidencia-se então a necessidade de encontrar estratégias para aumentar a quantidade de tempo ativo despendido pela população.

Uma atividade física insuficiente e um comportamento sedentário representam um risco acrescido de morte por doenças cardiovasculares, cancro e diabetes (Organização Mundial de Saúde: OMS, 2022). *O American College of Sports Medicine (ACSM)* recomenda um mínimo de 150 minutos por semana de atividade cardiorrespiratória de média intensidade (entre 64 e 76% da FCmax ou 3,5-5,9 MET) ou 75 minutos ou mais de atividade de alta intensidade (entre 77 e 95% da FCmax ou 6-8,7 MET) (Garber et al., 2011).

Para além de prestarem cuidados ao público em geral, os fisioterapeutas têm o dever de promover a atividade física e de educar as pessoas quanto aos perigos de um estilo de vida sedentário e de não seguirem as recomendações relativas à atividade física. Por isso, devem ser capazes de sugerir e aconselhar atividades que beneficiem a saúde geral dos seus pacientes. Tal é reiterado no princípio ético 8 dos Princípios e Responsabilidades Éticas dos Fisioterapeutas estabelecidos pela Associação Portuguesa dos Fisioterapeutas: "Os fisioterapeutas contribuem para o planeamento e desenvolvimento de serviços destinados a satisfazer as necessidades de saúde da comunidade." (Associação Portuguesa de Fisioterapeutas, 2022). Este facto é confirmado pelo regulamento do Ordem dos Fisioterapeutas portugueses, que afirma que é da responsabilidade dos mesmos: "Educar, orientar e aconselhar com vista à otimização do sistema de movimento e à adoção de

estilos de vida saudáveis, com repercussões na funcionalidade, na qualidade de vida relacionada com a saúde, na otimização da atividade e na participação”.

O *active commuting* surge então com uma alternativa viável para implementar uma atividade na vida quotidiana das pessoas baseando-se na utilização de um modo de transporte ativo, como andar a pé ou de bicicleta, para as deslocações diárias, seja para o trabalho ou para a escola. Este comportamento ajuda para reduzir o tempo sedentário e oferece vários benefícios para a saúde (Bopp, Kaczynski, & Besenyi, 2012). Uma meta-análise de Hamer e Chida (2008) mostrou que o *active commuting* reduz o risco de desenvolver doenças cardíacas, e certos tipos de cancro. A utilização de modos de transportes ativos está também associada a uma redução do índice de massa corporal (IMC), sugerindo que pode contribuir para a gestão do peso e para a prevenção da obesidade (Martin et al., 2015). Ir a pé ou de bicicleta para o trabalho está também associado a um nível de bem-estar mais elevado do que as pessoas que utilizam modos de transporte passivos, como o automóvel ou os transportes públicos (Avila-Palencia et al., 2018). Os efeitos benéficos da prática do ciclismo tradicional na aptidão cardiorrespiratória, já foram demonstrados no estudo de Møller et al (2011), em particular no VO<sub>2</sub>max, ou consumo máximo de oxigénio, que é uma medida da quantidade máxima de oxigénio que uma pessoa pode utilizar durante um exercício intenso. No entanto, o ciclismo apresenta uma série de barreiras e dificuldades à entrada de novos utilizadores, especialmente para os menos aptos ou menos motivados, como a resistência do vento ou os gradientes de inclinação das ruas ou ciclovias, que podem levar ao abandono da atividade (Engbers & Hendriksen, 2010).

As bicicletas elétricas ou *e-bike* (BE) são bicicletas com um motor elétrico que fornecem uma assistência variável gerida pelo utilizador e fornecem uma solução para ultrapassar estas barreiras. Essas bicicletas só prestam assistência através do motor até uma velocidade máxima de 25km/h; acima desta velocidade, todo o esforço é prestado pelo próprio ciclista. Ao exigirem menos força do utilizador, quebram estas barreiras à entrada (Fishman & Cherry, 2015). Nos últimos 15 anos, as vendas de bicicletas elétricas aumentaram drasticamente: atualmente, a nível mundial, as vendas de BE representam 15% do total de vendas do sector (Balton, 2024). Utilização crescente de bicicletas elétricas oferece uma oportunidade para incentivar indivíduos sedentários a incorporar mais atividade física no seu quotidiano (Castro et al., 2019). A única revisão sistemática existente sobre o assunto, publicada por Bourne et al (2018), conclui que a BE oferece uma oportunidade para cumprir as recomendações de atividade física e melhorar certos

indicadores de saúde. No entanto, a revisão utiliza uma grande variedade de estudos, alguns sem randomização ou grupos de controlo.

O objetivo desta revisão bibliográfica será compilar os estudos randomizados que comparam a resposta fisiológica provocada pela utilização de bicicletas elétricas em comparação com a causada pela utilização de uma bicicleta normal ou de outro meio de transporte ativo através de parâmetros musculares, cardiovasculares e mentais, fatores de risco e todos os outros parâmetros que podem influenciar diretamente os parâmetros ligados à saúde (quilómetros percorridos, sensação de esforço, prazer experimentado). A questão de investigação que se coloca aborda se a bicicleta elétrica pode ser uma das ferramentas recomendadas pelos fisioterapeutas para atingir os níveis de atividade física ideais e promover uma melhoria de saúde da população.

## 2. Metodologia

Foram utilizadas as seguintes bases de dados para procurar artigos relevantes até abril de 2024: *Pubmed*, *Web of Science*, *Cochrane Library* e *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, com o objetivo de identificar estudos randomizados que avaliassem os benefícios da utilização da bicicleta elétrica na saúde. A pesquisa teve em conta artigos publicados nos últimos 15 anos, ou seja, entre abril de 2009 e abril de 2024.

O fluxograma PRISMA foi utilizado para detalhar a investigação efetuada. As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: “*adults*”, “*pedelec*”, “*e-bike*”, “*electrically assisted cycle*”, “*electrically assisted bicycle*”, “*electrically assisted bike*”, “*pedal-assist*”, “*electric bicycle*”, “*electric bike*”, “*electric cycle*”, “*electric mobility*”, “*health*”, “*heart rate*”, “*strength*”, “*VO2*”, “*METs*”, “*energy expenditure*”, “*oxygen consumption*”, “*wellbeing*”, “*well-being*”, “*body composition*”. Nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science* e *Cochrane Library* foi utilizada a seguinte combinação de palavras-chave: *adults AND (pedelec OR e-bike OR “electrically assisted bicycle” OR “electrically assisted cycle” OR “electrically assisted bike” OR “pedal-assist” OR “electric bicycle” OR “electric bike” OR “electric cycle” OR “electric mobility”) AND (health OR “heart rate” OR strength OR VO2 OR METs OR “energy expenditure” OR “oxygen consumption” OR “well-being” OR “body composition”)* e na base de dados PEDro a expressão: “*electrical bike*”.

