

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara**  
**Departamento de Alimentos e Nutrição**

**ESTUDO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO INTESTINAL DE FERRO**  
**E ZINCO EM INDIVÍDUOS COM OBESIDADE GRAVE, ANTES E**  
**APÓS CIRURGIA BARIÁTRICA**

**FLÁVIA TRONCON ROSA**

**Araraquara**

**2007**

**FLÁVIA TRONCON ROSA**

**ESTUDO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO INTESTINAL DE FERRO  
E ZINCO EM INDIVÍDUOS COM OBESIDADE GRAVE, ANTES E  
APÓS CIRURGIA BARIÁTRICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Área de concentração: Ciências Nutricionais.

Orientação: Prof. Dr. Julio Sérgio Marchini

Araraquara

2007

***Dedico este trabalho a minha querida família:***

***A meus pais, Sergio e Maria Inês,  
pelo estímulo constante, confiança e anos de “investimento”.***

***A minhas irmãs, Thaís e Sílvia,  
pela amizade e paciência nos momentos de estresse extremo.***

***Expresso meus agradecimentos, em especial,  
ao professor Dr. Julio Sérgio Marchini,  
pela confiança em mim que nem eu mesma apresentava;  
por transmitir seus conhecimentos pelo simples prazer de ensinar;  
e pelas muitas oportunidades de crescimento profissional a mim  
proporcionadas.***

## AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos ao Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, por permitir o desenvolvimento do projeto na instituição;

Às equipes de Cirurgia Bariátrica e da Divisão de Nutrologia, pelo auxílio na seleção e no acompanhamento das voluntárias;

A todos os voluntários que concordaram em participar do estudo, pela colaboração na realização deste trabalho;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa concedida e o auxílio financeiro para a realização do projeto.

\* \* \*

Agradeço imensamente também, ao profissional e amigo Gilberto Padovan, pelos fios de cabelo perdidos durante as análises no Espectrofotômetro de Absorção Atômica;

À equipe da Unidade Metabólica Rosário Unamuno, Mussilinda, Arlete e Celinha, por toda a atenção e disponibilidade demonstradas;

A Cláudia Lúcia Molina, Laura Rosim e Sônia Ornellas, da Seção de Pós-Graduação;

Às amigas: Marina (Spa) e Carol (Xar), que dividiam alegrias e preocupações, diariamente, e me acordavam para os prazos;

Aos meus amigos do laboratório: Fernanda, Estela, Helena, Karla, Karina, Guilherme, Sueli e Sheila, que sempre me acompanharam e me acalmaram nos momentos de estresse;

Aos amigos, assessores e companheiros Izabel e Rafael, sempre disponíveis para qualquer eventualidade, que me ajudaram muito a resolver os problemas de última hora e, principalmente, a comemorar as conquistas;

Às amigas de Araraquara, que compreenderam a minha ausência, apesar de muitas vezes me tirarem do estado de concentração para “reuniões festivas”.

***“Não sei o que o mundo dirá da minha obra. A mim, parece que nunca deixei de ser criança. Uma criança que brincou na praia, que encontrou ou uma pedra polida, ou uma concha multicolorida, enquanto o grande oceano da verdade continua a se estender, ainda inexplorado, diante de meus olhos”.***

**Isaac Newton (1643-1727)**

## RESUMO

ROSA, F. T. **Estudo da capacidade de absorção intestinal de ferro e zinco em indivíduos com obesidade grave, antes e após cirurgia bariátrica.** 2007. 117 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, São Paulo, 2007.

A obesidade é uma doença crônica, multifatorial e de prevalência crescente tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento. Atualmente, têm sido realizadas diferentes técnicas cirúrgicas como tratamento da obesidade e tem-se verificado desenvolvimento de carências nutricionais em diferentes tempos de seguimento pós-cirúrgico. Apesar de o ferro e o zinco estarem incluídos entre as deficiências de nutrientes, pouco se sabe sobre alterações na absorção intestinal desses minerais em indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica. Assim, o presente estudo teve como objetivo verificar alterações na resposta plasmática de ferro e zinco em indivíduos com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica, após administração, por via oral, de ferro e zinco. Para isso foram avaliados 9 indivíduos com obesidade grave, do sexo feminino, com idade média de  $41 \pm 12$  anos e IMC médio de  $51 \pm 9$  Kg/m<sup>2</sup>. Antes e três meses após serem submetidos a cirurgia bariátrica, foram realizados: avaliação nutricional (anamnese alimentar, avaliação antropométrica e bioquímica, impedância bioelétrica e calorimetria indireta), determinação do nitrogênio urinário e o teste de absorção. Em cada momento, após jejum noturno de 8 horas, as voluntárias receberam uma cápsula de sulfato ferroso (15 mg de Fe elementar) e uma cápsula de sulfato de zinco (15 mg de Zn elementar) em doses únicas, em conjunto. A determinação das curvas de ferro e zinco plasmáticos foram realizadas a partir de cinco amostras de cada voluntária: uma basal (antes da administração das cápsulas) e as outras a cada 1 hora num período de 4 horas após a administração. As análises plasmáticas foram realizadas pelo método de espectrometria de absorção atômica e a comparação entre pré e pós-operatório avaliada pela medida da área sob a curva. Analisando os resultados, não foi verificada diferença significativa na concentração plasmática de ferro entre os tempos, tanto no pré como no pós-operatório, bem como na medida da área sob a curva. Em relação ao zinco, somente foi verificada diferença estatística no pré-operatório, quando se comparou a concentração média de zinco plasmático basal ( $87 \pm 17$  µg/dL) com a concentração na primeira hora pós-ingestão ( $105 \pm 23$  µg/dL). A comparação entre as medidas das áreas no pré-operatório ( $54 \pm 35$  µg/dL/h) e no pós ( $23 \pm 20$  µg/dL/h) mostrou que a resposta plasmática no pós-operatório estava diminuída em 7 voluntárias, com nível de significância  $p=0,06$ . Concluiu-se que não houve resposta plasmática à ingestão de ferro em nenhum momento. Em relação ao zinco, não houve resposta plasmática à ingestão somente no pós-operatório e a medida da área sob a curva apresentou-se diminuída, indicando uma possível redução na capacidade absorptiva de zinco nesses indivíduos após a cirurgia.

**Palavras chaves: obesidade, cirurgia bariátrica, absorção de ferro, absorção de zinco.**

## **ABSTRACT**

ROSA, F. T. **Severe obese patients iron and zinc intestinal absorption capacity before and after bariatric surgery.** 2007. 117 f. Dissertation (Master Degree) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, São Paulo, 2007.

Obesity is a chronic and multifactorial disease with increasing prevalence both in developed and in developing countries. Recently, bariatric surgery became one option for obesity treatment and studies have described nutritional deficiencies after this surgery, including iron and zinc deficiencies. Little is known about intestinal absorption of these minerals in patients submitted to bariatric surgery. Therefore, the aim of this study was to verify plasma iron and zinc response in severe obese patients, before and three months after bariatric surgery, subsequent to oral administration of iron and zinc. Nine female severe obese patients (BMI  $51\pm 9$  Kg/m<sup>2</sup>) aged  $41\pm 12$  years old were evaluated. It was carried out: iron and zinc absorption test, urinary nitrogen determination and nutritional assessment which included dietary, anthropometric and biochemical evaluation, bioelectrical impedance and indirect calorimetry. After 8 hours fasting, patients received ferrous sulphate (15 mg elementary Fe) and zinc sulphate (15 mg elementary Zn) single dose at the same time. For determination of plasma iron and zinc curves, it was collected five samples from each patient. Blood was collected immediately before and 1, 2, 3 and 4 hours after oral dose administration. Plasma analyses were carried out by atomic absorption spectrometry and the area under the curve used to compare before and after operative results. It was verified no statistical differences on iron plasma concentration when the five samples were compared, before and after surgery, as well as in the area under the curve measurement. Concerning the zinc, it was verified statistical difference ( $p < 0,05$ ) only before surgery when basal plasma zinc concentration ( $87\pm 17$  µg/dL) was compared to one hour after administration ( $105\pm 23$  µg/dL). Area under the curve was decreased in seven patients after surgery ( $54\pm 35$  µg/dL) ( $p = 0,06$ ), when compared to before ( $23\pm 20$  µg/dL). It was concluded that there was no plasma response to iron sulphate administration at none time. Concerning zinc, it was no plasma response to zinc sulphate administration only after surgery and the decreased area under the curve measurement verified indicates a possible reduction on zinc intestinal absorption capacity after bariatric surgery.

**Keywords: obesity, bariatric surgery, iron absorption, zinc absorption.**

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de estudos avaliando a porcentagem de casos de deficiência de ferro, anemia e deficiência de zinco, incluindo o número de voluntárias estudadas, a técnica cirúrgica empregada e o tempo de seguimento.	30
Tabela 2 – Parâmetros operacionais para forno de grafite.	48
Tabela 3 – Rampa de aquecimento do forno de grafite para análises de ferro.	48
Tabela 4 – Rampa de aquecimento do forno de grafite para análises de zinco.	48
Tabela 5 – Ingestão diária de nutrientes, por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica, obtida por recordatório de 24 horas (média $\pm$ desvio padrão).	52
Tabela 6 – Consumo dos grupos de alimentos, em porções, por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica (média $\pm$ desvio padrão).	54
Tabela 7 – Dados antropométricos de mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica, e a variação dos mesmos (média $\pm$ desvio padrão).	57
Tabela 8 – Gasto energético em repouso e volumes respiratórios, medidos por calorimetria indireta, e oxidação de substratos em mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica (média $\pm$ desvio padrão).	59
Tabela 9 – Excreção de nitrogênio urinário por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica (média $\pm$ desvio padrão).	60
Tabela 10 – Resposta plasmática de ferro ( $\mu\text{g/dL}$ ) em mulheres com obesidade grave, antes e a cada uma hora após ingestão de sulfato ferroso, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.	63
Tabela 11 – Área sob a curva total, de cada voluntária, e valor médio das áreas para ferro, em pré e pós-operatório.	66

Tabela 12 – Resposta plasmática de zinco ( $\mu\text{g/dL}$ ) em mulheres com obesidade grave, antes e a cada uma hora após ingestão de sulfato de zinco, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.	68
Tabela 13 – Área sob a curva total, de cada voluntária, e valor médio das áreas para zinco, em pré e pós-operatório.	71
Tabela 14 – Concentrações de ferro urinário em mulheres com obesidade grave, antes e no dia do teste de absorção, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.	72
Tabela 15 – Concentrações de zinco urinário em mulheres com obesidade grave, antes e no dia do teste de absorção, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.	73

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Critérios para aplicação do tratamento cirúrgico.	16
Quadro 2 – Principais causas da deficiência de ferro e anemia ferropriva.	19

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Prevalência de obesidade em países desenvolvidos e em desenvolvimento.	15
Figura 2. Técnica de Fobi-Capella.	17
Figura 3. Mecanismos de absorção das três formas de ferro: heme, férrico e ferroso.	22
Figura 4. Mecanismos de absorção e distribuição do zinco.	26
Figura 5. Delineamento do estudo.	38
Figura 6. Classificação da ingestão de cada grupo alimentar, em porções, por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.	55
Figura 7. Curva média de calibração para as dosagens de ferro plasmático.	61
Figura 8. Curva média de calibração para as dosagens de zinco plasmático.	61
Figura 9. Representação da concentração média de ferro plasmático em mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.	64
Figura 10. Representação do delta para ferro: variação da concentração de ferro plasmático em relação ao tempo zero, em mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.	64
Figura 11. Representação da medida da área sob a curva, para ferremia, em pré e pós-operatório.	66
Figura 12. Representação da concentração média de zinco plasmático em mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.	69
Figura 13. Representação do delta para zinco: variação da concentração de zinco plasmático em relação ao tempo zero, de mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.	69
Figura 14. Representação da medida da área sob a curva, para zincemia, em pré e pós-operatório.	71

<b>SUMÁRIO</b>	<b>PÁGINA</b>
1 Introdução	14
1.1 Obesidade: conceitos, prevalência e tratamento	14
1.2 Tratamento cirúrgico da obesidade	16
1.3 Ferro	18
1.4 Zinco	23
1.5 Absorção de ferro e zinco após cirurgia bariátrica	28
2 Hipótese	33
3 Objetivos	34
3.1 Objetivo geral	34
3.2 Objetivos específicos	34
4 Aspectos éticos	35
5 Casuística	36
6 Delineamento do estudo	37
7 Métodos	39
7.1 Avaliação nutricional	39
7.1.1 Anamnese alimentar	39
7.1.2 Avaliação antropométrica	40
7.1.3 Avaliação da composição corporal	42
7.1.4 Determinação do gasto energético	43
7.2 Determinação de nitrogênio urinário	44
7.3 Testes de absorção de ferro e zinco	45
7.3.1 Preparo das voluntárias	45
7.3.2 Administração de ferro e zinco	45
7.3.3 Desmineralização dos materiais	46

7.3.4 Determinação de ferro e zinco	47
7.3.4.1 Determinação da área sob a curva	49
8 Análises estatísticas	50
9 Resultados	51
10 Discussão	74
11 Conclusão	88
12 Considerações finais	89
Referências	90
Anexo A	99
Apêndice A	100
Apêndice B	102
Apêndice C	110
Apêndice D	112
Apêndice E	114
Apêndice F	116
Apêndice G	117

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Obesidade: conceitos, prevalência e tratamento**

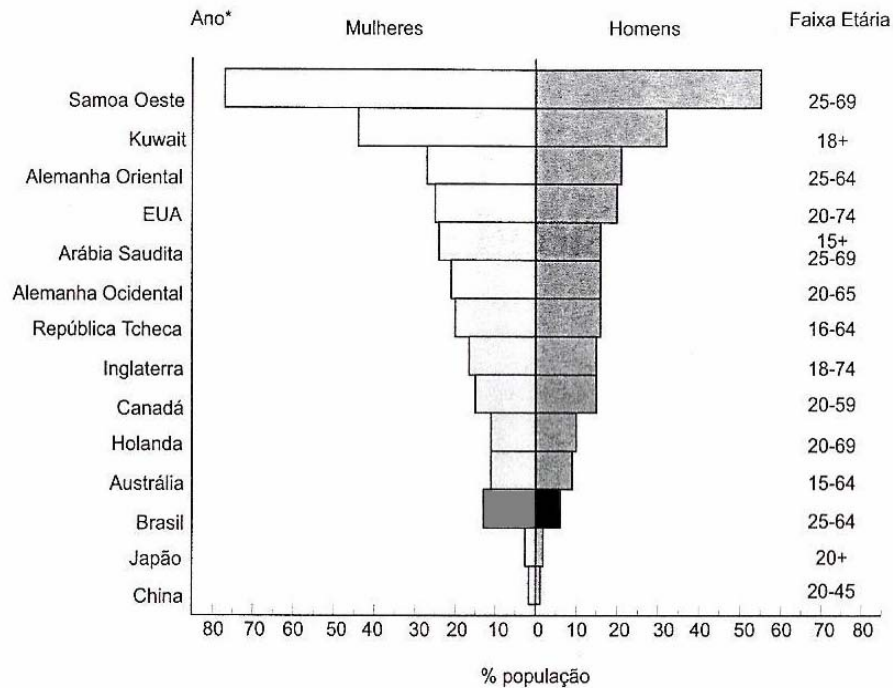
A obesidade, caracterizada por acúmulo excessivo de gordura corpórea com comprometimento da saúde do indivíduo, é uma doença crônica, multifatorial, de prevalência crescente, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, podendo, atualmente, ser classificada como uma epidemia (COUTINHO, 1999; WHO, 2004).

