

TAIOQUI, Carla de Oliveira<sup>1</sup>

ARCA, Mario Augusto<sup>2</sup>

**RESUMO:** Esta revisão teve como objetivo investigar os efeitos do mineral zinco em praticantes de atividade física; assim, destacar suas funções de proteção e restauração do sistema imunológico. Esse artigo se desenvolveu através de revisão de literatura, analisando autores conhecedores da área em questão, os quais pudessem responder aos questionamentos deste trabalho. Os capítulos subsequentes objetivaram-se os diferentes conteúdos para elucidarem os objetivos propostos, abordando o mineral zinco em evidência em suas mais diversas influências no sistema imunológico, no papel biológico deste no organismo. Concluiu-se que o zinco, o zinco é um dos minerais primários na regulação de todas as funções hipofisárias, sendo um componente de múltiplas enzimas e proteínas, o qual participa no metabolismo das proteínas e carboidratos; atua no controle cerebral dos músculos; ajuda na respiração dos tecidos; combate a acne; ajuda na cicatrização de feridas; estimula as defesas imunitárias; é um dos minerais cujos benefícios são mais desconhecidos pela população em geral. De fato, as necessidades humanas de zinco são baixíssimas, mas mesmo uma deficiência pequena pode ser uma “catástrofe” para a saúde. Esse elemento regula inúmeras funções corporais, dentre elas, age diretamente na saúde reprodutiva, auxiliando a fertilidade de homens e mulheres. O zinco é um nutriente que tem um papel biológico essencial para a manutenção do sistema imunológico em condições de estresse oxidativo, promovido pelo exercício físico intenso ou extenuante, quando ocorrem as alterações nas concentrações de zinco no plasma, a suplementação de zinco somada a outros antioxidantes e na dosagem balanceada, pode ser benéficos em situações de treinamentos intensos e prolongados, com o objetivo de amenizar os efeitos dos radicais livres e/ou espécies reativas do oxigênio e do nitrogênio. Além disso, há inúmeros benefícios do zinco para a boa forma, sobretudo, níveis adequados de zinco favorecem o emagrecimento e o ganho de massa muscular.

**Palavras-Chave:** Zinco, Atividade Física, Sistema Imunológico.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a prática de atividades físicas vem aumentando em proporções consideráveis na população brasileira, cujo público ultrapassa a barreira das academias, levando a prática esportiva aos parques, praças, acampamentos, dentre outros, tudo buscando uma melhoria da qualidade de vida, da capacidade psicológica, bem estar, controle de peso...

Esse último item em destaque no parágrafo acima é um dos motivos atualmente mais discutidos e difíceis de seguir; controle do peso (perda de gordura ou ganho de massa muscular). Não somente uma alimentação rica em proteínas e baixa em carboidratos vai favorecer a perda de gordura, ou ganho de massa muscular. Existem, por trás desses macronutrientes, micronutrientes importantes para a regulação do metabolismo, entre eles, o zinco.

<sup>1</sup> Graduação em Bacharelado em Educação Física. FIRA – Faculdades Integradas Regionais de Avaré – 18700-902 – Avaré – SP – Brasil - [carla-taioqui@outlook.com](mailto:carla-taioqui@outlook.com)

<sup>2</sup> Orientador Professor Titular da FIRA – Faculdades Integradas Regionais de Avaré – 18700-902 – Avaré – SP – Brasil – Mestre em Biomecânica do Movimento pela ESEF – Escola Superior de Educação Física – Lisboa – Portugal – [mario.veio.arca@hotmail.com](mailto:mario.veio.arca@hotmail.com)

O zinco é um dos minerais primários na regulação de todas as funções hipofisárias, sendo um componente de múltiplas enzimas e proteínas, o qual participa no metabolismo das proteínas e carboidratos; atua no controle cerebral dos músculos; ajuda na respiração dos tecidos; combate a acne; ajuda na cicatrização de feridas; estimula as defesas imunitárias (FRAGAKIS, 2003).

