

**Ingestão dietética de magnésio e ferro e sua relação com estresse oxidativo em mulheres
obesas**

**Dietary ingestion of magnesium and iron and their relationship with oxidative stress in
obese women**

**Ingestión dietaria de magnesio e hierro y su relación con el estrés oxidativo en las
mujeres obesas**

Recebido: 25/09/2019 | Revisado: 02/10/2019 | Aceito: 10/10/2019 | Publicado: 29/10/2019

Thayanne Gabryelle Visgueira de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9065-4504>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: thayanne_visgueira@hotmail.com

Ana Raquel Soares de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9989-0255>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: ana_luizamo@hotmail.com

Kyria Jayanne Clímaco Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4489-702X>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: kyriajayanne@hotmail.com

Diana Stefany Cardoso de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0649>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: diana.scardoso@outlook.com

Mickael de Paiva Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8446-1351>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: mickaelpaivasousa@gmail.com

Stéfany Rodrigues de Sousa Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5308-3522>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: tefy--20@hotmail.com

Vladimir Costa Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3109-7899>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: vladimir.costa@gmail.com

Gustavo Santos de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0376-0585>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: Gustavo@gustavosantos.org

Dilina do Nascimento Marreiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7550-1403>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: dilina.marreiro@gmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar a relação entre consumo alimentar de magnésio e ferro e marcador de estresse oxidativo em mulheres obesas. Caracterizou-se como um estudo do tipo caso-controle, envolvendo 67 mulheres, com idade entre 20 e 59 anos, as quais foram distribuídas em dois grupos: grupo controle (mulheres eutróficas, n=42) e grupo caso (mulheres com obesidade, n=25). Foram realizadas medidas de peso e altura para o cálculo do índice de massa corpórea, bem como estimadas a ingestão de calorias, macronutrientes, magnésio e ferro. Foram coletadas amostras de sangue das participantes para posterior análise das concentrações plasmáticas de TBARS (Substâncias Reagentes ao Ácido Tiobarbitúrico). Os dados foram analisados no programa estatístico SPSS for Windows 22.0. Como resultados, observou-se que os valores médios e desvios padrão da ingestão de energia e macronutrientes encontrados nas dietas consumidas, não apresentou diferença estatística significativa entre os grupos ($p>0,05$). Observou-se também que o grupo caso e o grupo controle ingeriram quantidades inadequadas de magnésio e adequadas de ferro, de acordo com os valores de referência, não havendo diferença entre os grupos. As concentrações de TBARS das mulheres obesas foram maiores quando comparadas as do grupo controle, contudo, não verificou-se correlação entre os parâmetros de magnésio e ferro dietético e o TBARS nos grupos. Dessa forma, conclui-se que a ingestão dos micronutrientes magnésio e ferro pareceu não influenciar o marcador de estresse oxidativo das participantes do estudo..

Palavras-chave: Magnésio; Ferro; Estresse oxidativo; Obesidade.

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the relationship between magnesium and iron food intake and oxidative stress marker in obese women. It was characterized as a case-control study, involving 67 women, aged between 20 and 59 years, which were divided into two groups: control group (eutrophic women, n = 42) and case group (women with obesity, n = 25). Weight and height measurements were taken to calculate body mass index, as well as calorie, macronutrient, magnesium and iron intake. Blood samples were collected from the participants for further analysis of plasma concentrations of TBARS (Thiobarbituric Acid Reagents). Data were analyzed using the SPSS for Windows 22.0 statistical program. As results, it was observed that the mean values and standard deviations of energy intake and macronutrients found in the consumed diets did not present statistically significant difference between the groups ($p > 0.05$). It was also observed that the case group and the control group ingested inadequate magnesium and adequate amounts of iron, according to the reference values, with no difference between the groups. TBARS concentrations of obese women were higher when compared to the control group; however, there was no correlation between the magnesium and dietary iron parameters and TBARS in the groups. Thus, it was concluded that the intake of magnesium and iron micronutrients did not seem to influence the oxidative stress marker of the study participants.