De acordo com o método PICO, foram utilizados estudos que apresentassem os seguintes critérios de inclusão: (1) população adulta, (2) intervenção consiste num protocolo de exercício com utilização de bicicleta elétrica, (3) comparação com grupo de controlo (4) *outcomes*: todos os parâmetros diretamente ligados à saúde (musculares, cardiovasculares, mentais, fatores de risco) e todos os outros parâmetros que podem influenciar diretamente os parâmetros ligados à saúde (quilómetros percorridos, sensação de esforço, prazer experimentado). Apenas foram considerados os estudos randomizados controlados (RCT's) e estudos cruzados randomizados publicados na língua inglesa, portuguesa ou francesa.

Foram excluídos todos os estudos que não eram estudos randomizados controlados ou estudos cruzados randomizados, estudos cujos protocolos não envolvem a utilização de bicicletas elétricas e estudos cujos parâmetros avaliados não corresponderam aos definidos. Para determinar a pertinência e relevância dos estudos, após remoção de duplicados, foram lidos os respetivos títulos, resumos, palavras-chave e, quando necessário, o texto integral dos mesmos.

Para a presente revisão foram retiradas informações referentes aos autores, ao ano de publicação, às características da amostra, ao protocolo de intervenção, aos parâmetros e instrumentos de avaliação, bem como aos resultados.

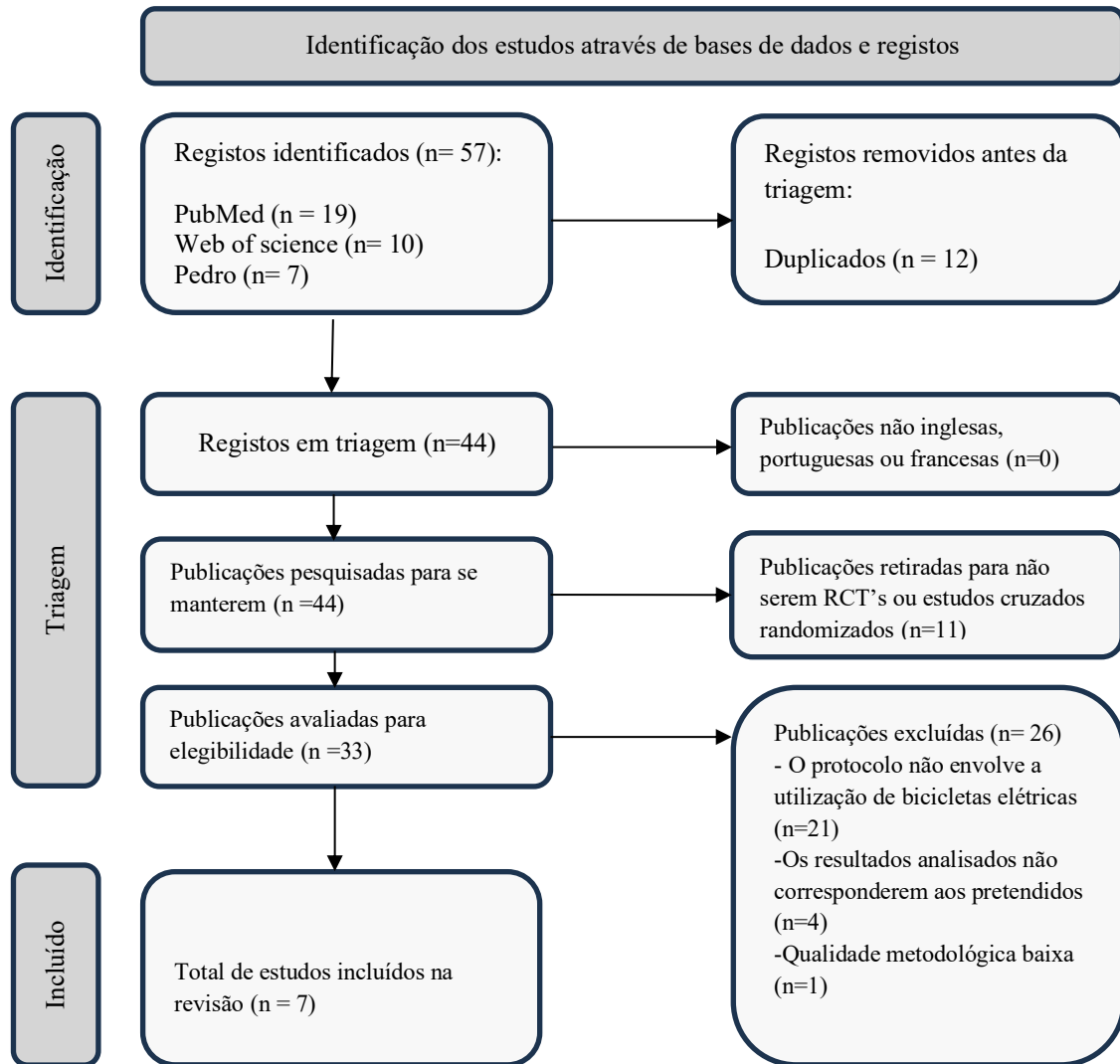
A qualidade metodológica dos estudos será avaliada utilizando a escala de PEDro, baseada em 11 itens diferentes. Esta escala é composta por 11 itens de avaliação, classificados em 0 ou 1, quanto à sua presença ou ausência. Cada estudo recebe uma pontuação final correspondente à soma dos itens 2 a 11, excluindo-se o item 1 da pontuação final. Assim sendo, a pontuação final pode variar de 0 a 10 (Maher et al., 2003).

### **3. Resultados**

Através da pesquisa realizada em abril de 2024 nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science*, *Cochrane Library* e *PEDro* foram encontrados 57 artigos. Após remoção dos duplicados e dos estudos de revisão, restaram 44 estudos: 11 dos quais foram excluídos por não serem *RCTs* ou estudos cruzados randomizados, 21 por proporem um protocolo que não envolvia a utilização de bicicleta elétrica, 4 estudos cujos resultados analisados não incluíam os *outcomes* definidos. Finalmente, foi removido um último estudo por ter uma qualidade metodológica baixa (<5 na escala de PEDro). No final, foram incluídos 7

RCT's e estudos cruzados randomizados que cumpriram todos os critérios de inclusão para esta revisão. O processo de seleção está detalhado no diagrama PRISMA (Figura 1).

