

CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO

Curso de nutrição

Kauana Multini de Almeida

Larissa Canton Gonçalves

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE FERRO SOBRE O DESEMPENHO
ESPORTIVO DE MULHERES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

São Paulo

2020

Kauana Multini de Almeida

Larissa Canton Gonçalves

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE FERRO SOBRE O DESEMPENHO
ESPORTIVO DE MULHERES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição do Centro Universitário São Camilo, orientado pela Prof^a. Dr^a. Fernanda Patti Nakamoto, como requisito parcial para a obtenção do título de Nutricionista.

São Paulo

2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Padre Inocente Radrizzani

Almeida, Kauana Multini de

Efeito da suplementação de ferro sobre o desempenho esportivo de mulheres: uma revisão sistemática / Kauana Multini de Almeida, Larissa Canton Gonçalves. -- São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2020. 70 p.

Orientação de Fernanda Patti Nakamoto

Trabalho de Conclusão de Curso de Nutrição (Graduação), Centro Universitário São Camilo, 2020.

1. Atletas 2. Deficiência de ferro 3. Exercício físico 4. Desempenho atlético 5. Mulheres 6. Sulfato ferroso I. Gonçalves, Larissa Canton II. Nakamoto, Fernanda Patti III. Centro Universitário São Camilo IV. Título

CDD: 612.3924

**Kauana Multini de Almeida
Larissa Canton Gonçalves**

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE FERRO SOBRE O DESEMPENHO
ESPORTIVO DE MULHERES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

São Paulo, 17 de novembro de 2020

Professora Orientadora Fernanda Patti Nakamoto

Professora Examinadora Monica Santiago Galisa

São Paulo

2020

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à nossa família, pais e irmãos, que têm nos dando muito apoio no decorrer da faculdade, principalmente motivação para não desistirmos dos nossos sonhos e incentivos nos momentos difíceis, além de compreenderem nossa ausência enquanto estávamos nos dedicando à realização deste trabalho.

Também ao Professor Marcus Vinicius L. S. Quaresma, por nos acolher e nos ajudar a chegar em um tema bastante atual e relevante, além de nos ter apresentado para a nossa orientadora.

À nossa querida orientadora, Fernanda Patti Nakamoto, que nos ajudou a dar continuidade ao nosso tema e nos ensinou muito, fazendo-nos evoluir muito, como pessoas e como estudantes.

À nossa parceria, desde o início da faculdade, a qual através de muito apoio, amizade, honestidade, conseguiu nos tornar as pessoas que somos hoje e assim, futuras nutricionistas.

RESUMO

O ferro é um mineral de grande importância para o metabolismo e o desempenho físico, pois auxilia no transporte sanguíneo de oxigênio, na respiração celular, geração de ATP, síntese de DNA, além de estar envolvido na imunidade e no desempenho cognitivo. A deficiência de ferro é a carência nutricional mais prevalente do mundo, principalmente encontrada em mulheres atletas, devido a fatores que levam à perda demasiada e baixo armazenamento do mineral. Esta revisão sistemática teve por finalidade verificar o efeito da suplementação de ferro na melhora do desempenho esportivo em mulheres. A base de dados Pubmed foi consultada, utilizando-se Medical Subject Headings (*MeSH*) *terms*: (Female OR woman OR women) AND (Endurance, Physical OR Athletic Performance OR Sports Performances OR Physical Exercise OR Aerobic Exercise OR Physical Activity OR Training, Exercise) AND (Anemia, Iron-Deficiency OR Iron-Deficiency Anemia OR Anemias, Iron-Deficiency OR ferritins OR iron). Foram aplicados filtros “clinical trial” e “randomized controlled trial”, e considerados para análise, artigos originais, publicados a partir de 1970. Um total de 212 estudos foram encontrados. Após realizada a leitura dos títulos e resumos de modo independente pelas pesquisadoras, foram excluídos aqueles que não estavam de acordo com os critérios de inclusão desta revisão, chegando-se em 69 artigos. Após a leitura mais detalhada, foram selecionados 30 ensaios clínicos randomizados, o qual preenchem os critérios inicialmente propostos. Foram identificados 21 estudos com efeito positivo da suplementação de ferro em relação ao desempenho físico e 9 estudos que não apresentaram alteração. A carência de ferro com maior presença entre os estudos foi a deficiência de ferro (12), seguida pela depleção (10) e anemia (7), dentre os quais, alguns estudos apresentaram voluntários com diferentes *status* de ferro. A suplementação ocorreu através da administração via oral (26 estudos), injeção intramuscular (3) e intravenosa (1). Foram administrados 10 tipos diferentes de suplementos, sendo o mais frequente o sulfato ferroso (20 estudos), com 15 estudos apresentando melhoras da aptidão física. A eficiência da suplementação de ferro, quando associada ao desempenho físico, pode sofrer a influência de diversas variáveis. A carência do mineral influencia a absorção do ferro, uma vez que, quanto maior o nível, maior a absorção do mineral. A biodisponibilidade, através da ingestão de facilitadores e o momento da ingestão do suplemento, também pode afetar na absorção do mineral. A via intravenosa é a via de administração de ferro que possui maior eficácia na melhora do desempenho, seguida pela via oral. O tipo e dosagem do suplemento também podem afetar os efeitos do tratamento, de modo que quanto maior a dose, maior o efeito da obtenção de resultados positivos, além da melhor eficácia através de suplementos sólidos. Os indicadores de desempenho e os testes físicos são as variáveis que sofreram maior influência após suplementação de ferro. São eles VO_2 max, tempo de exercício, níveis de lactato e ventilação, através dos testes de resistência cardiorrespiratória e de *endurance*. Conclui-se que, levando-se em conta as variáveis intervenientes, a suplementação de ferro traz a melhora do desempenho físico em mulheres, principalmente nos estados de deficiência.

Palavras-chave: deficiência de ferro, ferro, mulheres, desempenho esportivo, suplementação de ferro, atletas, exercício físico

ABSTRACT

Iron is a mineral of great importance to metabolism and physical performance, as it participates in oxygen blood transport, cellular respiration, ATP synthesis, DNA synthesis, in addition to being involved in immunity and cognitive performance. Iron deficiency is a nutritional deficiency, which is the most prevalent in the world, found mainly in female athletes, due to factors that lead to low iron storage and large iron loss. This systematic review aims to address the efficiency of iron supplementation in improving female physical performance. PubMed database was searched using the following Medical Subject Headings (*MeSH*) terms: (Female OR woman OR women) AND (Endurance, Physical OR Athletic Performance OR Sports Performances OR Physical Exercise OR Aerobic Exercise OR Physical Activity OR Training, Exercise) AND (Anemia, Iron-Deficiency OR Iron-Deficiency Anemia OR Anemias, Iron-Deficiency OR ferritins OR iron). "Clinical trial" and "randomized controlled trial" filters were applied. Original articles published from 1970 were considered for further analysis. A total of 212 studies were identified. After title and abstract independent reading by researchers, studies which did not meet the eligibility criteria of this review were excluded, leading to 69 studies. After more detailed reading, 30 randomized clinical trials were selected, meeting the initially proposed eligibility criteria. Twenty-one studies were identified with positive effects of iron supplementation on the physical performance and nine studies showed no changes. Iron deficiency (12 studies) was the most frequent type of low iron stores in these studies, followed by iron depletion (10) and anemia (7), among which, some studies showed volunteers with different iron status. The supplementation was made through oral administration (26 studies), intramuscular injection (3) and intravenous injection (1). Ten types of iron supplements were administered, being ferrous sulphate the most common (20 studies), with 15 studies showing improvements in the physical aptitude. Iron supplementation efficiency, when associated with physical performance, can be influenced by several variables. The lack of the mineral influences in the iron absorption, given that the lower the iron stores, the greater the absorption. Iron bioavailability can also affect the mineral's absorption through the ingestion of facilitators and the time of the supplement ingestion. Intravenous supplementation is the most effective type of iron administration regarding performance improvement, followed by oral administration. Supplement type and dosage can also affect the effects of the treatment, since the higher the dosage, the greater the chances of obtaining positive results, besides the best efficiency through solid supplements. Performance indicators and physical tests are the variables that were most influenced following iron supplementation. $VO_2\text{máx}$, exercise time, lactate levels and ventilation, through cardiorespiratory resistance test and endurance test. It is possible to conclude that, taking into account its influencing variables, iron supplementation improves female physical performance, especially in low iron stores states.

Keywords: iron deficiency, iron, women, sports performance, iron supplementation, athletes, physical exercise

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	13
3	METODOLOGIA	14
4	RESULTADOS.....	15
4.1	Status de ferro	15
4.2	Índices do status ferro	17
4.3	Fatores facilitadores	17
4.4	Momento da ingestão	19
4.5	Tipo de suplemento.....	19
4.6	Via de suplementação	20
4.7	Via e dose de suplementação	20
4.8	Tempo de suplementação.....	22
4.9	Frequência de suplementação	23
4.10	Faixa etária da amostra	23
4.11	Amostra.....	25
4.12	Doenças.....	26
4.13	Testes físicos	27
4.14	Indicadores de desempenho	29
4.15	Prática anterior de exercício físico.....	31
5	DISCUSSÃO.....	33
5.1	Status de ferro	33
5.2	Índices do Status de ferro.....	35
5.3	Biodisponibilidade de ferro	37
5.4	Tipo de suplemento.....	39
5.5	Via de Suplementação	40
5.6	Dose de suplementação de ferro	40
5.7	Dose x Tipo de Suplemento.....	42
5.8	Tempo e frequência de suplementação	43
5.9	Amostra (Sexo X Idade X Deficiência de ferro)	44
5.10	Doenças pré-existentes	46
5.11	Testes físicos e variáveis do desempenho.....	47
5.12	Índices de desempenho	50

5.13 Prática anterior de exercício físico.....	55
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57

1 INTRODUÇÃO

O ferro é um micronutriente importante no metabolismo de todos os organismos vivos. A sua quantidade total no corpo humano varia com o peso, a concentração de hemoglobina, o sexo e o tamanho do compartimento de reserva do indivíduo (COSTA; MARTINO, 2016; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

Devido à capacidade de participar em reações de oxidação e redução, o ferro possui diversas funções no organismo, como cooperar no transporte sanguíneo do oxigênio e dióxido de carbono, na respiração celular, na geração de energia, e na síntese de DNA, além de estar envolvido na imunidade e no desempenho cognitivo. Associada a essas funções está a hemoglobina, responsável pelo transporte de gases através do grupo heme, que contém ferro. Este se liga ao oxigênio nos pulmões e o libera nos tecidos, em seguida se liga ao dióxido de carbono que é liberado nos pulmões. A mioglobina também apresenta o grupo heme, entretanto, este é responsável por reservar o oxigênio dentro do músculo. Dentre as diversas proteínas que contém ferro, as enzimas denominadas de citocromos são responsáveis por participar da produção de ATP, realizando a transferência de elétrons e o armazenamento de energia através da oxidação e redução alternadas de ferro. As demais hemoproteínas participam da síntese de hormônios esteroides e ácidos biliares, da detoxificação de substâncias estranhas no fígado e no controle de neurotransmissores (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; (PHILIPPI, 2014).

O conteúdo de ferro é muito bem conservado em indivíduos saudáveis, com uma pequena perda diária de 2 miligramas (mg). Entretanto, existem diversas situações que podem levar ao desbalanço de ferro e sua consequente deficiência, como a perda ou excreção elevada, a ingestão inadequada de nutrientes, necessidade aumentada, absorção e destruição elevada devido ao processo de hemólise. Em atletas e mulheres, o risco é maior devido à alta perda relacionada às condições do exercício praticado e à menstruação, respectivamente. O estado nutricional do indivíduo também influencia na absorção de ferro pelo organismo, a qual aumenta em casos de deficiência, além do aumento da absorção através da

ingestão de fatores facilitadores e a sua diminuição na ingestão de inibidores (GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; PHILIPPI, 2014).

A deficiência de ferro é a carência nutricional mais prevalente do mundo, muito presente no século XXI, atingindo todas as camadas da sociedade, principalmente em países menos desenvolvidos (COSTA; MARTINO, 2016; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012). De acordo com WHO (2008), a deficiência de ferro pode ser classificada como um problema de saúde pública em 3 níveis diferentes de gravidade: leve, quando a prevalência abrange percentuais de 5 até 19,9%; moderada, entre 20,0 a 39,9%; e grave, igual ou acima de 40%. Dentre as populações afetadas, as mais vulneráveis e com maior incidência são mulheres em idade fértil, lactantes, atletas do sexo feminino, e crianças (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; NOGUEIRA; SANTOS, 2016).

Quando se trata de exercício físico, o ferro é indispensável para o desempenho. A sua importância está relacionada ao seu papel na constituição do grupo heme, presente na hemoglobina e mioglobina, e na constituição de desidrogenases, citocromos e enzimas mitocondriais. Essas são essenciais para o transporte de oxigênio no organismo e para a produção de ATP, necessários para um ótimo desempenho. Entretanto, atletas tendem a possuir deficiência de ferro, principalmente caracterizada pela depleção das reservas do mineral no organismo, afetando o desempenho físico. Dessa forma, a terapia oral com ferro beneficia estes indivíduos que estão com depleção do mineral, principalmente através de suplementos com altas doses na forma de sulfato ferroso ou gluconato ferroso (GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; NOGUEIRA; SANTOS, 2016; WILLIS; PETERSON; LARSON-MEYER, 2008).

A suplementação deve ser realizada de forma cautelosa e apenas quando a necessidade for comprovada através da deficiência, sempre monitorando os parâmetros bioquímicos para assegurar o estado nutricional de micronutrientes e não comprometer a saúde e o rendimento do indivíduo. O organismo não possui um mecanismo fisiológico para remover o ferro, de forma que o uso indiscriminado do mineral é contraindicado por conta de seu risco de toxicidade, podendo ser acumulado em alguns tecidos, aumentando o risco de doenças crônicas não transmissíveis como câncer, diabetes melito, hipogonadismo, infarto agudo do

miocárdio, entre outras, principalmente em homens e mulheres pós menopausa (GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; PHILIPPI, 2014).

A suplementação de ferro é uma ação que está presente em diversos praticantes de exercício e de atletas, mesmo aqueles sem nenhum nível de deficiência. É de grande importância que se possa verificar a real eficiência da suplementação de ferro sobre o desempenho físico.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da suplementação de ferro em mulheres, sobre a melhora do desempenho físico.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática, realizada por meio da busca de artigos científicos, tendo como fonte a base de dados *Pubmed*. Foi elaborada uma pergunta específica por Marcus Vinícius L. S. Quaresma, coautor deste trabalho, e utilizada a estratégia PICOS para a busca dos artigos, utilizando-se os operadores booleanos AND e OR e os descritores encontrados. A busca de artigos foi feita a partir dos seguintes *mesh terms*: (*Female OR woman OR women*) AND (*Endurance, Physical OR Athletic Performance OR Sports Performances OR Physical Exercise OR Aerobic Exercise OR Physical Activity OR Training, Exercise*) AND (*Anemia, Iron-Deficiency OR Iron-Deficiency Anemia OR Anemias, Iron-Deficiency OR ferritins OR iron*).

Foram encontrados um total de 1432 artigos. Em seguida, foram aplicados os seguintes filtros: “clinical trial” e “randomized controlled trial”. Como critérios de inclusão, foram considerados para análise artigos originais, publicados a partir de 1970, obtendo-se 212 artigos. A partir destes, foi realizada a leitura dos títulos e resumos pelas duas pesquisadoras principais (Kauana Multini de Almeida e Larissa Canton Gonçalves), de modo independente, excluindo aqueles que não condiziam com a temática deste trabalho. Quando houve divergência de escolha dos artigos, outra pesquisadora (Fernanda Patti Nakamoto, orientadora deste trabalho) ajudou na tomada de decisão, chegando-se, assim, em 69 artigos. Após a leitura mais detalhada dos artigos, foram excluídos os que não diziam respeito ao propósito deste estudo, sendo selecionados para leitura na íntegra 30 artigos, o qual preenchem os critérios inicialmente propostos.

4 RESULTADOS

Com base nos 30 estudos incluídos nesta revisão, constatou-se que a suplementação de ferro apresentou eficácia na melhora do desempenho em 70% dos estudos, enquanto não apresentou alterações em 30% (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da suplementação de ferro no desempenho físico.