Essa facilidade em armazenar gordura é considerada, pela hipótese de Neel de genótipo “econômico”, um mecanismo de defesa herdado de ancestrais para preservação da espécie em períodos de escassez alimentar. Sendo assim, somente os indivíduos que apresentavam essa capacidade de reserva puderam continuar a espécie e determinaram essa evolução genética, considerada, atualmente, como característica negativa da espécie (NEEL, 1962). Porém, a influência do genótipo na etiologia da doença pode ser influenciada por fatores socioculturais (renda familiar, nível de escolaridade, estado civil), comportamentais (tabagismo, etilismo, hábitos alimentares, atividade física e sedentarismo) e psicossociais (NIH, 1998), que alteram o equilíbrio entre o consumo energético e o gasto.

Mundialmente, mais de 1 bilhão de adultos encontram-se acima do peso ideal para sua altura, sexo, idade e constituição corpórea, sendo 300 milhões com diagnóstico de obesidade (WHO, 2004).

No Brasil, a prevalência dessa doença na última década aumentou consideravelmente, chegando a 12,5%, sendo os maiores índices verificados em adultos do sexo feminino (Figura 1) (IOTF, 1997). Dessa maneira, mesmo em países

ditos de “terceiro mundo”, a obesidade tornou-se um problema de saúde pública importante e de magnitude crescente (WHO, 2004).



\*Pesquisa conduzida entre 1988 e 1994

Figura 1. Prevalência da obesidade nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (IOTF, 1997).

Com a obesidade, além dos transtornos psicossociais, surgem também outras doenças associadas, como diabetes tipo II, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, dislipidemias, esteatose hepática, disfunções pulmonares, artropatias, e, com menor probabilidade, cânceres e anormalidades dos hormônios reprodutivos, que possibilitam o aparecimento de complicações e aumentam o risco de óbito precoce (MUST et al., 1999; PI-SUNYER, 2005).

Essas pessoas apresentam grande dificuldade em seguir um tratamento clínico. Após tentativas malsucedidas de dietas, psicoterapia, atividades físicas assistidas, uso de medicamentos, ou mesmo bem sucedidas, mas com resultados pouco duradouros, muitas delas passam a vislumbrar a cirurgia bariátrica como a

solução de todos os seus problemas (NASSER & ELIAS, 2003; STEINBROOK, 2004).

## 1.2 Tratamento cirúrgico da obesidade

Atualmente, mesmo pessoas com sobrepeso ou graus moderados de obesidade têm optado pelo tratamento cirúrgico, o que determinou a necessidade da elaboração de diretrizes para indicação correta da cirurgia como tratamento (Quadro 1), cabendo à equipe multidisciplinar determinar o tratamento adequado.

Quadro 1 – Critérios para aplicação do tratamento cirúrgico
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grau de obesidade acentuado caracterizado por Índice de Massa Corpórea (IMC)* de 40 Kg/m<sup>2</sup> ou mais**;</li> <li>- IMC entre 35 e 40 Kg/m<sup>2</sup> quando apresentar comorbidades associadas**;</li> <li>- Risco cirúrgico aceitável para garantir segurança e minimizar o risco de complicações perioperatórias graves;</li> <li>- Capacidade do indivíduo e/ou de seus responsáveis em compreender as implicações da operação documentada.</li> </ul>

NIH (1998)

\* IMC = peso (Kg)/estatura<sup>2</sup> (m)

\*\* Critérios de indicação exigidos pelo SUS (Brasil, 2000)

No Brasil, o Ministério da Saúde, a partir de 1999, incluiu a gastroplastia entre os procedimentos financiados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e adotou, como critérios de indicação, os dois primeiros itens descritos na tabela 1 (BRASIL, 2000).

O tratamento cirúrgico da obesidade surgiu na década de 50. Com o passar dos anos, as técnicas vêm sendo aperfeiçoadas e, atualmente, podem receber três

classificações: intervenções restritivas, que adotam a técnica de restrição ao volume de ingestão; disabsortivas, que adotam restrição ao fator disabsortivo isolado obtido pelas diferentes derivações intestinais, ou mistas, com associação de ambas (BUCHWALD, 2002; DEITEL & SHIKORA, 2002).

O Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP-USP) vem utilizando, desde o ano de 2000, a técnica cirúrgica de Fobi-Capella. Essa técnica consiste em uma gastroplastia vertical com derivação gastrintestinal em Y de Roux e colocação de um anel de contenção na bolsa gástrica (Figura 2). É também classificada como uma intervenção mista, pois associa redução do reservatório gástrico a um volume variando de 20 a 50 ml, restrição a passagem dos alimentos pelo anel de contenção (orifício menor que 1,5 cm) e um estado de má absorção intestinal pela derivação gastro-jejunal, com exclusão de todo o duodeno e de 100 a 150 cm do jejuno proximal (CAPELLA & CAPELLA, 1996; FOBI et al., 1998).

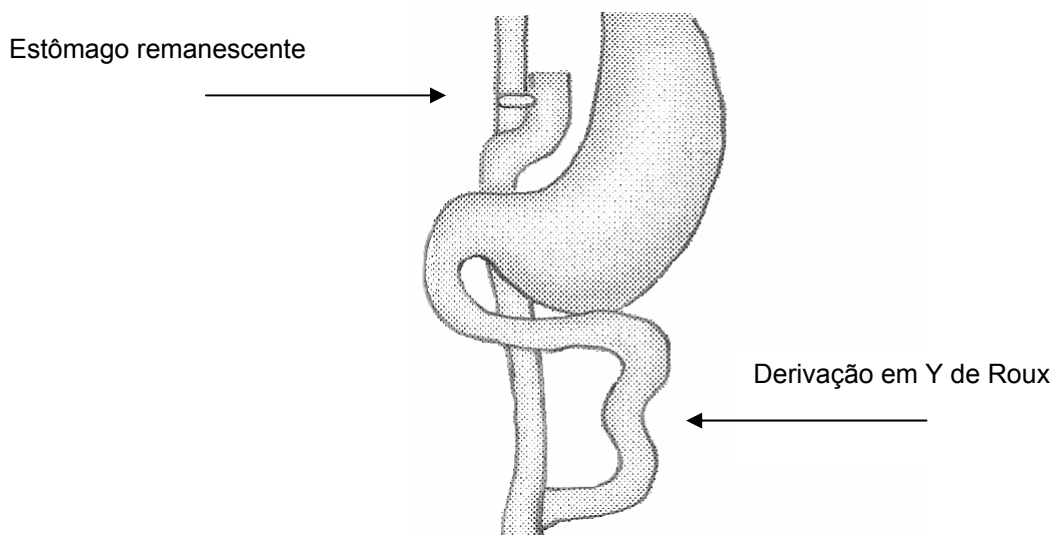


Figura 2. Técnica de Fobi-Capella.

Estudos têm associado o tratamento cirúrgico da obesidade ao desenvolvimento de deficiências nutricionais diversas como desnutrição protéica, deficiência de vitaminas lipossolúveis, ácido fólico, vitaminas do complexo B e carência de minerais como cálcio, selênio, ferro e zinco (KALFARENTZOS et al., 2001; BROLIN et al., 2002b; DOLAN et al., 2004; SLATER et al., 2004; BLOOMBERG et al., 2005), sendo estes dois últimos os objetos do presente trabalho.

### **1.3 Ferro**

A importância do ferro para os seres humanos é relatada desde os séculos XVII e XVIII, quando se iniciaram os estudos sobre o metabolismo do ferro, a partir da descoberta do espectro da hemoglobina e da observação dos eritrócitos nos tecidos. Porém documentos históricos egípcios, gregos, romanos e chineses demonstram já haver muitos séculos antes reconhecimento dos benefícios e do papel do ferro para o organismo (PEREIRA, DINIZ & FERREIRA, 2004).

Esse micronutriente participa de inúmeros processos fisiológicos e metabólicos, o que o torna essencial para a sobrevivência de quase todo organismo vivo. Por sua habilidade em doar e receber elétrons e por fazer parte de sistemas enzimáticos, o ferro possui importante papel no transporte de oxigênio, em reações de liberação de energia na cadeia de transporte de elétrons, na síntese de DNA; além de participar da síntese de hormônios esteróides e do controle de sinais de alguns neurotransmissores no cérebro (WHO, 1998; FRAZER & ANDERSON, 2005).

Apesar de o ferro ser um dos metais mais abundantes na crosta terrestre, sua deficiência é um problema de saúde pública em muitos países (WHO, 1998),

inclusive no Brasil (DUTRA-DE-OLIVEIRA, MARCHINI & DESAI, 1996). Estima-se que 2 bilhões de pessoas no mundo apresentem anemia, e aproximadamente 50% desta seja atribuída à deficiência de ferro (WHO, 2001). As principais causas estão descritas no quadro 2.

Quadro 2 – Principais causas da deficiência de ferro e anemia ferropriva.

- estágios da vida em que as necessidades estão aumentadas (infância, adolescência, gestação) e a ingestão é insuficiente;
- perdas crônicas de sangue (infecções ou tumores no trato gastrointestinal, sangramentos uterinos aumentados ou irregulares);
- ingestão inadequada (baixa biodisponibilidade do ferro dietético, baixa ingestão de alimentos fontes de ferro);
- má-absorção (gastrectomia, acloridria)

WHO (1998)

Como descrito acima, a ingestão inadequada e a má-absorção intestinal são importantes causas da deficiência de ferro e estão intimamente relacionadas às alterações mecânicas da cirurgia bariátrica (BUCHWALD, 2002); sendo assim, é imprescindível que se conheçam os mecanismos de absorção e regulação desse mineral.

O ferro dietético apresenta-se em duas formas químicas: heme e não-heme. As principais fontes de ferro heme, por ele fazer parte da composição da hemoglobina e da mioglobina, são as proteínas animais, como as de carnes, aves e peixes. A absorção do ferro heme pode variar de 15 a 35%, e refeições em que essas fontes estão presentes permitem uma absorção de aproximadamente 25% do ferro ingerido; já o estado nutricional de ferro do indivíduo pouco influencia a absorção dessa forma química (HALLBERG et al., 1979; CARPENTER & MAHONEY, 1992).

O ferro não-heme é a principal forma de ferro na alimentação correspondendo a 60% do ferro presente em fontes animais e a 100% das fontes vegetais. É muito influenciado tanto pelo estado nutricional de ferro do indivíduo como por fatores dietéticos, e sua absorção pode variar de 2 a 20% (CARPENTER & MAHONEY, 1992; HOUSE, 1999).

Pelo papel vital que o ferro desempenha na saúde humana, estudos envolvendo os processos de absorção, de transporte, de armazenamento e de regulação do mineral vêm sendo realizados há décadas. No entanto, somente nos últimos anos, moléculas-chaves foram descobertas e possibilitaram maior entendimento (FRAZER & ANDERSON, 2005). Têm-se verificado diferentes mecanismos de absorção para as formas em que o ferro se apresenta (heme e não-heme), porém todos ocorrem no intestino delgado (ID), sendo mais eficientes no duodeno (FAIRBANKS, 1999) pelo fato de o maior transportador de ferro transmembrana ser expresso nesse segmento (ALPERS et al., 2001).

O ferro heme é absorvido como metaloporfirina, após a remoção da globina por enzimas proteolíticas, e tem-se sugerido que esse processo seja mediado por receptores específicos de internalização celular, ainda não identificados. Dentro da célula mucosa sofre a ação da enzima heme oxigenase, que o libera da porfirina como ferro inorgânico, passando, então, a fazer parte do *pool* de ferro intracelular que segue para ser transportado ou armazenado (LINCH, SKIKNE & COOK, 1989; FAIRBANKS, 1999; SRAI, BOMFORD & McARDLE, 2002).

O ferro não-heme pode estar presente na alimentação tanto na forma ferrosa ( $\text{Fe}^{2+}$ ), que é solúvel e mais absorvível, como na forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Neste último caso, os primeiros passos da absorção são a solubilização do  $\text{Fe}^{3+}$  no estômago, pela secreção de ácido clorídrico, e a formação de complexos com aminoácidos ou

açúcares simples, para se manter solúvel no lúmen intestinal. Na borda em escova do intestino delgado, sofre redução para  $\text{Fe}^{2+}$ , por uma enzima recentemente identificada (redutase férrica), denominada DcytB (McKIE et al., 2001). Assim, o  $\text{Fe}^{2+}$ , seja pela redução ou mesmo quando já foi absorvido nessa forma, é assimilado pela célula mucosa do ID através de receptores de membrana específicos como DMT-1 (transportador de metal divalente), para ser armazenado ou transportado pela corrente sanguínea aos órgãos e tecidos (GUNSHIN et al., 1997; FRAZER & ANDERSON, 2005).