Keywords: Magnesium; Iron; Oxidative Stress; Obesity.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre la ingesta de alimentos de magnesio y hierro y el marcador de estrés oxidativo en mujeres obesas. Se caracterizó como un estudio de casos y controles, en el que participaron 67 mujeres, con edades entre 20 y 59 años, que se dividieron en dos grupos: grupo de control (mujeres eutróficas, n = 42) y grupo de casos (mujeres con obesidad, n = 25). Se tomaron medidas de peso y altura para calcular el índice de masa corporal, así como la ingesta de calorías, macronutrientes, magnesio y hierro. Se recogieron muestras de sangre de los participantes para un análisis posterior de las concentraciones plasmáticas de TBARS (reactivos de ácido tiobarbitúrico). Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico SPSS para Windows 22.0. Como resultados, se observó que los valores medios y las desviaciones estándar de la ingesta de energía y los macronutrientes encontrados en las dietas consumidas no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0.05$). También se observó que el grupo de casos y el grupo de control ingirieron magnesio inadecuado y cantidades adecuadas de hierro, de acuerdo con los valores de referencia, sin diferencias entre los grupos. Las concentraciones de TBARS de mujeres obesas fueron más altas en comparación con el grupo de control; sin embargo, no hubo correlación entre los parámetros de magnesio y hierro en la dieta y TBARS en los grupos. Por lo tanto, se

concluyó que la ingesta de micronutrientes de magnesio y hierro no parecía influir en el marcador de estrés oxidativo de los participantes del estudio.

Palabras clave: Magnesio; Hierro; Estrés oxidativo; Obesidad.

1. Introdução

A obesidade é definida como acúmulo anormal ou excessivo de gordura corporal que pode afetar a saúde, sendo associada ao desenvolvimento de uma diversidade de doenças, a exemplo do diabetes, doenças cardiovasculares, câncer, asma, distúrbios do sono, hepatopatias e doenças renais (Manna & Jain, 2015; Fernandez-Sanchez et al., 2011).

O tecido adiposo em excesso favorece a manifestação de distúrbios metabólicos em indivíduos obesos, a exemplo do estresse oxidativo, que caracteriza-se pela produção excessiva de espécies reativas. Destaca-se como consequência dessa desordem os danos celulares as membranas, ácidos nucleicos, proteínas e polissacarídeos, que levam a alterações funcionais e metabólicas em organismos obesos (Tureck et al., 2017; Panziera et al., 2011; Keane et al., 2015).

Atualmente tem havido interesse crescente nos distúrbios bioquímicos e nutricionais envolvidos na patogênese da obesidade, a exemplo do estresse oxidativo. Sobre este aspecto, a deficiência de alguns nutrientes desempenha papel importante na manifestação dessa desordem. A hipomagnesemia, em particular, parece reduzir atividade de enzimas antioxidante, promove ativação de vias inflamatórias, bem como favorece aumento da lipoperoxidação induzida pelo ferro (Morais et al., 2017; Barbagallo & Domínguez, 2010; Belin & He, 2007).

Nesse contexto, destaca-se que a deficiência em magnésio altera a estabilidade das membranas celulares, o que pode induzir a hemólise, contribuindo para a liberação de ferro. Esse mineral atua como um agente pró-oxidante, por meio das reações de Fenton e Haber-Weiss, promovendo danos ao DNA e ao interagir com ácidos graxos insaturados induz a peroxidação lipídica (Cozzolino, 2016; Sampaio et al., 2014).

Portanto, embora algumas pesquisas já tenham demonstrado alterações no metabolismo do magnésio em indivíduos obesos, dados sobre a relação entre esse mineral e o ferro ainda são escassos. Logo, fez-se necessária a realização deste estudo na tentativa de contribuir para esclarecer a relação entre esses nutrientes e o estresse oxidativo em obesos, o qual tem como objetivo avaliar a relação entre consumo alimentar de magnésio e ferro e marcador de estresse oxidativo em mulheres obesas.

2. Metodologia

2.1 Caracterização do Estudo e Protocolo Experimental

Estudo de natureza transversal envolvendo 67 mulheres na faixa etária entre 20 e 50 anos de idade, que foram distribuídas em dois grupos: grupo caso (obesas com índice de massa corpórea a partir de 35 kg/m²) e grupo controle (mulheres com índice de massa corpórea entre 18,5 e 24,9 kg/m²). A definição da amostra do estudo foi baseada na amostragem por conveniência, sendo que as participantes obesas foram recrutadas a partir da demanda espontânea de ambulatórios clínicos da cidade de Teresina – PI, e as eutróficas por meio de chamadas públicas, em mídia digital e eventos de educação nutricional, e ambulatórios clínicos.