Além disso, é um potente estabilizador das membranas celulares, de proteínas estruturais e da sinalização celular, participando ativamente tanto no tamponamento dos radicais livres como também na restauração do sistema imunológico.

Sena e Pedrosa (2011) apresentam com muita propriedade quem é o zinco:

[...] que a deficiência de zinco tornou-se um problema nutricional, sua diminuição na absorção ou aumento na excreção urinária, presença de agentes na dieta que comprometem sua absorção, cirurgias de intestino, síndromes de má-absorção, doenças renais, doenças crônicas do fígado, abuso do álcool, nutrição parental total sem adição de zinco e, ainda problemas genéticos. Além de outras manifestações clínicas da deficiência deste mineral, ressaltam-se o retardo no crescimento, hipogonadismo, alteração da resposta imune, dificuldade de cicatrização, aumento do risco de aborto, diarreia, anorexia, perda de peso, alopecia, e a prematuridade na gestação (SENA e PEDROSA, 2011, p.2).

Observou-se como o mineral realmente funciona dentro de um organismo, o qual sofre enormes desgastes físicos, psíquicos, perdendo em grandes quantidades nutrientes indispensáveis, não só a sua *performance*.

Tendo como justificativa a busca de melhorar a *performance* em pessoas que fazem atividades físicas, verificar se o zinco como co-fator no tamponamento da bomba de sódio e potássio e também conhecido como um restaurador do sistema imunológico e um antioxidante, trabalhado em cima dos radicais livres, poderia entrar com um precursor para ajudar a diminuir o estresse oxidativo e, por conseguinte, diminuir a fadiga periférica.

Assim, tendo como objetivo deste artigo, investigar as diversas funções do zinco dentro do organismo durante a atividade física e suas possíveis causas e conseqüências devido suas carências ou aos níveis do mineral muito elevado, além de destacar as funções deste no sistema imunológico.

A pesquisa foi realizada através de revisão de literatura, onde se buscou os conteúdos em revisões bibliográficas de autores conhecedores da área em questão, dentro do contexto nutrição, treinamentos aeróbios, ingestão e suplementação do mineral pesquisado, através de trabalhos científicos como, artigos, dissertações e diferentes literaturas impressas e virtuais.

## **2. ZINCO: FUNÇÃO, ABSORÇÃO, FONTE, INGESTÃO, FALTA E SUPLEMENTAÇÃO**

O zinco é um componente de múltiplas enzimas e proteínas, o qual participa no metabolismo das proteínas e carboidratos; atua no controle cerebral dos músculos; ajuda na respiração dos tecidos; combate a acne; ajuda na cicatrização de feridas; estimula as defesas imunitárias (FRAGAKIS, 2003).

O mesmo autor, menciona que o zinco é conhecido como primeiro regulador de todas as funções hipofisárias. E os sinergismos observados são sempre nas alterações funcionais com participação endócrinas, por ser um ativador ou um co-agente para diversas etapas do metabolismo humano.

Pereira (2009, p.323) ainda coloca que “o zinco é mineral essencial por desempenhar papel importante no momento da ovulação, crescimento, desenvolvimento, integridade celular e em funções bioquímicas com o envolvimento na síntese de proteínas e ácidos nucleicos.”

No nosso organismo o zinco se encontra concentrado no fígado, nos músculos e órgãos no líquido seminal e na insulina, também na próstata (REQUENA, 1982).

Koury (2003) apontou diversas funções do zinco no organismo: proteção antioxidante, ação como co-fator enzimático, divisão celular, espermatogênese, estabilização da transição gênica, estabilização de membranas celulares, estoque e liberação de insulina, metabolismo da vitamina A, metabolismo energético, resposta e regulação do sistema imune, síntese de proteínas.

Possui um papel essencial na manutenção da imuno-resistência através de mecanismos diretos e indiretos, está envolvido no processo respiratório celular e sua deficiência pode gerar anorexia, perda de peso significativa, fadiga, queda no rendimento em provas de resistência e risco de osteoporose, (CARDOSO, 2013).