Conrad et al. (1991, 1992, 2000), estudando a absorção do ferro, propuseram um mecanismo específico  $\beta_3$  – *integrin* – *mobilferrin pathway* (IMP) para absorção na forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ). O processo envolve a formação de um complexo Fe – mucina na célula da mucosa intestinal para manter a solubilidade do  $\text{Fe}^{3+}$  em pH acima de 3; esse ferro liga-se, então, a  $\beta_3$  – integrina na superfície celular, e é transferido, então, pela proteína mobilferrina ao interior do enterócito.

O processo de transporte do ferro dentro das células ainda é pouco conhecido, mas sabe-se que o caminho a ser seguido dependerá dos níveis em que esse elemento se encontra no organismo do indivíduo. Quando a demanda é alta o ferro preferencialmente atravessa a membrana basolateral e segue pela circulação porta para cumprir suas funções. Estudos sugerem que a passagem do  $\text{Fe}^{2+}$  para o plasma é mediada por uma proteína de transporte denominada ferroportina 1; no entanto, requer, primeiramente, ser oxidado para a forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ) pela hepaestina, uma proteína ferro-oxidase multicobre (FRAZER & ANDERSON, 2005). No plasma, liga-se instantaneamente à transferrina para ser levado aos tecidos e órgãos. Quando o ferro encontra-se em excesso, permanece nas células até retornar ao lúmen intestinal pela descamação das células das vilosidades (SRAI,

BOMFORD & McARDLE, 2002). A figura 3 demonstra esses mecanismos:

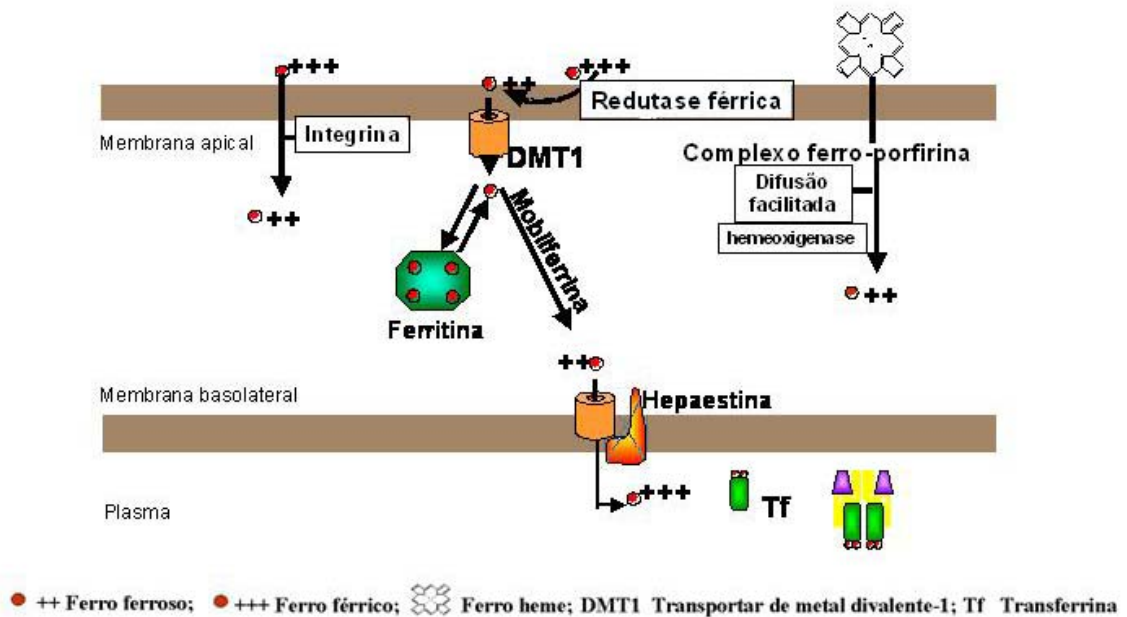


Figura 3. Mecanismos de absorção das três formas de ferro: heme, férrico e ferroso (GABRIEL et al., 2006).

O ferro, além das inúmeras funções vitais, possui um potencial de redução que leva à produção de radicais livres que podem causar importantes danos celulares. Assim, na ausência de doença, o organismo dispõe de processos para regular os níveis de ferro, de modo a suprir as necessidades e evitar o desenvolvimento de toxicidade provocada pelo excesso desse mineral (FRAZER & ANDERSON, 2005).

Visto que o ferro não é ativamente excretado do corpo e, sim, eliminado pela descamação de células intestinais, do trato urinário e da pele, os mecanismos de regulação do balanço de ferro não envolvem aumento da excreção, mas outros três mecanismos. O primeiro deles é a contínua reutilização do ferro a partir do catabolismo de eritrócitos: o ferro liberado é captado pela transferrina e transportado de volta à medula óssea e a outros tecidos, para utilização. O segundo, refere-se à

capacidade do organismo humano de estocar o ferro em excesso e liberá-lo de acordo com a demanda. O ferro é armazenado no organismo sob a forma de ferritina ou de hemossiderina, presentes nas células do sistema mononuclear fagocitário (da medula óssea, do baço e do fígado), no parênquima hepático e no músculo esquelético (THEIL, 2003). Por último, e de maior interesse para o presente estudo, a regulação da absorção intestinal. Descobriu-se, recentemente, que o fígado desempenha um papel central na regulação da absorção do ferro pela produção de um hormônio denominado hepcidina. Sugere-se que o mecanismo envolva interação direta dessa proteína com a ferroportina 1, responsável pelo transporte de ferro para o plasma, levando à internalização e degradação dessa proteína. Com isso, o aumento das concentrações de ferro dentro das células intestinais provocaria alterações na expressão de componentes da membrana celular da borda em escova do ID, como o DMT-1 e Dcytb, diminuindo a absorção intestinal de ferro (NEMETH et al., 2004; FRAZER & ANDERSON, 2005).

#### **1.4 Zinco**

Na evolução histórica, o entendimento das funções do zinco no metabolismo teve início em 1869, com os estudos de Raulin, que descobriu sua importância para o crescimento do *Aspergillus niger*. A essencialidade do zinco (Zn) para os seres humanos só foi descoberta com o reconhecimento pela comunidade científica, em 1955 (McCALL, HUANG & FIERKE, 2000; MAFRA & COZZOLINO, 2004).

O zinco está presente em todos os tecidos e fluidos corporais, sendo encontrado em quase sua totalidade - 99% - nos compartimentos intracelulares. Nos tecidos, está presente no músculo esquelético e nos ossos, em concentrações

aproximadas de 60 e 30%, respectivamente (VALLEE & FALCHUK, 1993; KING, 2000).

A essencialidade do zinco tem sido estabelecida, nos últimos 30 anos, por seu envolvimento com inúmeras atividades catalíticas, estruturais e regulatórias, em diferentes tecidos e órgãos. Faz parte da composição de mais de 300 enzimas, participando da síntese e degradação de carboidratos, proteínas, lipídeos e ácidos nucléicos, bem como do metabolismo de outros micronutrientes (WHO, 1998). Por ser um metal estável, é capaz de estabilizar estruturas moleculares dos componentes celulares e membranas, contribuindo para integridade de células e órgãos (VALEE & FALCHUK, 1993). Além disso, possui importante papel na regulação da expressão gênica e no desenvolvimento, diferenciação e divisão celular (VALEE & FALCHUK, 1993, MACDONALD, 2000); desempenha papel central na atividade de células do sistema imunológico (FRAKER, 2000) e na função neurosensorial (FREDERICKSON, 2000).

Embora a prevalência de deficiência de zinco ainda seja pouco conhecida, visto que ainda não foram realizadas investigações epidemiológicas adequadas (YUYAMA, 2005), a deficiência nutricional desse mineral acomete a população em todo o mundo, tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento, causando efeitos adversos na saúde humana (WHO, 1996). As causas dessa deficiência podem ser classificadas em dois grupos: síndromes relacionadas a disfunções metabólicas ou genéticas e causas nutricionais. O primeiro inclui desnutrição energético-protéica; alcoolismo; doenças que levam à síndrome da má absorção; insuficiência renal crônica; acrodermatite enteropática, entre outras. Já entre os fatores nutricionais, mais comuns e muito importantes, podem-se destacar o consumo inadequado de alimentos considerados fontes desse mineral ou a

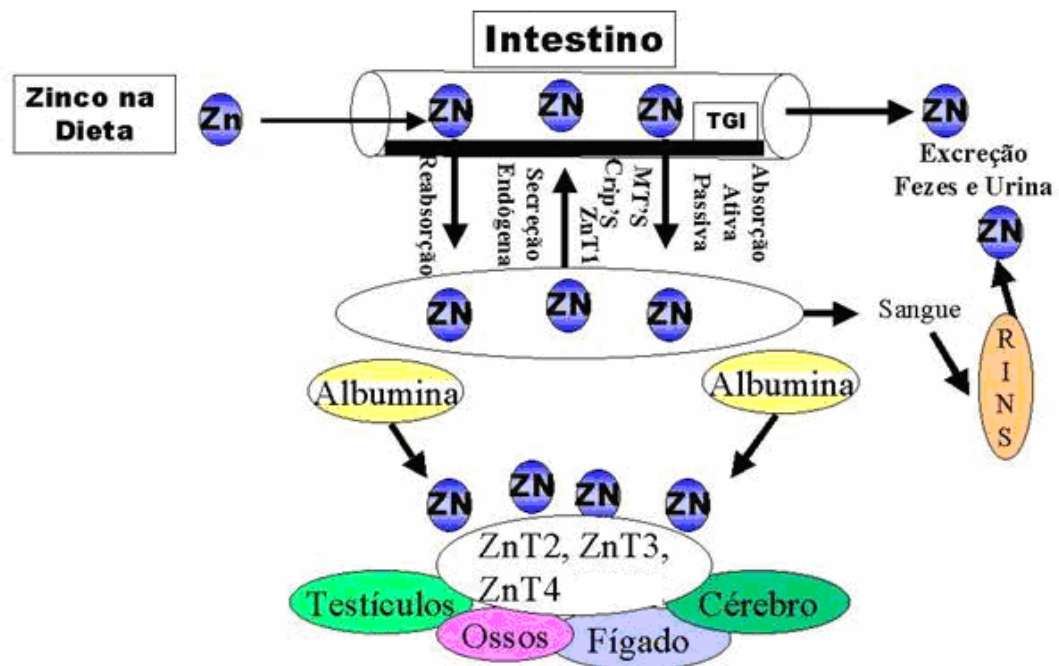
presença de inibidores de sua absorção; nutrição parenteral total inadequada; e as fases da vida em que as necessidades se encontram aumentadas e a ingestão não alcança as recomendações, como na infância, na gestação e no envelhecimento (WHO, 1998).

A absorção do zinco ingerido dá-se no intestino delgado, principalmente na porção proximal do jejuno, e a presença de glicose parece facilitar essa absorção (LEE, 1989). O processo ainda é pouco conhecido, mas tem sido relatado ocorrer tanto por difusão passiva como por transporte ativo, sendo, este último, saturável na presença de altas concentrações de zinco no lúmen intestinal e mais eficiente em períodos de baixa ingestão. O transporte passivo, ao contrário, é um mecanismo de difusão diretamente proporcional à quantidade de zinco ingerida (DAVIES, 1980; HOADLEY, LEINART & COUSINS, 1987).

O transporte ativo do zinco parece ser mediado por carreadores; no entanto, as moléculas responsáveis pela internalização do zinco nas células intestinais não estão completamente descritas (REYES, 1996). Hempe e Cousins (1991) sugerem que a passagem do zinco através das células mucosas intestinais ocorra por meio de proteínas intestinais ricas em cisteína (CRIP), que o transportam dentro da célula em direção à membrana basolateral. Essas proteínas parecem ser específicas para absorção intestinal, visto que não foi observada expressão de RNA - mensageiro para CRIP em alguns órgãos, como fígado, rim, cérebro, pâncreas, e somente em pequenos níveis nos pulmões (15%), no baço (12%), nas glândulas adrenais (9%) e nos testículos (8%).

A passagem do zinco pela membrana basolateral parece ser mediada pelo transportador de zinco ZnT- 1 (McMAHON & COUSINS, 1998). Ultrapassando essa membrana, o mineral segue pela circulação porta para o fígado, de onde,

posteriormente, é distribuído aos órgãos ligado a albumina (~70%), a  $\alpha_2$  - macroglobulina (~30%) ou a outros aminoácidos (VALLEE & FALCHUK, 1993). Uma série de outros transportadores de zinco (ZnT- 2, ZnT- 3, ZnT- 4) têm sido isolados; no entanto, acredita-se terem maior função na distribuição e captação do zinco (por outros órgãos e tecidos) e na regulação do mesmo, e não especificamente na absorção intestinal (McMAHON & COUSINS, 1998). A figura 4 demonstra os mecanismos de absorção e distribuição propostos atualmente.



Zn – zinco  
 TGI – trato gastrointestinal  
 MT's – metalotionéinas  
 CRIP's – proteínas intestinais ricas em cisteína  
 ZnT (-1, -2, -3, -4) – transportadores de zinco

Figura 4. Mecanismos de absorção e distribuição do zinco (ROSA et al., 2006).

Quanto à regulação da absorção, o trato gastrointestinal é o local onde o zinco sofre maior controle homeostático, especialmente no intestino delgado, no pâncreas e no fígado (KREBS, 2000). Esse mecanismo não está completamente

elucidado (KING, SHAMES & WOODHOUSE, 2000), porém, a secreção endógena parece ser mais importante do que a absorção intestinal e as perdas urinárias na manutenção da homeostase desse mineral (SIAN et al, 1996).