Figura 1. Diagrama PRISMA de procedimento da revisão



### Qualidade metodológica dos estudos

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos selecionados encontra-se representada na Tabela 1. Dos estudos que preencheram os critérios de inclusão para a revisão, 2 são RCT's (Hansen et al., 2017; Höschmann et al., 2018). Os outros 5 são estudos crossover randomizados cujo protocolo prevê a distribuição aleatória dos sujeitos, o que permite que sejam avaliados com a escala PEDro da mesma forma que os RCTs. Os estudos incluídos apresentaram uma qualidade metodológica média de 5,8 em 10 na escala de PEDro, dos quais, de acordo com a classificação proposta por Cashin e McAuley

(2020), 6 estudos apresentaram uma qualidade metodológica boa, ou seja, com uma pontuação entre 6 e 8 na escala de PEDro. (Sperlich et al., 2011; Hansen et al., 2017; Höschmann et al., 2018, Stenner et al., 2020, Alessio et al., 2021 et Alessio et al., 2024) e 1 estudo apresentou uma qualidade metodológica razoável, ou seja, com uma pontuação entre 4 e 5 na mesma escala (Louis et al., 2012).

Tabela 1. Avaliação da qualidade metodológica dos artigos incluídos de acordo com a escala de PEDro

Estudo,	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	Pontuação final
Sperlich et al., 2012	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Louis et al., 2012	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5/10
Hansen et al., 2017	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Höschmann et al., 2018	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6/10
Stenner et al., 2020	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Alessio et al., 2021	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Alessio et al., 2024	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10

**Legenda:** 1: presente; 0: ausente

**Crítérios:** (2) Distribuição aleatória dos sujeitos; (3) Distribuição cega dos sujeitos; (4) Semelhança inicial dos grupos; (5) Cegueira dos sujeitos; (6) Cegueira dos fisioterapeutas; (7) Cegueira dos avaliadores; (8) Medição de pelos menos um dos resultados-chave de 85% dos sujeitos; (9) Análise por intenção de tratamento; (10) Descrição dos resultados das comparações estatísticas inter-grupos para pelos menos um resultado-chave, (11) Medidas de precisão e variabilidade para pelos menos um resultado-chave

Todos os estudos incluídos cumpriram os critérios 8, 10 e 11 da escala de PEDro que referem respetivamente ao seguimento adequado, comparações estatísticas inter-grupos e medidas de precisão e variabilidade, enquanto nenhum estudo cumpriu os critérios 5, 6 e 7 que se referem à existência de sujeitos, fisioterapeutas e avaliadores cegos, respetivamente. Isto porque não é possível ocultar aos utilizadores e avaliadores o facto de a bicicleta utilizada ser eletricamente assistida ou tradicional que são muito distinguíveis em termo de funcionalidades e aspeto. A única forma dos fisioterapeutas e avaliadores serem cegos seria se não fossem os mesmos a entregar as bicicletas aos

participantes ou registar que participantes usaram bicicleta elétrica. Como resultado, nenhum estudo nesta revisão poderia exceder uma pontuação de 7/10 na escala PEDro.

### **Descrição dos estudos**

Os 7 estudos incluídos totalizaram 229 participantes, apresentando-se com uma idade média de 41 anos, variando a amostra entre um mínimo de 8 (Sperlich et al, 2011) e um máximo de 101 participantes (Stenner et al, 2020). Todos os estudos compararam os efeitos da utilização de bicicletas elétricas com a utilização de bicicletas tradicionais, com exceção do estudo de Alessio et al, 2024 que comparou os efeitos de uma semana de utilização de bicicletas elétricas com uma semana sem utilização. Um estudo (Höschmann et al., 2018) continha um grupo experimental de utilização de bicicleta elétrica apenas e um grupo de controlo de uso de bicicleta tradicional apenas. Os restantes estudos utilizaram comparações interpessoais.

A duração da intervenção foi especificada em cada um dos estudos: 3 estudos tiveram um período de intervenção de 1 dia (Sperlich et al., 2011; Louis et al., 2012; Alessio et al., 2021), 1 estudo teve um período de intervenção variando de 6 a 8 dias (Hansen et al., 2017), 1 estudo consistiu num período de intervenção de 2 semanas (Alessio et al., 2024) e 2 estudos num período de 4 semanas (Höschmann et. al, 2018; Stenner et al., 2020). A descrição dos estudos selecionados relativamente a autores, ano de publicação e tipo de estudo, objetivo de estudo, características da amostra, protocolo de intervenção e períodos de pausa de tratamento, o período de *washout*, parâmetros e instrumentos de avaliação e resultados encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Características dos estudos presentes na revisão