A absorção do zinco ocorre no intestino delgado e depende da concentração de ferro no intestino delgado, ocorrendo o mesmo com o cobre, podendo ser excretado pelas fezes, urina e suor, cabelo e sêmen (FRAGAKIS, 2003; PEREIRA, 2009).

O zinco é encontrado em diversas fontes como: alimentos ricos em proteínas como carnes vermelhas, frango, peixe, fígado, ostras, sardinhas, ovos, leguminosas, nozes, aveia, cereais integrais, iogurte, todas as leveduras, gérmen de trigo, semente de girassol, algas marinhas, cevada em grãos, beterraba, cogumelos, feijão de soja, pólen e espirulinas (FRAGAKIS, 2003).

A ingestão recomendada de zinco na dieta é de 8mg/dia para mulheres e 11 mg/dia para homens, mas ainda não há recomendações específicas para atletas, (KOURY 2003).

A recomendação segundo *Dietary Reference Intakes -DRI* de zinco 11mg/dia para homens e 8mg/dia para mulheres (PEREIRA, 2009).

Silva (2012) fez uma relação direta com o zinco, por este ser antioxidante e estar envolvido no processo respiratório celular, o estudo constatou um baixo consumo, podendo gerar perda de peso, fadiga, queda de rendimento e risco de osteoporose.

Através da avaliação da ingestão alimentar constatou-se que 50% das avaliadas tinham um consumo energético inferior ao recomendado. Jovens atletas são particularmente afetados pelo desequilíbrio energético que pode resultar, caso se prolongue, em graves consequências para a saúde como baixa estatura, atraso puberal, deficiência de nutrientes, desidratação, irregularidade menstrual, alterações ósseas, maior incidência de lesões e maior risco para aparecimento de distúrbios alimentares (SILVA, 2012, p.13).

Feitosa (2010), Todos os nutrientes são de extrema importância para o bom funcionamento do organismo e que além de serem indispensáveis, cada macro e micro nutriente tem seu papel na captação, quebra e distribuição metabólica destes nutrientes para melhorar a performance de um atleta, principalmente de seu sistema imunológico, pois ao estar em baixa, automaticamente e diretamente afeta o rendimento da pessoa.

A falta dele acarreta a diminuição da produção de hormônios masculinos, favorece o diabetes e provoca alterações no paladar, e o seu excesso poderá reduzir a quantidade de cobre no organismo, o qual papel é ser componente de enzimas em metabolismo férreo, age na formação da hemoglobina (pigmento vermelho do sangue) e da mielina (substância do sistema nervoso) e do colágeno, auxilia na luta contra infecções e irá prejudicar a digestão das proteínas.

A deficiência de zinco provoca lesões oxidativas relacionadas às Espécies Reativas do Oxigênio - EROs, (KOURY, 2003).

O zinco é essencial para a integridade e funcionalidade das membranas celulares. A sua concentração na membrana das células pode ser bastante elevada dependendo do tipo celular e é influenciada pelo estado nutricional em zinco do organismo (KOURY, 2003, p.8).

O zinco é perdido do organismo através do intestino e da pele, em exercícios intensos e com temperaturas elevadas, causando altas sudoreses, são os grandes promotores destas perdas outra forma normal é através da excreção urinária e finalmente pela diarreia que já se caracteriza por distúrbios intestinais (KOURY, 2003).

A suplementação pode ser benéfica em situações de exercício intenso e prolongado, porém, dosagens elevadas, acima das recomendadas internacionalmente – *Dietary Reference Intakes* (DRI) têm mostrado efeitos adversos podendo causar danos à saúde, prejudicando o metabolismo de ferro e cobre (CARDOSO, 2013).