Estudos preliminares sugerem que as quantidades endógenas secretadas são comparáveis ou maiores do que a ingestão (MATSESHE et al., 1980; KREBS, 1998) e, se esses estudos se confirmarem, a manutenção do balanço de zinco poderá ser dependente não somente da absorção, mas também da eficiência na reabsorção desse zinco endógeno. Esse processo de reabsorção não foi investigado, mas possivelmente dependerá da forma e quantidade do zinco, de fatores intraluminais e do local de absorção no ID (KREBS, 2000).

Segundo Mason (2004), uma menor ingestão de zinco proporciona uma absorção mais eficiente e uma excreção fecal menor. Estudo duplo cego, placebo, realizado com 18 indivíduos ileostomizados recebendo suplementação diária de 25 mg de Zn durante 14 dias, verificou diminuição da expressão de transportadores de Zn na mucosa intestinal quando comparados com o grupo placebo. Esse resultado sugere que variações na ingestão de Zn podem regular a expressão de transportadores de membrana do íleo e contribuir para a manutenção do estado de zinco corporal (CRAGG et al., 2005).

As metalotioneínas (MT), proteínas com alta afinidade por metais, também parecem desempenhar importante papel na regulação da concentração de zinco. Expressas no fígado, no intestino, nos rins e no pâncreas, essas proteínas atuam na detoxificação celular. Quando presente em altas concentrações nas células, o zinco induz a síntese da proteína tioneína e liga-se a ela, formando a metalotioneína. Quando a concentração desse mineral diminui, ele é liberado da MT para ser transportado aos tecidos alvo. Caso contrário, será excretado após a extrusão

celular (MARET, 2000).

### **1.5 Absorção de ferro e zinco após cirurgia bariátrica**

Como relatado anteriormente, o ferro e o zinco possuem máxima absorção no intestino delgado, principalmente no duodeno e no jejuno que, pela técnica cirúrgica de Fobi-Capella, acabam total ou parcialmente excluídos do trânsito digestivo normal. Associado a isso, a redução na capacidade gástrica pela gastroplastia vertical e a colocação de anel de contenção levam a importante restrição na ingestão alimentar, e tem-se verificado inadequação na ingestão de ferro e zinco (ANDERSEN & LARSEN, 1989; TROSTLER et al., 1995) e altos índices de intolerância às carnes, principalmente à bovina (KENLER, BROLIN & CODY, 1990; KRIWANNEK et al, 2000; SHAI et al., 2002), considerada fonte desses minerais.

Sendo assim, seja por má absorção (BEARD, BOREL & PETERSON, 1997) ou por ingestão inadequada (KENLER, BROLIN & CODY, 1990), esses indivíduos passam a fazer parte do grupo de risco para o desenvolvimento de carências nutricionais, incluindo, entre elas, a deficiência de ferro e de zinco.

A diminuição da secreção de ácido gástrico após a cirurgia bariátrica, devido à pequena região de estômago remanescente, pode ser considerada outro importante fator que contribui para deficiência de ferro e zinco nesse grupo (BEARD, BOREL & PETERSON, 1997; BROLIN et al, 1998). O ferro, quando presente na forma férrica ( $\text{Fe}^{3+}$ ), precisa ser solubilizado em pH ácido para manter-se em suspensão até ser absorvido.

Além disso, o crescente uso de polivitamínicos e minerais na prevenção e no tratamento dessas deficiências, muito empregado nesse grupo, pode estar

comprometido, pois a solubilidade dos sais administrados oralmente varia muito, e as formas menos solúveis dependem do pH intragástrico para serem absorvidas (HENDERSON et al, 1995).

Pouco se sabe sobre alterações na absorção intestinal de ferro e zinco em indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica. Entretanto, tem-se evidenciado desenvolvimento dessas deficiências em diferentes tempos de seguimento pós-cirúrgico, como relatado por alguns autores e resumido na tabela 1.

Tabela 1 – Relação de estudos avaliando a porcentagem de casos de deficiência de ferro, anemia e deficiência de zinco, incluindo o número de indivíduos estudados, a técnica cirúrgica empregada e o tempo de seguimento.

Estudo	(n)	Técnica cirúrgica	Seguimento	Deficiência de Fe	Anemia*	Deficiência de Zn
Halverson et al. (1981)	-	BPGYR	20 meses	20%	18%	-
Amaral et al. (1985)	-	BPGYR	~33 meses	49%	35%	-
Brolin et al. (1991)	140	BPGYR	~24 meses	33%	22%	-
Brolin et al. (1998)	348	BPGYR	≥ 36 meses	47%	54%	-
Kalfarentzos et al. (2001)	-	GVB	-	32%	46%	-
Brolin et al. (2002)	298	BPGYR	≥ 3 anos	45 - 52%	35 -41%	-
		BPGYR distal		49%	74%	
Slater et al. (2004)	170	DBP/DBP-SD	≥ 1 ano	-	-	~51%
Dolan et al. (2004)	134	DBP/DBP-SD	± 28 meses (6 -50 meses)	22,9%	32,5%	10,8%
Madan et al. (2006)	100	BPGYR	6 meses	20%	-	23%
			12 meses	16%		36%
Cominetti et al. (2006)	22	BPGYR	2 meses	-	-	68%
Pajecki et al. (2007)	75	BPGYR	> 5 anos	25%	40%	-

BPGYR: bypass gástrico com derivação em Y-de-Roux

GVB: gastroplastia vertical com colocação de banda

DBP: derivação biliopancreática

DBP-SD: derivação biliopancreática com *switch* duodenal

\* causa da anemia inespecífica, ou seja, não necessariamente causada pela deficiência de ferro

A partir de um estudo realizado por Brolin e Leung (1999), verificou-se que aproximadamente 95% dos cirurgiões solicitam hemograma completo para acompanhamento clínico de seus pacientes e 56 a 76% incluem indicadores do estado nutricional de ferro, vitamina B<sub>12</sub>, folato e eletrólitos, mas o zinco não foi relatado. Além disso, constatou-se que somente 22% dos cirurgiões fazem esse seguimento após 3 meses de cirurgia; 33% após 6 meses; 41% após 12 meses e 4% não solicitam exames laboratoriais de rotina.

Observam-se poucos estudos avaliando deficiência de zinco, possivelmente por não haver uma metodologia sensível e suficientemente validada para avaliação do estado nutricional de um indivíduo em relação ao zinco (YUYAMA et al, 2005). Rotineiramente, a determinação de zinco no plasma/soro é a opção mais utilizada, porém, muitos fatores, como idade, gravidez, infecção, estresse, estado nutricional, entre outros, podem alterar seus níveis, além de variações dependentes da ingestão desse mineral durante o dia e do efetivo mecanismo homeostático para manutenção das concentrações plasmáticas e teciduais (ALPERS et al., 2001; MASON, 2004).

Quanto à prevalência de anemia descrita, não se pode afirmar que seja causada por deficiência de ferro. Grande parte dos estudos, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, baseiam-se em valores de hemoglobina inferiores a 13 g/dL para homens e 12 g/dL para mulheres para determinar o diagnóstico de anemia (WHO, 2001). Esse indicador é universalmente utilizado, mas não possui boa especificidade e sensibilidade para avaliar o estado nutricional de ferro, uma vez que pode se encontrar alterado em condições de infecção e inflamação, hemorragia, hemoglobinopatias, desnutrição protéico-calórica, deficiência de folato e/ou vitaminas B<sub>12</sub>, uso de medicamentos, desidratação, gestação e tabagismo (BEARD, DAWSON & PIÑERO, 1996; COOK, BAYNES & SKIKNE; 1992; PAIVA, RONDÓ &

GUERRA-SHINOHARA, 2000).

Pelo exposto, propôs-se o desenvolvimento de um primeiro estudo para verificar possíveis alterações na capacidade absorptiva intestinal de ferro e zinco, em indivíduos com obesidade grave, após serem submetidos à cirurgia bariátrica.

## **2 HIPÓTESE**

Indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica apresentam resposta plasmática de ferro e zinco diminuída, após administração desses nutrientes por via oral, em relação ao mesmo procedimento realizado em momento pré-cirúrgico. Para testar essa hipótese, foram realizados testes de absorção de ferro e zinco, e os resultados foram analisados com nível de significância estabelecido em 5%.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste estudo foi verificar alterações na resposta plasmática de ferro e zinco em indivíduos com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica, após administração, por via oral, de sulfato ferroso e sulfato de zinco.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Em pré e pós-operatório:

- Avaliar a ingestão alimentar de calorias, macronutrientes, ferro e zinco;
- Avaliar o peso, a composição corporal e o gasto energético em repouso;
- Monitorar a resposta plasmática de ferro e zinco após administração dos minerais;
- Avaliar a excreção urinária de ferro, zinco e nitrogênio.

#### **4 ASPECTOS ÉTICOS**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (ANEXO A) e somente foi colocado em prática após explicação detalhada do seu desenvolvimento e mediante declaração de consentimento assinada pelos participantes (APÊNDICE A).

## 5 CASUÍSTICA

A avaliação para selecionar participantes para o projeto foi realizada com 52 indivíduos do sexo feminino, com diagnóstico de obesidade grave e considerados, pela equipe de Nutrologia, próximos de serem submetidos a cirurgia por apresentarem avaliação clínica e psicológica avançada. Para o presente projeto, os únicos critérios para a não realização do estudo foram: desinteresse dos mesmos em participar do estudo; e desistência durante as coletas; internação com prazo curto de antecedência à cirurgia e pausa na higienização dos materiais por reforma do laboratório, impedindo o andamento das coletas. Foram realizadas coletas em 11 mulheres, sendo 2 excluídas da análise, no pós-operatório, por hemólise do sangue verificada após a centrifugação das amostras.

Realizou-se, então, um estudo do tipo “crossover”, no qual as participantes foram comparadas com elas mesmas, em dois momentos distintos. Finalizou-se com 9 indivíduos do sexo feminino, com idade média de  $41 \pm 12$  anos, diagnosticadas com obesidade grave, IMC superior a  $40 \text{ Kg/m}^2$ , que estavam em acompanhamento nutricional ambulatorial pela equipe de Nutrologia e foram submetidas à cirurgia bariátrica.

Tal estudo foi desenvolvido junto à Divisão de Nutrição Clínica do Departamento de Clínica Médica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP), no período de junho de 2005 a julho de 2006.

Ressalta-se que, em nenhum momento, esse protocolo interferiu na indicação para a cirurgia, ou, quiçá, na sugestão de se internar uma ou outra voluntária. Essa responsabilidade foi sempre da equipe multidisciplinar responsável pelo tratamento cirúrgico da obesidade.

## 6 DELINEAMENTO DO ESTUDO

As voluntárias selecionadas para realização da cirurgia bariátrica eram internadas com 4 a 7 dias de antecedência. A primeira etapa do presente estudo foi realizada dentro desse período. Na segunda, três meses depois, as voluntárias foram reinternadas durante três dias. Todos os procedimentos de coleta foram realizados da mesma forma nos dois momentos.

No primeiro dia de internação, após exame clínico pela equipe médica da Divisão de Nutrologia, as voluntárias foram submetidas à avaliação nutricional incluindo anamnese alimentar, avaliação antropométrica e bioquímica, impedância bioelétrica (BIA) e calorimetria indireta. No dia do teste de absorção foram realizadas coletas de sangue para análise da resposta plasmática à dose de mineral oferecida.

Em cada etapa, foram realizadas duas coletas de urina de 24 horas, em que foram dosados ferro, zinco e nitrogênio: uma controle, antes da realização do teste de absorção, e outra, no dia do teste.

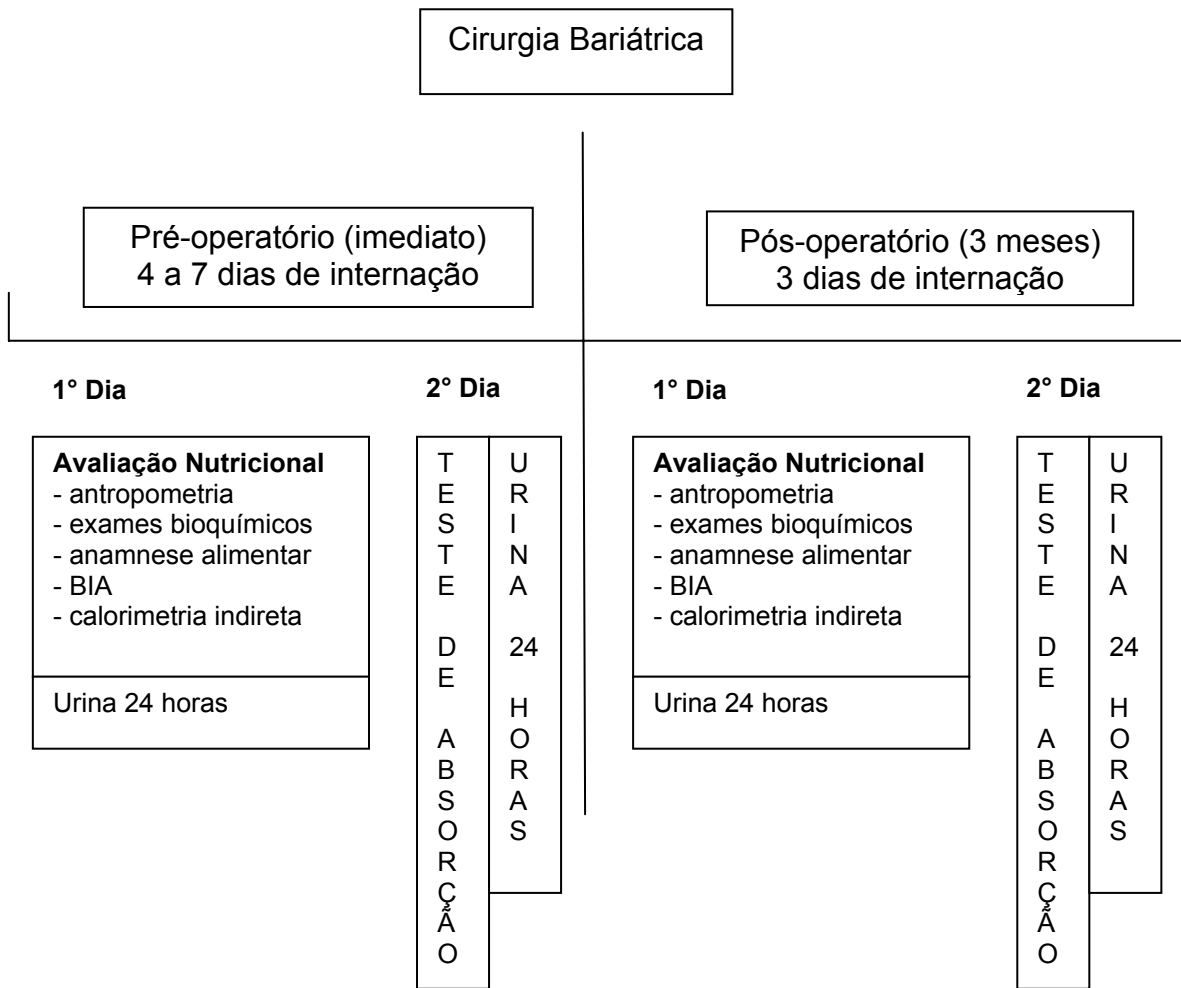


Figura 5. Delineamento do estudo.