As participantes foram selecionadas por meio de entrevista, com os seguintes critérios de inclusão: não estar gestante ou lactante; não estar participando de outro estudo clínico; não ter diagnóstico de diabetes mellitus, doença renal crônica, câncer e/ou doenças inflamatórias intestinais; não fazer uso de suplemento vitamínico-mineral e/ou medicamentos que possam interferir no estado nutricional relativo ao magnésio e ao ferro, sendo tais informações autorreferidas pelas participantes.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, sob número de parecer 2.014.100, conforme prevê a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) (Brasil, 2012).

Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido do estudo, elaborado de acordo com a “Declaração de Helsinki III”, capítulo 50, parágrafos 50.20/27, que trata da proteção dos participantes e orienta procedimentos referentes às pesquisas que necessitam de experiências com humanos. Em seguida, foi preenchida uma ficha de cadastro, após receberem informações detalhadas sobre a pesquisa com linguagem adequada, conforme estabelecido pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012).

Em seguida, foram entregues formulário para o registro alimentar e material para coleta da urina de 24 horas, bem como foram agendadas datas para obtenção das medidas antropométricas (peso corporal e estatura), coleta de sangue e entrega do registro alimentar.

2.2 Avaliação Antropométrica

Para a avaliação antropométrica, foi aferido o peso corporal, estatura e circunferência

da cintura das participantes, conforme metodologia descrita pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2004). Os dados antropométricos e demais informações das participantes foram anotados na ficha de cadastro das participantes da pesquisa.

2.2.1 Peso Corporal (kg) e Estatura (cm)

O peso corporal foi aferido utilizando uma balança digital Plenna® modelo SIM09190, com capacidade máxima de 180 Kg, graduada em 100 gramas. A estatura foi mensurada com estadiômetro marca Seca®, graduado em centímetros e com barra vertical e fixa, para posicionamento sobre a cabeça, estando as participantes descalças, com os pés unidos, em posição ereta, olhando para frente. O peso e a estatura foram medidos em triplicata para cada participante, sendo então obtida a média dessas medidas (Nolasco, 1995).

2.2.2 Índice de Massa Corpórea (IMC)

O índice de massa corpórea foi calculado a partir do peso da participante do estudo dividido por sua estatura elevada ao quadrado (Who, 2000).

$$\text{IMC} = (\text{Peso (kg)}) / [(\text{Altura (m)})]^2$$

Onde:

IMC = Índice de Massa Corpórea

A classificação do estado nutricional a partir da distribuição do índice de massa corpórea foi realizada segundo a recomendação da World Health Organization (Who, 2000).

2.3 Avaliação do consumo alimentar

Realizou-se a avaliação do consumo alimentar de acordo com a técnica de registro alimentar de três dias, compreendendo dois dias alternados durante a semana e um dia no final de semana. No momento da entrega dos formulários, orientou-se as participantes quanto à forma correta de anotar os alimentos, como discriminar os tipos de refeições, preparações, porcionamentos, medidas caseiras, quantidades e horários em que as mesmas forem consumidas.

Calculou-se as quantidades de energia, macronutrientes, magnésio e ferro pelo programa “Nutwin”, versão 1.5 do Departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo (Anção et al., 2002). Para verificar a adequação da ingestão alimentar dos macronutrientes, magnésio e ferro, utilizou-se como referência a Estimated Average

Requeriment (EAR), contida nas Dietary Reference Intakes (DRI's) (Institute of Medicine, 1997; 2001).

Os valores da ingestão de energia, macronutrientes, magnésio e ferro foram inseridos na plataforma online Multiple Source Method (MSM), versão 1.0.1, para ajustes de variabilidade intrapessoal e interpessoal, corrigida por técnicas de modelagem estatística, bem como para estimativa do consumo alimentar habitual desses nutrientes, por meio de análise de regressão logística (Haubrock et al., 2011; Laureano et al., 2016; MSM, 2011; Souverein et al., 2011).

A ingestão dietética usual foi estimada em três etapas: na primeira, a probabilidade de ingerir um nutriente em um dia aleatório foi estimada para cada indivíduo; na segunda, foi estimada a quantidade usual de ingestão do nutriente em um dia de consumo; em seguida, os números resultantes das etapas 1 e 2 foram multiplicados para estimar a ingestão diária usual para cada indivíduo (MSM, 2011).