Neubauer e col. (2010) citado no estudo de Szuck (2011), explicam que o músculo esquelético em exercícios físicos intensos e/ou de endurance, geram um aumento na produção de EROs. Ainda continua, [...] “exercícios físicos extenuantes, devido ao elevado consumo de oxigênio ou por várias outras vias, geram um aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e radicais livres” (NEUBAUER, 2010 apud SZUCK, 2011, p.327).

Ainda, no estudo de Szuck (2011), citando Urso e Clarkson (2003), Schneider e col. (2009) e outros autores, explicam que a formação dos radicais livres em exagero, leva a um desequilíbrio entre o sistema de defesa antioxidante e a produção exagerada de EROs, ocasionando efeitos danosos chamados de estresse oxidativo.

Portanto, muitas pessoas fazem uso de suplementos antioxidantes para controlarem o estresse oxidativo para melhorar o desempenho do sistema de defesa imunológico, para propiciar menor fadiga muscular, mas Neubauer e col (2010), Kerksich e Willoughby (2005) citados no trabalho de Szuck (2011), relatam que a suplementação em altas doses de antioxidantes tem sido muito controversos

Koury (2003) e Oliveira, *et al.* (2007) explicam que a forma de compensar a ingestão dietética do zinco e em conjunto com outros minerais e vitaminas para minimizar os efeitos dos EROs associados ao exercícios físicos intensos ou extenuantes, é feita através de suplementos, onde apontou vários estudos onde a redução de indicadores de estresse oxidativo em atletas, tendo seu maior efeito em esforços de força muscular isométrica e maior resistência muscular, mas, deixou claro que não há na literatura, possíveis efeitos benéficos dessa suplementação na proteção antioxidantes de atletas de performance.

Koury (2003) ainda ressaltou que a suplementação excessiva de zinco acima de 50 mg/dia pode inibir a absorção de cobre proveniente da dieta, e que a suplementação acima deste valor, foi diretamente associada à redução da concentração plasmática de alta densidade (HDL) em homens, a qual é induzida pela atividade física.

Cruzat *et al.* (2007), aponta que a frequência e a intensidade em que é realizado o exercício físico alteram o balanço entre pró-oxidantes e antioxidantes.

Ainda segundo Cruzat *et al.*, (2007), a síntese dessas enzimas não só indicam aumento do estresse oxidativo, mas também estimula adaptações nos mecanismos de defesa antioxidante, o que podem ocorrer rapidamente após a realização de cada exercício, desencadeando a reparação das lesões teciduais produzidas pelo estresse oxidativo, ao mesmo tempo que, essas adaptações influenciam no preparo do organismo para um novo estresse, aumentando a atividade do sistema antioxidante célula.

### 3. O QUE SÃO OS RADICAIS LIVRES E O ESTRESSE OXIDATIVO

Leite (2012) nomeia os radicais livres como espécies reativas do oxigênio e do nitrogênio (ERON) sendo um composto natural na vida de organismo aeróbios e anaeróbios, tendo diversas funções como ativação de enzimas, ressíntese de glicogênio e vaso dilatação.

Os atletas com treinos intensivos e poucos intervalos de descanso, apresentam um desequilíbrio entre a síntese e a remoção de ERON elevando assim, o estresse oxidativo, (LEITE, 2012).

A produção de radicais livres pelo músculo esquelético é reconhecida desde a década de 1950, sendo ao final da década de 1970 realizadas as primeiras demonstrações que o exercício físico estava associado com o aumento na formação de EROs e radicais livres (JACKSON, PYE e PALOMERO, 2007 apud SZUCK, 2011, p.327).

Sartori (2002) evidenciando em seu trabalho, um apontamento de Weineck (200), o qual faz uma correlação nas quantidades de minerais envolvidos no estudo como, cálcio, magnésio, potássio, evidenciando que na transpiração há uma grande perda destes minerais e que estes devem ser repostos o mais breve possível.

Atletas são indivíduos praticantes de atividades físicas diárias que determinam um elevado gasto calórico, necessitando, portanto, de maior ingestão de alimentos, a serem consumidas de forma balanceada e oportuna a fim de promover a melhor recuperação possível, para a melhoria da performance e digestão compatível com os treinos (LANCHA JUNIOR, 1999, apud SARTORI, 2002, p.55).