## 7 MÉTODOS

### 7.1 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

#### 7.1.1 Anamnese alimentar

A anamnese foi realizada por meio de recordatório alimentar, que descreve e quantifica a ingestão alimentar do indivíduo num período de 24 horas, em protocolo específico. Para estimar a quantidade ingerida de nutrientes, em especial energia (Kcal), proteínas (g), carboidratos (g), lipídeos (g), ferro (mg) e zinco (mg), foi utilizado o programa de avaliação nutricional NutWin Profissional<sup>®</sup> 2.0 – Software, desenvolvido pela Escola Paulista de Medicina – UNIFESP. A adequação da ingestão alimentar foi analisada a partir da comparação dos dados sobre a alimentação habitual das voluntárias e a DRI, “Dietary Reference Intake” (IOM, 2001 e 2002).

Também se adotou, antes e depois da cirurgia, um questionário de frequência alimentar (QFA) adaptado para programas de prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, a fim de avaliar a frequência de ingestão de alimentos e o padrão de consumo desse grupo, nos últimos três meses antes da aplicação do instrumento (RIBEIRO & CARDOSO, 2002). Os dados obtidos foram analisados pelo programa Dietsys<sup>®</sup>, versão 4.0, desenvolvido pelo Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos da América (EUA), com dados da tabela oficial americana do Departamento de Agricultura (USDA). A frequência de consumo de cada grupo alimentar foi comparada com a recomendação proposta pela USDA (United States Department of Agriculture – 1992).

Durante o período de estudo, também foram coletadas informações referentes

a apetite, aversão por alimentos e freqüência de episódios de náusea, vômito, azia, queimação e diarreia (VANNUCCHI, UNAMUNO & MARCHINI, 1996).

### 7.1.2 Avaliação antropométrica

A antropometria foi realizada pela utilização de medidas de peso (P), estatura (E), índice de massa corporal (IMC), circunferências abdominal (CA) e do quadril (CQ), índice abdômen:quadril (IAQ) e porcentagem de perda de peso, recomendadas pela Organização Mundial da Saúde para avaliação de adultos com sobrepeso ou obesidade (WHO, 1995), além da medida da circunferência do braço (CB).

- a) Peso (P): a pesagem (em Kg) foi feita em balança eletrônica Filizola<sup>®</sup> (São Paulo, SP – Brasil), com capacidade para 300 Kg e precisão de 0,2 Kg. Essa medida foi realizada pela manhã, com os indivíduos em jejum, vestindo roupas leves, descalços e após esvaziamento da bexiga.
- b) Estatura (E): a medida da estatura foi realizada com os indivíduos em posição ereta, cabeça em plano vertical, descalços, com pés e calcanhares juntos e o peso distribuído igualmente sobre os mesmos, com as costas, nádegas e calcanhares apoiados na haste graduada, inextensível, a qual forneceu o valor em metros.
- c) Índice de massa corpórea (IMC): utilizado como indicador simples do estado nutricional de adultos, é a medida da massa corpórea em relação à estatura calculada a partir da conversão das medidas de peso e estatura na fórmula  $IMC (Kg/m^2) = P/E^2$ .
- d) Circunferência do braço (CB): com o indivíduo em posição ereta e o braço flexionado em ângulo de 90°, mediu-se, por meio de fita métrica milimetrada e inextensível, o ponto médio entre os processos olécrano e acrômio. Neste ponto,

com o braço relaxado ao lado do tronco, a medida (em centímetros) foi obtida contornando-se o braço com a fita métrica, porém sem comprimir o tecido.

- e) Circunferência abdominal (CA): a medida (em centímetros) foi obtida por meio de fita milimetrada, inextensível, posicionada horizontalmente no ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca, com o indivíduo ereto, abdômen relaxado, braços ao lado do corpo, peso igualmente sustentado pelas pernas e pés separados 25 a 30 cm.
- f) Circunferência do quadril (CQ): também com o indivíduo ereto, pés juntos, braços estendidos ao lado do corpo, a medida (em centímetros) foi realizada com fita milimetrada, inextensível, no plano horizontal, ao redor da maior circunferência observada no nível das nádegas.
- g) Índice abdômen:quadril (IAQ): expressa em fração decimal, é a razão entre a medida da circunferência abdominal (CA) e a da circunferência do quadril (CQ), em centímetros.
- h) Porcentagem de perda de excesso de peso (%PP): calculada a partir da fórmula descrita abaixo:

$$\%PP = [(P_1 - P_2) / (P_1 - P \text{ ideal})] \times 100$$

$P_1$  = peso pré-operatório

$P_2$  = peso pós-operatório

Peso ideal = estatura (m) ao quadrado multiplicada pela média dos valores de IMC limitrofes de eutrofia (18,5 e 24,9 Kg/m<sup>2</sup>)

### 7.1.3 Avaliação da composição corporal

Para determinação da composição corporal, foi realizada impedância bioelétrica (BIA) pelo aparelho Quantum BIA 101<sup>®</sup> (Q – JL Systems, Michigan, USA) no indivíduo em decúbito dorsal, com pernas afastadas e braços paralelos e afastados do tronco. Eletrodos de eletrocardiograma, pelos quais ocorre a passagem de uma corrente elétrica de baixa intensidade, 500 a 800 microampéres, e frequência de 50 kHz, foram colocados unilateralmente em contato com as extremidades do indivíduo. Esse método baseia-se no princípio de que a resistência, ou impedância, é inversamente proporcional à água corporal total (FOSTER & LUKASKI, 1996). Sendo assim, a diferença entre a voltagem transmitida inicialmente pelos eletrodos e a detectada no pletismógrafo permite a determinação dos valores de resistência e reactância, utilizados para estimar a composição corporal.

Para quantificar a massa livre de gordura (MLG), aplicou-se a fórmula a seguir, desenvolvida especificamente para população de pessoas com obesidade (JAKICIC, WING & LANG, 1998). A composição de gordura corporal (GC) foi obtida pela diferença entre o peso total do indivíduo e a massa magra.

$$\text{MLG (Kg)} = 2,68 + 0,20(E^2/R) + 0,19P + 2,55k + 0,1157E$$

$$\text{GC (Kg)} = P - \text{MLG}$$

R = resistência

$E^2/R$  = estatura (cm) / resistência

P = peso

K = etnia (sendo caucasiano = 0; afro- americano = 1)

E = estatura (m)

O protocolo de avaliação nutricional encontra-se no APÊNDICE B.

#### 7.1.4 Determinação do gasto energético

O gasto energético em repouso (GER) dos indivíduos foi medido após jejum de 12 horas, repouso à temperatura ambiente estável, em torno de 20°C, e em estado de vigília (SUEN, SILVA & MARCHINI, 1998), e para essa determinação foi aplicada a calorimetria indireta. Esse método quantifica a energia produzida pelo organismo ao oxidar carboidratos, lipídeos e proteínas através de cálculo indireto do valor de oxigênio consumido ( $V_{O_2}$ ) e de gás carbônico produzido ( $V_{CO_2}$ ) durante certo período de tempo. Para isso, o calorímetro utilizado foi o Sensor Medics Calorimeter Vmax 29<sup>®</sup> (Sensor Medics Corporation, Yorba Linda – Califórnia, USA), e os valores encontrados foram aplicados na fórmula de Weir, descrita a seguir, para se obter o gasto energético de repouso em Kcal/dia (WEIR, 1949):

$$GER = 3,94 \times V_{O_2} \text{ (L/min)} + 1,106 \times V_{CO_2} \text{ (L/min)} \times 1440$$

A estimativa da oxidação de carboidratos e lipídeos foi calculada a partir dos volumes de oxigênio consumido e gás carbônico produzido, aplicados na seguinte fórmula (FRAYN, 1997).

$$\text{Glicose (g)} = 4,57 V_{CO_2} - 3,23 V_{O_2}$$

$$\text{Lipídeos (g)} = 1,69 V_{O_2} - 1,69 V_{CO_2}$$

$V_{O_2}$  = volume de oxigênio consumido

$V_{CO_2}$  = volume de gás carbônico produzido

## 7.2 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO URINÁRIO

O teor de nitrogênio total (N) das amostras de urina foi estimado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995). Esse método baseia-se em três etapas: digestão, destilação e titulação.

A digestão foi realizada por aquecimento de 100 µL da amostra homogeneizada adicionada de 4 mL de ácido sulfúrico concentrado, para decompor o nitrogênio em sulfato de amônio, e 2 gotas de dióxido de selênio a 5%, como catalisador do processo de digestão. O aquecimento foi feito em bloco digestor, primeiramente a 150°C por 30 minutos, aumentando-se para 250°C até completar a digestão, quando as amostras foram esfriadas à temperatura ambiente, enxaguadas com água destilada e reaquecidas até completar 1 hora.

Digerida a amostra, foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína (1%), e a solução foi, então, alcalinizada com hidróxido de sódio (50%) em excesso, para converter os sais de amônio em amônia. Seguiu-se, então, para a etapa de destilação, na qual a amônia foi evaporada, condensada e captada em um erlenmeyer contendo 4 gotas de mazuazaga e 5 ml de ácido bórico a 4%, com o qual reagiu, formando o complexo borato de amônio.

Na etapa da titulação, esse complexo foi neutralizado com solução de ácido sulfúrico 0,1N, e a quantidade utilizada para tal foi aplicada na fórmula a seguir:

$$\text{g de N \%} = \frac{0,014 \times N \text{ ácido} \times (Vt \text{ amostra} - Vt \text{ branco})}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

N = normalidade do ácido sulfúrico utilizado na titulação

Vt = volume de ácido utilizado na titulação

## 7.3 TESTES DE ABSORÇÃO DE FERRO E ZINCO

### 7.3.1 Preparo das voluntárias

As voluntárias foram internadas 4 a 7 dias antes da cirurgia, período no qual foi realizada a primeira etapa do estudo, em pré-operatório. No pós-operatório, três meses depois, todas foram reinternadas por um período de três dias, para realização da segunda etapa. Para evitar possíveis alterações na absorção dos minerais e diferenças entre o pré e o pós-operatório, as refeições oferecidas foram padronizadas em dieta líquida hipocalórica (1000 Kcal) (APÊNDICE C). Para o início do teste, as voluntárias apresentavam-se em jejum noturno de 8 horas e as coletas iniciavam-se às 7 horas da manhã.

### 7.3.2 Administração de ferro e zinco

Também nos dois momentos distintos, em pré e pós-operatório, cada voluntária foi submetida a um teste que consistiu em dosagens de ferro e zinco plasmáticos (ferremia e zincemia) após administração de uma cápsula de sulfato ferroso (15 mg de ferro elementar) e uma de sulfato de zinco (15 mg de zinco elementar), em conjunto. Além disso, foi realizada coleta de urina de 24 horas no dia anterior ao teste e no dia do teste, para verificar possíveis alterações na excreção desses minerais com a ingestão das cápsulas.

As amostras de sangue foram coletadas por punção venosa periférica permanente com uso de “butterfly” heparinizado, para minimizar os desconfortos das punções. No início da manhã, uma amostra de 5 ml de sangue foi coletada para ser utilizada como controle (tempo zero). Após a administração oral dos minerais, a cada 1 hora, num período de 4 horas, novas coletas foram realizadas. Para isso, foram

utilizadas seringas de vidro, esterilizadas e livres de ferro e zinco por tratamento com ácido nítrico. As amostras colhidas foram transferidas para tubos BD<sup>®</sup> sem aditivo, próprios para análise de zinco, mas com adição de heparina sódica para separação do plasma. Para cada voluntária, foi preparado um tubo teste controle, sem sangue, intitulado “branco”. Esse tubo continha a mesma quantidade de heparina presente nos tubos das coletas e foi analisado para corrigir as dosagens das amostras, caso a concentração de minerais da heparina adicionada fosse significativa e pudesse interferir nos valores sanguíneos.

As amostras de sangue foram centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos, à temperatura de 5°C, para separação em plasma e células vermelhas, e armazenadas a -20°C até análise (IZiNCG, 2004).

Nos dias de coleta de urina, a primeira foi descartada e as demais coletadas até a primeira urina do dia seguinte, completando 24 horas. As amostras totais foram acondicionadas em recipientes plásticos, livres de ferro e zinco por tratamento com ácido nítrico, e mantidas sob refrigeração. Ao final da coleta, alíquotas de 50 ml foram armazenadas em tubos falcon, também higienizados com ácido nítrico, e mantidas a temperatura de -20°C.

### 7.3.3 Desmineralização dos materiais

Para análises de ferro e, especialmente, de zinco em materiais biológicos, todo instrumento, recipiente ou equipamento utilizado, seja no preparo, na coleta, no armazenamento ou nas dosagens, foram desmineralizados. Para isso, todo o material foi submerso em ácido nítrico a 30% durante 24 horas e, posteriormente, enxaguado cerca de 10 vezes com água deionizada (IZiNCG, 2004).