TOTAL DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO	AUTORES
30	Positivo (21)	BROWNLIE et al., 2002; RUTSAERT et al., 2003; DISILVESTRO et al., 2017; ERICSSON, 1970; FOGELHOLM et al., 1992; FRIEDMANN et al., 2000; GARDNER et al., 1975; HINTON et al., 2000; KOIKAWA et al., 2008; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; MANN et al., 2002; MCCLUNG et al., 2009; MIELGO-AYUSO et al., 2015; PEELING et al., 2007; POMPANO; HAAS, 2019; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983; SEN; KANANI, 2009; VELDHUISEN et al., 2017; ZHU; HAAS, 1998
	Sem alterações (9)	BALLIN et al., 1992; BLEE et al., 1999; BROWNLIE et al., 2004; DELLAVALLE; HAAS, 2014; KLINGSHIRN et al., 1992; NEWHOUSE et al., 1989; POMPANO; HAAS, 2017; POWELL; TUCKER, 1991; TANIGUCHI et al., 1991

4.1 Status de ferro

Os estudos apresentaram com maior frequência a presença de deficiência de ferro nos participantes de suas amostras (12 estudos), seguida pela presença de depleção de ferro (10), a presença de anemia (7), a ausência de deficiência (4), e por fim estudos sem especificação (2). Dentre estes estudos, 6 apresentaram mais de um status de ferro em sua amostra, variando de apenas 2 até 3 status simultaneamente (Tabela 1). Alguns estudos apresentaram voluntários com diferentes status de ferro, aparecendo mais de uma vez na tabela.

Dentre os estudos que incluíram voluntárias que apresentavam deficiência de ferro, 8 exibiram efeitos positivos na melhora do desempenho físico; naqueles em que apresentavam anemia ou depleção, 6 estudos mostraram efeitos positivos cada; nos estudos em que não havia deficiência de ferro, 3 exibiram efeitos positivos; e todos os estudos sem especificação (2) mostraram efeitos positivos (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da suplementação de ferro sobre melhora do desempenho físico, de acordo com o status de ferro.

STATUS DE FERRO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO	AUTORES
Sem deficiência	4	Positivo (3)	FOGELHOLM et al., 1992; MIELGO-AYUSO et al., 2015; SCHOENE et al., 1983.
		Sem alterações (1)	BALLIN et al., 1992
Depleção de ferro	10	Positivo (6)	BROWNLIE et al., 2002; HINTON et al., 2000; LAMANCA; HAYMES, 1993; MIELGO-AYUSO et al., 2015; PEELING et al., 2007; ZHU; HAAS, 1998.
		Sem alterações (4)	BLEE et al., 1999; BROWNLIE et al., 2004; POMPANO; HAAS, 2017; POWELL; TUCKER, 1991.
Deficiência de ferro	12	Positivo (8)	BRUTSAERT et al., 2003; FRIEDMANN et al., 2000; MCCLUNG et al., 2009; MIELGO-AYUSO et al., 2015; POMPANO; HAAS, 2019; ROWLAND et al., 1988; VELDHUISEN et al., 2017; SCHOENE et al., 1983.
		Sem alterações (4)	BALLIN et al., 1992; DELLAVALLE; HAAS, 2014; KLINGSHIRN et al., 1992; NEWHOUSE et al., 1989.

STATUS DE FERRO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO	AUTORES
Anemia	7	Positivo (6)	GARDNER et al., 1975; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; MANN et al., 2002; MCCLUNG et al., 2009; SEN; KANANI, 2009.
		Sem alterações (1)	TANIGUCHI et al., 1991
Não específica	2	Positivo (2)	DISILVESTRO et al., 2017; KOIKAWA et al., 2008

4.2 Índices do status ferro

Para a avaliação do status de ferro foram realizados 19 tipos de índices. O mais utilizado entre os estudos foi a concentração de hemoglobina (28 estudos), seguido pelo ferro sérico (22), ferritina sérica (19), saturação de transferrina (16), capacidade total de ligação de ferro (16), hematócrito (14), receptor de transferrina (10), contagem de células vermelhas (7), transferrina (4), volume corpuscular médio (3), contagem de glóbulos brancos (2), hemoglobina corpuscular média (2), haptoglobulina sérica (2) e, por fim, teor de hemoglobinas nos retículos (1), concentração de globulina no plasma (1), contagem plaquetária (1), volume das células (1), concentração de 1,3-bifosfoglicerato (1). e ferro na medula óssea (1).

4.3 Fatores facilitadores

A ingestão de fatores facilitadores da absorção de ferro ocorreu apenas nos estudos cuja suplementação foi feita por via oral. O facilitador mais consumido foi o suco cítrico (9 estudos), sendo 6 com efeitos positivos sobre o desempenho físico. A seguir, utilização de vitamina C (4 estudos, 2 com efeitos positivos); lactoferrina e peptídeos (1 estudo com efeito positivo); frutas (1 estudo com efeito positivo); e, por fim, o ácido fólico (1 estudo com efeito positivo). Além destes, 12 estudos com suplementação via oral não apresentam a utilização de facilitadores, dentre os quais 9 apresentaram efeito positivo (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da suplementação de ferro sobre melhora do desempenho físico, de acordo com a ingestão de fatores facilitadores.

VIA DE SUPLEMENTAÇÃO	FATORES FACILITADORES	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO	AUTORES
Oral	Ausência de fatores	12	Positivo (9)	DISILVESTRO et al., 2017; ERICSSON, 1970; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; MCCLUNG et al., 2009; MIELGO-AYUSO et al., 2015; POMPANO; HAAS, 2019; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983
			Sem alterações (3)	BALLIN et al., 1992; NEWHOUSE et al., 1989; POWELL; TUCKER, 1991
	Suco cítrico	9	Positivo (6)	BROWNLIE et al., 2002; BRUTSAERT et al., 2003; FOGELHOLM et al., 1992; FRIEDMANN et al., 2000; HINTON et al., 2000; ZHU; HAAS, 1998
			Sem alterações (3)	BROWNLIE et al., 2004; DELLAVALLE; HAAS, 2014; POMPANO; HAAS, 2017
	Vitamina C	4	Positivo (2)	FOGELHOLM et al., 1992; MANN et al., 2002
			Sem alterações (2)	KLINGSHIRN et al., 1992; TANIGUCHI et al., 1991
	Lactoferrina + Peptídeos	1	Positivo	KOIKAWA et al., 2008
	Frutas	1	Positivo	FOGELHOLM et al., 1992
	Ácido fólico	1	Positivo	SEN; KANANI, 2009

4.4 Momento da ingestão

Em referência ao momento da ingestão dos suplementos, dentre o total de 30 estudos, 13 não especificam. Os demais realizaram este consumo junto da refeição (7 estudos), de estômago vazio (9) ou logo após a refeição (1). Dentre aqueles que não especificaram o momento da suplementação, 9 obtiveram resultados positivos sobre desempenho físico; dos que a realizaram de estômago vazio, 7 apresentaram efeito positivo; daqueles que realizaram junto da refeição, 5 apresentaram efeitos positivos; e o que realizou logo após a refeição não apresentou alterações.

4.5 Tipo de suplemento

A suplementação também pode variar de acordo com o tipo de suplemento utilizado. Os estudos administraram diferentes tipos de suplementos, e apenas um estudo (DISILVESTRO et al., 2017) utilizou 2 tipos. Estes apresentaram diferentes resultados para o efeito sobre a melhora do desempenho físico: dos 20 estudos que utilizaram Sulfato Ferroso, 15 apresentaram resultados positivos; dos 2 estudos que utilizaram Ferrum H, 1 apresentou resultados positivos; dentre os demais estudos, que utilizaram tipos diferentes de suplemento (8 estudos, 8 tipos de suplementos), 6 apresentaram resultados positivos, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Efeito positivo na melhora do desempenho físico, de acordo com o tipo de suplemento de ferro utilizado.

TIPO DE SUPLEMENTAÇÃO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	ESTUDOS COM EFEITO POSITIVO	AUTORES
Sulfato ferroso	20	15	BROWNLIE et al., 2002; BROWNLIE et al., 2004; BRUTSAERT et al., 2003; DELLAVALLE; HAAS, 2014; DISILVESTRO et al., 2017; FOGELHOLM et al., 1992; FRIEDMANN et al., 2000; HINTON et al., 2000; KLINGSHIRN et al., 1992; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; MANN et al., 2002; MCCLUNG et al., 2009; MIELGO-AYUSO et al., 2015; NEWHOUSE et al., 1989; POMPANO; HAAS, 2019; POMPANO; HAAS, 2017; POWELL; TUCKER, 1991; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983; ZHU; HAAS, 1998

TIPO DE SUPLEMENTAÇÃO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	ESTUDOS COM EFEITO POSITIVO	AUTORES
Ferrum H	2	1	BLEE et al., 1999; PEELING et al., 2007
Ferro-Folato	1	1	SEN; KANANI, 2009
Adsorvato de poliestireno sulfonato de ferro	1	0	BALLIN et al., 1992
Ferro carboximaltose	1	1	VELDHUISEN et al., 2017
Ferro dextrano	1	1	GARDNER et al., 1975
Fumarato ferroso	1	1	ERICSSON, 1970
Comida	1	0	TANIGUCHI et al., 1991
Lactoferrina + pirofosfato ferroso	1	1	KOIKAWA et al., 2008
Bisglicinato de ferro	1	1	DISILVESTRO et al., 2017

4.6 Via de suplementação

A via de suplementação mais utilizada foi a oral (26 estudos), seguida da injeção intramuscular (3) e da injeção intravenosa (1). A respeito da eficácia da suplementação, 19 dos 26 estudos, que utilizaram o método oral, mostraram efeitos positivos sobre o desempenho físico. Dos 3 estudos que utilizaram injeção intramuscular, 2 mostraram efeitos positivos sobre o desempenho, e o estudo que utilizou injeção intravenosa também demonstrou este efeito.

4.7 Via e dose de suplementação

A dose de suplementação e os efeitos sobre o desempenho físico variaram de acordo com a via aplicada. Dos 4 estudos que utilizaram injeção, 3 apresentaram resultados positivos, com doses que variaram entre 2 ml, 10 a 20 ml, sendo que um dos estudos não especificou sua dosagem. Dos 25 estudos que realizaram suplementação via oral, 13 utilizaram doses de 7 a 100 mg, sendo que 9 apresentaram melhora no desempenho físico. Nove estudos utilizaram doses acima de 100 mg, tendo 7 deles apresentado efeitos positivos. Ainda na via oral, 2 estudos não especificaram a dose e obtiveram resultados positivos, enquanto 1 estudo utilizou como dose 10 ml e não apresentou alterações (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito da suplementação de ferro na melhora do desempenho físico, de acordo com a via e dose de suplementação.

VIA DE SUPLEMENTAÇÃO	DOSE DA SUPLEMENTAÇÃO	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	AUTORES
Injeção	2 mL	Positivo	1	PEELING et al., 2007
	2 mL	Sem alterações	1	BLEE et al., 1999
	10 a 20 mL	Positivo	1	VELDHUISEN et al., 2017
	Não especifica	Positivo	1	GARDNER et al., 1975
Oral	7 a 100 mg	Positivo	9	BROWNLIE et al., 2002; BRUTSAERT et al., 2003; DISILVESTRO et al., 2017; ERICSSON, 1970; FOGELHOLM et al., 1992; HINTON et al., 2000; KOIKAWA et al., 2008; MCCLUNG et al., 2009; POMPANO; HAAS, 2019
Oral	7 a 100 mg	Sem alterações	4	BROWNLIE et al., 2004; DELLAVALLE; HAAS, 2014; POMPANO; HAAS, 2017; TANIGUCHI et al., 1991
	Acima de 100 mg	Positivo	7	FRIEDMANN et al., 2000; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; MANN et al., 2002; MIELGO-AYUSO et al., 2015; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983
		Sem alterações	2	KLINGSHIRN et al., 1992; NEWHOUSE et al., 1989; POWELL; TUCKER, 1991
	10 mL	Sem alterações	1	BALLIN et al., 1992
	Não especifica	Positivo	2	SEN; KANANI, 2009; ZHU; HAAS, 1998

Quanto ao ferro elementar, 33% dos estudos (10), utilizou doses de 1 a 50 mg de ferro elementar e 6 obtiveram resultados positivos. Nove estudos utilizaram doses acima de 50 mg e 5 apresentaram melhora no desempenho físico. Os demais estudos (8) não especificaram a quantidade de ferro elementar utilizada. Sua maioria (7 estudos) apresentou efeitos positivos sobre o desempenho (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito da suplementação de ferro elementar sobre melhora do desempenho físico, de acordo com a dose.

DOSE DE FERRO ELEMENTAR	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO	QUANTIDADE DE ARTIGOS	AUTORES
1 a 50 mg	Positivo	6	BROWNLIE et al., 2002; BRUTSAERT et al., 2003; HINTON et al., 2000; LAMANCA; HAYMES, 1993; MCCLUNG et al., 2009; POMPANO; HAAS, 2019; ZHU; HAAS, 1998
1 a 50 mg	Sem alterações	4	BROWNLIE et al., 2004; DELLAVALLE; HAAS, 2014; KLINGSHIRN et al., 1992; POMPANO; HAAS, 2017
Acima de 50 mg	Positivo	5	FRIEDMANN et al., 2000; MANN et al., 2002; MIELGO-AYUSO et al., 2015; PEELING et al., 2007; SEN; KANANI, 2009; VELDHUISEN et al., 2017
	Sem alterações	4	BALLIN et al., 1992; BLEE et al., 1999; NEWHOUSE et al., 1989; POWELL; TUCKER, 1991
Não especifica	Positivo	7	DISILVESTRO et al., 2017; ERICSSON, 1970; FOGELHOLM et al., 1992; GARDNER et al., 1975; KOIKAWA et al., 2008; MAGAZANIK et al., 1991; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983
	Sem alterações	1	TANIGUCHI et al., 1991

4.8 Tempo de suplementação

Os tempos de suplementação que obtiveram efeitos positivos sobre o desempenho físico em todos os estudos foram: 48, 24, 11, 9, 7 e 2 semanas, variando entre 1 a 2 estudos para cada tipo. A suplementação por 8 semanas foi

mais comum, presente em 9 estudos, na qual 7 apresentaram efeitos positivos. Os demais períodos de suplementação por 28 a 36 semanas, 12, 6, 4, e 1 semana obtiveram respectivamente 1, 2, 5, 2 e 3 estudos. Dentre estes, apenas os estudos com suplementação por 6 semanas (3 estudos), 4 semanas (1) e 1 semana (2) apresentaram efeitos positivos, enquanto os que suplementaram por 28 a 36 semanas, e por 12 não obtiveram alterações.

4.9 Frequência de suplementação

A frequência de suplementação varia de acordo com a via de suplementação. O método mais presente nos estudos foi 2 vezes por dia, equivalente a 13 estudos de 25 relacionados à via oral, seguido pela suplementação 1 vez por dia, representado por 9 estudos. A suplementação 2 vezes por dia apresentou 8 estudos com efeito positivo (62%), enquanto 1 vez por dia apresentou 6 (67%). As demais frequências de 3 e 4 vezes por dia, e 1 a 2 vezes por semana, apresentaram apenas 1 estudo cada, e todos com efeito positivo.

A suplementação por injeção ocorreu de 4 formas diferentes: através de 5 injeções em um período de 10 dias, 5 injeções durante todo o estudo, e 3 injeções com um intervalo de 6 dias entre cada, além de um estudo sem especificação. Ao todo foram 4 estudos, 1 para cada método diferente. Dentre estes, o estudo de suplementação de 5 vezes durante todo o período de intervenção não apresentou alterações.

4.10 Faixa etária da amostra

O efeito da suplementação mostrou-se positivo no intervalo de idade 17 a 46 anos, sendo observados em 14 estudos, seguido pelo intervalo 14 a 20 anos, analisado em 3 estudos (BALLIN et al., 1992; FRIEDMANN et al., 2000; MANN et al., 2002). Os demais estudos que tiveram resultados positivos realizaram testes com os intervalos: 9 a 13 anos (SEN; KANANI, 2009), 15 a 40 anos (PEELING et al., 2007), 50 a 71 anos (ERICSSON, 1970; VELDHUISEN et al., 2017), e um artigo não

especificou a idade (ROWLAND et al., 1988), apesar de apresentar resultado igual com a suplementação (Tabela 6).