Autor, ano, tipo de estudo	Objetivo do estudo	Características da amostra	Protocolo de intervenção	Parâmetros e instrumentos de avaliação	Resultados
Sperlich et al., 2011 Estudo cruzado randomizado	Caracterizar os efeitos a utilização da BE no que diz respeito à potência, velocidade, sinais de eletromiografia, parâmetros cardiorrespiratórios, gasto energético, esforço percebido e prazer e comparar estes efeitos com os do ciclismo não assistido.	N = 8 mulheres sedentárias Idade: 38 ±15 anos Peso: 71.3 ± 12.9 kg IMC: 25.3 ± 2.1 kg/m <sup>2</sup> Massa gorda: 29.4 ± 14.4 kg	Cinco vezes num circuito exterior de 1,9 km, com inclinação variável, para obter uma distância total de 9,5 km com uma elevação total de 102 m - uma vez com e outra sem assistência elétrica, por ordem aleatória. Período de <i>washout</i> : 1 hora	Potência média desenvolvida; Velocidade média; VO <sub>2</sub> ; MET's; RER; FCM; Ventilação; EMG; Concentração de lactato no sangue; Percepção do esforço (escala de Borg) Prazer (Escala de Likert)	Diferenças significativas (p<0,05) na utilização da BE em comparação com a BT nos seguintes parâmetros: <b>Potência média desenvolvida:</b> 29% inferior; <b>Velocidade média:</b> 15% superior; <b>VO<sub>2</sub>:</b> 33% inferior; <b>METs:</b> 26,8% inferior; <b>RER:</b> 8,5% inferior; <b>FCM:</b> 29,1% inferior; <b>Ventilação:</b> 39,8% inferior; <b>EMG:</b> redução significativa nos bíceps femoral, vasto medial e lateral, gastrocnêmios; <b>Concentração de lactato no sangue:</b> menor <b>Percepção do esforço:</b> menor; <b>Prazer:</b> maior
Louis et al., 2012 Estudo cruzado randomizado	Analisar as exigências fisiológicas de pedalar numa BE para testar o seu potencial como método alternativo de exercício físico.	N = 20 participantes (10 treinados vs. 10 não treinados) Idade treinados: 38,7 ± 14,8 anos; não treinados: 28,9 ± 6,3 anos Peso treinados: 69,2 ± 5,8 kg; não treinados: 66,1 ± 14,8 kg IMC treinados: 22,0 ± 1,1 kg/m <sup>2</sup> ; não treinados: 22,2 ± 3,7 kg/m <sup>2</sup>	Protocolo de pedalagem que inclui períodos submáximos de 5 minutos cada, variados em função da intensidade da assistência elétrica - nenhuma (BT), ligeira (BE-), elevada (BE+) e da velocidade imposta (16 km/h, 21 km/h, velocidade livre) Período de <i>washout</i> : 5 minutos	Potência média desenvolvida; VO <sub>2</sub> ; Gasto de energia; FCM; Ventilação; METs; Percepção do esforço (escala de Borg)	Relação negativa significativa (p<0,05); entre o nível de assistência e os seguintes parâmetros: <b>Potência desenvolvida:</b> variação significativa com a assistência; mais elevada em BT e menor em BE+; <b>VO<sub>2</sub>:</b> BT > BE- > BE+; <b>Gasto de energia:</b> mais baixa nos níveis de assistência elevadas; <b>FCM:</b> diminui com o aumento da assistência; <b>Ventilação:</b> diminui com o aumento da assistência; <b>Percepção do esforço:</b> menor; <b>METs:</b> Cumpriu os critérios para atividade física moderada (> 3 METs) mesmo com assistência elevada; intensidade vigorosa (> 6 METs) foi atingida sem assistência e com assistência ligeira a 21 km/h.
Hansen et al., 2017	Avaliar o impacto da prática da BE na intensidade do exercício, no volume de exercício e na	N =15 pacientes com doenças coronárias (2 mulheres), todos tinham sido submetidos a	Os doentes andaram de bicicleta numa pista de 10km com 102 m de diferença de altura. Uma primeira	VO <sub>2</sub> ; VCO <sub>2</sub> ; Ventilação; METs; MET-minutos;	Relação negativa significativa (p<0,05) entre o nível de assistência e os seguintes parâmetros: <b>VCO<sub>2</sub>:</b> BT > BE- > BT+; <b>Tempo de viagem:</b> BT >

Estudo randomizado controlado	percepção do esforço em indivíduos com doença coronária.	reabilitação cardíaca de fase II e estavam medicamente controlados Idade: 64 anos ± 7 anos	vez numa BT. Todos os participantes foram distribuídos aleatoriamente por um de dois grupos de estudo (grupo BT/BE-/BE+ e grupo BT/BE+/BE-). Os doentes do grupo BT/BE-/BE+ percorreram o mesmo trajeto com assistência elétrica baixa e alta pela segunda e terceira vez, respetivamente. Os participantes foram instruídos a pedalar a uma velocidade confortável selecionada por eles próprios.	Tempo de viagem; Percepção do esforço (escala de Borg)	BE- > BT+  Sem diferenças significativas (p<0,05) entre os grupos BE- e BT nos seguintes parâmetros: <b>Percepção do esforço:</b> BT = BE- > BE+; <b>METs:</b> BT = BE- > BE+; <b>MET-minutos:</b> BT= BE- > BT+  Valores superiores para o grupo BT em comparação com o grupo BE- (p<0,05) nos seguintes parâmetros: <b>VO2:</b> BE- > BT > BE+; <b>Ventilação:</b> BE-> BT > BE+
Höschmann et al., 2018  Estudo randomizado controlado	Avaliar se a utilização de uma BE durante um período de 4 semanas pode induzir um aumento das capacidades cardiorrespiratórias em indivíduos com excesso de peso não treinados e se estas alterações são comparáveis às induzidas por uma bicicleta tradicional.	N= 32 participantes (4 mulheres), com idades compreendidas entre os 20 e os 50 anos, com um IMC entre 25 e 35 (excesso de peso ou obesidade) GE: n=17 Idade: 37 anos (IQR: 34, 45) IMC: 29 kg/m <sup>2</sup> (IQR: 27, 31 kg/m <sup>2</sup> ) GC: n=15 Idade: 43 anos (IQR: 38, 45) IMC: 28 kg/m <sup>2</sup> (IQR: 26, 29)	Os participantes utilizaram a bicicleta que lhes foi atribuída (GE = BE, GC= BT) para se deslocarem ativamente para o trabalho a uma velocidade escolhida livremente, pelo menos 3 dias por semana durante o período de intervenção de 4 semanas.	VO2máx; Potência máxima desenvolvida; TA100W; TA em repouso; FC 100W; FC repouso; IMC; Distância total percorrida	Diferenças significativas após período de utilização nos GE e GC: <b>VO2máx:</b> melhoria superior em GE (3.6 mL/(kg·min) vs GC (2,2 mL/(kg·min)); <b>TA 100W:</b> Redução superior no GE; <b>Distância total percorrida:</b> comparáveis entre os dois grupos, mas maior ganho de elevação diário no GE  Sem diferenças significativas após período de utilização nos GE e GC: <b>Potência máxima desenvolvida; FC 100 W; FC repouso; IMC</b>
Stenner et al., 2020  Estudo cruzado randomizado	Comparar a utilização diária de BE BT para determinar se as BE são uma ferramenta eficaz para aumentar a atividade física em adultos, medindo o tempo de viagem, a distância total da viagem, a frequência cardíaca, os METs e a percepção do esforço.	N=101 participantes de diferentes empresas (47 mulheres) Idade: 43 ± 11 anos Peso: 82 ± 17 kg Altura: 174 ± 9 cm IMC: 27,0 ± 4,8 kg/m <sup>2</sup> Porcentagem de gordura corporal: 27 ± 9% Potência máxima: 2,6 ± 0,6 W/kg VO2max: 32 ± 8 mL/kg/min	Estudo de 4 semanas (2 semanas por tipo de bicicleta) Utilização diária de acordo com as necessidades de transporte. Tipo de intervenção: alternância entre BE e BT, atribuição aleatória ao grupo inicial. Sem sessões predefinidas, utilização de acordo com as deslocações diárias normais dos participantes. Período de <i>washout</i> : 2 semanas	% FCM; Tempo médio de viagem; Tempo total de viagem; MET's; MET's/min/semana; Número total de viagens; Percepção do esforço (escala de Borg)	Diferenças significativas (p<0,01) entre a utilização da BE e da BT nos seguintes parâmetros: <b>% FCM:</b> 8% inferior; <b>Tempo total de viagem:</b> 75 % superior; <b>METs:</b> inferiores; <b>METs.min/semana:</b> superiores; <b>Número total de viagens:</b> superior; <b>Percepção do esforço:</b> menor  Sem diferenças significativas entre a utilização da BE e da BT no seguinte parâmetro: <b>Tempo médio de viagem</b>