#### 7.3.4 Determinação de ferro e zinco

Neste estudo, as dosagens de ferro e zinco, tanto na urina quanto no sangue, foram realizadas utilizando-se um espectrofotômetro de absorção atômica Shimadzu® modelo AA 6200 (Shimadzu Corporation, Tokio – Japão). Para tanto, procedeu-se a uma atomização eletrotérmica em forno de grafite, e as condições padrão de análises e de temperaturas de aquecimento estão descritas nas tabelas 2, 3 e 4.

Para análises plasmáticas de ferro, 200 µL de plasma foram diluídos em 200 µL de ácido tricloroacético (TCA) a 10%, desmineralizado em resina de troca iônica. Homogeneizou-se a mistura em agitador tipo vortex e aqueceu-se à temperatura de 90°C por 15 minutos em bloco de aquecimento. Após resfriada, a amostra foi novamente homogeneizada, centrifugada a 3000 rpm por 10 minutos, e o sobrenadante, rediluído em água deionizada na proporção de 1:17 (OLSEN et al., 1973; OLSON & HAMLIN, 1969). Para análise de zinco, as amostras foram diluídas na proporção 1:100 em água deionizada (D'HAESE et al., 1992).

Como preparo da urina para dosagens dos minerais, foram realizadas homogeneização e filtração em papel Whatman®, número 42. Para o ferro, foi realizada diluição de 1 mL de amostra em 3 mL de TCA a 10%. A mistura foi homogeneizada, centrifugada, e o sobrenadante, rediluído na proporção 1:20 (LIANG et al., 1989; ZETTNER & MANSBACH, 1965). Para o zinco, não houve tratamento da urina com TCA, e a proporção da diluição foi de 1:500.

Todas as análises foram realizadas em triplicata, injetando-se 10 µL da amostra diretamente no tubo de grafite. As concentrações foram expressas em µg/dL e µg/24 horas, respectivamente, para plasma e urina.

Tabela 2 – Parâmetros operacionais para forno de grafite.

Parâmetros	Ferro	Zinco
Comprimento de onda (nm)	248.3	213.9
Corrente máxima da lâmpada (mA)	10	8
Fenda espectral (nm)	0.2	0.7
Gases	argônio	argônio
Tubo de grafite	pirolítico	alta densidade
Limite de detecção (µg/L)	0,15	0,40
Limite de quantificação (µg/L)	0,20	0,60

Tabela 3 – Rampa de aquecimento do forno de grafite para análises de ferro.

Temperatura (°C)	Modo de aquecimento	Tempo (segundos)	Fluxo de gás (L/min)
60	Step	3	1,0
70	Ramp	7	0,1
150	Step	3	0,1
250	Ramp	7	0,1
800	Ramp	10	0,1
800	Step	10	1,0
800	Step	3	1,0
2500	Step	2	0
2600	Step	2	1,0

Tabela 4 – Rampa de aquecimento do forno de grafite para análises de zinco.

Temperatura (°C)	Modo de aquecimento	Tempo (segundos)	Fluxo de gás (L/min)
150	Step	20	0,1
250	Ramp	10	0,1
450	Step	10	1,0
450	Ramp	10	1,0
450	Ramp	3	0
1800	Step	2	0
2400	Step	2	1,0

#### 7.3.4.1 Determinação da área sob a curva

Para comparação dos dados, além das curvas de concentração dos minerais (ferremia e zincemia) a partir das cinco determinações plasmáticas (tempo zero, 1 hora, 2 horas, 3 horas e 4 horas) e da diferença entre as concentrações em cada tempo e a do tempo 0, foram realizados cálculos das áreas sob a curva em cada tempo e a soma desses valores (MATTHEWS et al., 1990).

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (T_{i+1} - T_i) (Y_i + Y_{i+1})$$

A = área sob a curva ( $\mu\text{g/dL/hora}$ )

T = tempo em horas

Y = diferença entre as concentrações de cada tempo e a do tempo zero

## 8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados estão descritos na forma de média  $\pm$  desvio padrão e, para todas as análises estatísticas, estabeleceu-se um nível de significância estatística de 5% ( $p < 0,05$ ).

Para avaliar a diferença entre pré e pós-operatório para os dados antropométricos, de ingestão alimentar, de gasto energético e de excreção urinária de nitrogênio, foi realizado o Teste de Wilcoxon, não-paramétrico para amostras pareadas.

Para verificar diferenças nas dosagens de ferro e zinco plasmático entre os tempos (0, 1h, 2h, 3h e 4h), em pré e pós-operatório, foi realizada análise de variância pelo Teste de Friedman e pós-teste de Dunn para comparações múltiplas. Para comparação da medida da área sob a curva, em cada momento do estudo, foi realizado o Teste de Wilcoxon.

## 9 RESULTADOS

A avaliação do consumo alimentar, realizada por questionário de frequência alimentar (QFA) e recordatório de 24 horas (R24h), está descrita na tabela 5.

Verificou-se diminuição significativa na ingestão energética, de macronutrientes, de ferro e de zinco quando se comparou o pré com o pós-operatório.

Comparando-se os valores em cada momento com a necessidade média estimada (EAR - Estimated Allowance Requirement – IOM, 2001), nota-se que, no pré-operatório, a ingestão de todos os nutrientes estava acima do preconizado para esse grupo. No pós-operatório, verificou-se inadequação com ingestão baixa de proteína e ferro.

Em relação à participação dos macronutrientes no fornecimento de energia (porcentagem do valor calórico total), não se observou diferença significativa entre o pré e o pós-operatório. Apesar de a redução na quantidade ingerida (em gramas) de cada macronutriente ter sido significativa, a proporção média de energia fornecida por cada um manteve-se dentro da escala aceitável de distribuição de macronutrientes (AMDR - Acceptable Macronutrient Distribution Range – IOM, 2001), estando os lipídeos no limite superior de adequação.

Os dados individuais estão detalhados no APÊNDICE D.

Tabela 5 – Ingestão diária de nutrientes, por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica, obtida por recordatório de 24 horas (média  $\pm$  desvio padrão).

	Pré-operatório	Pós-operatório	EAR *	AMDR *
Energia (Kcal)	2069 $\pm$ 1535 <sup>a</sup>	908 $\pm$ 193 <sup>a</sup>	-	-
Proteína (g/kg de peso)	0,9 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	0,4 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	0,66	-
Carboidratos (g)	240 $\pm$ 185 <sup>c</sup>	111 $\pm$ 38 <sup>c</sup>	100	-
Lipídeos (g)	68 $\pm$ 48 <sup>d</sup>	32 $\pm$ 9 <sup>d</sup>	-	-
Proteína (%)	24 $\pm$ 5	21 $\pm$ 4	-	10-35
Carboidratos (%)	46 $\pm$ 6	52 $\pm$ 18	-	45-65
Lipídeos (%)	31 $\pm$ 4	32 $\pm$ 10	-	20-35
Ferro (mg)	18 $\pm$ 13 <sup>e</sup>	6 $\pm$ 2 <sup>e</sup>	8,1	-
Zinco (mg)	17 $\pm$ 14 <sup>f</sup>	7 $\pm$ 3 <sup>f</sup>	6,8	-

n = 9

EAR: Estimated Allowance Requirement

AMDR: Acceptable Macronutrient Distribution Range

\* IOM (2001 e 2002)

Letras iguais indicam diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ )

A tabela 6 descreve o número médio de porções ingeridas de cada grupo de alimentos e compara esses valores em pré e pós-operatório. Observou-se que o número de porções ingeridas dos grupos de hortaliças e de óleos, gorduras e açúcares diminuiu significativamente no pós-operatório. Apesar da redução, a ingestão de alimentos do grupo de óleos, gorduras e açúcares ainda se encontrava elevada no pós-operatório.

A figura 5 ilustra a proporção de indivíduos com ingestão diminuída, adequada ou aumentada, em pré e pós-operatório, em relação às recomendações. Com exceção do grupo das frutas, foi verificada inversão na proporção de indivíduos com ingestão aumentada em pré-operatório para adequada e/ou diminuída no pós-operatório.

Para o grupo de leite e derivados e de carnes, ovos e leguminosas, ocorreu um aumento na proporção de indivíduos com ingestão adequada.

Os dados individuais estão detalhados no APÊNCICE D

Tabela 6 – Consumo dos grupos de alimentos, em porções, por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica (média  $\pm$  desvio padrão).

Grupos de alimentos	Pré-operatório	Pós-operatório	Recomendação *
Cereais	5 $\pm$ 4	3 $\pm$ 1	6 - 11
Massas			
Carnes	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 - 3
Ovos			
Leguminosas			
Leite e derivados	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 - 3
Legumes e verduras **	6 $\pm$ 3	3 $\pm$ 2	3 - 5
Frutas	2 $\pm$ 2	3 $\pm$ 2	2 - 4
Óleos **	7 $\pm$ 6	4 $\pm$ 3	moderadamente
Gorduras			
Açúcares			

n = 9

\* USDA (1992)

\*\* Diferença significativa entre pré e pós-operatório ( $p < 0,05$ )

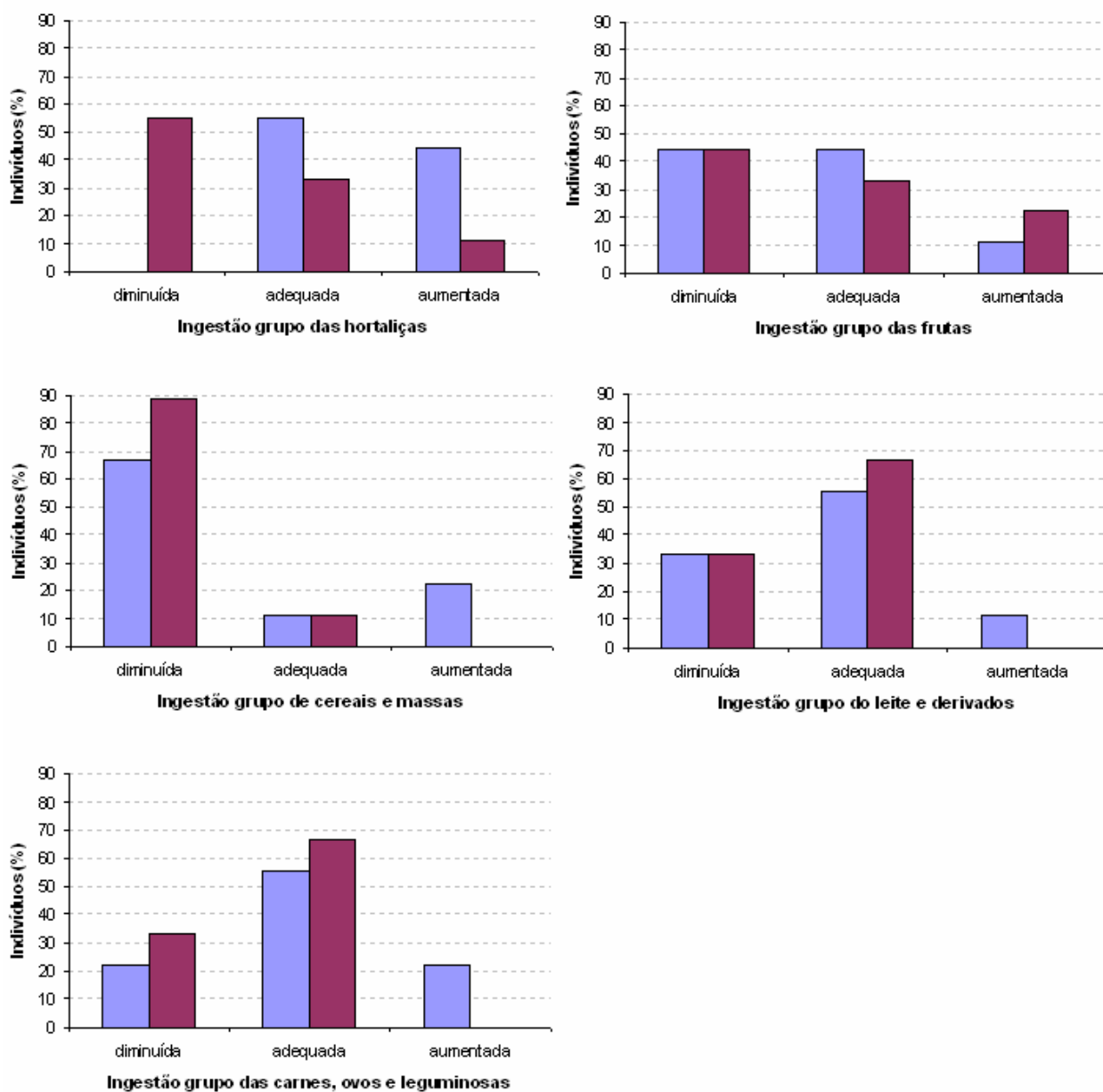


Figura 6. Classificação da ingestão de cada grupo alimentar, em porções, por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Diminuída, adequada e aumentada: classificação do número de porções ingeridas em relação a recomendação proposta pela USDA (1992)  
 Barra clara: pré-operatório  
 Barra escura: pós-operatório

A comparação dos valores médios encontrados pela avaliação antropométrica e a variação, em porcentagem, desses indicadores encontram-se descritas na tabela 7. Com exceção da razão abdômen-quadril, todos os valores apresentaram-se significativamente reduzidos no pós-operatório.

Os dados individuais estão detalhados no APÊNDICE E.

Tabela 7 – Dados antropométricos de mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica, e a variação dos mesmos (média  $\pm$  desvio padrão).