Em relação aos resultados sem alterações, observou-se que o intervalo prevalente de idade 18 a 33 anos, mostraram-se apresentados por 5 estudos (BROWNLIE et al., 2004; DELLAVALLE; HAAS, 2014; POMPANO; HAAS, 2017; POWELL; TUCKER, 1991; TANIGUCHI et al., 1991). Os demais intervalos, 16 a 22 anos (BLEE et al., 1999), 22 a 39 anos (KLINGSHIRN et al., 1992), 18 a 40 anos (NEWHOUSE et al., 1989), foram representados cada um por 1 estudo (Tabela 6).

Tabela 6. Efeitos da suplementação de ferro sobre o desempenho físico, de acordo com a faixa etária dos voluntários de cada estudo.

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	FAIXA ETÁRIA	AUTORES
Positivo	16 a 17 anos	BALLIN et al., 1992
	18 a 33 anos	BROWNLIE et al., 2002
	18 a 45 anos	BRUTSAERT et al., 2003
	18 a 30 anos	DISILVESTRO et al., 2017
	57 a 71 anos	ERICSSON, 1970
	17 a 31 anos	FOGELHOLM et al., 1992
	14 a 18 anos	FRIEDMANN et al., 2000
	17 a 46 anos	GARDNER et al., 1975
	19 a 35 anos	HINTON et al., 2000
	18 a 21 anos	KOIKAWA et al., 2008
	18 a 35 anos	LAMANCA; HAYMES, 1993
	Em torno de 19 anos	MAGAZANIK et al., 1991
	16 a 20 anos	MANN et al., 2002
	20 a 21 anos	MCCLUNG et al., 2009
	21 a 32 anos	MIELGO-AYUSO et al., 2015
	15 a 40 anos	PEELING et al., 2007
	18 a 26 anos	POMPANO; HAAS, 2019
	Não especifica	ROWLAND et al., 1988
	18 a 35 anos	SCHOENE et al., 1983
	9 a 13 anos	SEN; KANANI, 2009
50 a 70 anos	VELDHUISEN et al., 2017	
19 a 36 anos	ZHU; HAAS, 1998	

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	FAIXA ETÁRIA	AUTORES
Sem alterações	16 a 22 anos	BLEE et al., 1999
	18 a 33 anos	BROWNLIE et al., 2004
	18 a 21 anos	DELLAVALLE; HAAS, 2014
	22 a 39 anos	KLINGSHIRN et al., 1992
	18 a 40 anos	NEWHOUSE et al., 1989
	18 a 26 anos	POMPANO; HAAS, 2017
	18 a 21 anos	POWELL; TUCKER, 1991
	18 a 22 anos	TANIGUCHI et al., 1991

4.11 Amostra

A respeito do sexo, os estudos selecionados apresentaram em sua maioria apenas mulheres, 26 estudos, e apenas 4 estudos (ERICSSON, 1970; FRIEDMANN et al., 2000; GARDNER et al., 1975; VELDHISEN et al., 2017) avaliaram homens e mulheres. Em relação a faixa etária, foi mostrado que 2 estudos utilizaram adolescente em sua amostra, 4 estudos com adolescentes e adultos, 19 estudos com adultos e apenas 1 utilizou idosos em sua amostra.

Tabela 7. Amostra relacionada ao sexo e a faixa etária

NÚMERO DE PARTICIPANTES	SEXO	FAIXA ETÁRIA	AUTORES
14 a 30	Apenas mulheres	Adolescentes	ROWLAND et al., 1988
		Adultos e adolescentes	BLEE et al., 1999
			PEELING et al., 2007
			MANN et al., 2002
		Adultos	BRUTSAERT et al., 2003
			KOIKAWA et al., 2008
			KLINGSHIRN et al., 1992
			POWELL; TUCKER, 1991
			LAMANCA; HAYMES, 1993
			MIELGO-AYUSO et al., 2015
		SCHOENE et al., 1983	

NÚMERO DE PARTICIPANTES	SEXO	FAIXA ETÁRIA	AUTORES
31 a 45	Homens e mulheres	Adolescentes e adultos	FOGELHOLM et al., 1992
		Adultos	GARDNER et al., 1975
	Apenas mulheres	Adultos	BROWNLIE et al., 2002
			BROWNLIE et al., 2004
			DELLAVALLE; HAAS, 2014
			DISILVESTRO et al., 2017
			HINTON et al., 2000
			MAGAZANIK et al., 1991
			NEWHOUSE et al., 1989
	ZHU; HAAS, 1998		
Homens e mulheres	Idosos	ERICSSON, 1970	
51 a 222	Apenas mulheres	Crianças e adolescentes	SEN; KANANI, 2009
		Adolescentes	BALLIN et al., 1992
		Adultos	MCCLUNG et al., 2009
			POMPANO; HAAS, 2019
			POMPANO; HAAS, 2017
TANIGUCHI et al., 1991			
51 a 222	Homens e mulheres	Adolescentes	FRIEDMANN et al., 2000
	Homens e mulheres	Idosos	VELDHUISEN et al., 2017

4.12 Doenças

Nos estudos analisados, 83% (25 estudos) apresentaram voluntários com ausência de doenças que poderiam ou não afetar na suplementação de ferro. Dentre os estudos restantes (5), um apresentou todos os seus voluntários com insuficiência cardíaca crônica (IC) que, por sua vez, também apresentaram algumas outras manifestações associadas como hipertensão, fibrilação atrial, diabetes mellitus, infarto do miocárdio e derrame (VELDHUISEN et al., 2017). Gardner et al. (1975) avaliaram voluntários com ancilostomíase; Powell e Tucker (1991) avaliaram voluntárias saudáveis, porém uma delas apresentava amenorreia (sendo este o único estudo que não mostrou melhora no desempenho, considerando amostra não

saudável); Koikawa et al. (2008) e Schoene et al. (1983) não especificaram a presença ou ausência de doenças.

Para verificar a ausência de doenças, foram realizados exames em 6 estudos, permitindo analisar o índice de Glicoproteína alfa-1-ácida em 3 estudos, e de concentração de Proteína C reativa em 2 estudos.

4.13 Testes físicos

Para a avaliação do efeito da suplementação de ferro sobre o desempenho físico, os estudos utilizaram testes aeróbios, num total de 27 estudos, sendo 19 com efeito positivo, e anaeróbios, num total de 5 estudos, sendo que 2 mostraram efeito positivo. Alguns estudos (2) utilizaram os dois tipos de testes para a avaliação do desempenho (Tabela 8).

Tabela 8. Efeito da suplementação de ferro sobre melhora do desempenho físico, de acordo com tipo de exercício realizado.

TIPO DE EXERCÍCIO APLICADO NO TESTE	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	AUTORES
Aeróbio	27	Positivo (19)	BROWNLIE et al., 2002; DISILVESTRO et al., 2017; ERICSSON, 1970; FOGELHOLM et al., 1992; FRIEDMANN et al., 2000; GARDNER et al., 1975; HINTON et al., 2000; KOIKAWA et al., 2008; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; MANN et al., 2002; MCCLUNG et al., 2009; PEELING et al., 2007; POMPANO; HAAS, 2019; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983; SEN; KANANI, 2009; VELDHUISEN et al., 2017; ZHU; HAAS, 1998
Aeróbio	27	Sem alterações (8)	BALLIN et al., 1992; BLEE et al., 1999; BROWNLIE et al., 2004; KLINGSHIRN et al., 1992; NEWHOUSE et al., 1989; POMPANO; HAAS, 2017; POWELL; TUCKER, 1991; TANIGUCHI et al., 1991

TIPO DE EXERCÍCIO APLICADO NO TESTE	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	AUTORES
Anaeróbios	5	Positivo (2)	BRUTSAERT et al., 2003; MIELGO-AYUSO et al., 2015
		Sem alterações (3)	BALLIN et al., 1992; BLEE et al., 1999; DELLAVALLE; HAAS, 2014;

O tipo de teste utilizado variou de acordo com o tipo de exercício, de modo que, para o exercício aeróbio foram utilizados 8 tipos e para exercícios anaeróbios 6 tipos diferentes. Dos testes de exercício aeróbio, o mais utilizado foi o incremental (17 estudos), seguido pelo *time trial* (5), teste de capacidade submáxima (5), tempo até exaustão (3), teste de distância (2), testes não especificados (2), tempo de recuperação (1) e, por fim, o *shuttle run* (1). Com relação aos testes anaeróbios, o mais utilizado foi o teste de potência anaeróbia (2), seguido pelos demais testes com apenas 1 estudo cada (Tabela 9).

Tabela 9. Efeito da suplementação de ferro sobre melhora do desempenho físico, de acordo com o tipo de teste físico aplicado.

TIPO DE EXERCÍCIO APLICADO NO TESTE	TESTES FÍSICOS APLICADOS	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	AUTORES
Aeróbicos	Incremental	17	Positivo (13)	BROWNLIE et al., 2002; FOGELHOLM et al., 1992; FRIEDMANN et al., 2000; HINTON et al., 2000; KOIKAWA et al., 2008; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; MANN et al., 2002; POMPANO; HAAS, 2019; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983; VELDHIJSEN et al., 2017; ZHU; HAAS, 1998
			Sem alterações (4)	BROWNLIE et al., 2004; KLINGSHIRN et al., 1992; NEWHOUSE et al., 1989; POMPANO; HAAS, 2017

TIPO DE EXERCÍCIO APLICADO NO TESTE	TESTES FÍSICOS APLICADOS	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	AUTORES
Aeróbicos	Time Trial	5	Positivo (4)	DISILVESTRO et al., 2017; HINTON et al., 2000; MCCLUNG et al., 2009; ZHU; HAAS, 1998
			Sem alterações (1)	BROWNLIE et al., 2004
	Teste de capacidade submáxima	5	Positivo (3)	GARDNER et al., 1975; PEELING et al., 2007; VELDHUISEN et al., 2017
			Sem alterações (2)	KLINGSHIRN et al., 1992; POWELL; TUCKER, 1991
	Teste de distância	2	Positivo (2)	DISILVESTRO et al., 2017; SEN; KANANI, 2009
	Tempo até exaustão	3	Positivo (3)	FRIEDMANN et al., 2000; LAMANCA; HAYMES, 1993; PEELING et al., 2007
	Tempo de recuperação	1	Positivo (1)	SEN; KANANI, 2009
	<i>Shuttle run</i>	1	Sem alterações (1)	BLEE et al., 1999
	Não especificado	2	Positivo (1)	ERICSSON, 1970
			Sem alterações (1)	TANIGUCHI et al., 1991
Anaeróbicos	Tempo de reação	1	Sem alterações (1)	BLEE et al., 1999
	Extensão de joelho	1	Positivo (1)	BRUTSAERT et al., 2003
	Teste de carga	1	Positivo (1)	MIELGO-AYUSO et al., 2015
	Incremental	1	Sem alterações (1)	DELLAVALLE; HAAS, 2014
	Velocidade	1	Sem alterações (1)	BALLIN et al., 1992
	Time Trial	1	Sem alterações (1)	DELLAVALLE; HAAS, 2014
	Teste de potência anaeróbia	2	Sem alterações (2)	BALLIN et al., 1992; BLEE et al., 1999

4.14 Indicadores de desempenho

Os estudos, para expressar os efeitos da suplementação de ferro sobre o desempenho físico, utilizaram diversos indicadores de desempenho. Os principais foram: tempo de exercício (12 estudos), VO_{2pico} (12), nível de lactato (9), carga (3),

distância alcançada (2), ventilação (2), velocidade (2), taxa de troca respiratória (2), não especificados (2) e, por fim, capacidade de trabalho físico, tempo de recuperação e contração muscular, com um estudo cada. Os indicadores que apresentaram mais estudos com efeito positivo foram o tempo de exercício (9) e nível de lactato (9), seguidos pelo VO₂pico (7). Os demais apresentaram, em sua maioria, efeitos positivos (Tabela 10).

Tabela 10. Efeito da suplementação de ferro sobre melhora do desempenho físico, de acordo com o indicador de desempenho utilizado.

INDICADORES DE DESEMPENHO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	AUTORES
Tempo de exercício	12	Positivo (9)	DISILVESTRO et al., 2017; FRIEDMANN et al., 2000; HINTON et al., 2000; MANN et al., 2002; MCCLUNG et al., 2009; PEELING et al., 2007; ROWLAND et al., 1988; SCHOENE et al., 1983; ZHU; HAAS, 1998
		Sem alterações (3)	BROWNLIE et al., 2004; DELLAVALLE; HAAS, 2014; KLINGSHIRN et al., 1992
Nível de lactato	9	Positivo (8)	GARDNER et al., 1975; ERICSSON, 1970; FOGELHOLM et al., 1992; KOIKAWA et al., 2008; LAMANCA; HAYMES, 1993; PEELING et al., 2007; SCHOENE et al., 1983; ZHU; HAAS, 1998
		Sem alterações (1)	KLINGSHIRN et al., 1992
VO ₂ pico	12	Positivo (7)	BROWNLIE et al., 2002; FRIEDMANN et al., 2000; LAMANCA; HAYMES, 1993; MAGAZANIK et al., 1991; POMPANO; HAAS, 2019; VELDHUISEN et al., 2017; ZHU; HAAS, 1998
		Sem alterações (5)	BROWNLIE et al., 2004; DELLAVALLE; HAAS, 2014; KLINGSHIRN et al., 1992; POMPANO; HAAS, 2017; TANIGUCHI et al., 1991
Distância alcançada	2	Positivo (2)	DISILVESTRO et al., 2017; SEN; KANANI, 2009
Ventilação	2	Positivo (2)	FRIEDMANN et al., 2000; GARDNER et al., 1975
Velocidade	2	Positivo (1)	FRIEDMANN et al., 2000
		Sem alterações (1)	NEWHOUSE et al., 1989

INDICADORES DE DESEMPENHO	QUANTIDADE DE ESTUDOS	EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO	AUTORES
Taxa de troca respiratória máxima	2	Positivo (1)	BROWNLIE et al., 2002
		Sem alterações (1)	KLINGSHIRN et al., 1992
Capacidade de trabalho físico	1	Positivo (1)	ERICSSON, 1970
Carga	3	Positivo (2)	MANN et al., 2002; MIELGO-AYUSO et al., 2015
		Sem alterações (1)	DELLAVALLE; HAAS, 2014
Tempo de recuperação	1	Positivo (1)	SEN; KANANI, 2009
Não específica	2	Sem alterações (2)	BALLIN et al., 1992; POWELL; TUCKER, 1991
Contração muscular	1	Sem alterações (1)	BRUTSAERT et al., 2003

4.15 Prática anterior de exercício físico

Vinte e dois dos 30 estudos avaliaram indivíduos que praticavam exercício físico previamente, sendo 11 deles relacionados à prática de exercício aeróbio, sendo que 5 estudos não especificaram o tipo de exercício.

Os artigos que não tiveram alteração de resultado referente a suplementação foram 8 artigos, sendo 4 desses as voluntárias praticavam exercício físico do tipo aeróbio previamente.

Tabela 11. Efeitos da suplementação de ferro sobre o desempenho físico, de acordo a prática prévia de exercício e o tipo de exercício praticado.

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO	PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO ANTES DO ESTUDO	TIPO DE EXERCÍCIO	AUTORES
Positivo	Sim	Aeróbios	BROWNLIE et al., 2002; DISILVESTRO et al., 2017; FOGELHOLM et al., 1992; FRIEDMANN et al., 2000; KOIKAWA et al., 2008; MAGAZANIK et al., 1991; MCCLUNG et al., 2009; PEELING et al., 2007; VELDHUISEN et al., 2017; MIELGO-AYUSO et al., 2015; SCHOENE et al., 1983

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO	PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO ANTES DO ESTUDO	TIPO DE EXERCÍCIO	AUTORES
Positivo	Sim	Não específica	HINTON et al., 2000; LAMANCA; HAYMES, 1993; ROWLAND et al., 1988; ZHU; HAAS, 1998
	Não	-----	BRUTSAERT et al., 2003; POMPANO; HAAS, 2019
	Não específica	Não específica	ERICSSON, 1970; GARDNER et al., 1975; MANN et al., 2002; SEN; KANANI, 2009
Sem alterações	Sim	Aeróbios	KLINGSHIRN et al., 1992; NEWHOUSE et al., 1989; POWELL; TUCKER, 1991; DELLAVALLE; HAAS, 2014
		Não específica	BALLIN et al., 1992; BLEE et al., 1999; POMPANO; HAAS, 2017
	Não	----	BROWNLIE et al., 2004
	G1 (sim); G2 (sim); G3 (não); G4 (não)	Aeróbios	TANIGUCHI et al., 1991

5 DISCUSSÃO

O ferro é essencial para o desempenho esportivo devido ao seu papel no transporte de oxigênio e na produção de ATP. Deste modo, a suplementação de ferro pode trazer benefícios, como a melhora do desempenho em atletas com carência do mineral, devido à importância da deficiência de ferro como determinante da capacidade de exercício físico, principalmente em corredores (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; SCHOLZ et al., 1997).