Os valores dietéticos de macronutrientes, magnésio e ferro também foram ajustados em relação à energia por meio do método residual, evitando distorções geradas por diferenças no consumo energético. Após verificar a normalidade da distribuição dos dados, os valores de ingestão foram ajustados em relação à energia pelo cálculo do nutriente (Fisberg et al., 2005; Jaime et al., 2003; Willett & Stampfer, 1986).

A adequação dos valores de ingestão dos macronutrientes foi avaliada considerando a faixa de distribuição aceitável dos macronutrientes (AMDR), sendo 45 a 65% de carboidratos, 10 a 35% de proteína, e 20 a 35% de lipídio. Para verificar a adequação da ingestão alimentar de magnésio, foi utilizada como referência a EstimatedAverageRequeriment (EAR), contida nas DietaryReferenceIntakes (DRI's), sendo 255 mg/dia para mulheres de 19 a 30 anos e 265 mg/dia para mulheres de 31 a 50 anos (Institute of Medicine, 1997). Para verificar a adequação da ingestão alimentar de ferro, foi utilizada como referência a EstimatedAverageRequeriment (EAR), contida nas DietaryReferenceIntakes (DRI's), sendo o valor de referência de 8,1 mg/dia para mulheres de 19 a 50 anos (Institute of Medicine, 2001).

2.4 Determinação das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

2.4.1 Controle de Contaminação e Preparo dos Reagentes

A fim de garantir o controle de contaminação por minerais, toda a vidraria e material

de polipropileno utilizados para as análises foram lavados e secos em estufa e mantidos em depósitos fechados, até o momento da utilização. Os reagentes foram preparados e diluídos em água livre de íons processada pelo Milli-Q®Water System (Millipore, Massachusetts, EUA).

2.4.2 Separação dos Componentes do Sangue

O plasma foi separado do sangue total por centrifugação (CIENTEC® 4K15, São Paulo, Brasil) a 1831xg durante 15 minutos a 4°C. Em seguida, o plasma foi extraído com pipeta automática e acondicionado em microtubos de polipropileno, sendo posteriormente conservados a -80 °C.

2.5 Concentrações Plasmáticas de TBARS

As concentrações plasmáticas do TBARS foram determinadas seguindo o método descrito por Ohkawa, Ohishi e Yagi (1979), com adaptações. Antes do processamento das amostras, uma curva analítica de calibração será preparada nas concentrações 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 nmol/ml, utilizando-se 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) como padrão.

Em tubos microtubos, contendo 200 µL de plasma e um com 200 µL de água destilada (branco), foram adicionados 350 µL de ácido acético pH 3,5 e 600 µL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,5%, diluído em ácido acético. Com as amostras preparadas em triplicata, os tubos foram incubados em banho-maria, com sistema de agitação a 85°C por uma hora e, após esse período, foram submetidos a banho de gelo por 15 minutos.

Após o resfriamento, 50 µL de dodecil sulfato de sódio (SDS) a 8,1% foram adicionados aos tubos, procedendo-se à centrifugação por 15 minutos a 13.201 xg a 25°C. O sobrenadante será extraído e a absorbância lida no λ de 532 nm em espectrofotômetro BEL SP 1102. Os resultados são expressos em nmol de MDA por mL.

2.4 Análise Estatística

Os dados foram organizados em planilhas do Excel®, para realização de análise descritiva das variáveis observadas nos grupos estudados. Posteriormente, os dados foram exportados para o programa SPSS (for Windows® versão 20.0) para análise estatística dos resultados.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para verificar a normalidade dos dados. Em seguida, para fins de comparação entre os grupos estudados, o teste “t” de Student foi utilizado para as variáveis com distribuição normal, e o teste de Mann Whitney para aquelas

com distribuição não paramétrica.

Para o estudo de correlações, o coeficiente de correlação linear de Pearson foi utilizado para os dados com distribuição normal. As associações entre as variáveis foram verificadas por meio do teste Qui-quadrado e o grau da associação foi testado por meio coeficiente de Cramer. A diferença foi considerada estatisticamente significativa quando o valor de $p < 0,05$, adotando-se um intervalo de confiança de 95%.

3. Resultados e Discussão

Os valores médios e desvios padrão da idade e dos parâmetros antropométricos utilizados na avaliação do estado nutricional das participantes estão apresentados na tabela 1. Observou-se diferença estatística significativa para os parâmetros peso, estatura e índice de massa corpórea ($p < 0,05$).