Ainda continua com a citação do mesmo autor, o qual menciona que as concentrações de potássio e magnésio no suor e no sangue são praticamente iguais, enquanto a quantidade de sódio e cloro é muito menor, o que geraria as possíveis câimbras, a perda de magnésio pelo suor, onde a diminuição deste mineral pode provocar convulsões, além de diminuir a eficiência do transporte de oxigênio para os músculos durante as atividades.

Portanto, o zinco, juntamente com outros minerais e vitaminas citadas neste estudo de Sartori (2002) é mais um dos componentes essenciais que podem ser afetados em sua absorção pela falta destes

minerais os quais são todos excretados através da transpiração sob o efeito de atividades intensas visando alta *performance*.

Pereira (2013) fez uma revisão sistemática de vários autores como, Koury, Donangelo e Zinco (2003); Souza Júnior, Oliveira e Pereira (2005), sobre antioxidantes em relação ao estresse oxidativo em exercícios físicos intensos, onde verificou que a produção de radicais livres ou EROs, tanto nos músculos esqueléticos como em outros tecidos podem causar danos tissulares e celulares e prejudicar o desempenho físico.

O mesmo autor observa que a possibilidade de ocorrer lesão oxidativa durante exercícios aeróbios intensos, irá depender do equilíbrio entre a geração de radicais livres e/ou EROs com a geração de oxigênio e eficácia dos mecanismos antioxidantes.

O exercício físico é uma forma de estresse oxidativo ao organismo e grande gerador de EROs ou ROS. Porém, o treino sistematizado é capaz de induz adaptações positivas dos sistemas de defesas antioxidantes em resposta ao aumento da produção de EROs (ANTUNES NETO e Col., 2008 apud PEREIRA, 2013, p.239).

A ocorrência de fadiga durante o exercício prolongado coincide com a depletação dos estoques de glicogênio muscular, sugerindo uma associação entre a redução dos estoques intracelulares de glicogênio e o aumento de EROs na fadiga muscular. (Pereira, 2013)

Uma redução nos estoques endógenos de glicogênio durante o exercício prolongado levaria a uma conseguinte redução nas concentrações de glicose-6-fosfato, reduzindo a disponibilidade de substrato para a via das pentoses, comprometendo a regeneração da glutatona, assim, o aumento de ROS ou EROs aceleraria os processos de fadiga durante contrações musculares intensas (SILVEIRA e Col., 2008 apud PEREIRA, 2013, p.240).

Santos e Cruz (2001) citados por Pereira (2013) citam que os antioxidantes agem de três formas no organismo, priorizando o sistema imunológico: primeira, na prevenção contra as substâncias agressoras; segunda na interceptação dos radicais livres, os quais uma vez formados iniciam suas atividades destrutivas; e no terceiro no reparo o que ocorre quando as 2 primeiras ações não foram bem efetivas e o produto dos radicais livres que são de destruição, estão continuamente formados, podendo se acumular no organismo.

Pereira (2013) faz uma consideração ao zinco, pois ele considera essencial para o mecanismo de proteção antioxidante, principalmente nos relacionados às membranas celulares, bastante requisitadas durante a atividade física intensa.

#### **4. ZINCO E O EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO INTENSO**

Peres (2006) explica que o exercício regular aumenta a resistência às infecções, porém o treinamento intensivo aumenta a infecções no trato respiratório, onde o exercício extenuante induz à diminuição dos linfócitos, prejudicando a imunidade natural.

Neste contexto, verificamos que a mobilização e diminuição dos estoques de zinco corporal ocorre em condições de estresse, como infecção, inflamação e exercício intensos de longa duração (Peres, 2006), mas, em contra partida, outros estudos mostraram que após o exercício a concentração plasmática de

zinco foi significativamente aumentada, mas isto ocorre devido ao catabolismo muscular com liberação de zinco no fluido extracelular (KOURY *et al.*, 2004 apud PERES, 2006).