A presença da carência do mineral em atletas é ainda alta, principalmente em atletas mulheres, atletas que consomem dietas com restrições calóricas e corredores de longa distância (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012). Aconselha-se a monitoração anual dos atletas, por parâmetros bioquímicos, a fim de assegurar o estado nutricional de micronutrientes. Estratégias específicas devem ser tomadas de acordo com o caso, e a suplementação deve ser indicada apenas nos casos de comprovada deficiência, para não comprometer a saúde e o rendimento do atleta (GUSELA, 2015).

Efeitos positivos da suplementação de ferro sobre o desempenho físico foram observados em 70% dos estudos analisados nesta revisão. Contudo, os efeitos da suplementação na melhora do desempenho podem ser influenciados por diversos fatores.

5.1 Status de ferro

O corpo possui cerca de 3 a 5g de ferro, estando a maior parte incorporada ao centro ativo de fixação de oxigênio da hemoglobina (60 a 70%) e da mioglobina (10%). Apenas 2% estão envolvidos em sistemas biológicos, como a cadeia transportadora de elétrons, as enzimas antioxidantes e a replicação de DNA. Cerca de 30% do ferro corporal de um homem adulto e 10% de uma mulher adulta são estocados sob forma de ferritina, hemossiderina no fígado, medula óssea e músculo (GUSELA, 2015; PHILIPPI, 2014).

Os níveis de deficiência de ferro são divididos em 3 estágios: no primeiro, ocorre a depleção das reservas de ferro no fígado, baço e medula óssea (detectado pelos níveis séricos de ferritina < 12 ug/L); no segundo, há a deficiência de ferro eritropoiético, principalmente na medula óssea (detectado pelos níveis de ferritina < 12 ug/L, saturação de transferrina < 16% e protoporfirina eritropoiética > 70 ug/dL); o terceiro, é caracterizado por uma anemia ferropriva (detectado por ferritina < 12 ug/L, saturação de transferrina < 16%, protoporfirina eritropoiética > 70 ug/dL, hemoglobina < 12 g/dL e esfregaço sanguíneo anormal) (COSTA; MARTINO, 2016). O nível de deficiência mais presente nos voluntários dos estudos foi o segundo, em 43%, seguido pelo primeiro nível em 33% dos estudos. O terceiro nível, anemia, esteve presente em 23% dos estudos, enquanto a ausência da deficiência em 13%. Sete por cento dos estudos não especificaram a existência ou não, de deficiência de ferro entre os voluntários.

De acordo com Gusela (2015) e Mahan, Escott-Stump e Raymond (2012), existem diversos motivos para o desequilíbrio de ferro e sua deficiência no organismo, principalmente através da prática de exercícios, como a excreção em excesso, hemólise, ingestão inadequada de nutrientes, necessidade aumentada, perdas sanguíneas, etc. O estado nutricional pode então afetar o índice de absorção de ferro do indivíduo, de modo que quanto menor a concentração do mineral no organismo, mais rápida será a absorção, devido aos mecanismos adaptativos que a intensificam. Os indivíduos com anemia ferropriva tendem a absorver cerca de 20% a 30% do ferro alimentar, enquanto pessoas sem deficiência tendem a absorver 5% a 10%.

Dentre os voluntários que possuíam algum nível de deficiência de ferro, os estudos que apresentaram anemia obtiveram uma maior porcentagem de resultados positivos da suplementação de ferro sobre o desempenho físico, de 86%. Em seguida, aqueles com deficiência de ferro apresentaram 69% com efeitos positivos e, por fim, 60% daqueles com depleção apresentaram melhora do desempenho.

Quanto aos estudos que apresentaram voluntários sem deficiência de ferro, 75% obtiveram resultados positivos. Todavia, 50% dos estudos (2) apresentaram resultados em conjunto com os pacientes com deficiência, não sendo possível discernir se os voluntários sem deficiência realmente obtiveram melhoras no

desempenho físico. Além disso, 25% dos estudos (1) apresentaram a suplementação apenas nos voluntários que possuíam deficiência de ferro, sendo este o grupo que obteve melhora do desempenho físico. Apenas 25% dos estudos (1) tiveram 100% dos voluntários sem deficiência e mesmo assim a melhora do desempenho físico.

Portanto, é possível afirmar que a absorção de ferro aumenta na carência de ferro, gerando melhora do desempenho, circunstância esta que apresentada pelos estudos, de modo que, a maior porcentagem da evolução do desempenho físico ocorreu nos estudos cujos voluntários eram anêmicos, e nos demais, quanto menor a deficiência, menor os resultados positivos.

5.2 Índices do Status de ferro

A conservação do ferro no organismo é alta, de modo que 90% do que seria excretado é recuperado e reutilizado diariamente. Contudo, a ocorrência do balanço negativo prolongado de ferro pode levar à carência do mineral. Os estoques corporais são os primeiros afetados, os quais sofrem redução, seguida de prejuízos no transporte corporal, resultando no comprometimento da hematopoiese. Para caracterizar os estados de deficiência, são utilizados diversos indicadores bioquímicos: ferritina plasmática, saturação da transferrina, concentração de hemoglobina, entre outros (GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; NOGUEIRA; SANTOS, 2016).

O índice mais utilizado pelos estudos (93%) foi a concentração de hemoglobina. Este, de acordo com Nogueira e Santos (2016), é utilizado de forma universal, por conta de sua facilidade operacional e baixo custo. Contudo, possui como limitação sua alta margem para falsos positivos de anemia, podendo afetar a interpretação do efeito da suplementação nos estudos. Seguidamente, em 70% dos estudos foram utilizados os parâmetros ferro sérico e ferritina sérica. O ferro sérico está relacionado com o equilíbrio da entrada e saída do mineral na circulação, no entanto suas concentrações podem ser influenciadas pelo horário em que ocorre a coleta de sangue e pela presença de infecções (NOGUEIRA; SANTOS, 2016). A ferritina também é considerada uma medida útil por sua facilidade operacional e por

sua correlação forte com o ferro em depósito nos tecidos, de modo que 1 µg/L de ferritina sérica corresponde de 8 a 10 mg de ferro em estoque nos indivíduos adultos. Entretanto, esta não apresenta informações sobre a magnitude da deficiência do ferro, além de ter sua concentração afetada por infecções, inflamações, neoplasia, *overtraining*, entre outras situações (BAYNES, 1996; COOK, 1982; COOK; SKIKNE, 1989; NOGUEIRA; SANTOS, 2016; PAIVA; RONDO; GUERRA-SHINOHARA, 2000).

A capacidade total de ligação de ferro e a saturação de transferrina foram índices utilizados em 53% dos estudos. A capacidade de ligação de ferro total (TIBC) é uma medida indireta da transferrina circulante, a qual está menos sujeita a variações biológicas, conquanto seu resultado depende de outros parâmetros, diminuindo sua especificidade e sensibilidade (GUSELA, 2015; NOGUEIRA; SANTOS, 2016; GROTTTO, 2010). A saturação de transferrina é um parâmetro obtido através da relação entre ferro sérico e a TIBC, ou seja, também depende de outros índices para seu resultado, condição que torna sua especificidade limitada. Seu resultado também pode ser afetado pela prática de exercício físico, de modo que sua porcentagem se encontra reduzida em atletas (COOK; BAYNES; SKIKNE, 1992; GUSELA, 2015).

O hematócrito foi utilizado em 47% dos estudos, parâmetro que fornece o percentual de hemácias no sangue, ou seja, suas informações são similares à concentração de hemoglobina (BEATON, COREY, STEELE, 1989). Quanto ao receptor solúvel de transferrina, o mesmo esteve presente em 33% dos estudos e é um indicador do *status* de ferro e da atividade eritropoiética que não pode ser alterado pelas respostas na fase aguda do organismo, deste modo é um bom exame para diferenciar a verdadeira deficiência de ferro e a deficiência causada por doenças crônicas e outras situações de sensibilidade (GUSELA, 2015; NOGUEIRA; SANTOS, 2016). Já o exame de contagem de células vermelhas foi realizado por 23% dos estudos, o qual é utilizado para definir a concentração e número de hemoglobinas e plaquetas. Enquanto isso, os demais índices estiveram presentes em baixa porcentagem dos estudos, variando entre 3 a 17%, além do baixo número de estudos com efeitos positivos sobre a melhora do desempenho.

A maioria dos índices de *status* de ferro estão presentes em uma alta porcentagem de estudos (63%) que obtiveram melhora no desempenho físico. Contudo, isto não demonstra uma correlação positiva com a aptidão física. Ao contrário, exibe sua baixa confiabilidade, de modo que, para garantir resultados verídicos, deve-se realizar diversos exames simultaneamente, como ocorrido nos estudos, em que 73% (22) realizaram de 5 a 11 exames diferentes.

5.3 Biodisponibilidade de ferro

O ferro é um metal importante para o metabolismo. Em adultos, a absorção de aproximadamente 1mg/dia de ferro é suficiente para manter o balanço corporal positivo. Em alguns casos, a quantidade de ferro absorvida para manter o balanço corporal positivo é maior. Para mulheres em idade fértil, essa necessidade é de aproximadamente 1,5 mg/dia, devendo-se considerar que mulheres com fluxo menstrual mais intenso precisam absorver maiores quantidades do mineral. Ainda na infância e na adolescência, que são períodos de crescimento acelerado, as exigências de ferro também são mais altas (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; PHILIPPI, 2014).

O organismo humano absorve, aproximadamente, 15% do ferro ingerido (GUSELA, 2015). No caso de pessoas com algum nível de deficiência, a absorção de 10 a 20mg de ferro por dia possibilita o aumento na produção de hemácias em até três vezes, e, na ausência de perda sanguínea, a concentração de hemoglobina eleva-se na velocidade de 0,2 g/dL por dia. O aumento da reticulocitose (aumento no número de hemácias jovens) é verificado 2 a 3 dias após a administração de ferro, mas com melhoras no humor e apetite antes. A concentração de hemoglobina aumenta pelo 4º dia (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

O ferro é mais bem absorvido quando o estômago está vazio, entretanto nessas condições pode causar efeitos colaterais gástricos. Quando a suplementação de ferro está aliada ao ácido ascórbico, a absorção pode ser intensificada, já que este não é apenas um redutor, mas também liga o ferro para formar um complexo prontamente absorvível. Contudo, a ingestão de ferro junto de refeições, chás, café e outros fatores inibidores como fitatos, fosfatos, taninos, entre

outros, pode levar à redução em 50% de sua absorção, pela formação de quelato ferro-ascorbato (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

Dentre os estudos analisados, a ingestão por via oral de alguns fatores, como suco de frutas cítricas (9 estudos), vitamina C (4 estudos), lactoferrina com peptídeos (1 estudo), frutas (1 estudo) e ácido fólico (1 estudo), esteve relacionada com a facilitação na absorção do ferro, melhora principalmente evidenciada quando os fatores foram ingeridos juntamente com a suplementação de ferro.

A presença de ácido ascórbico, em forma de suco cítrico ou capsula, antes das refeições, foi representada por 40% (12) dos estudos. Esta ajuda aumentando a absorção de ferro heme e não heme quando ingeridos na mesma refeição ou após, mesmo que a mesma tenha fatores inibidores (ARANHA et al., 2000; GARCIA-CASAL et al., 1998; GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012). Dentre estes, 58% apresentaram melhoras no desempenho físico, principalmente através do suco cítrico, o qual apresentou 67% de estudos com efeitos positivos, enquanto através da cápsula apenas 50%.

A lactoferrina, glicoproteína de ligação, tem capacidade de se ligar ao ferro cerca de 300 vezes maior do que a transferrina, além de beneficiar e regular a absorção de ferro, aumentando sua biodisponibilidade para o organismo (AISEN; LEIDMAN, 1972). A mesma foi utilizada apenas em 3% dos estudos, com 100% de resultados positivos.

Em relação ao momento da ingestão de suplemento de ferro, a mesma foi realizada antes, junto da alimentação ou após. A ingestão junto da refeição esteve presente em 23% dos estudos, dentre os quais 71% obtiveram resultados positivos sobre a melhora do desempenho. A ingestão de estômago vazio esteve presente em 30% dos estudos, e 78% apresentaram resultados positivos. Após a refeição ocorreu apenas em 3% dos estudos, mas não apresentaram alterações sobre o desempenho.

Constatou-se que a biodisponibilidade afeta a efetividade da suplementação de ferro na melhora do desempenho físico. Isto ocorre através da ingestão de fatores facilitadores, como a lactoferrina e o ácido ascórbico, de forma que dentre os

estudos em que estiveram presentes, a maioria obteve resultados positivos. Além da maior eficácia sobre o desempenho quando o suplemento é ingerido de estômago vazio.

5.4 Tipo de suplemento

O tipo de suplemento influencia no efeito da suplementação devido a forma em que o ferro se encontra. De acordo com Mahan, Escott-Stump e Raymond (2012), a forma de ferro ferroso é a melhor para a suplementação, visto que o ferro reduzido tem maior absorção por ser mais facilmente absorvido. Dentre os estudos que utilizaram como suplemento o sulfato ferroso, 76% (15) obtiveram efeitos positivos sobre a melhora do desempenho; quanto ao fumarato ferroso, 100% (1) obtiveram efeitos positivos, demonstrando a eficácia do ferro na forma ferrosa. Contudo, os compostos ferrosos não são sempre igualmente disponíveis, tendo como formas de baixa absorção o pirofosfato ferroso, citrato ferroso e tartarato ferroso (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012). O estudo cujo suplemento utilizado foi o pirofosfato ferroso obteve efeitos positivos sobre a melhora do desempenho, os quais se devem à suplementação simultânea da lactoferrina, composto de ferro que age como facilitador, aumentando a sua absorção e assim sua eficiência no organismo.

De acordo com Mahan, Escott-Stump e Raymond (2012), as demais formas de ferro tendem a ser menos biodisponíveis e de menor absorção. Contudo, todos os estudos que utilizaram como suplemento o ácido fólico de ferro, ferro carboximaltase, ferro dextrano ou bisglicinato de ferro, evidenciaram a melhora do desempenho físico. Deste modo, os únicos estudos que não apresentaram êxito na melhora da aptidão física foram os que utilizaram como suplemento o adsorvato de poliestireno sulfonato de ferro e através da própria comida.

Os estudos demonstram que, apesar da diferença de biodisponibilidade entre os tipos de suplementos, a grande maioria pode levar à melhora do desempenho, a qual ocorreu em 70% dos estudos através de 8 tipos diferentes de suplementos.

5.5 Via de Suplementação

A eficácia da suplementação está bastante associada à via utilizada, e o tratamento consiste na reposição oral ou venosa (ARRUDA; FIGUEIREDO, 2013). A mais comum é a oral, representada por 87% dos artigos analisados, a qual é bem efetiva, aumentando a produção de ferritina sérica de 30 a 50% em torno de 4 a 8 semanas, mantendo o desempenho dos indivíduos carentes deste mineral (DAWSON et al., 2006; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012). No entanto, de acordo com Blee et al. (1999) e Mahan, Escott-Stump e Raymond (2012), a suplementação via parenteral (injeção intramuscular e intravenosa) é considerada uma alternativa mais rápida para aumentar os níveis de ferro, resultado muito interessante para atletas em época de competição, apesar de possuir um custo elevado e não ser uma forma tão segura quanto a administração via oral.