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrões da idade, peso corporal, estatura e índice de massa corpórea das mulheres obesas e grupo controle. Teresina-PI, Brasil, 2018.

Parâmetros	Caso (n=25) Média ± DP	Controle (n=42) Média ± DP	P
Idade (anos)	32,44 ± 8,62	33,71 ± 7,31	0,521
Peso corporal (kg)	107,40 (96,10 – 160,00)*	55,00 (46,80 – 68,80)	<0,001
Estatura (m)	1,61 ± 0,04*	1,58 ± 0,06	0,018
IMC (kg/m ²)	41,18 (35,36 – 63,29)*	22,42 (18,25 – 24,79)	<0,001

*Valores significativamente diferentes entre as pacientes obesas e grupo controle, teste *t* de Student ou teste Mann-Whitney ($p < 0,05$). IMC = Índice de Massa Corpórea.

Quanto a avaliação do consumo alimentar das participantes, os valores médios e desvios padrão da ingestão de energia e macronutrientes encontrados nas dietas consumidas estão descritos na tabela 2, não sendo verificada diferença estatística significativa entre os grupos ($p > 0,05$). O consumo de macronutrientes encontrava-se adequado de acordo com as recomendações do *Institute of Medicine* (2005).

Tabela 2. Valores médios e desvios-padrões da ingestão de energia e macronutrientes das mulheres obesas e grupo controle. Teresina-PI, Brasil, 2018.

Energia/Nutrientes	Caso (n=25)	Controle (n=42)	p
	Média ± DP	Média ± DP	
Energia (Kcal)	1588,08 ± 494,77	1652,91 ± 351,44	0,569
Carboidrato (%)	50,37 ± 10,22	50,79 ± 6,28	0,853
Proteína (%)	20,51 ± 6,02	20,09 ± 3,14	0,745
Lipídio (%)	29,12 ± 5,39	29,12 ± 4,90	0,998

Teste *t* de Student ($p < 0,05$). Valores de referência: 10 a 35% de proteína, 20 a 35% de lipídio e 45 a 65% de carboidratos (Institute of Medicine, 2005).

Na tabela 3 encontram-se os valores da ingestão de magnésio e ferro das pacientes obesas e grupo controle. Verificou-se que não houve diferença estatística significativa entre os grupos em relação à ingestão dietética de ambos os minerais ($p < 0,05$). Observa-se também que o grupo de mulheres obesas e o grupo controle ingeriram teor dietético de magnésio inferior à EAR e apresentaram consumo de ferro adequado.

Tabela 3. Valores médios e desvios-padrões da ingestão de magnésio e ferro na dieta das mulheres obesas e grupo controle. Teresina-PI, Brasil, 2018.

Energia/Nutrientes	Caso (n=25)	Controle (n=42)	p
	Média ± DP	Média ± DP	
Magnésio (mg/dia)	180,59 ± 54,14	178,84 ± 50,66	0,894
Ferro (mg/dia)	8,63 ± 3,51	8,52 ± 2,90	0,892

Teste *t* de Student ou teste *Mann-Whitney* ($p < 0,05$). Valores de referência do magnésio: EAR = 255 mg Mg/dia, faixa etária entre 20 e 30 anos e 265 mg Mg/dia, faixa etária entre 31 e 50 anos (INSTITUTE OF MEDICINE, 1997). Valores de referência de ferro: EAR = 8,1 mg Fe/dia, faixa etária entre 19 a 50 anos (INSTITUTE OF MEDICINE, 2001).

Nesse contexto, estudos têm evidenciado que a obesidade se associa às mudanças ocorridas nos padrões de atividade física e alimentação das populações em virtude de mudanças econômicas, sociais e demográficas decorrentes do processo de modernização mundial. Verifica-se na alimentação desses indivíduos o aumento da quantidade calórica que pode ser consequência da elevada quantidade do consumo de alimentos ou de mudanças qualitativas na dieta, no que concerne ao maior consumo de alimentos com alta densidade energética (Kac & Velásquez-Meléndez, 2006; Leão & Santos, 2012).