Alessio et al., 2021	Avaliar as diferenças nas respostas cardiometabólicas, como a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio, bem como a percepção de esforço, entre uma BT e uma BE utilizada com dois níveis de assistência, durante uma deslocação diária simulada de 3 milhas.	N= 30 (14 mulheres) voluntários sem lesões ou doenças conhecidas, capazes de conduzir uma bicicleta elétrica Idade: 26,2 ± 12,7 anos IMC: 25,1 ± 4,2 kg/m <sup>2</sup> VO2max: 42,6 ± 9,3 mL/kg/min SBP: 122,2 ± 15,5 mmHg DBP: 73,8 ± 11,9 mmHg FCR: 77,9 ± 17,0 bpm MET-.min/semana: 4505 ± 2870 MET-min/semana	Cada participante completou três percursos de 3 milhas numa sessão com: BT, BE-, BE+ numa ordem aleatória para cada participante. Os participantes foram convidados a pedalar a um ritmo confortável, simulando uma deslocação diária. Período de <i>washout</i> : não especificado	% FCM; VO2; gasto energético; MET's; Tempo de percurso total; Percepção do esforço (escala de Borg)	Relação negativa significativa entre o nível de assistência e os seguintes parâmetros: % <b>FCM</b> : BT (66%) > BE- (62%) > BE+ (56%); <b>VO2</b> : BT (54) > BE-(47) > BE+(39); <b>Percepção do esforço</b> : BT (12.3) > BE-(9.8) > BE+(8.4); <b>Gasto energético</b> : BT (505 kcal/h) > BE-(422 kcal/h) > BE+(344 kcal/h); <b>METs</b> : BT (6.5 METs) > BE- (5.6 METs) > BE+ (4.6 METs); <b>Tempo de percurso total</b> : BT (865 s) > BE-(748 s) > BE+(681 s)
Alessio et al., 2024	Examinar os efeitos de uma semana de utilização diária de uma BE sobre vários índices de saúde cardiometabólica em adultos de meia-idade moderadamente ativos. Determinar se a utilização de BE a curto prazo pode melhorar significativamente marcadores como: glicêmica, rigidez arterial, pressão arterial, níveis de colesterol total.	N= 23 participantes (13 mulheres) de boa saúde que cumpriam as recomendações de atividade física diária e que não estavam habituados a andar de bicicleta Idade: 52,8 ± 12,7 anos IMC: 27,7 ± 4,9 kg/m <sup>2</sup> TAS: 122 ± 17,5 mmHg TAD: 77,5 ± 11,2 mmHg Cholesterol total: 180,8 ± 33,1 mg/dL	O protocolo dura duas semanas. Durante a primeira semana, os participantes são encorajados a prosseguir as suas atividades como habitualmente. Na segunda semana, é-lhes fornecida uma BE, que devem utilizar pelo menos 3 vezes. Cada participante tem o seu próprio controle. Sem período de <i>washout</i>	24h nível de glicose; TIR 70-120; Rigidez arterial; FCR; PA repouso; Perfil lipídico; VO2max; MET's; Passos por dia; Tempo sedentário total; Tempo em atividade moderada/vigorosa	Melhoria significativa (p<0,05) no final da semana de utilização da BE nos seguintes parâmetros: <b>TIR 70-120</b> : melhoria significativa; <b>Rigidez arterial</b> : melhoria significativa; <b>MET's</b> : melhoria na segunda semana; <b>Tempo sedentário total</b> : diminuição na segunda semana; <b>Passos por dia</b> : aumento na segunda semana; <b>Tempo em atividade moderada/vigorosa</b> : aumento na segunda semana  Sem diferenças significativas no final da semana de utilização da BE nos seguintes parâmetros: <b>24h nível de glicose</b> ; <b>FC</b> ; <b>TA repouso</b> ; <b>Perfil lipídico</b> ; <b>VO2max</b>

**Legenda:** BE -bicicleta elétrica; (BE-) – bicicleta elétrica com baixa assistência; (BE+) - bicicleta elétrica com alta assistência; BT – bicicleta tradicional; EMG - eletromiograma; FC - frequência cardíaca; FCM - frequência cardíaca média; FCR - frequência cardíaca de repouso; GC - grupo controle; GE - grupo experimental; IMC - índice massa corporal; IQR: amplitude interquartil; METs - equivalentes metabólicos da tarefa energia; RER - rácio de troca respiratória; TA - tensão arterial; TAB – tensão arterial diastólica; TAS – tensão arterial sistólica; TIR 70-120 - tempo no intervalo 70-120 mg/dL; VCO2 - produção de dióxido de carbono; VO2 - consumo de oxigênio; VO2max - consumo máximo de oxigênio

## 4. Discussão

### **Resposta fisiológica dos sistemas cardiorrespiratório e muscular**

Dos estudos presentes nesta revisão, 4 estudos (Sperlich et al., 2011; Louis et al., 2012; Hansen et al., 2017; Alessio et al., 2021) analisam as respostas do sistema cardiorrespiratório dos participantes durante o uso de BE e BT através do consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2</sub>). No estudo conduzido por Sperlich et al. (2011) sobre mulheres sedentárias, demonstrou-se que o consumo de oxigénio é, em média, 33% inferior quando utilizam a BE. Nos outros três estudos, os participantes utilizaram dois níveis diferentes de assistência elétrica: um alto e um baixo. Louis et al. (2012) e Alessio et al. (2021) mostram que o consumo de oxigénio diminui à medida que a assistência aumenta. Pelo contrário, no estudo de Hansen et al. (2017), o consumo de oxigénio foi maior durante o uso de BE com baixa assistência do que com a BT o que pode ser explicado pelo facto de o baixo nível de assistência não compensar o esforço suplementar causado pelo maior peso da BE. Hansen et al. (2017) observaram também que o volume de CO<sub>2</sub> expirado e o ritmo ventilatório são menores à medida que o nível de assistência aumenta, indicando um esforço cardiorrespiratório menor. O estudo de Sperlich et al. (2011) vai no mesmo sentido: mostra que a ventilação é 39,8% inferior com uma BE, enquanto o rácio de troca respiratória é 8,5% inferior. O estudo de Louis et al. (2012) também tende a mostrar os mesmos resultados: à medida que o nível de assistência aumenta, a frequência respiratória diminui. Os resultados obtidos relativamente ao consumo de oxigénio são os mesmos que os obtidos na revisão de Bourne et al. (2018), sendo que, de facto, entre os 4 estudos que analisaram este parâmetro, 3 já estavam presentes na sua revisão. O estudo de Alessio et al. (2021) reforçou estes resultados: à medida que o nível de assistência elétrica aumenta, o consumo de oxigénio diminui, refletindo uma menor intensidade de esforço.