Dentre os estudos analisados, o método oral apresentou efeitos positivos em aproximadamente 69% dos estudos, enquanto a injeção intramuscular 67% e a intravenosa 100%. Em vista disso, a via de administração intravenosa é a mais eficiente para a melhora do desempenho físico, apresentando uma maior porcentagem de resultados com efeitos positivos. A suplementação via oral, apesar de não ser a mais eficiente, também é eficaz para a melhora do desempenho, ao passo que a injeção intramuscular não é de tamanha eficiência, à medida que exibiu uma menor porcentagem de estudos com melhora na aptidão física.

5.6 Dose de suplementação de ferro

As recomendações nutricionais do ferro dependem de sua biodisponibilidade e das necessidades de acordo com a idade, sexo dos indivíduos e o estado fisiológico (COSTA; MARTINO, 2016; NOGUEIRA; SANTOS, 2016). A dose recomendada para homens e mulheres pós-menopausa é de 8 mg/dia, para mulheres em idade reprodutiva é de 18 mg/dia e para garotos adolescentes é de 11 mg/dia (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; PHILIPPI, 2014).

Em praticantes de exercício físico, a presença de todos os níveis de deficiência de ferro é frequente, principalmente em atletas do sexo feminino, especialmente corredoras de maratonas e participantes de esportes de resistência.

Entre os diferentes níveis de deficiência, mais comum do que a anemia ou a deficiência de ferro, encontra-se a depleção das reservas do mineral no organismo (GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

Para prevenir a piora no caso de deficiência de ferro, os indivíduos devem ser aconselhados a realizarem uma dieta que seja apropriadamente rica em ferro. Para o tratamento, a dose ideal para reposição oral é de 50 a 200 mg de ferro elementar/dia para adultos e de 1,5 a 6 mg de ferro elementar para crianças (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; PASRICHA et al., 2010).

Os estudos analisados utilizaram em sua maioria (87%) a via oral para a suplementação, de modo sólido (mg) e líquido (ml). As doses mais frequentes nos estudos foram de 7 a 100 mg, em 46% (12) dos estudos via oral, dentre os quais 69% (9) demonstraram melhoras no desempenho físico, e 31% (4) não apresentaram alterações. Em seguida, em 35% (9) dos estudos, foram utilizadas doses acima de 100 mg, apresentando 78% de seus estudos com melhora na aptidão física e apenas 22% (2) sem alterações. A suplementação oral líquida esteve presente em apenas 4% (1) dos estudos, com doses entre 1 a 10 ml, e sem apresentar alterações no desempenho físico. Por fim, 8% (2) dos estudos via oral apresentaram resultados positivos, mas não tiveram a sua dose especificada.

A via de suplementação por injeção esteve presente em 13% (4) dos estudos. As doses mais utilizadas variaram de 1 a 9 ml, com 50% demonstrando melhorar o desempenho físico, e 50% sem alterações. Em seguida as doses de 10 a 20 ml foram utilizadas por 25% (1) dos estudos, com 100% (1) demonstrando resultados positivos. Enquanto os demais 25% (1) não especificaram a dose, mas também apresentaram 100% (1) de estudos com efeitos positivos.

Estes resultados mostram que, quanto maior a dose, melhor as chances de evolução na aptidão física do indivíduo. Contudo, estas doses podem apresentar variações em suas quantidades de ferro elementar, a exemplo do sulfato ferroso e ferro quelato glicinato, que possuem 20% de ferro elementar, enquanto o hidróxido de ferro III polimaltosado apresenta 30% (ARRUDA; FIGUEIREDO, 2013).

O ferro elementar foi especificado em 73% (22) dos estudos. Dentre estes 45% (10) utilizaram doses de 1 a 50 mg, com 60% (6) apresentando melhoras no desempenho físico e 40% (4) sem alterações. Já as doses acima de 50 mg de ferro elementar estiveram presentes em 41% (9) destes estudos, dentre as quais 56% (5) demonstraram melhorar a performance e 44% (4) não exibiram alterações. Os demais 27% (8) dos estudos não especificaram suas doses de ferro elementar, apresentando 88% (7) de estudos com resultados positivos e 12% (1) sem mudanças.

Assim, a maior dosagem de ferro elementar não está diretamente associada à melhora do desempenho físico, tendo em vista que na maior porcentagem de estudos com efeitos positivos ocorreu suplementação em menores doses. Em contrapartida, altas doses de suplementos de ferro possuem alta eficiência na melhora do desempenho, uma vez que os estudos com maiores doses dos suplementos apresentaram maior porcentagem de efeitos positivos.

5.7 Dose x Tipo de Suplemento

A dose de suplementação pode variar de acordo com o suplemento utilizado, visto que possuem diferentes disponibilidades de ferro (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012). Dentre os estudos que administraram a suplementação em mililitros (13%), o único que apresentou resultados positivos no desempenho físico utilizou como dose 2 ml, enquanto os demais estudos, com maiores doses, não apresentaram tal evolução. Quanto aos estudos em que a administração do suplemento foi em gramas (87%), 73% apresentaram melhoras no desempenho físico.

A suplementação nos estudos ocorreu com maior frequência utilizando o Sulfato Ferroso, apresentando variações em sua eficácia de acordo com a dose administrada. Dentre os estudos que utilizaram doses de 7 a 100 mg, 60% apresentaram melhoras no desempenho físico, enquanto aqueles que administraram doses acima de 100% obtiveram 70% com efeitos positivos. Os demais estudos que especificaram a dosagem, variaram de 5 a 60 mg, e todos obtiveram resultados

positivos. Enquanto, dentre aqueles que não especificaram, 67% apresentaram melhoras no desempenho.

Assim, de acordo com os estudos analisados, a forma de suplementação sólida possui maior eficácia na melhora do desempenho, exibindo uma maior porcentagem de efeitos positivos. Além disso, alguns suplementos não necessitam de altas doses para gerar melhora na aptidão física, situação presente em 30% dos estudos. Em contrapartida, quanto maior a dose, maior a eficácia da suplementação no desempenho, condição apresentada através da suplementação de sulfato ferroso, o qual obteve uma maior porcentagem de estudos com efeitos positivos quando administrada uma dosagem elevada.

5.8 Tempo e frequência de suplementação

O tempo de suplementação é importante, principalmente quando se trata de pessoas com algum nível de carência de ferro, pois são necessários no mínimo 3 meses para o reestabelecimento dos estoques do mineral. Contudo, é indicado que o tratamento seja mantido por 4 a 5 meses (GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012). Dentre os estudos analisados, apenas 17% realizaram a suplementação por no mínimo 12 semanas, dentre os quais apenas 40% obteve resultados positivos. Os demais estudos, 83%, apresentaram um tempo de suplementação inferior a 12 semanas, e destes 76% obtiveram resultados positivos sobre a melhora no desempenho físico, associada à melhora dos níveis de ferro. O principal tempo de suplementação, aplicado em 30% dos estudos, foi o de 8 semanas, com 76% destes com resultados positivos.

No caso de atletas que estão sob treinamento intenso, a suplementação é necessária, no mínimo, durante 7 dias/mês, para manter os valores de ferritina a 35 ug/L, mas sempre com o objetivo principal de elevar os valores de ferritina sérica para 60 ug/L (GUSELA, 2015). Dos estudos analisados, 17% (5) tinham voluntários atletas, e dentre estes, apenas 40% (2) realizaram a suplementação de 7 dias por no mínimo 1 mês, e todos obtiveram efeitos positivos sobre a melhora do desempenho. No entanto, 20% dos estudos (1) cuja suplementação foi por um período menor que

1 mês e outros 20% (1) cuja frequência não foi especificada também obtiveram resultados positivos.

Quanto à frequência, Cembranel, Dallazen e González-Chica (2013) e Gusela (2015) sugerem que a suplementação diária apresenta efeitos benéficos mais consistentes do que semanalmente. Os estudos analisados caracterizaram-se, em sua maioria, pela suplementação de, no mínimo, uma vez por dia via oral, de modo que 60% destes obtiveram efeitos positivos na melhora do desempenho físico.

A frequência mais presente nos estudos foi de duas vezes por dia, representando 43% (13) dos estudos, e 62% (8) destes relataram melhorar o desempenho. Seguidamente, apresentou-se a suplementação uma vez por dia, representada por 27% (8) dos estudos, dentre os quais 63% (5) relataram efeitos positivos. A suplementação de 3 e 4 vezes por semana apresentaram 100% dos estudos com resultados positivos, entretanto, esta suplementação apresentou apenas 1 estudo, impossibilitando confirmar sua eficiência. Os demais estudos, cuja suplementação não ocorreu semanalmente, apresentaram 80% (4) de eficiência na melhora do desempenho, na qual 75% (3) correspondeu à suplementação através de injeção e 25% (1) via oral.

Isto posto, tempo e a frequência de suplementação não influenciam no desempenho físico, de modo que a alta porcentagem de estudos com efeitos positivos ocorreu tanto na suplementação tanto acima de 12 semanas, quanto abaixo. Além disso, também foi alta em todas as frequências de suplementação.

5.9 Amostra (Sexo X Idade X Deficiência de ferro)

As doses de suplementação são definidas de acordo com os grupos vulneráveis, tendo em vista o sexo, a idade e o estado fisiológico. A depleção de ferro é constantemente encontrada em atletas, tendo como principais fatores de risco a baixa ingestão, hemólise (causada por lesões repetidas), transpiração e perda de sangue (gastrointestinal e do trato urinário), além de hemorragias menstruais (GUSELA, 2015; NOGUEIRA; SANTOS, 2016; CHATARD, et al., 1999; SHASKEY; GREEN, 2000).

Foram observados em dez estudos que apresentaram depleção de ferro em sua amostra, no qual 60% obtiveram resultados positivos. Outros sete estudos que apresentam anemia em sua amostra, tiveram 86%, aproximadamente, de efeito positivo com a suplementação.

Dentre os estudos selecionados para a realização deste trabalho, pode-se observar que 26 estudos foram concluídos apenas com mulheres, onde 65,4% apresentaram efeitos positivos no desempenho em relação a suplementação. Enquanto 13% foram executados com ambos os sexos, além de também obterem efeito positivo. As mulheres são mais vulneráveis, e estão mais propensas a desenvolverem carências de ferro, devido perdas relacionadas a menstruação, podendo resultar em dificuldade para treinar, principalmente em esportes de resistência, e uma clara queda no desempenho (PATE, 1983; WEAVER; RAJARAM, 1992). Os 4 estudos realizados com ambos os sexos obtiveram resultados positivos e não apresentaram diferenças importantes entre homens e mulheres. Em contrapartida, a análise feita por FRIEDMANN et al. (2000) obteve diferença entre sexos apenas na melhora do limite aeróbico, a qual ocorreu apenas em homens, enquanto os demais estudos apresentaram o mesmo efeito sobre o desempenho em mulheres e homens.

As mulheres armazenam menores quantidades de ferro do que os homens, o que aumenta a probabilidade de anemia, principalmente nos grupos mais frágeis, como os lactentes menores de dois anos, garotas adolescentes, mulheres na idade reprodutiva, mulheres atletas, gestantes e idosos (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; NOGUEIRA; SANTOS, 2016). Dados exibidos por Andrade, Matsudo e Matsudo (1995) sugerem que há um decréscimo do desempenho neuromotor com o decorrer dos anos, em mulheres praticantes de exercício de 30 a 73 anos, mostrando uma maior perda nas variáveis de agilidade e força dos membros inferiores, apesar de que a idade em si não parece ser uma restrição para o treino de endurance. Em relação aos estudos observados, 47% (14) dos estudos observaram efeitos positivos através da suplementação em indivíduos de 17 a 46 anos. Dentre estudos sem alterações, a faixa etária predominante é de 18 a 33 anos, representado por 5 estudos.

Isto posto, apesar da baixa quantidade de artigos apresentando homens e mulheres, o sexo não demonstrou relações com a melhora do desempenho físico, tendo o mesmo resultado na maioria dos estudos. A idade também não está relacionada com a aptidão física, uma vez que foram encontrados diversos estudos com efeitos positivos e negativos no mesmo intervalo de faixa etária.

5.10 Doenças pré-existentes

Algumas doenças possuem relações com a presença da deficiência de ferro, como câncer, insuficiência cardíaca crônica (ICC), ancilostomíase, entre outras (ANAND, 2008; BOKEMEYER; FOUBERT, 2004; TELES; GOMES, 2018). Dos estudos analisados, apenas 10% apresentaram voluntários com uma ou mais doenças. Dentre estes, 33% apresentaram todos seus voluntários com ICC, 33% tiveram a presença de ancilostomíase em todos seus voluntários, e outros 33% tiveram dentre seus voluntários apenas 1 indivíduo com amenorreia.

As doenças também podem afetar o desempenho físico dos indivíduos, de tal modo que Diaz, Guillen e Carrero (2000) apontam que doenças infecciosas, como a ancilostomíase, podem reduzir a força, potência aeróbica, resistência, coordenação e capacidade de concentração, por conta da febre, implicando também o aumento do risco de lesão do atleta. De acordo com Veldhuisen et al. (2017), a intolerância ao exercício é uma das marcas da ICC e é ainda mais reduzida na presença de deficiência de ferro. Além disso, este também constatou que a suplementação de ferro em conjunto da prática de exercício, amenizaram a ICC.

Diferentemente das doenças anteriores, a amenorreia não tem influência sobre o desempenho físico, de modo que é causada pela própria prática de exercício, principalmente quando somada à perda de peso (RAMOS; WARREN, 1995; SELYE, 1939). O estudo de Powell e Tucker (1991) foi o único que não teve resultados positivos com a suplementação de ferro, dentre aqueles em que os voluntários portavam alguma doença. Em sua amostra, uma voluntária apresentou amenorreia. Contudo, a doença não foi o fator que impossibilitou resultados positivos, visto que todos os voluntários apresentaram o mesmo resultado sobre o desempenho físico após suplementação de ferro.

Conclui-se que as doenças apresentadas não afetam a evolução do desempenho físico, de forma que 67% dos estudos com alguma destas doenças apresentaram resultados positivos.

5.11 Testes físicos e variáveis do desempenho

Os testes são procedimentos que podem ser aplicados para a coleta de peculiaridades de uma variável, como as habilidades físicas dos indivíduos avaliados. Para que a análise seja bem-sucedida, é necessário que os testes sejam administrados da forma correta. Isto posto, é importante que os procedimentos sejam feitos de forma padronizada e que ocorra uma demonstração da execução dos exercícios para os indivíduos que irão realizá-los, principalmente aqueles que tiveram pouco contato com estas práticas anteriormente, permitindo sua realização correta e, assim, uma boa análise (GUEDES; GUEDES, 2006; MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008; SCHIMITT; BATAGLIAN, 2017).

Além disso, os testes precisam abranger aspectos relacionados ao desempenho motor, o qual é um constructo multifatorial. Deste modo, para avaliar o desempenho motor de um indivíduo é necessária a aplicação de uma bateria de testes, sendo necessários, no mínimo, seis a oito itens para avaliar o desempenho atlético (GUEDES; GUEDES, 2006; MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008; SCHIMITT; BATAGLIAN, 2017). Nos estudos analisados, a aplicação de seis a oito testes ocorreu apenas em 3% (1), enquanto 53% (16) utilizaram apenas um teste, 30% (9) utilizaram dois testes, e os demais 14% (4) utilizaram três a quatro testes. O número de testes não demonstrou afetar negativamente os resultados, pois dentre aqueles que realizaram apenas um teste, 81% (13) obtiveram resultados positivos. Contudo, essa baixa quantidade de testes diminui a confiabilidade destes resultados.

Para a determinação da aptidão física do indivíduo são levadas em consideração diferentes dimensões, podendo visar a saúde, as variedades fisiológicas ou as habilidades desportivas. Existem diversas formas de classificação e ordenamento associadas ao desempenho esportivo, contudo, as variáveis mais valorizadas neste aspecto são: agilidade, equilíbrio, coordenação, potência muscular, velocidade e resistência cardiorrespiratória (ARAÚJO; ARAÚJO, 2000;

CAMPANA, 2018; GALLAHUE; DONNELLY, 2008; SCHIMITT; BATAGLIAN, 2017). Dentre estes, os tipos presentes nos estudos analisados foram testes de: resistência cardiorrespiratória, força, resistência muscular, agilidade, velocidade, tempo de reação e potência.