Em estudos de Peres (2006) mencionando autores como Singh *et al.* (1993), Ganapathy e Volpe (1999) e Koury *et al.* (2004) reafirmaram que a diminuição do zinco ocorre em pessoas em maior intensidade devido a perda através do suor e urina, devido a intensidade, baixando os níveis deste mineral no plasma.

Singh *et al.* (1993), Ganapathy e Volpe (1999) e Koury *et al.* (2004) todos citados no trabalho de Peres (2006, p.14), onde comentam que “a excreção aumentada de zinco pelo suor durante o exercício coincide com a redução moderada do zinco circulante e pode ser interpretada como redistribuição de zinco corporal”.

Koury (2003) relata que nos exercícios físicos e treinamento de resistência aeróbia intenso, o oxigênio consumido é reduzido a água na mitocôndria, ocorrendo elevação de espécies reativas de oxigênio (EROs), podendo ser de 2 a 4 vezes sobre as atividades enzimáticas do Ciclo de Krebs no músculo esquelético.

Na atividade física intensa há um aumento de 10 a 20 vezes no consumo total de oxigênio do organismo e um aumento de 100 a 200 vezes na captação de oxigênio pelo tecido muscular, favorecendo o aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (KOURY, 2003, p.2).

Koury (2003) ainda descreve como se realiza a produção citoplasmática de EROs durante o exercício físico intenso onde há uma elevação da atividade do ciclo de degradação das purinas, onde a adenosina monofosfato (AMP) é desaminada pela enzima adenilato desaminase, a inosina monofosfato (IMP) que se acumula no músculo.

As modalidades esportivas que obtêm energia através do metabolismo aeróbio apresentam, portanto, mais facilidade de promover a liberação dessas substâncias em comparação com aquelas que obtêm através do metabolismo anaeróbio. Com isto os atletas ligados a modalidades aeróbias sofrem mais as consequências da presença de espécies reativas de oxigênio (KOURY, 2003, p.2).

O mesmo autor classificou e detalhou em sua pesquisa, como antioxidante dietéticos, antioxidantes intracelulares e antioxidantes extracelulares, podendo ainda ser reclassificá-los em antioxidantes de prevenção (os quais impedem a formação de radicais livres), antioxidantes varredores (que impedem o ataque de radicais livres) e antioxidantes de reparo (os quais favorecem a remoção de danos moleculares de DNA e a reconstituição das membranas celulares danificadas).

Nesta classificação citada por Koury (2003), colocou o zinco como um antioxidante dietético e de prevenção, mas deixou bem claro que é importante no organismo, mas não faz nada sozinho, realmente precisa das reações enzimáticas de vários outros componentes antioxidativos, tanto minerais como vitaminas, para que aí sim, suas ações preventivas sejam suficientes ou amenizem os danos causados por EROs.

Cabe salientar que a maior parte dos efeitos induzidos pelo exercício físico (aumento da massa muscular, melhora do sistema cardiovascular, redução da incidência de doenças e infecções e outras) é devida, principalmente, às adaptações induzidas sobre os diversos sistemas corporais, incluindo o sistema antioxidante endógeno (CRUZAT *et al.*, 2007, p.1).

Koury (2003) afirma que quando há um desequilíbrio entre a liberação de EROs e a capacidade de ação dos sistemas de defesa antioxidante, promoverá sempre, o estresse oxidativo, podendo desencadear várias doenças como isquemia, inflamação, trauma, doenças degenerativas e morte celular por ruptura da membrana e inativação enzimática.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O zinco é um nutriente que tem um papel biológico essencial para a manutenção do sistema imunológico em condições de estresse oxidativo, promovido pelo exercício físico intenso ou extenuante, quando ocorrem as alterações nas concentrações de zinco no plasma, a suplementação de zinco somada a outros antioxidantes e na dosagem balanceada, pode ser benéficos em situações de treinamentos intensos e prolongados, com o objetivo de amenizar os efeitos dos radicais livres e/ou espécies reativas do oxigênio e do nitrogênio. Verificou-se que toda dosagem acima do recomendado poderá acarretar efeitos adversos sobre o sistema imune, prejudicando a absorção de outros minerais, como o cobre, dificultará o metabolismo de lipoproteínas de alta densidade, resultando numa queda do rendimento físico e qualidade de vida das pessoas que praticam atividade física.