A ingestão inadequada de magnésio verificada nas mulheres avaliadas neste estudo pode ser decorrente da ingestão limitada de alimentos fonte desse nutriente, como vegetais verde-escuros, grãos integrais, sementes oleaginosas, nozes, leite, iogurte e peixe. Outro

aspecto importante que pode ter contribuído para a redução da ingestão dietética deste mineral diz respeito ao consumo excessivo de alimentos processados que contêm teores reduzidos de magnésio (Guasch-Ferré et al., 2014; López-Alarcón et al., 2014; Sy et al., 2014).

Nesse contexto, a ingestão dietética reduzida de magnésio pelas mulheres avaliadas pode favorecer a manifestação de sua deficiência no organismo, o que parece contribuir para o desenvolvimento de distúrbios metabólicos relevantes, a exemplo da inflamação crônica de baixo grau, resistência à insulina e estresse oxidativo (Sy et al., 2014; Morais et al., 2016).

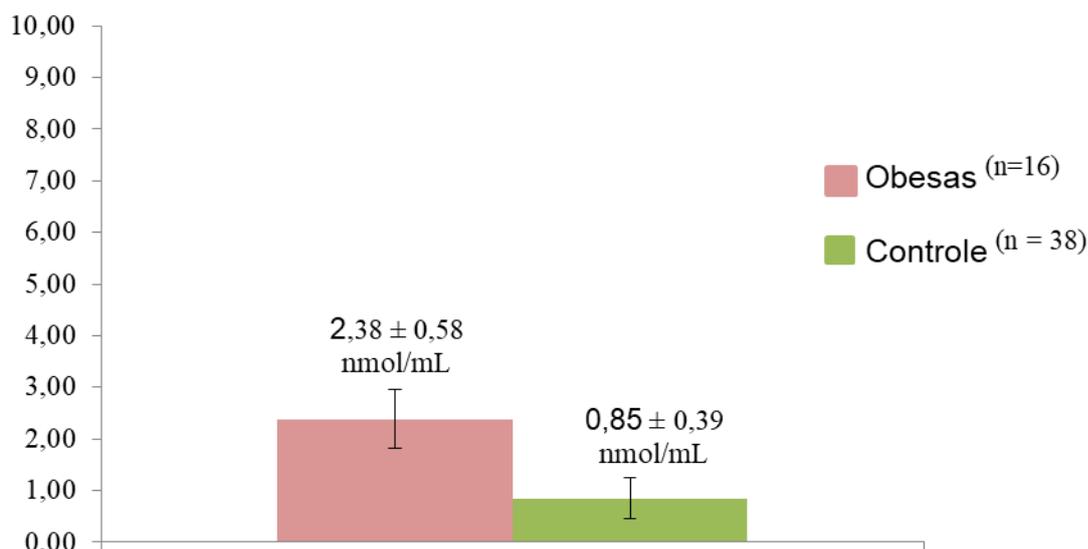
Com relação ao consumo de ferro, a ingestão adequada desse mineral pode estar relacionada ao padrão de consumo alimentar da população brasileira, rica em alimentos fonte de ferro, como carne vermelha, vísceras e leguminosas. De forma semelhante, Silva et al. (2016), verificaram um consumo insuficiente de magnésio, e adequado de ferro por homens e mulheres brasileiros, o que parece estar relacionado ao aumento no consumo de alimentos industrializados e de baixo valor nutricional por esses indivíduos (Institute of Medicine, 2001).

Por outro lado, alguns estudos mostram associação entre o menor consumo de ferro e valores elevados de IMC. Ressalta-se que além do consumo insuficiente desse mineral, na obesidade, verifica-se alterações no metabolismo desse micronutriente, contribuindo para a ocorrência da anemia nesses indivíduos (Cepeda-Lopez, Osendarp, & Melseboonstra, 2011; Zhao et al., 2015; Troesch et al., 2015).

A figura 1 mostra os valores médios e desvios padrões das concentrações de TBARS nas mulheres avaliadas. Verifica-se que as obesas apresentaram valores elevados de TBARS, quando comparadas ao grupo controle ($p < 0,001$).

De forma semelhante, Yerlikaya et al. (2014) observaram aumento significativo nos níveis séricos de malondialdeído nos grupos de mulheres obesas em comparação ao grupo de mulheres eutróficas. Tavano-Colaizzi et al. (2018) verificaram que a concentração de TBARS foi significativamente maior no grupo com obesidade.

Figura 1. Valores médios e desvios-padrões das concentrações de TBARS das mulheres obesas e grupo controle. Teresina-PI, 2019.



Teste *t* de Student ($p < 0,001$).