Os testes de resistência cardiorrespiratória disponibilizam resultados sobre a capacidade do organismo em liberar energia através de processos envolvendo oxigênio durante exercícios de longa duração, tendo como principal índice o consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$). Dentre estes, existe a preferência por testes que envolvem grandes grupos musculares, principalmente os membros inferiores, através de corridas, caminhadas ou bicicletas ergométricas, por 9 a 12 minutos ou por 800 a 2.400 metros. Os mais utilizados são: Teste de corrida/caminhada de 12 minutos de Cooper; Teste de 2.400 metros de Cooper; Teste de Cicloergômetro de Balke; entre outros (CAMPANA, 2018). Dentre os estudos analisados, 73% (22) realizaram testes de resistência cardiorrespiratória, e destes 81% (18) apresentaram resultados positivos. O tipo de teste mais realizado foi o Incremental, presente em 57% (17) dos estudos, dos quais 77% (13) exibiram uma melhora no desempenho físico. Apesar de uma menor porcentagem, os demais tipos de testes de resistência também apresentaram melhoras significantes.

Para a avaliação de força e resistência muscular são utilizados os mesmos testes. Entretanto as variáveis são diferentes, de modo que a força muscular é a quantidade de tensão que um grupo muscular faz para realizar um movimento ou suportar alguma carga, enquanto a resistência é a capacidade dos músculos em executar alguma ação por um tempo prolongado. Os testes são baseados na relação entre o número de repetições e a força ou resistência do grupo muscular avaliado. Os mais utilizados são: Teste abdominal *Sit-up*; Teste abdominal *Curl-up*; Puxada em Suspensão na Barra (*Pull-up*); Suspensão na Barra (*Flexed Arm Hang*); Flexão e Extensão dos Braços (*Push-up*); entre outros (CAMPANA, 2018). Os estudos apresentaram outros testes, os quais estiveram presentes em 13% (4) dos estudos, sendo estes: Teste de extensão do joelho, Teste de carga, e o Teste Incremental e *Time trial* através do remo ergométrico. Contudo, dentre estes, apenas 50% (2) apresentaram a melhora do desempenho físico após suplementação de ferro.

A agilidade é a capacidade de executar movimentos rápidos e acelerados com mudanças de posição do corpo no ambiente. Por conta da diversidade de possíveis mudanças de direção, existe uma maior dificuldade para determinar os melhores testes para a definição da capacidade física. O mais utilizado é o *Shuttle Run*, também conhecido como Teste Vai e Vem, por conta de seu baixo custo e fácil aplicação (CAMPANA, 2018; GUEDES; GUEDES, 2006). Dos estudos, apenas 3% (1) realizaram testes de agilidade, sendo este o próprio *Shuttle run*, contudo, não foram encontradas alterações no desempenho atlético.

A velocidade é a relação entre o deslocamento de um corpo entre dois pontos e o tempo gasto para esta ação. Seus índices podem ser influenciados por fatores como o tempo de reação (tempo entre o estímulo e o início da movimentação) e o tempo gasto para realizar tal exercício. Os testes mais recomendados são aqueles em que o indivíduo deve percorrer 50 metros no menor tempo possível, permitindo uma maior especificidade (CAMPANA, 2018). Este teste também foi realizado apenas em 3% (1) dos estudos, em uma corrida de 60 metros, e não apresentou alterações na melhora do desempenho.

O tempo de reação é aquele entre o sinal de saída e o início do movimento, o qual pode ser dividido em duas fases, pré-motora e motora. A pré motora engloba os sinais e os primeiros movimentos, enquanto a motora se trata da própria ação muscular (BARBANTI, 2011; CHRISTINA; ROSE, 1985). Os testes mais utilizados lançam mão de algum estímulo visual, uma resposta motora com uma das mãos e auxílio do computador, ou utilizam dispositivos de pressão (CAMPANA, 2018). Sua presença também foi em apenas 3% (1) dos estudos, através de testes de arrancadas, e seus resultados não sofreram alterações após suplementação de ferro.

Já a potência é um conjunto entre força e velocidade, de modo que a mesma pode ser aumentada quase que exclusivamente por meio de ganhos de força (WILMORE; COSTILL, 2001). Seus testes são geralmente caracterizados por um movimento único, tendo como principais: Teste de impulsão vertical e Salto horizontal (BRAGA, 2008). Estes testes estiveram presentes em 7% (2) dos estudos, através do salto vertical e horizontal, contudo, também não apresentaram melhoras no desempenho após a intervenção.

Os testes físicos possuem uma relação com o tipo de variável que sofre mais alterações após uma intervenção. A resistência cardiorrespiratória foi a variável de desempenho físico mais influenciada pela suplementação de ferro, de modo que os testes desta variável apresentaram a maior porcentagem de resultados positivos. Os testes das demais variáveis não apresentaram muitos estudos com melhora no desempenho. Isso parece lógico, uma vez que os exercícios que dependem da entrega de oxigênio e, portanto, de quantidades adequadas de ferro presente no grupo heme da hemoglobina, são aeróbios, ou seja, de resistência cardiorrespiratória. Além disso, os testes desta variável foram os mais aplicados nos estudos analisados.

5.12 Índices de desempenho

As dimensões de aptidão física possuem diversos componentes. Aqueles relacionados com a dimensão funcional motora são: a função cardiorrespiratória, expressa principalmente pelo VO_2 máx; e a função do muscular esquelética, expressa pela força, resistência muscular e flexibilidade (GUEDES; GUEDES, 1995). Os estudos analisados apresentaram uma maior variedade de índices, sendo ao todo 11 tipos diferentes: consumo máximo de oxigênio, tempo de exercício, nível de lactato, ventilação, velocidade, taxa de troca respiratória, capacidade de trabalho físico, carga, tempo de recuperação e contração muscular.

O VO_2 máx é definido como o máximo consumo que o organismo realiza durante atividade física intensa, envolvendo grande massa muscular. A obtenção desse índice implica que o indivíduo alcançou seu verdadeiro limite fisiológico, permitindo observar um platô no VO_2 entre as duas taxas de trabalhos finais, em um teste de esforço progressivo. Suas medidas podem ser expressas em termos relativos (ml/kg/min) ou termos absolutos (ml/min), os quais permitem comparações importantes entre os indivíduos e seus pesos corporais. Para a obtenção desse índice podem ser utilizadas equações, mensuração direta ou através de testes de esforço máximos e submáximos, como corrida de 9 a 12 minutos, teste de milha, teste da 1,5 milha, entre outros (ACSM, 2014; CAMPANA, 2018; HOBOLD, 2003).

De acordo com Martin, Carl e Lehnertz (2008), a equação, apesar de ser mais simples, não apresenta um resultado tão acurado quanto o de um teste de esforço que evolva a realização do exercício físico. Contudo, ACSM (2014) afirma que estes testes podem apresentar superestimação, principalmente quando os exercícios do teste forem muito agressivos para o indivíduo, ou quando o teste de esteira é empregado para indivíduos que utilizam muito o apoio das mãos.

A utilização do VO_2 máx como índice para a avaliação do desempenho físico esteve presente em 40% (12) dos estudos. Dentre estes, 58% (7) obtiveram resultados positivos na melhora do desempenho e 42% (5) sem alterações, demonstrando a melhora da função cardiorrespiratória a partir da suplementação de ferro. Estes resultados não possuem 100% de confiabilidade devido à possível superestimação através dos testes físicos aplicados, contudo, são recomendados caso a administração e análise for realizada por profissionais com conhecimento aprofundado sobre a ciência do exercício (ACSM, 2014).

A partir do tempo de exercício é possível monitorar o progresso de praticantes de exercício e atletas, permitindo avaliar seu desempenho físico, principalmente a variável de *endurance*. Este é utilizado, em maior frequência, para a avaliação de corredores de longa distância (CURREL; JEUKENDRUP, 2007; ROLLO; WILLIAMS; NEVILL, 2008; SCHABORT; HOPKINS; HAWLEY, 1998). O índice esteve presente em 40% (12) dos estudos, dentre os quais 75% (9) apresentaram resultados positivos no desempenho. Contudo, o mesmo é influenciado pelo local em que o exercício é realizado e pela velocidade do indivíduo (MORIN; SEVE, 2011; NUMMELA; HAMALAINEN; RUSKO, 2007).

Os níveis de lactato sanguíneo estão relacionados com o equilíbrio entre a produção de lactato, pelo músculo em atividade, e a sua remoção pelo fígado ou por outros tecidos (GATTI; ERUCHSEN; MELO, 2004). Sua concentração pode ser utilizada como um indicador do limiar anaeróbio, ou seja, indica uma zona metabólica em que o equilíbrio entre produção e remoção não está mais presente, levando a um aumento na concentração de lactato no sangue (SILVA et al., 1999; SVEDAHL; MACINTOSH, 2003). Assim sendo, quanto maior a capacidade aeróbica, menor a produção de lactato no sangue (COSTILL; MAGLISCHO; RICHARDSON, 1992).

A avaliação láctica tem sido empregada para a análise do desempenho físico e da recuperação após o período de treinamento. Estes resultados são de grande precisão, trazendo informações sobre o metabolismo e o desempenho do atleta, sendo importantes principalmente para indivíduos que necessitam atingir altos níveis de desempenho em um curto período (FRANCHINI, 2002; MOREIRA et al., 2009; SILVA et al., 2011). O índice esteve presente em 30% (9) dos estudos, com 89% (8) apresentando melhora no desempenho físico, enquanto apenas 11% (1) não apresentou alterações. Estes resultados apresentam alta confiabilidade, devido à sua precisão, comprovando a melhora do desempenho físico nestes estudos, após suplementação de ferro.

A velocidade é a rapidez máxima que algum movimento consegue alcançar, e pode se manifestar de diversas formas, como desempenho de reação, desempenho de aceleração e desempenho de velocidade (BARBANTI, 2001; MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008). Está relacionada diretamente com a aptidão física, por ser uma das variáveis do desempenho motor (WELLS et al., 2010). Nos estudos analisados, o índice de velocidade foi aferido em 7% (2), através de testes de corrida em esteiras. Dentre estes, 50% dos estudos (1) apresentaram melhoras através da suplementação, contudo os demais 50% (1) não demonstraram alterações. Não sendo possível afirmar sua resposta à suplementação de ferro.

A ventilação está relacionada com a quantidade de ar inspirado por minuto, e pode sofrer alterações durante a prática de exercícios. Em atividades moderadas, permanece até 30 L/min, enquanto naquelas de alta intensidade, pode chegar a 100 L/min, permitindo suprir maiores necessidades de oxigênio para a realização de tal atividade. Essa medida costuma ser maior em indivíduos com maior aptidão física, permitindo uma maior entrada de ar para suprir as necessidades para a manutenção do exercício (BALFOUR-LYNN et al., 1998; SANDOVAL, 2014).

Apenas 7% dos estudos (2) utilizaram tal índice para a avaliação do desempenho e 100% (2) destes obtiveram resultados positivos na melhora do desempenho. Contudo, não está presente na literatura a utilização da ventilação como indicador direto sobre o desempenho físico, de modo que estes resultados podem não apresentar grande relevância.

A taxa de troca respiratória (RER) é a proporção entre a produção de CO_2 (VCO_2) e o VO_2 . Seu resultado é capaz de determinar quais nutrientes alimentares estão sendo principalmente oxidados, de modo que se o valor é igual a 1, as células do indivíduo estão utilizando como substrato energético a glicose e o glicogênio de carboidratos, enquanto quando o valor equivale a 0,71, as células estão utilizando gorduras como substrato energético, possibilitando a obtenção da calorimetria (FUNDAÇÃO VALE, 2013; RODRIGUES et al., 2006; WASSERMAN et al., 2012). Além disso, o RER é utilizado também para a determinação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, percepção de cansaço e o nível de esforço do indivíduo (ARENA; MYERS; GUAZZI, 2008; CARDOSO, 2011; PIPERNO; RENEUX, 1997). A presença deste índice aconteceu em 7% dos estudos (2), na qual 50% (1) apresentaram resultados positivos, enquanto o restante não apresentou alterações. Isto posto, não é possível fazer uma associação direta entre a ação da suplementação de ferro na melhora deste índice.

A capacidade de trabalho físico, de acordo com Ericsson e Lars (1969), pode ser definida como carga de trabalho absoluta realizada durante o estado estacionário em cada uma das frequências cardíacas de 170, 150 e 130 batimentos/minuto. Caso esse estado estacionário não seja alcançado, é possível obter tais valores através de cálculos. Um dos estudos analisados utilizou este índice, e mostrou resultados positivos. Contudo, esse índice pode variar entre estudos, de modo que Moritani et al. (1981) utilizou outras variáveis, como potência e tempo de realização do exercício para a sua obtenção, e Gerald et al. (1977) obteve estes valores através de testes na esteira. Isto posto, não é possível associar diretamente a capacidade de trabalho físico com a comprovação dos efeitos da suplementação de ferro sobre o desempenho físico.

A carga pode servir como um indicador de desempenho ao avaliar a força muscular máxima em condições isométricas e também pode ajudar na obtenção dos valores da potência muscular (BOSCO et al., 1995; RICARD et al., 2005). A avaliação da carga é um índice importante nas pesquisas de esporte, de modo que pode determinar a eficácia de um modelo de treinamento, a relação entre a carga e o desempenho (BISHOP, 2008; BORRESEN; LAMBERT, 2009). Para sua avaliação podem ser utilizados diversos parâmetros como: $\text{VO}_{2\text{máx}}$, questionários e

recordatórios de treino, frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva de força (PSF), além de marcadores químicos (ROSCHEL et al., 2011; SHEPHARD, 2003).

O índice de carga esteve presente em 10% (3) dos estudos, na qual 67% (2) destes apresentaram efeitos positivos e o restante sem alterações. Apesar da alta quantidade de estudos com efeitos positivos, deve-se ter cautela ao se analisar os dados, uma vez que o VO_2 máx pode ser influenciado por diversos fatores, os questionários e recordatórios apresentam baixa validade, e a FC e PSF nem sempre são representativas do esforço físico real e sua melhora após determinada intervenção (ROSCHEL et al., 2011; SHEPHARD, 2003).

A recuperação após o exercício físico é demasiadamente importante dentro do programa de condicionamento físico. Caso o tempo necessário para a recuperação do organismo não ocorra, isso pode gerar *overreaching*, *overtraining* ou a divergência nos resultados de lactato, impedindo a melhora no desempenho do atleta (BARNETT, 2006; FOSTER, 1998; TUCKER, 2012; WEINECK, 1999). Este valor foi utilizado como índice em 3% dos estudos (1), na qual 100% apresentaram melhoras no desempenho físico após a suplementação com ferro. Contudo, com exceção do estudo de Sen e Kanani (2009), o tempo de recuperação não é comumente utilizado em outros estudos para a avaliação da aptidão física dos indivíduos. Deste modo, não é possível afirmar a sua eficácia para afirmar as ações da suplementação de ferro no desempenho físico.

A contração muscular pode ser utilizada para determinar e analisar a fadiga do músculo. Um método utilizado é o da extensão dinâmica do joelho, o qual analisa a capacidade de geração de força, permitindo detectar diferenças nas taxas de fadiga no músculo, e a diferença entre fadiga e exaustão (FULCO et al., 1995; FULCO et al., 1996; FULCO et al., 2000; LEWIS; FULCO, 1998). Diferentemente dos demais índices, este consegue apresentar 64 diferentes combinações de efeitos de uma intervenção na prática de exercício, enquanto as demais medidas de desempenho apresentam apenas como resultados: aumento, diminuição ou sem modificação em tal exercício (FULCO et al., 2000). Este, esteve presente em 3% (1) dos estudos, contudo 100% (1) não demonstrou melhoras no desempenho a partir da suplementação.

Os diferentes indicadores de desempenho físico também avaliam quais variáveis do desempenho sofrem alterações após a intervenção. A resistência cardiorrespiratória, o *endurance* e a ventilação são aquelas que apresentam maior melhoria através da suplementação de ferro, fator demonstrado pela alta quantidade de estudos com efeitos positivos em testes de VO_2 máx, tempo de exercício e ventilação, os quais, junto dos índices de lactato, são os mais utilizados pelos estudos.