No aspeto cardíaco, quatro estudos (Sperlich, Louis, Stenner, Alessio) evidenciam que a percentagem da FC<sub>max</sub> média alcançada é inferior à medida que o nível de assistência aumenta. No estudo de Sperlich, foi 29,1% inferior (105 bpm vs 133 bpm), enquanto no estudo de Stenner foi 8% inferior. Höschmann et al. (2018) não encontraram diferenças na melhoria da frequência cardíaca a 100W entre utilizadores de BEs e BTs em 4 semanas de utilização regular. Ainda assim, Stenner et al. (2020) e Alessio et al. (2021) salientam que na bicicleta elétrica, a percentagem da FC<sub>max</sub> atingida é reduzida em comparação

com a BT. Em termos de resposta cardíaca, os resultados obtidos também apontam no mesmo sentido dos observados na revisão sistemática de Bourne et al. (2018). Isto é, a frequência cardíaca durante o exercício é, em média, menor durante a utilização da BE em comparação com a BT, refletindo também uma menor intensidade de esforço, mas ainda assim adequada para se enquadrar nos intervalos acordados pelo ACSM.

Quanto à potência média desenvolvida, Sperlich et al. (2011) observam que esta é, em média, 29% inferior com uma BE, o que é confirmado por Louis et al. (2012) em seus protocolos. Höschmann et al. (2018), observam um aumento na potência máxima desenvolvida após 4 semanas de uso regular, que é semelhante aos utilizadores de BT. Relativamente à função muscular, o estudo de Sperlich et al. (2011) destaca um nível de contrações musculares significativamente inferior nos bíceps femorais, vastos médio e lateral e nos gastrocnêmios dos utilizadores de BE, com concentrações de lactato no sangue consideravelmente inferiores (1,4 contra 3,9 mmol/L). Estudos sobre a potência desenvolvida têm resultados semelhantes aos apresentados por Bourne et al, (2018). Assim, como a potência é menor quando se utiliza uma BE, isto resulta em concentrações mais baixas de lactato, que por sua vez reduzem a sensação de esforço e permitem uma maior duração de utilização da BE.

### **Impacto na percepção de esforço e a mobilidade**

A velocidade média observada com as BE, conforme identificado por Sperlich et al. (2011), foi 15% superior, permitindo aos utilizadores atingir mais 25 km/h do que com as BT, o que pode tornar o ciclismo elétrico mais atraente para deslocamentos diários ou como meio de transporte mais eficiente. Quando os utilizadores puderam utilizar as bicicletas livremente, como no estudo de Höschmann et al. (2018), notou-se que as distâncias totais percorridas eram comparáveis durante as 4 semanas de utilização entre os grupos de BE e BT, mas com um ganho de elevação diário maior no grupo com assistência elétrica. Este dado sugere que as BE podem ser particularmente úteis em áreas com variações topográficas, facilitando a transposição de elevações sem desencorajar os utilizadores, especialmente os que têm menos condições físicas. Alessio et al. (2021) relataram que o tempo total de percurso foi menor para as BE, com tempos significativamente reduzidos nas assistências moderada e elevada. Estes resultados estão em conformidade com os da revisão de Bourne et al, (2018). Alessio et al. (2024) observaram um aumento no número de passos por dia durante a segunda semana de uso de bicicletas elétricas, enquanto o tempo sedentário total diminuiu. Esses resultados apontam que a BE poderá promover

um estilo de vida mais ativo, mesmo quando não está a ser utilizado. No protocolo de Stenner et al. (2020) em que os participantes puderam utilizar o meio de transporte de acordo com as deslocações diárias normais, verificou-se que o número total de viagens era superior com BE e o tempo total de viagem aumentou em 75%, indicando uma maior frequência de uso.

A percepção do esforço não foi interpretada na revisão de Bourne et al. 2018, mas é um fator-chave na adoção de BE pelos utilizadores. A percepção do esforço, medida pela escala de Borg, foi significativamente menor durante a utilização da BE em comparação com a BT em todos os estudos que avaliaram este parâmetro: (Sperlich et al (2011), Stenner et al, (2012), Alessio et al, (2021), Louis et al, (2012) e Hansen et al, (2017)). Este dado é ainda complementado pelo sentimento de satisfação ou prazer, que Sperlich et al. (2011) notaram ser superior utilizando as BE, conforme avaliado pela Escala de Likert. Esta sensação de prazer é também um fator que influenciará a adoção das BE como meio de transporte.

### **Impacto nos indicadores de saúde e na capacidade de melhorar os níveis gerais de atividade física**

O uso de BE pode impactar positivamente o VO<sub>2</sub>max, um indicador crítico da capacidade aeróbica é o preditor independente mais forte da esperança de vida futura, tanto em indivíduos saudáveis como em indivíduos com doenças cardiorrespiratórias (Strasser, 2018). Höchsmann et al. (2018) observaram uma melhoria superior no grupo usando bicicletas elétricas, com um aumento de 3,6 mL/(kg·min) comparado a 2,2 mL/(kg·min) no grupo de controlo. Um aumento do VO<sub>2</sub>max de 3,5 mL/(kg.min) está associado a uma redução de 15% e 19% no risco de mortalidade por todas as causas e por causas cardiovasculares, respetivamente (Lang et al, 2024). Estes resultados foram os apresentados na revisão de Bourne et al, (2018). Contrariamente, Alessio et al. (2024) não encontraram mudanças significativas no VO<sub>2</sub>max em adultos de meia-idade moderadamente ativos após uma semana de utilização da BE indicando que os efeitos podem variar dependendo das condições específicas do estudo ou das características dos participantes.