Na tabela 4 encontra-se a análise de correlação linear entre a ingestão dietética de magnésio e ferro e o marcador de estresse oxidativo, não sendo observado resultado significativo entre os parâmetros analisados.

Tabela 4. Análise da correlação linear simples entre os parâmetros de magnésio e ferro dietético e o marcador de estresse oxidativo nas pacientes obesas e controle. Teresina –PI, 2019.

Parâmetros	TBARS			
	Obesas (n=16)		Controle (n=38)	
	r	p	r	p
Magnésio dietético	0,072	0,792	0,236	0,153
Ferro dietético	0,248	0,354	-0,029	0,864

Coefficiente de Correlação Linear de Pearson ($p > 0,05$). TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico.

Nesse sentido, o consumo desses nutrientes parece não ter influenciado as concentrações elevadas de TBARS verificadas nas mulheres obesas avaliadas. Sobre este fato, as concentrações plasmáticas elevadas de TBARS evidenciadas nas mulheres obesas participantes do presente estudo podem estar associadas a infiltração de macrófagos e secreção elevada de citocinas inflamatórias, que induzem a produção de espécie reativas de oxigênio decorrentes do acúmulo de tecido adiposo nessas pacientes (Morais et al., 2017).

4. Considerações finais

É oportuno mencionar que o presente estudo pode apresentar algumas limitações, como o número amostral reduzido e o fato de não terem sido avaliados outros marcadores de avaliação do estado nutricional relativo ao magnésio e ferro, a exemplo de parâmetros bioquímicos, que poderiam evidenciar melhor a relação destes micronutrientes com os marcadores de estresse oxidativo.

Por outro lado, pôde-se verificar que as participantes avaliadas nesse estudo consomem quantidade reduzida de magnésio dietético e adequadas de ferro. Além disso, o estudo mostra que as mulheres obesas apresentam concentrações elevadas do marcador de estresse oxidativo, em relação as mulheres eutróficas, contudo a ingestão dos micronutrientes avaliados pareceu não influenciar as concentrações desse marcador.

Portanto, diante da complexidade da patogênese da obesidade e desordens metabólicas associadas, ressalta-se a importância da realização de novos estudos sobre o papel de micronutrientes, como o magnésio e o ferro, na proteção contra esses distúrbios.

Referências

- Anção MS, Cuppari L, Draine AS & Singulem D. (2002). *Programa de apoio à nutrição Nutwin: versão 1.5*. São Paulo: Departamento de Informática em Saúde, SPDM, Unifesp/EPM.
- Barbagallo M & Dominguez LJ. (2010). Magnesium and aging. *Curr Pharm Des*, 16(7), 832-9.
- Brasil. (2012). Ministério da Saúde. *Resolução nº466/12*. Conselho Nacional de Pesquisa com Seres Humanos. Diário Oficial da União. Brasília.
- Brasil. (2004). Ministério da Saúde. *Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Vigilância alimentar e nutricional - Sisvan: Orientações básicas para a coleta, processamento, análise de dados e informação em serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Fernandez-Sanchez A, Madrigal-Santillan E, Bautista M, et al. (2011). Inflammation, oxidative stress, and obesity. *Int J MolSci*, 12, pp.3117–3132.
- Fisberg RM, Marchioni DML, Slater B & Martini LA. (2005). *Inquéritos alimentares: Métodos e Bases Científicas*. São Paulo: Manole.

Haubrock J, Nöthlings U, Volatier JL, Dekkers A, Ocké M, Harttig U, Illner AK, Knüppel S, Andersen LF & Boeing H. (2011). Estimating usual food intake distributions by using the multiple source method in the EPIC-Potsdam Calibration Study. *J Nutr.*, 141(5), 914-20.

Institute of Medicine. (1997). *Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride*. Washington (DC), 190.

Institute of Medicine. (2001). *Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc*. Washington, D.C.: The National Academy Press.

Institute of Medicine. (2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. Washington, DC: National Academies Press.

Instituto Adolfo Lutz. (1985). *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3. ed. São Paulo, 1, 1-533.

Jaime PC, Latorre MRDO, Fornés NS, Zerbini CAF. (2003). Comparative study among two methods for energy adjustment for nutrient intake. *Nutrire*, 26(único), 11-8.

Kac G & Velásquez-Meléndez G. (2003). A transição nutricional e a epidemiologia da obesidade na América Latina. *Cad Saúde Pública*, 19(1), 4-52.