5.13 Prática anterior de exercício físico

Através a prática de atividade física, as pessoas tendem a aumentar os índices de disposição física, e conseqüentemente, ficam mais ativas. Outros dois componentes que estão relacionados com o desempenho da aptidão física, são o timing e o tempo; o timing é o período que sucede a maturação; e o tempo é a velocidade que os processos acontecem (GUEDES, 1995; BACIL et al., 2015).

Especificamente a população feminina, que está presente em todos os estudos analisados (30), têm melhores condições de apresentar desenvolvimento na coordenação motora para treinos de força, resistência e velocidade (JONES; HITCHEN; STRATTON, 2000; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Em atletas, o alto risco está relacionado com as condições estressantes do treinamento, como intensidade e duração, temperatura do ambiente, capacidade de hidratação do atleta, e nível de treinamento, as quais levam à maior perda de ferro, de em torno 3 a 5 mg por dia (GUSELA, 2015; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012; ODEH, 1992; PHILIPPI, 2014).

Guedes (1995) afirma que a atividade física traz benefícios, como a melhora na aptidão esportiva. Esta também está correlacionada com o estado de saúde, que por sua vez, influencia e é influenciado pelos índices de disposição física. Dentre os estudos com resultados positivos (21), apenas 52% (11) apresentaram a prática anterior ao exercício aeróbico, enquanto entre os artigos sem alteração (9), 44% (4) constataram praticar exercício físico aeróbico previamente.

Apesar da relação entre a prática prévia e a suplementação de ferro constatada pela literatura, conclui-se através dos estudos, que esta não afeta a melhora do desempenho físico, de modo que houve porcentagens muito próximas de indivíduos que praticavam exercícios previamente nos estudos com efeitos positivos e naqueles sem alteração.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo trata sobre a suplementação de ferro em mulheres, para a melhora do desempenho físico, tendo como enfoque avaliar sua eficácia e as variáveis associadas. Através de uma busca sistemática, foram selecionados 30 estudos. A análise permitiu afirmar que a suplementação é eficaz na melhora do desempenho físico, contudo, apresentando variáveis que afetam a suplementação e a avaliação do desempenho.

O *status* de ferro mostrou-se importante no aumento da absorção de ferro, levando à melhora do desempenho físico, principalmente em indivíduos anêmicos. Quanto aos tipos de suplementos, a grande maioria pode levar à evolução da aptidão física. A via de maior eficácia no desempenho é a intravenosa, seguida pela via oral, enquanto a via intramuscular não apresenta benefício significativo. A quantidade de ferro elementar não influencia diretamente no desempenho físico. Já as doses dos suplementos, apesar de mostrarem resultados positivos quando baixas, possuem maior eficácia quando aplicadas em dosagens elevadas. A forma sólida do suplemento leva a melhores resultados. A suplementação de ferro é responsável por melhorar principalmente a resistência cardiorrespiratória, demonstrada através dos testes e indicadores de desempenho físico, seguida do *endurance* e da ventilação.

As variáveis que não influenciaram significativamente a melhora do desempenho físico através da suplementação, nestes estudos, são: índices de *status* de ferro, tempo e frequência de suplementação, doenças pré-existentes, sexo, idade e prática anterior de exercício físico. Além disso, os estudos indicam que índices de *status* de ferro necessitam de uma associação de dois ou mais deles para garantir resultados seguros.

Diante destes resultados, conclui-se que a melhora do desempenho físico após suplementação de ferro é significativa, porém depende de muitas variáveis. Evidencia-se a necessidade de mais estudos bem controlados para que se possa ter maior entendimento de todas elas.

REFERÊNCIAS

ACSM/American College of sports medicine. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

AISEN, P. E.; LEIDMAN, A., Lactoferrin and transferrin: a comparative study. **Biochem. Biophys. Acta.**, v. 257, n. 2, p. 314-323, fev. 1972. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0005279572902838>. Acesso em: 19 out. 2020.

ANAND, Inder S. Anemia and Chronic Heart Failure: Implications and treatment options. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 52, n.7, p. 501-511, ago. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109708018342?via%3Dihub>. Acesso em: 21 out. 2020.

ANDRADE E.L., MATSUDO S.M., MATSUDO V.K.R. Performance neuromotora em mulheres ativas. **Rev Bras Ativ Física e Saúde**. 1995.

ARANHA, Flávia Q. et al. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 89-97, maio/ago. 2000. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=341263&indexSearch=ID>. Acesso em: 23 out. 2020.

ARAÚJO, Denise S. M. S.; ARAÚJO, Claudio G. S. Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. **Rev. Bras. Med.**, Niterói, v. 6, n. 5, p. 194-203, out. 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922000000500005. Acesso em: 21 out. 2020.

ARENA, R.; MYERS, J.; GUAZZI, M. The clinical importance of cardiopulmonary exercise testing and aerobic training in patients with heart failure. **Rev. Bras. Fisioter.**, v. 12, n. 2, p. 75-87, mar./abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbfis/v12n2/a02v12n2.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

ARRUDA, Martha M. de A.; FIGUEIREDO, Maria S. Anemia por Deficiência de Ferro. In: ZAGO, Marco A.; FALCÃO, Roberto P.; PASQUINI, Ricardo. **Tratado de Hematologia**. 1. ed. Brasil: Editora Atheneu, 2013.

BACIL, E. D. A. et al. Atividade física e a maturação biológica: uma revisão sistemática. **Rev. Paul Pediatr.**, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 114-121, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rpp/v33n1/pt_0103-0582-rpp-33-01-00114.pdf. Acesso em: 23 out. 2020.

BALFOUR-LYNN, M. Ian et al. A step in the direction: Assessing exercise tolerance in cystic fibrosis. **Pediatric Pulmonology**, v. 25, n. 4, p. 278-284, 1998. Disponível

em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291099-0496%28199804%2925%3A4%3C278%3A%3AAID-PPUL8%3E3.0.CO%3B2-G?sid=nlm%3Apubmed>. Acesso em: 21 out. 2020.

BALLIN, Ami et al. Iron State in Female Adolescents. **Am. J. Dis. Child.**, v. 146, n. 7, p. 803-805, jul. 1992. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/article-abstract/516226>. Acesso em: 23 out. 2020.

BARBANTI, Valdir J. **Treinamento físico**: bases científicas. 3. ed. São Paulo: Clr Balieiro, 2001

BARBANTI, Valdir J. **Dicionário de Educação Física e Esporte**. 3. ed. Barueri: Manole, 2011.

BARNETT, Anthony. Using Recovery Modalities between Training Sessions in Elite Athletes. **Sports Medicine**, v. 36, n. 1, p. 781-796, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200636090-00005>. Acesso em: 21 out. 2020.

BAYNES, Roy D. Assessment of Iron Status. **Clinical Biochemistry**, v. 29, n. 3, pp. 209-215, 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/000991209600010K?via%3Dihub>. Acesso em: 23 out. 2020.

BEATON, George H.; COREY, Paul N.; STEELE, Cathy. Conceptual and methodological issues regarding the epidemiology of iron deficiency and their implications for studies of the functional consequences of iron deficiency. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Estados Unidos, v. 50, n. 3, p. 575-588, set. 1989. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/50/3/575/4651583?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 21 out. 2020.

BISHOP, David. An applied research model for sports sciences. **Sports Med.**, v. 38, n. 3, p. 253-263, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/5573109_An_Applied_Research_Model_for_the_Sport_Sciences. Acesso em: 21 out. 2020.

BLEE, Tanya et al. The effect of intramuscular iron injections on serum ferritin levels and physical performance in elite netballers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 2, n. 4, p. 311-321, dez. 1999. Disponível em: [https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(99\)80004-8/pdf](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(99)80004-8/pdf). Acesso em: 23 out. 2020.

BOKEMEYER, Carsten; FOUBERT, Jan. Anemia Impact and Management: Focus on Patient Needs and the Use of Erythropoietic Agents. **Seminar in Oncology**, v. 31, n. 3, p. 4-11, jun. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093775404001976>. Acesso em: 21 out. 2020.

BORRESEN, Jill; LAMBERT, Michael I. The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance. **Sports Med.**, v. 39, n. 9, p. 779-795, 2009. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>. Acesso em: 21 out. 2020.

BOSCO, C. et al. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. **Fur. J. Appl. Physiol.**, v. 70, n. 5, p. 379-386, 1995. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/15527029_Dynamometer_for_evaluation_of_dynamic_muscle_work. Acesso em: 21 out. 2020.

BRAGA, Alcir S. **Educação física a distância: modulo 4**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2008. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/ef000005.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

BROWNLIE, Thomas et al. Marginal iron deficiency without anemia impairs aerobic adaptation among previously untrained women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 4, p. 734-742, fev. 2002. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/75/4/734/4689379>. Acesso em: 23 out. 2020.

BROWNLIE, Thomas et al. Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 3, p. 437-443, mar. 2004. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/79/3/437/4690138>. Acesso em: 23 out. 2020.

BRUTSAERT, Tom D. et al. Iron supplementation improves progressive fatigue resistance during dynamic knee extensor exercise in iron-depleted, nonanemic women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 2, p. 441-448, fev. 2003. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/77/2/441/4689698>. Acesso em: 23 out. 2020.

CAMPANA, Mateus B. **Aptidão física, saúde e esportes**. 1. ed. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2018.

CARDOSO, Aretusa. **Comparação entre indicadores do teste ergoespirométrico e qualidade de vida entre idosos não treinados e treinados**. 2011. Dissertação para a obtenção do título de Mestre em Ciências – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CEMBRANEL, Francieli; DALLAZEN, Camila; GONZALEZ-CHICA, David A. Eficácia da suplementação de sulfato ferroso na prevenção da anemia em crianças: revisão sistemática da literatura e metanálise. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 9, p. 1731-1751, set. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/csp/2013.v29n9/1731-1751/pt>. Acesso em: 21 out. 2020.

CHATARD J. C. et al. Anaemia and iron deficiency in athletes. Practical recommendations for treatment. **Sports Med.**, v. 27, n. 4, p. 229-240, abr. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10367333/>. Acesso em: 21 out. 2020.

CHRISTINA, Robert W.; ROSE, Debra J. Premotor and Motor Reaction Time as a Function of Response Complexity. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 56, n. 4, p. 306-315, 1985. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234631451_Premotor_and_Motor_Reaction_Time_As_a_Function_of_Response_Complexity/link/5cf81918a6fdcc8475089b6e/download. Acesso em: 21 out. 2020.

COOK, J. D. Clinical evaluation of iron deficiency. **Seminars in Hematology**, v. 18, n. 1, p. 6-18, 1982.

COOK, J. D.; BAYNES, R. D.; SKIKNE, B. S. Iron deficiency and the measurement of iron status. **Nutrition Research Reviews**, v.5, n 1, p. 198-202, jan. 1992. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/nutrition-research-reviews/article/iron-deficiency-and-the-measurement-of-iron-status/53B6C1EAD056CEBCFB450E500E4E5868>. Acesso em: 21 out. 2020.

COOK, J. D.; SKIKNE, B. S. Iron deficiency: definition and diagnosis. **Journal of Internal Medicine**, v. 226, n. 5, p. 349-355, 1989. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2796.1989.tb01408.x>. Acesso em: 21 out. 2020.

COSTA, Neuza M. B. C.; MARTINO, Hercia S. D. Biodisponibilidade de Minerais. In: SILVA, Sandra M. C. S.; MURA, Joana D. P. **Tratado de Alimentação, Nutrição & Dietoterapia**. 3. ed. São Paulo: Editora Payá, 2016. p. 109-141.

COSTILL, David L.; MAGLISCHO, Ernest W.; RICHARDSON, Allen B. **Handbook of Sports Medicine and Science, Swimming**. 1. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 1992.

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 38, n. 4, p. 287-316, dez. 2007. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/18348590>. Acesso em: 22 out. 2020.

DAWSON, Brian et al. Iron Supplementation: Oral Tablets Versus Intramuscular Injection. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 16, n. 2, p. 180-186, 2006. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/16/2/article-p180.xml>. Acesso em: 23 out. 2020.

DELLAVALLE, Diane M.; HAAS, Jere D. Iron Supplementation Improves Energetic efficiency in iron-depleted female rowers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 46, n. 6, p. 1204-1215, jun. 2014. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2014/06000/Iron_Supplementation_Improves_Energetic_Efficiency.17.aspx. Acesso em: 22 out. 2020.

DIAZ, José F. J.; GUILLEN, Jesus R.; CARRERO, Juan A. T. Prevalência de doenças infecciosas no esporte. **Rev. Bra. Med. Esporte**, Niterói, v. 6, n. 1, p. 23-28, jan./fev. 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922000000100006. Acesso em: 21 out. 2020.

DISILVESTRO, Robert A. et al. Enhanced aerobic exercise performance in women by a combination of three mineral Chelates plus two conditionally essential nutrients. **Journal of the international Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 42, p. 1-7, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5683453/>. Acesso em: 22 out. 2020.

ERICSSON. The effect of iron supplementation on the physical work capacity in elderly. **Acta Medica Scandinavica**, Suécia, v. 188, n. 1-6, p. 361-375, 1970. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.0954-6820.1970.tb08052.x>. Acesso em: 23 out. 2020.

ERICSSON, P.; LARS, I. Physical work capacity and static lung volumes in elderly people. **Acta. Med. Scand.**, v. 185, n. 1, p. 185-191, 1969. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.0954-6820.1969.tb07318.x>. Acesso em: 21 out. 2020.

FRIEDMANN, Birgit et al. Effects of iron repletion on blood volume and performance capacity in young athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Alemanha, v. 33, n. 5, p. 741-746, mai. 2001. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2001/05000/Effects_of_iron_repletion_on_blood_volume_and.10.aspx. Acesso em: 23 out. 2020.

FOGELHOLM, M. et al. Effects of Iron Supplementation in Female Athletes with Low Serum Ferritin Concentration. **Int. J. Sports Med.**, Nova Iorque, v. 13, n. 2, p. 158-162, 1992. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2007-1021248>. Acesso em: 23 out. 2020.

FOSTER, Carl. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 20, n. 7, p. 1164-1168, jul. 1988. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1988/07000/Monitoring_training_in_athletes_with_reference_to.23.aspx. Acesso em: 21 out. 2020.

FRANCHINI, Emerson. Teste anaeróbio de Wingate: Conceitos e aplicação. **Rev. Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 1, n. 1, p. 11-27, 2002. Disponível em: https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/47/Graduacao/CCBS/Cursos/Educacao_Fisica/REMEFE-1-1-2002/art1_edfis1n1.pdf. Acesso em: 21 out. 2020.

FULCO, Charles S. et al. Muscle fatigue and exhaustion during dynamic leg exercise normoxia and hypobaric hypoxia. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 5, p. 1891-1900, 1996. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappl.1996.81.5.1891>. Acesso em: 21 out. 2020.

FULCO, Charles S. et al. Reproducible Voluntary Muscle Performance During Constant Work Rate Dynamic Leg Exercise. **Int. J. Sports Med.**, v. 21, n. 2, p. 102-106, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/12589056_Reproducible_Voluntary_Muscle_Performance_During_Constant_Work_Rate_Dynamic_Leg_Exercise. Acesso em: 21 out. 2020.

FULCO, Charles S. et al. Quantitation of progressive muscle fatigue during dynamic leg exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 79, n. 6, p. 2154-2162, 1995. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/14358704_Quantitation_of_progressive_muscle_fatigue_during_dynamic_leg_exercise_in_humans. Acesso em: 21 out. 2020.

FUNDAÇÃO VALE. **Caderno de Referência Esporte: Fisiologia do exercício**. 2. ed. UNESCO, 2013. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000224986/PDF/224986por.pdf.multi>. Acesso em: 21 out. 2020.

GALLAHUE, David L.; DONNELLY, Frances C. **Educação Física desenvolvimentista para todas as crianças**. 4. ed. São Paulo: Phorte, 2008.

GARCÍA-CASAL, M. N. et al. Vitamin A and beta-carotene can improve nonheme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. **J. Nutri.**, v. 128, n. 3, p. 646-650, mar. 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9482776/>. Acesso em: 23 out. 2020.

GARDNER, G. et al. Cardiorespiratory, hematological and physical performance responses of anemic subjects to iron treatment. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 28, n. 9, p. 982-988, set. 1975. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/28/9/982/4716412?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 23 out. 2020.