	Pré-operatório	Pós-operatório	Variação (%)
Peso (Kg) **	133 $\pm$ 27	110 $\pm$ 24	26 $\pm$ 6*
IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) **	51 $\pm$ 9	43 $\pm$ 9	14 $\pm$ 3
CB (mm) **	47 $\pm$ 6	41 $\pm$ 7	8 $\pm$ 4
CA (cm) **	146 $\pm$ 13	132 $\pm$ 14	8 $\pm$ 5
CQ (cm) **	153 $\pm$ 13	141 $\pm$ 12	8 $\pm$ 4
IAQ	0,95 $\pm$ 0,05	0,93 $\pm$ 0,05	2 $\pm$ 6
MLG (Kg) **	60 $\pm$ 8	57 $\pm$ 8	6 $\pm$ 4
MLG (%) **	46 $\pm$ 4	50 $\pm$ 5	-
GC (Kg) **	72 $\pm$ 20	59 $\pm$ 22	19 $\pm$ 8
GC (%) **	54 $\pm$ 4	50 $\pm$ 5	-

n = 9

Variação: diferença observada entre os tempos em relação ao pré-operatório, em porcentagem;

IMC: índice de massa corporal; CB: circunferência do braço;

CA: circunferência abdominal; CQ: circunferência do quadril; IAQ: índice abdômen:quadril;

MLG: massa livre de gordura; GC: gordura corporal.

\* Perda do excesso de peso

\*\* Diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ )

Os valores de gasto energético em repouso (GER); os volumes de oxigênio consumido ( $V_{O_2}$ ) e de gás carbônico produzido ( $V_{CO_2}$ ), medidos por calorimetria indireta, e a oxidação dos substratos, calculada a partir desses dados, estão representados na tabela a seguir (tabela 8). Houve diminuição significativa no gasto energético em repouso, bem como nos volumes de oxigênio consumido e gás carbônico produzido, quando se comparou o pré com o pós-operatório.

Os dados individuais estão detalhados no APÊNDICE F.

Tabela 8 – Gasto energético em repouso e volumes respiratórios, medidos por calorimetria indireta, e oxidação de substratos em mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica (média  $\pm$  desvio padrão).

	Pré-operatório	Pós-operatório
GER (Kcal/dia) *	2222 $\pm$ 405	1778 $\pm$ 257
Vo <sub>2</sub> (mL/min) *	323 $\pm$ 60	256 $\pm$ 37
Vco <sub>2</sub> (mL/min) *	246 $\pm$ 44	203 $\pm$ 34
Quociente respiratório (QR)	0,76 $\pm$ 0,05	0,80 $\pm$ 0,07
Oxidação carboidratos (g/dia)	119 $\pm$ 111	148 $\pm$ 121
Oxidação lipídeos (g/dia) **	185 $\pm$ 60	127 $\pm$ 49

n = 7

GER: gasto energético em repouso

\* Diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ )

\*\*  $p = 0,06$

A excreção de nitrogênio está demonstrada na tabela 9, não se tendo encontrado diferença significativa entre os dois momentos.

Os dados individuais estão detalhados no ANEXO G.

Tabela 9 – Excreção de nitrogênio urinário por mulheres com obesidade grave, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica (média  $\pm$  desvio padrão).

	Pré-operatório	Pós-operatório
Nitrogênio total (g/24 horas)	8,4 $\pm$ 3,7	6,1 $\pm$ 2,8

n = 9

Não houve diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ )

Para as dosagens de ferro e zinco pelo método de Espectrometria de Absorção Atômica, foram realizadas curvas de calibração para cada dia de análise, com a finalidade de evitar variações decorrentes de instabilidade do aparelho. As concentrações dos pontos para ferro e zinco e a absorbância correspondente estão detalhadas nas figuras 7 e 8.

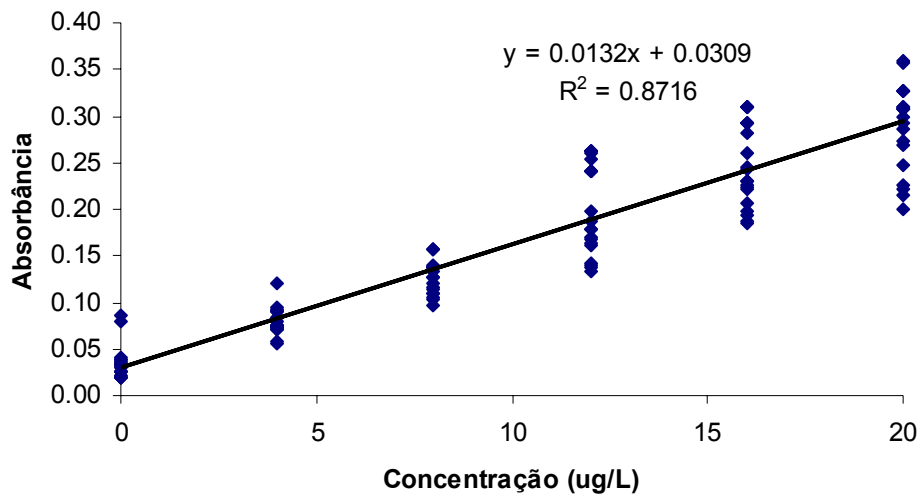


Figura 7. Curva média de calibração para as dosagens de ferro plasmático.

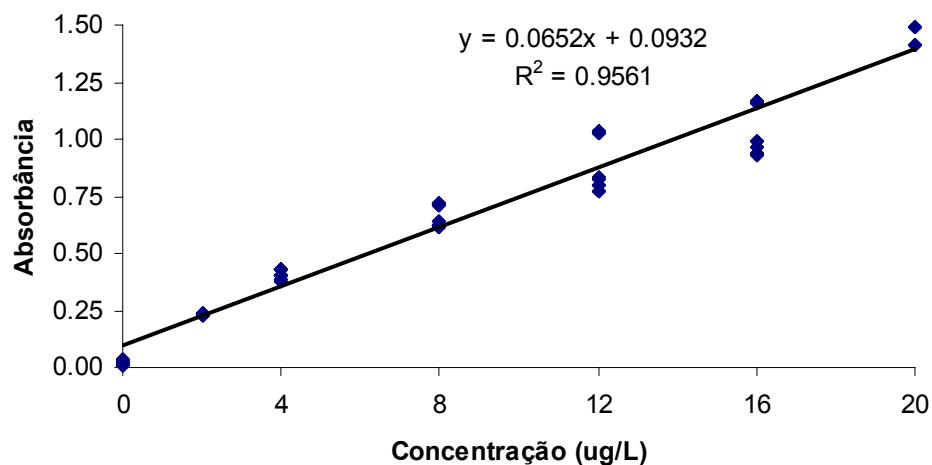


Figura 8. Curva média de calibração para as dosagens de zinco plasmático.

A tabela 10, a seguir, descreve os valores de ferremia de cada voluntária nos diferentes tempos, e a figura 9 representa os valores médios encontrados. A variação desta em relação ao tempo zero está demonstrada na figura 10.

Não foi verificada diferença significativa entre os tempos tanto no pré como no pós-operatório.

Tabela 10 – Resposta plasmática de ferro ( $\mu\text{g/dL}$ ) em mulheres com obesidade grave, antes e a cada uma hora após ingestão de sulfato ferroso, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Voluntárias	Pré-operatório					Pós-operatório				
	Tempo 0	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	Tempo 0	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas
1	168,1	142,8	141,7	108,8	84,7	123,0	131,6	103,9	109,5	114,9
2	98,2	105,1	106,2	67,2	66,6	95,1	59,0	148,4	114,5	105,4
3	60,9	75,4	73,6	68,3	62,6	125,6	115,0	108,9	99,3	97,5
4	67,8	63,3	48,6	54,1	45,7	58,1	52,6	55,1	50,7	47,4
5	51,8	97,0	104,3	49,0	48,5	135,6	124,8	187,4	185,7	194,3
6	95,9	116,5	114,0	110,5	96	70,7	82,4	73,0	62,0	83,0
7	53,6	104,9	121,4	70,0	52,3	37,5	49,8	54,0	55,2	52,9
8	46,8	78,4	70,4	79,9	77,8	50,4	60,8	73,0	58,4	51,8
9	62,7	64,9	75,4	68,8	63,2	65,7	62,8	82,5	62,6	74,4
Média $\pm$ DP	78 $\pm$ 38	94 $\pm$ 26	95 $\pm$ 30	75 $\pm$ 22	66 $\pm$ 17	85 $\pm$ 36	82 $\pm$ 33	98 $\pm$ 45	89 $\pm$ 44	91 $\pm$ 46

n = 9  
DP: desvio-padrão

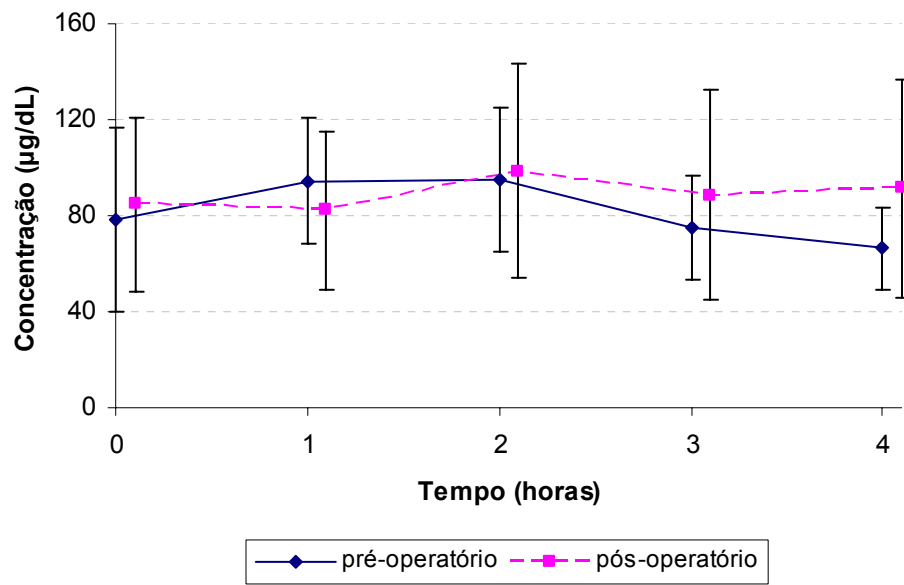


Figura 9. Representação da concentração média de ferro plasmático em mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.

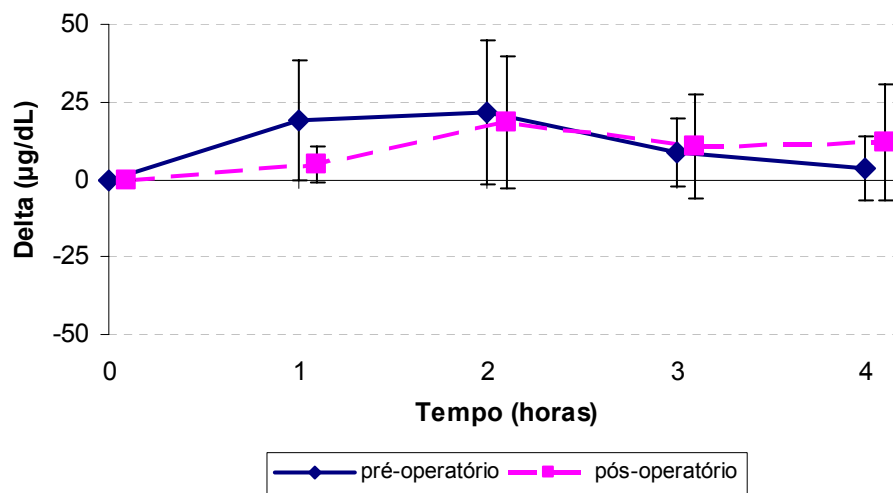


Figura 10. Representação do delta para ferro: variação da concentração de ferro plasmático em relação ao tempo zero, em mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.

A figura 11 apresenta a média das medidas da área sob a curva, de todas as voluntárias, em cada tempo. As áreas totais individuais e o valor médio das mesmas encontram-se na tabela 11.

A medida da área total não foi significativamente diferente entre o pré e o pós-operatório.

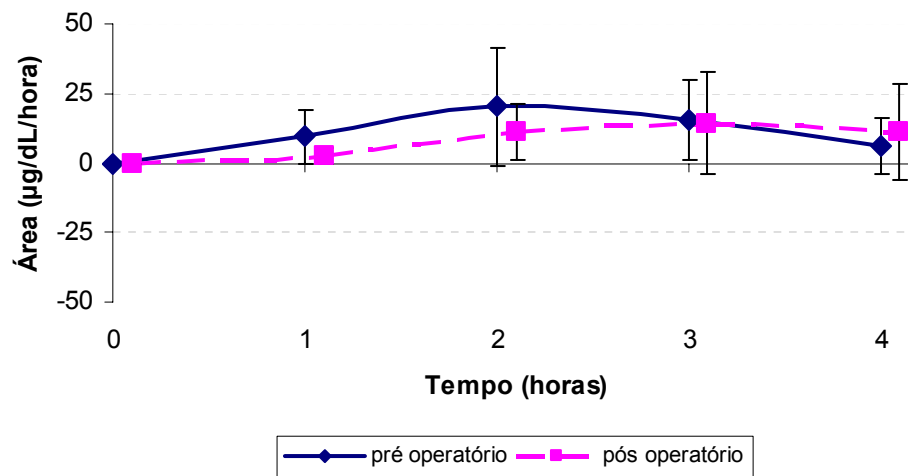


Figura 11. Representação da medida da área sob a curva, para ferremia, em pré e pós-operatório.

Tabela 11 – Área sob a curva total, de cada voluntária, e valor médio das áreas para ferro, em pré e pós-operatório.

Voluntárias	Pré-operatório (µg/dL/hora)	Pós-operatório (µg/dL/hora)
1	0	9
2	15	78
3	35	0
4	0	0
5	98	131
6	53	20
7	136	54
8	104	42
9	21	21
<b>Média ± DP</b>	<b>51 ± 50</b>	<b>39 ± 43</b>

n = 9

DP: desvio-padrão

Não houve diferença estatística significativa entre as áreas ( $p > 0,05$ )

A tabela 12 descreve a zincemia de cada voluntária nos diferentes tempos, e a figura 12 representa os valores médios encontrados. A variação destes em relação ao tempo zero está demonstrada na figura 13.

Comparação feita entre os tempos, no pré-operatório, mostrou aumento significativo do zinco plasmático na 1ª hora em relação ao tempo zero.