Höchsmann et al. 2018 mostra uma redução significativa da tensão a 100W, um importante marcador de risco cardiovascular após 4 semanas de utilização, mas sem diminuição da tensão arterial e da frequência cardíaca em repouso. Por seu lado, o estudo de Alessio et al. (2024) observa, no entanto, uma diminuição significativa da velocidade

de onda de pulso carotídeo-femoral, que reflete o nível de rigidez arterial, pós uma semana de utilização da BE, e no controlo glicémico, refletido no TIR 70-120.

Relativamente à quantidade de energia gasta durante atividades físicas (MET's), Sperlich et al. (2011) relataram que os valores são inferiores aos obtidos com BT, não obstante suficiente para obter efeitos benéficos para a saúde. Neste estudo, observa-se que uma mulher inativa deve pedalar a sua BE 3 a 4 vezes por semana (em comparação com 2 a 3 para uma BT numa distância de cerca de 10 km em terreno variado para atingir o nível de atividade recomendado. Isso é corroborado por Sperlich et al. (2020) e Hansen et al. (2017) que encontraram uma média de MET mais baixa à medida que a assistência aumenta, mas com MET min/semana mais elevados, resultado de uma maior utilização e acima das recomendações do ACSM. Além disso, Alessio et al. (2024) notaram uma melhoria após uma semana de uso, com a atividade física moderada a vigorosa a aumentar de 30,2 min/dia para 35,1 min/dia. Louis et al. (2012) observaram que a intensidade do exercício era suficiente para atender aos critérios para atividade física moderada (> 3 METs), mesmo com assistência elevada, alcançando intensidade vigorosa (> 6 METs) com assistência ligeira ou nenhuma. De acordo com Alessio et al (2021) a utilização de uma BE com qualquer nível de assistência resulta numa intensidade de atividade física moderada (> 3 METs).

Em relação a outros indicadores, o estudo de Alessio et al. (2021) mostrou que o gasto energético ainda é significativo com BE, variando de 344 kcal/h a 505 kcal/h dependendo do nível de assistência, enquanto Bourne et al. (2018) concluíram, na sua revisão sistemática, que o gasto energético se situava entre 295 e 390 kcal/h.

Sperlich et al (2011) realçam o facto de que o nível de VO<sub>2</sub> é mais baixo, permitindo mais tempo no intervalo ideal para a oxidação de gordura corporal (33 a 65% do VO<sub>2</sub>max) o que poderá ter um impacto na perda de peso e na luta contra o sobrepeso e a obesidade, embora Höchsmann et al. (2018) tenha demonstrado que 4 semanas de utilização não parecem ter qualquer efeito sobre o IMC dos participantes.

### **Limitações e recomendações**

A grande variedade de parâmetros avaliados é a principal limitação desta revisão bibliográfica, pois torna difícil a comparação entre os vários estudos e limita a robustez dos resultados obtidos. Da mesma forma, embora a intervenção seja muitas vezes a mesma entre os estudos, ou seja, a utilização de uma BE comparada com a utilização de uma BT, a marca das bicicletas utilizada difere entre os estudos, o que implica potenciais

diferenças entre os pesos e níveis de potência pré-programados (se existirem) das mesmas. Por exemplo, os avaliadores utilizaram uma bicicleta com um peso de 24,5 quilogramas no estudo de Alessio et al. (2021), ao passo que a bicicleta utilizada no estudo de Alessio et al. (2024) pesava 19kg, e o peso não é especificado noutros estudos. O peso é um dos fatores com maior influência no nível de potência necessário para se deslocar. Esta variabilidade significa que a comparação direta entre estudos é menos precisa. Para além disso, a duração da intervenção varia muito, desde menos de uma hora em alguns estudos até um máximo de 4 semanas noutros. Seria interessante realizar estudos futuros que comparassem os efeitos da utilização de uma BE e de uma BT durante períodos mais longos, de modo a obter uma melhor visão dos potenciais benefícios a longo prazo. Também deve ser notado que alguns dos estudos cruzados têm períodos de *washout* muito curtos. Isto levanta a questão de saber se um período tão curto entre a utilização da BE e a utilização da BT tem impacto nos resultados obtidos. Na sua revisão sistemática, Bourne et al. (2018) observaram que, infelizmente, nenhum estudo avaliou o impacto nos aspetos psicológicos e na qualidade de vida. Os 3 novos estudos publicados desde então também não avaliaram este aspeto, pelo que seria interessante e necessário que estudos futuros analisassem estes parâmetros psicossociais.

## 5. Conclusão

A utilização de uma bicicleta elétrica consome menos energia do que a utilização de uma bicicleta tradicional, mas a perceção do esforço é menor e a satisfação de utilização parece ser maior, o que levou a um aumento das distâncias percorridas e da frequência de utilização quando os participantes puderam utilizar livremente as bicicletas elétricas. Isto ajuda a compensar a menor intensidade e ajuda a atingir as recomendações em termos de atividade física, reduzindo o tempo sedentário e aumentando o tempo de atividade, bem como a obter melhorias significativas nos marcadores de saúde que são pelo menos semelhantes aos obtidos com a utilização de uma bicicleta tradicional. A bicicleta elétrica parece ser uma alternativa eficaz para aumentar a atividade física e melhorar significativamente a saúde, sendo uma ferramenta viável para recomendação por fisioterapeutas, os profissionais de saúde mais indicados para prescrição de exercício e atividade física, na promoção da saúde e redução do sedentarismo.

## Bibliografia

Alessio, H. M., Reiman, T., Kemper, B., Von Carlowitz, W., Bailer, A. J., & Timmerman, K. L. (2021). Metabolic and Cardiovascular Responses to a Simulated Commute on an E-Bike. *Translational Journal Of The American College Of Sports Medicine*, 6(2). <https://doi.org/10.1249/tjx.0000000000000155>

Alessio, H. M., Ballard, K. D., Reidy, P. T., Hayward, K. M., Bagg, A. M., Cooley, R. A., O'Connell, M. J., Montoye, A. H., & Timmerman, K. L. (2024). Short term e-bicycle riding results in favorable cardiometabolic shifts in moderately active adults. *European Journal Of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-024-05418-1>

Associação Portuguesa de Fisioterapeutas. (2022, 28 de março). *Documentos estruturantes - APFISIO*. APFISIO. <https://apfisio.pt/documentos-estruturantes/>

Avila-Palencia, I., Int Panis, L., Dons, E., Gaupp-Berghausen, M., Raser, E., Götschi, T., ... (2018). The effects of transport mode use on self-perceived health, mental health, and social contact measures: A cross-sectional and longitudinal study. *Environmental International*, 120, 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.002>