## 6. REFERÊNCIAS

- CARDOSO, A. P.; MOREIRA, A. L.; DE PAULA, C. F.; OLIVEIRA, L. H. S.; BAGANHA, R. J.; DIAS, R.. Modulação nos níveis de hidratação após a prática do atletismo e *performance* de corrida. **Revista Brasileira de Nutrição**, São Paulo, v.7, n.38, p.138-143, Mar/Abr., 2013.
- CRUZAT, V. F.; ROGERO, M. M.; BORGES, M. C.; TIRAPEGUI, J.. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, v. 13, n.5, Set/Out, 2007.
- FEITOSA, W. G.; GONÇALVES, T. de M.; OLIVEIRA, B. N. de. **Análise dos hábitos nutricionais de praticantes de musculação**: relação entre a nutrição pré-treino e o desempenho no exercício. Trabalho apresentado no III Congresso Nordeste de Ciências do Esporte. Atividade Física e Saúde. 2010.
- FRAGAKIS, A. S.. *The health professional's guide popular dietary supplements*. 2ª ed. American Dietetic Association, Chigado, USA, American Society for Clinical Nutrition, **The American Journal of Clinical Nutrition**, 2003.
- KOURY, J. C.; DONANGELO, C. M.. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Revista de Nutrição**. Campinas, SP, v.16, n.4, Out/Dez, 2003.
- LEITE, J. S. M.; CRUZAT, V. F.. Suplementação de vitaminas e minerais e estresse oxidativo. Editorial. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v.6, n.34, p.246-249, Jul/Ago, 2012.
- MACEDO, E. M. C. de; AMORIM, M. A. F.; SILVA, A. C. S. da; CASTRO, C. M. M. B. de. Efeitos da deficiência de cobre, zinco e magnésio sobre o sistema imune de crianças com desnutrição grave. Artigo de revisão. **Revista Paulista de Pediatria**, v.28, n.3, p.329-36, 2010.



PEREIRA, M. B. P.. O papel dos antioxidantes no combate ao estresse oxidativo observado no exercício físico de musculação. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v.7, n.40, p.233-245, Jul/Ago, 2013.

PEREIRA, T. C.; HESSEL, G.. Deficiência de zinco em crianças e adolescentes com doenças hepáticas crônicas. Artigo de Revisão. *Revista Paulista de Pediatria*, v27, n.3, p. 323-8, 2009.

PERES, P. M.; KOURY, J. C.. Zinco, imunidade, nutrição e exercício. **CERES: Nutrição & Saúde**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ. Instituto de Nutrição, v.1, n.1, p.9-18, 2006.

PRADA, F. J. A.; VOLTARELLI, A.; OLIVEIRA, C. A. M. de; GOBATTO, C. A.; MACEDO, D. V.; MELLO, M. A. R. de. Condicionamento aeróbio e estresse oxidativo em ratos treinados por natação em intensidade equivalente ao limiar anaeróbio. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.12, n.2, p.29-34, Jun, 2004.

SILVA, A. G. da; FERREIRA, L. de A.. Avaliação nutricional em adolescentes atletas praticantes de handebol. Associação Brasileira de Nutrição Esportiva. **Brazilian Journal of Sports Nutrition**, v.2, n.2, p.9-16, Mar, 2013.

VANCINI, R. L.; LIRA, C. A. B. de. **Radical livre, estresse oxidativo e exercício**. Centro de Estudos de Fisiologia do Exercício. Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina, 2005.