Brasil. (2006). *A Lei nº. 11.346, de 15 de setembro de 2006, cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN, com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências*. Diário Oficial da União, 18 set.

Keane KN, Cruzat VF, Carlessi R, Bittencourt PH & Newsholm P. (2015). Molecular Events Linking Oxidative Stress and Inflammation to Insulin Resistance and β -Cell Dysfunction. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, Article ID 181643, 15 pages

Laureano GHC, Torman VBL, Crispim SP, Dekkers ALM, Camey SA. (2016). Comparison of the ISU, NCI, MSM, and SPADE Methods for Estimating Usual Intake: A Simulation Study of Nutrients Consumed Daily. *Nutrients*, 8(3), 166.

Leão ALM & Santos LC. (2012). Consumo de micronutrientes e excesso de peso: existe relação?. *Rev Bras Epidemiol*, 15(1), 85-95.

Manna P & Jain SK. (2015). Obesity, Oxidative Stress, Adipose Tissue Dysfunction, and the Associated Health Risks: Causes and Therapeutic Strategies. *Metabolic syndrome and related disorders*, 13(10).

MSM. (2011). *Multiple Source Method (MSM) for estimating usual dietary intake from short-term measurement data: user guide*. EFCOVAL: Potsdam, pp.41.

Nolasco MPB. (1995). Diagnóstico Clínico e Laboratorial – Composição Corporal. In: Fisberg M. *Obesidade na Infância e adolescência*. São Paulo: Fundação BYK, 28-35.

- Panziera FB, Dorneles MM, Durgante PC & Silva VL. (2011). Avaliação da ingestão de minerais antioxidantes em idosos. *Rev Bras Geriatr Gerontol*, 14(1), 49-58.
- Sampaio FA, Cruz KJC, Oliveira ARS, Marreiro DN. (2015). Influência da hipomagnesemia sobre a homeostase do ferro e estresse oxidativo no diabetes mellitus tipo 2. *Nutrire*, Aug; 40(2), 214-225.
- Souverein OW, Dekkers AL, Geelen A, Haubrock J, De Vries JH, Ocké MC, Harttig U, Boeing H & Veer, VP. (2011). Comparing four methods to estimate usual intake distributions. *Eur J Clin Nutr*, 65 (suppl. 1), S92-101.
- Sy J, Choi WS, Ock SM, Kim CM, Kim Dh. (2014). Dietary magnesium intake and metabolic syndrome in the adult population: dose-response meta-analysis and meta-regression. *Nutrient*, 6, 6005–6019.
- Tavano-Colaizzi L, López-Teros M, Pérez-Lizaur AB, Martínez-Castro N, Isoard-Acosta F & Hernández-Guerrero C. (2018). The consumption of antioxidants protects against cognitive and physical disabilities in aged with obesity. *Nutr Hosp*, 35(4), 811-819.
- Tureck C, Locatel G, Corrêa VG, Koehnlein EA. (2017). Avaliação da ingestão de nutrientes antioxidantes pela população brasileira e sua relação com o estado nutricional. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 20(1), 30-42.
- Willett W & Stampfer MJ. (1986). Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *Am. J. Epidemiol*, 124(1), 17-27.
- Willett WC, Howe GR & Kushi LH. (1997). Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr.*, 65(suppl. 4), 1220S-1228S.
- World Health Organization. (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. *Technical report series*, 894, 9.
- Yerlikaya FH, Toker A, Çiçekler H & Aribas A. (2015). The association of total sialic acid and malondialdehyde levels with metabolic and anthropometric variables in obesity. *Biotechnic & Histochemistry*, 90(1), 31–37.
- Zhao L, Xia Z, Wang F. (2014). Zebrafish in the sea of mineral (iron, zinc, and copper) metabolism. *Front. Pharmacol*, 5, 33.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Thayanne Gabryelle Visgueira de Sousa – 15%

Ana Raquel Soares de Oliveira – 12%

Kyria Jayanne Clímaco Cruz – 11%

Diana Stefany Cardoso de Araújo – 10,2%

Mickael Paiva Sousa - 10,2%

Stéfany Rodrigues de Sousa Melo – 10,2%

Vladimir Costa Silva – 10,2%

Gustavo Santos de Sousa 10,2%

Dilina do Nascimento Marreiro – 11%