GATTI, Roberta G. O.; ERICHSEN, Oscar A.; MELO, Sebastião I. L. Repostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado. **Rev. Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 6, n. 1; p. 26-35, 2004. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6681/10b776ab0e8552d51e8b7cf2abc874afc629.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

GROTTO, Helena Z. W. Diagnóstico laboratorial da deficiência de ferro. **Rev. Bra. Hematol. Hemoter.**, São Paulo, v. 32, supl. 2, p. 22-28, jun. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842010000800005. Acesso em: 21 out. 2020.

GUEDES, Dartagnan P. Atividade física, aptidão física e saúde. In: CARVALHO, Tales; SILVA, José G. S.; GUEDES, Dartagnan P. **Orientações básicas sobre atividade física e saúde para profissionais das áreas de Educação e Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde e Ministério da Educação e do Desporto, 1995.

GUEDES, Dartagnan P.; GUEDES, Joana E. R. P. Aptidão física relacionada à saúde de crianças e adolescentes: avaliação referenciada por critério. **Revista brasileira de atividade física e saúde**, v.1, n.2, p.27-38,1995. Disponível em: <https://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/468/487>. Acesso em: 21 out. 2020.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em Educação Física**. 1. ed. Barueri: Manole, 2006.

GUSELA, Priscila de M. M. Os minerais no exercício. In: BIESEK, Simone; ALVES, Letícia A.; GUERRA, Isabela. **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte**. 3. ed. Barueri: Manole, 2015. p. 77-96.

HINTON, Pamela S. et al. Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. **J. Appl. Physiol.**, v. 88, n. 1, p. 1103-1111, 2000. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappl.2000.88.3.1103>. Acesso em: 23 out. 2020.

HOBOLD, Edilson. **Indicadores de aptidão física relacionada à saúde de crianças e adolescentes do município de marechal cândido rondo – Paraná, Brasil**. 2003. Dissertação para a obtenção do título de Mestre em Educação Física na Área de Concentração de Atividade Física Relacionada á Saúde – Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

JONES, M. A.; HITCHEN, P. J.; STRATTON, G. The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in boys and girls aged 10 to 16 years. **Annals of Human Biology**, v. 27, n. 1, p. 57-65, jan./fev. 2000. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/030144600282389>. Acesso em: 22 out. 2020.

KLINGSHIRN, Lisa et al. Effect of iron supplementation on endurance capacity in iron-depleted female runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Carolina do Sul, v. 24, n. 7, p. 819-824, jul. 1992. Disponível em: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=1501568>. Acesso em: 23 out. 2020.

KOIKAWA, Natsue et al. Preventive Effect of Lactoferrin Intake on Anemia in Female Long Distance Runners. **Biosci. Biotechnol. Biocem.**, v. 72, n. 4, p. 931-935, 2008. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/bbb/72/4/72_70383/pdf/-char/en. Acesso em: 23 out. 2020.

LAMANCA, John; HAYMES, Emily. Effects of iron repletion on O₂max, endurance, and blood lactate in women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Florida, v. 25, n. 12, p. 1386-1392, dez. 1993. Disponível em: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=8107547>. Acesso em: 23 out. 2020.

LEWIS, Steven F.; FULCO, Charles S. A new approach to studying muscle fatigue and factor affecting performance during dynamic exercise in humans. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v. 26, n. 1, p. 91-116, jan. 1998. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1998/00260/4_A_New_Approach_to_Studying_Muscle_Fatigue_and.6.aspx. Acesso em: 21 out. 2020.

MAGAZANIK, A. et al. Effect of an iron supplement on body iron status and aerobic capacity of young training women. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 61, n. 1, p. 317-323, 1991. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00634966>. Acesso em: 23 out. 2020.

MAHAN, L. Kathleen; ESCOTT-STUMP, Sylvia; RAYMOND, Janice L. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2009.

MANN, S. K. et al. Iron and Energy Supplementation Improves the Physical Work Capacity of Female College Students. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 23, n. 1, p. 57-64, jan. 2002. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/156482650202300108>. Acesso em: 23 out. 2020.

MARTIN, Dietrich; CARL, Klaus; LEHNERTZ, Klaus. **Manual de teoria do treinamento esportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.

MIELGO-AYUSO, J. et al. Iron supplementation prevents a decline in iron stores and enhances strength performance in elite female volleyball players during the competitive season. **Appl. Physiol. Nutri. Metab.**, v. 40, n. 6, p. 615-622, fev. 2015. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/25965846>. Acesso em: 23 out. 2020.

MOREIRA, Camila B. et al. Efeito de diferentes intensidades da recuperação ativa sobre a lactacidemia em nadadores. **Efdeportes**, Buenos Aires, v. 13, n. 130, p. 1, mar. 2009. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd130/efeito-de-diferentes-intensidades-sobre-a-lactacidemia-em-nadadores.htm>. Acesso em: 21 out. 2020.

MORIN, Jean-Benoît; SEVE, Pierrick. Sprint running performance: comparison between treadmill and field conditions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 1, p. 1965-1703, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-010-1804-0>. Acesso em: 22 out. 2020.

MORITANI, Toshio et al. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **ERGONOMICS**, v. 24, n. 5, p. 339-350, 1981. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140138108924856>. Acesso em: 21 out. 2020.

NEWHOUSE, Ian et al. The effects of prelatent/latent iron deficiency on physical work capacity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 21, n.3, p. 263-268, jun. 1989. Disponível em: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=2733574>. Acesso em: 23 out. 2020.

NOGUEIRA, Nadir do N.; SANTOS, Marize M. dos. Anemias Nutricionais. In: SILVA, Sandra M. C. S.; MURA, Joana D. P. **Tratado de Alimentação, Nutrição & Dietoterapia**. 3. ed. São Paulo: Editora Payá, 2016. p. 621-628.

NUMMELA, Ari T.; HAMALAINEN, Ismo; RUSKO, Heikki. Comparison of maximal anaerobic running testes on a treadmill and track. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 1, p. 87-96, jan. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/6670035_Comparison_of_maximal_anaerobic_running_tests_on_a_treadmill_and_track. Acesso em: 22 out. 2020.

ODEH, M. The role of zinc in acquired immunodeficiency syndrome. **Journal of Internal Medicine**, v. 231, n. 5, p. 463-469, 1992. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2796.1992.tb00961.x>. Acesso em: 23 out. 2020.

PAIVA, Adriana A.; RONDO, Patricia H. C.; GUERRA-SHINOHARA, Elvira M. Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 421-426, mar. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rsp/v34n4/2544.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

PASRICHA, Sant-Rayn S. et al. Diagnosis and management of iron deficiency anaemia: a clinical update. **Med. J. Aust.**, v. 193, n. 9, p. 525-532, nov. 2010. Disponível em: <https://www.mja.com.au/journal/2010/193/9/diagnosis-and-management-iron-deficiency-anaemia-clinical-update>. Acesso em: 21 out. 2020.

PATE R. R. Sports anemia: a review of the current research literature. **Phys Sports Med.**, v. 11, n. 2, p. 115-131, fev. 1983. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27463165/>. Acesso em: 15 out. 2020.

PEELING, Peter et al. Effect of Iron Injections on Aerobic-Exercise Performance of Iron-Depleted Female Athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 17, n. 3, p. 221-231, 2007. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/17/3/article-p221.xml>. Acesso em: 23 out. 2020.

PHILIPPI, Sonia T. **Pirâmide dos Alimentos: Fundamentos básicos da nutrição**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.

PIPERNO D, RENEUX C. Preparing patients for exercise tests: requirement for individual protocols. **Rev. Pneumol. Clin.**, v. 53, n.1, p. 283-288, 1997.

POMPANO, Laura M.; HAAS, Jere D. Efficacy of iron supplementation may be misinterpreted using conventional measures of iron status in iron-depleted, nonanemic women undergoing aerobic exercise training. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 106, n. 6, p. 1529-1538, 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/106/6/1529/4823151>. Acesso em: 22 out. 2020.

POMPANO, Laura M.; HAAS, Jere D. Increasing Iron status through Dietary Supplementation in Iron-Depleted, Sedentary Women Increases Endurance Performance at Both Near-Maximal and Submaximal exercise intensities. **The Journal of Nutrition**, v. 149, n. 2, p. 231-239, fev. 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/jn/article/149/2/231/5288161>. Acesso em: 22 out. 2020.

POWELL, P. D.; TUCKER, A. Iron supplementation and running performance in female cross-country runners. **Int. J. Sports Med.**, Nova Iorque, v. 12, n. 5, p. 462-467, 1991. Disponível em: <https://www.thiemeconnect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2007-1024714>. Acesso em: 23 out. 2020.

RAMOS, Rachelle H.; WARREN, Michelle P. The interrelations of body fat, exercise, and hormonal status and their impact on reproduction and bone health. **Seminars in Perinatology**, v. 19, n. 3 p. 163-170, jun. 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0146000505800229?via%3Dihub>. Acesso em: 21 out. 2020.

RICARD, M. D. et al. Effects of Rate of Force Development on EMG Amplitude and Frequency. **Int. J. Sports Med.**, v. 26, n. 1, p. 66-70, 2005. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2004-817856>. Acesso em: 21 out. 2020.

RODRIGUES, Anabel N. et al. Valores de consumo máximo de oxigênio determinados pelo teste cardiopulmonar em adolescentes: uma proposta de classificação. **J. Pediatr.**, Rio de Janeiro, v. 82, n. 6, p. 426-430, nov./dez. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572006000800006. Acesso em: 21 out. 2020.

ROLLO, Ian; WILLIAMS, Clyde; NEVILL, Alan M. Repeatability of scores on a novel test of endurance running performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, n. 13, p. 1379-1386, nov. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/23387798_Repeatability_of_scores_on_a_novel_test_of_endurance_running_performance. Acesso em: 22 out. 2020.

ROSCHEL, Hamilton; TROCLI, Valmor; UGRINOWITSCH, Carlos. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. **Revista Brasileira de Educação Física e esporte**, v. 25, p. 53-65, dez. 2011. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/rbef/article/view/16843/18556>. Acesso em: 23 out. 2020.

ROWLAND, Thomas W. et al. The effect of iron therapy on the exercise capacity of nonanemic iron-deficient adolescent runners. **Sports Medicine**, Massachusetts, v. 142, n. 2, p. 165-169, fev. 1988. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/article-abstract/513894>. Acesso em: 23 out. 2020.

SANDOVAL, Armando E. P. **Medicina do Esporte: Princípios e Prática**. 1. ed. Porto Alegre: Art Med, 2005.

SCHABORT, E. J.; HOPKINS, W. G.; HAWLEY, J. A. Reproducibility of self-paced treadmill performance of trained endurance runners. **Int. J. Sports Med.**, Nova Iorque, v. 19, n. 1, p. 48-51, 1998. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2007-971879>. Acesso em: 22 out. 2020.

SCHIMITT, Beatriz D.; BATAGLIAN, Giandra A. **Medidas e Avaliação em Educação Física**. 1. Ed. Indaial: UNIASSELVI, 2017. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=22923>. Acesso em: 21 out. 2020.

SCHOENE, Robert B. et al. Iron repletion decreases maximal exercise lactate concentrations in female athletes with minimal iron-deficiency anemia. **The Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, Seattle, v. 102, n. 2, p. 298-305, ago. 1983. Disponível em: [https://www.translationalres.com/article/0022-2143\(83\)90016-1/pdf](https://www.translationalres.com/article/0022-2143(83)90016-1/pdf). Acesso em: 23 out. 2020.

SCHOLZ, Barbara D. et al. Anaemia is associated with reduced productivity of women workers even in less-physically-strenuous tasks. **British Journal of Nutrition**, v. 77, n. 1, p. 47-57, jan. 1997. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/anaemia-is-associated-with-reduced-productivity-of-women-workers-even-in-lessphysicallystrenuous-tasks/7DFF9990DA0D718070C0F9F1558EEC0E>. Acesso em: 21 out. 2020.

SELYE, Hans. The effect of adaptation to various damaging agents on the female sex organs in the rat. **Endocrinology**, Montreal, v. 25, n. 4, p. 615-624, out. 1939. Disponível em: <https://academic.oup.com/endo/article-abstract/25/4/615/2772717?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 21 out. 2020.

SEN, A.; KANANI, S. J. Physical Work Capacity of Young Underprivileged School Girls: Impact of Daily vs Intermittent Iron-Folic Acid Supplementation – A Randomized Controlled Trial. **Indian Pediatrics**, India, v. 46, n. 1, out. 2009. Disponível em: <http://www.indianpediatrics.net/oct2009/849.pdf>. Acesso em: 23 out. 2020.

SHASKEY, D. J.; GREEN, G. A. Sports haematology. **Sports Med.**, v. 29, n. 1, p. 27-38, jan. 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10688281/>. Acesso em: 15 out. 2020.

SHEPHARD, R. J. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. **Br. J. Sports Med.**, v. 37, n. 3, p. 197-206, 2003. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/37/3/197>. Acesso em: 21 out. 2020.

SILVA, Paulo R. S. et al. A importância do limiar anaeróbio e do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) em jogadores de futebol. **Rev. Bras. Med. Esporte**, Niterói, v. 5, n. 6, p. 225-232, nov./dez. 1999. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86921999000600005. Acesso em: 21 out. 2020.

SILVA et al. Concentração de lactato e avaliação da performance na recuperação passiva e ativa após exercício de alta intensidade e curta duração. **Efdeportes**, Buenos Aires, ano 16, n. 158, p. 1, jul. 2011.
<https://www.efdeportes.com/efd158/concentracao-de-lactato-apos-exercicio.htm>. Acesso em: 21 out. 2020.

SVEDAHL, Krista; MACINTOSH, Brian R. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n.2, p. 299-323, 2003. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/10692661_Anaerobic_Threshold_The_Concept_and_Methods_of_Measurement/link/02e7e51965517e1e77000000/download. Acesso em: 21 out. 2020.

TANIGUCHI, M. et al. Improvement iron deficiency anemia through therapy with ferric ammonium citrate and vitamin C and the effects of aerobic exercise. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 37, n. 2, p. 161-171, mar. 1991. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/1919803>. Acesso em: 23 out. 2020.

TELES, Marcelo F.; GOMES, Sandra L. R. Anemia ferropriva associada à infecção por ancilostomídeo. **Rev. Saber Científico**, Porto Velho, v. 7, n. 2, p. 62-67, 2018. Disponível em:
<http://www.revista.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1000/pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

TUCKER, T. J. et al. Effect of local cold application on glycogen recovery. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 52, n. 1, p. 158-164, 2012. Disponível em: <https://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y2012N02A0158>. Acesso em: 21 out. 2020.

VELDHUISEN, Dirk J. V. et al. Effect of Ferric Carboxymaltose on Exercise Capacity in Patients with Chronic Heart Failure and Iron Deficiency. **Circulation**, v. 136, n. 15, p. 1374-1383, out. 2017. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5642327/>. Acesso em: 22 out. 2020.

WASSERMAN, Karlman et al. **Principles of Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and clinical applications**. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

WEAVER C.M.; RAJARAM S. Exercise and iron status. **Journal of Nutrition**, v. 122, n. 1, p. 782-787, abr. 1992. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/21613774_Exercise_and_Iron_Status. Acesso em: 17 out. 2020.

WEINECK, Jurgen. **Treinamento Ideal**. 9. ed. São Paulo: Manole, 1999.

WELLS, Jonathan C. K. et al. Evaluation o DXA against the four-component model of body composition in obese children and adolescents aged 5 to 21 years. **International Journal of Obesity**, Londres, v. 34, n. 4, p. 649-655, abr. 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2875101/pdf/ukmss-27937.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

WILLIS, K. S.; PETERSON, N. J.; LARSON-MEYER, D. E. Should we be concerned about vitamin D status of athletes? **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metb.**, v. 18, n. 2, p. 204-224, 2008. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/18/2/article-p204.xml>. Acesso em: 23 out. 2020.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Iron Deficiency Anaemia – Assessment, Prevention and Control**: a guide for programme managers. Washington: WHO, 2011. Disponível em: https://www.who.int/nutrition/publications/en/ida_assessment_prevention_control.pdf. Acesso em: 23 out. 2020.

ZHU, Y. Isabel; HAAS, Jere D. Altered metabolic response of iron-depleted nonanemic women during a 15-km time trial. **American Physiological Society**, v. 85, n. 5, p. 1768-1775, mai. 1998. Disponível em: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.1998.84.5.1768?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed. Acesso em: 23 out. 2020.