Balton, J. (2024, 26 de fevereiro). 101+ Bike Statistics & Facts Updated for 2024. *Bicycle Guider - Bike Reviews, Cycling Advice, Best Picks | Mountain, Road, Hybrid, Electric Bikes and More*. <https://www.bicycle-guider.com/bike-facts-stats/>

Bopp, M., Kaczynski, A., & Besenyi, G. (2012). Active commuting influences among adults. *Preventive Medicine*, 54(3-4), 237-41. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.01.016> Bourne, J., Sauchelli, S., Perry, R., Page, A., Leary, S., England, C., & Cooper, A. (2018). Health benefits of electrically-assisted cycling: A systematic review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0751-8>

Bourne, J., Sauchelli, S., Perry, R., Page, A. S., Leary, S. D., England, C., & Cooper, A. R. (2018). Health benefits of electrically-assisted cycling : a systematic review.

*International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*, 15(1).  
<https://doi.org/10.1186/s12966-018-0751-8>

Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics : Physiotherapy Evidence Database (PEDRO) scale. *Journal Of Physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>

Castro, A., Gaupp-Berghausen, M., Dons, E., Standaert, A., Laeremans, M., Clark, A., Anaya-Boig, E., Cole-Hunter, T., Avila-Palencia, I., Rojas-Rueda, D., Nieuwenhuijsen, M., Gerike, R., Panis, L., Nazelle, A., Brand, C., Raser, E., Kahlmeier, S., & Götschi, T. (2019). Physical activity of electric bicycle users compared to conventional bicycle users and non-cyclists: Insights based on health and transport data from an online survey in seven European cities. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. <https://doi.org/10.1016/J.TRIP.2019.100017>

Engbers, L., & Hendriksen, I. (2010). Characteristics of a population of commuter cyclists in the Netherlands : perceived barriers and facilitators in the personal, social and physical environment. *The International Journal Of Behavioural Nutrition And Physical Activity*, 7(1), 89. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-89>

Fishman, E. K., & Cherry, C. R. (2015). E-bikes in the Mainstream : Reviewing a Decade of Research. *Transport Reviews*, 36(1), 72-91. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069907>

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., LaMonte, M. J., Lee, I., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 43(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318213fefb>

Hamer, M., & Chida, Y. (2008). Active commuting and cardiovascular risk: A meta-analytic review. *Preventive Medicine*, 46(1), 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.006>

Hansen, D., Soors, A., Deluyker, V., Frederix, I., & Dendale, P. (2017). Electrical support during outdoor cycling in patients with coronary artery disease : impact on exercise intensity, volume and perception of effort. *Acta Cardiologica*, 73(4), 343-350. <https://doi.org/10.1080/00015385.2017.1385153>

Höchsmann C, Meister S, Gehrig D, et al. Effect of e-bike versus bike commuting on cardiorespiratory fitness in overweight adults: a 4-week randomized pilot study. *Clin J Sport Med*. 2018;28(3):255–65.

LaMontagne, A. D., Martin, A., Page, K. M., et al. (2014). Workplace mental health: Developing an integrated intervention approach. *BMC Psychiatry*, 14, 131. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-14-131>

Lang, J. J., Prince, S. A., Merucci, K., Cadenas-Sanchez, C., Chaput, J., Fraser, B. J., Manyanga, T., McGrath, R., Ortega, F. B., Singh, B., & Tomkinson, G. R. (2024). Cardiorespiratory fitness is a strong and consistent predictor of morbidity and mortality among adults: an overview of meta-analyses representing over 20.9 million observations from 199 unique cohort studies. *British Journal Of Sports Medicine*, bjsports-107849. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107849>

Louis, J., Brisswalter, J., Morio, C., Barla, C., & Temprado, J. (2012). The electrically assisted bicycle. *American Journal Of Physical Medicine & Rehabilitation*, 91(11), 931-940. <https://doi.org/10.1097/phm.0b013e318269d9bb>

Loyen, A., Clarke-Cornwell, A., Anderssen, S., Hagströmer, M., Sardinha, L., Sundquist, K., Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Baptista, F., Hansen, B., Wijndaele, K., Brage, S., Lakerveld, J., Brug, J., & Ploeg, H. (2016). Sedentary time and physical activity surveillance through accelerometer pooling in four European countries. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, 47, 1421 - 1435. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0658-y>

Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713–721. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>

Martin, A., Panter, J., Suhrcke, M., & Ogilvie, D. (2015). Impact of changes in mode of travel to work on changes in body mass index: Evidence from the British Household Panel Survey. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 69, 753 - 761. <https://doi.org/10.1136/jech-2014-205211>

Møller, N. C., Østergaard, L., Gade, J. R., Nielsen, J. L., & Andersen, L. B. (2011). The effect on cardiorespiratory fitness after an 8-week period of commuter cycling — A randomized controlled study in adults. *Preventive Medicine*, 53(3), 172-177. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.06.007>

Mundal, R., Kjeldsen, S. E., Sandvik, L., Erikssen, G., Thaulow, E., & Erikssen, J. (1994). Exercise blood pressure predicts cardiovascular mortality in middle-aged men. *Hypertension*, 24(1), 56-62. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.24.1.56>

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2007). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal Of Obesity*, 32(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>

Park, J., Moon, J., Kim, H., Kong, M., & Oh, Y. (2020). Sedentary lifestyle: Overview of updated evidence of potential health risks. *Korean Journal of Family Medicine*, 41, 365 - 373. <https://doi.org/10.4082/kjfm.20.0165>

Sperlich, B., Zinner, C., Hébert-Losier, K., Born, D., & Holmberg, H. (2012). Biomechanical, cardiorespiratory, metabolic and perceived responses to electrically assisted cycling. *European Journal Of Applied Physiology*, 112(12), 4015-4025. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2382-0>

Stenner, H. T., Boyen, J., Hein, M., Protte, G., Kück, M., Finkel, A., Hanke, A., & Tegtbur, U. (2020). Everyday Pedelec Use and Its Effect on Meeting Physical Activity Guidelines. *International Journal Of Environmental Research And Public Health/International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(13), 4807. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134807>

World Health Organization: WHO. (2022, 5 de outubro). Physical activity. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Strasser, B. (2018). Survival of the fittest VO sub 2 sub max a key predictor of longevity. *Frontiers In Bioscience*, 23(8), 1505-1516. <https://doi.org/10.2741/4657>