Tabela 12 – Resposta plasmática de zinco ( $\mu\text{g/dL}$ ) em mulheres com obesidade grave, antes e a cada uma hora após ingestão de sulfato de zinco, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Voluntárias	Pré-operatório					Pós-operatório				
	Tempo 0	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas	Tempo 0	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas
1	64,1	65,9	79,2	76,7	75,8	87,2	103,9	95,9	75,1	72,7
2	75,3	86,4	121,6	126,7	95,5	107,0	108,5	111,3	124,6	109,2
3	84,4	112,7	91,2	104,9	101,1	98,1	116,2	99,2	96,3	91,0
4	80,5	89,1	86,4	84,1	84,6	78,2	82,8	80,6	80,6	62,1
5	74,9	90,4	94,3	64,0	59,2	74,0	77,1	80,6	86,2	122,7
6	124,5	137,4	96,8	113,1	99,8	103,4	112,4	80,0	88,3	100,8
7	92,7	113,4	121,2	96,6	95,8	92,4	117,5	108,7	107,7	103,1
8	98,2	130,8	106,9	104,9	98,1	97,0	96,0	91,1	71,3	103,7
9	83,9	119,1	101,0	116,5	106,1	104,9	93,1	100,9	108,6	97,3
Média $\pm$ DP	87 $\pm$ 17 <sup>a</sup>	105 $\pm$ 23 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 15	99 $\pm$ 20	91 $\pm$ 15	94 $\pm$ 12	101 $\pm$ 15	94 $\pm$ 12	93 $\pm$ 18	96 $\pm$ 19

n = 9

DP: desvio-padrão

Diferença estatisticamente significativa em a ( $p < 0,05$ )

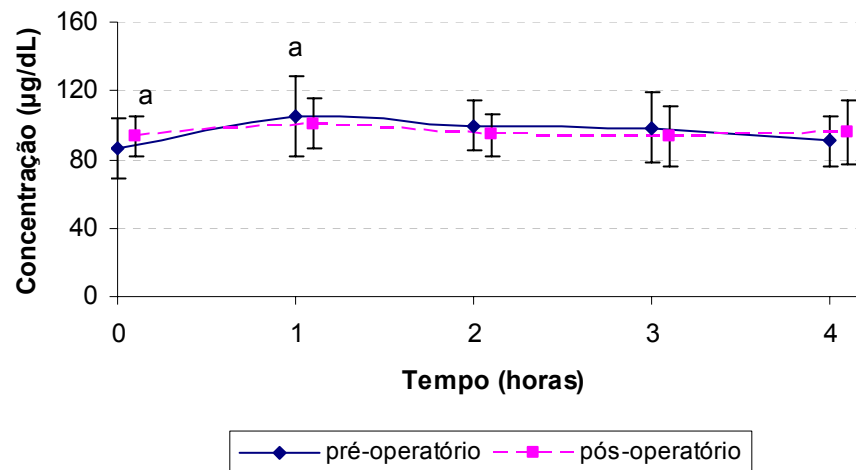


Figura 12. Representação da concentração média de zinco plasmático em mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.

Diferença estatística significativa em a, no pré-operatório ( $p < 0,05$ ).

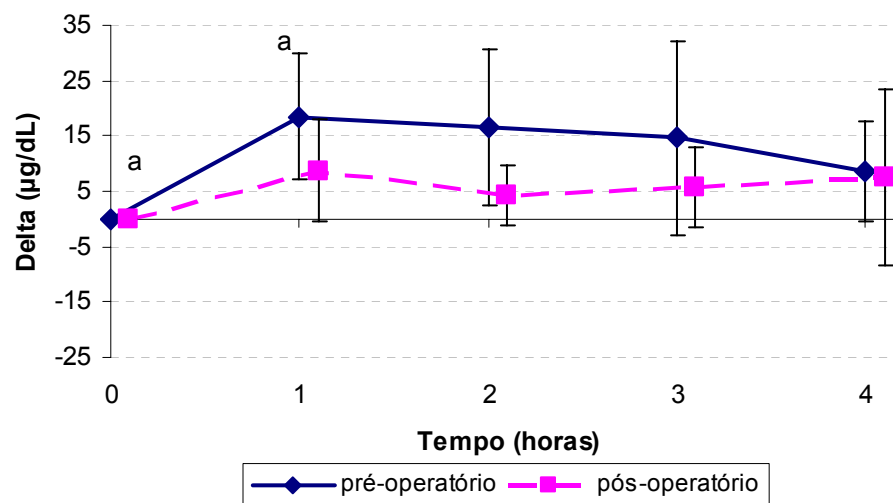


Figura 13. Representação do delta para zinco: variação da concentração de zinco plasmático em relação ao tempo zero, em mulheres com obesidade grave, nos diferentes tempos, em pré e pós-operatório.

Diferença estatística significativa em a, no pré-operatório ( $p < 0,05$ ).

A figura 14 representa a média das medidas da área sob a curva, de todas as voluntárias, em cada tempo. As áreas totais individuais e o valor médio das mesmas encontram-se na tabela 13.

A medida da área total apresentou-se diminuída no pós-operatório, porém não estatisticamente significativa ( $p = 0,06$ ).

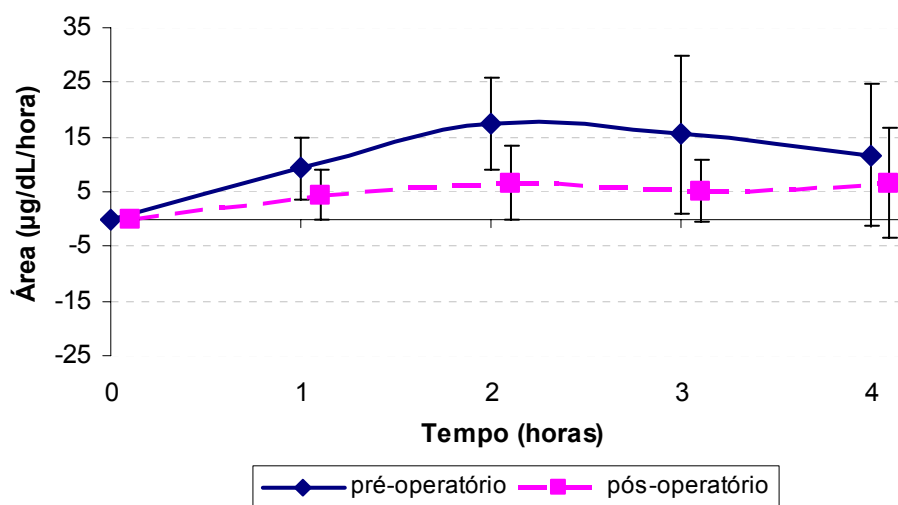


Figura 14. Representação da medida da área sob a curva, para zincemia, em pré e pós-operatório.

Tabela 13 – Área sob a curva total, de cada voluntária, e valor médio das áreas para zinco, em pré e pós-operatório.

Voluntária	Pré-operatório (µg/dL/hora)	Pós-operatório (µg/dL/hora)
1	35,4	25,4
2	118,9	24,5
3	64,0	19,2
4	20,2	9,4
5	34,9	46,3
6	12,9	9,0
7	54,7	62,1
8	47,9	3,4
9	96,0	37,0
Média ± DP *	54 ± 35	23 ± 20

n = 9

DP: desvio-padrão

\* p = 0,06

Os valores de ferro e zinco urinários de cada voluntária estão descritos nas tabelas 14 e 15.

Tabela 14 – Concentrações de ferro urinário em mulheres com obesidade grave, antes e no dia do teste de absorção, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Voluntária	Pré-operatório ( $\mu\text{g}/24$ horas)		Pós-operatório ( $\mu\text{g}/24$ horas)	
	Pré-teste	Teste	Pré-teste	Teste
1	55,7	41,9	34,7	25,0
2	36,8	42,8	24,1	89,2
3	34,6	-	36,2	26,3
4	170,5	176,7	165,7	140,5
5	13,6	21,5	10,1	2,2
6	22,2	73,2	11,0	14,9
7	-	104,9	-	75,8
8	-	4,9	1,7	5,5
9	-	71,8	46,2	146,3
Média $\pm$ DP	55,6 $\pm$ 58,1*	67,2 $\pm$ 54,3	41,2 $\pm$ 52,5*	58,4 $\pm$ 56,7

DP: desvio padrão

\* Diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

Tabela 15 – Concentrações de zinco urinário em mulheres com obesidade grave, antes e no dia do teste de absorção, em pré e pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Voluntária	Pré-operatório (µg/24 horas)		Pós-operatório (µg/24 horas)	
	Pré-teste	Teste	Pré-teste	Teste
1	2074,6	1109,9	1368,0	1313,2
2	22181,5	11900,2	10781,1	23218,6
3	880,7	-	904,8	969,4
4	5617,8	4303,8	3884,9	3421,5
5	6230,2	13435,8	7153,7	3700,4
6	-	442,0	-	10511,1
7	10037,6	30103,4	4691,0	8800,9
8	-	14884,1	4583,8	15349,1
9	-	8434,8	650,4	650,0
Média	7837,1	11076,7	4252,2	7548,2
DP	7742,2	9094,5	3463,7	7732,6

DP: desvio padrão

Não houve diferença estatística significativa

## 10 DISCUSSÃO

No presente trabalho optou-se pelo delineamento proposto com o objetivo de se verificar a resposta de uma mesma pessoa antes e após a cirurgia. Dessa maneira, cada participante foi considerado controle de si mesmo.

Existem, atualmente, vários métodos para avaliação da ingestão alimentar de indivíduos; entretanto, muitos fatores podem interferir na precisão e na validade dos mesmos (FISBERG, MARTINI & SLATER, 2005).

Para o presente estudo, a escolha primária foi a utilização de registros alimentares de 3 dias, através de anotações de consumo alimentar em dias alternados, sendo um dia do final de semana. Esse método, apesar de bastante preciso, depende integralmente da vontade de colaboração do indivíduo, o que impossibilitou a utilização do mesmo, pois as voluntárias não retornaram com os registros preenchidos, mesmo após explicação detalhada e exemplificada. Sendo assim, adotou-se o recordatório de 24 horas (R24h), para avaliar a ingestão atual, e o questionário de frequência alimentar (QFA), para verificar a frequência da ingestão dos grupos de alimentos e diferenciar o padrão de consumo desse grupo, antes e após a cirurgia.

Quando se comparou o consumo alimentar habitual com a necessidade média estimada (EAR – “Estimated Average Requirement”/ IOM, 2001), observou-se ingestão excessiva de todos os nutrientes avaliados no pré-operatório. No pós-operatório, a ingestão de ferro e proteína estava abaixo da média de adequação. Trostler et al. (1995) verificaram inadequação na ingestão de ferro e zinco, que alcançavam somente 25% da RDA (Recommended Dietary Allowance), em quatro meses de pós-operatório. Por outro lado, Wardé-Kamar et al. (2004) e Cominetti,

Garrido e Cozzolino (2006) verificaram, respectivamente, ingestão de ferro acima do recomendado pela RDA e de zinco no limite da EAR ( $6,7 \pm 4,2$  mg/dia).

A diminuição da ingestão de energia, proteína, carboidratos e lipídeos, no pós-operatório, principal objetivo da técnica cirúrgica de Fobi-Capella, justifica a importante perda de peso observada nessas voluntárias e corrobora outros estudos que avaliaram ingestão alimentar após cirurgia bariátrica (ANDERSEN & LARSEN, 1989; WARDÉ-KAMAR et al., 2004). Em relação à participação dos macronutrientes no valor calórico total das refeições, não se observaram diferenças significativas entre o pré e o pós-operatório. A distribuição encontrada assemelha-se com o exposto por Wardé-Kamar et al. (2004), que observaram contribuição de 31% do valor calórico total proveniente de lipídeos; 45%, de carboidratos e 24%, de proteínas.

O acompanhamento ambulatorial dessas voluntárias pelo HCFMRP – USP inclui orientação nutricional, tanto em pré como em pós-operatório, com intuito de reeducação alimentar e adaptação prévia às restrições alimentares que ocorrerão após a cirurgia. Entretanto, analisando a ingestão de macronutrientes, a mudança dos hábitos parece referir-se mais à quantidade de alimentos ingeridos do que à qualidade dos mesmos. Andersen e Larsen (1989), acompanhando voluntárias após gastroplastia horizontal, verificaram redução significativa na ingestão de todos os grupos de alimentos. No entanto, quando compararam valores relativos ao total de energia ingerida, não observaram mudanças significativas na qualidade da alimentação consumida.

Além dos macronutrientes, também se verificou diminuição na ingestão de ferro e zinco. A inapetência ou intolerância a alguns alimentos específicos, como as carnes (SHAI et al., 2002), faz com que esses minerais sejam menos ingeridos, visto

que estas são as principais fontes alimentares dos mesmos, não se descartando a diminuição na capacidade gástrica como causa. Há ainda, a considerar inúmeros fatores que alteram a absorção tanto do ferro como do zinco, o que leva a refletir se os valores descritos em tabelas de composição de alimentos podem ser considerados biodisponíveis para os indivíduos.

A avaliação do número de porções ingeridas de alimentos do grupo das carnes, ovos e leguminosas demonstrou aumento na porcentagem de indivíduos com ingestão adequada, variando de 56% no pré para 67% no pós-operatório. O mesmo não foi verificado por outros estudos, em que a quantidade ingerida de alimentos desse grupo estava significativamente reduzida após a cirurgia (ANDERSEN & LARSEN, 1989; SHAI et al., 2002). No entanto, Hirvonen et al. (1997) relataram que, dentre outros alimentos, a ingestão de carnes e peixes eram sub-relatadas.

Além disso, como verificado ao analisar o questionário de frequência alimentar, esse aumento parece ser decorrente da alta ingestão de ovos e salsicha no pós-operatório, e não propriamente das carnes e grãos, principalmente pela diferença na textura daqueles alimentos, que são macios e, por isso, melhor aceitos nessa fase de adaptação alimentar.

Apesar da inversão na proporção de indivíduos com ingestão aumentada para adequada ou diminuída no pós-operatório, somente se verificou diminuição significativa na ingestão média de alimentos dos grupos de hortaliças e de óleos, gorduras e açúcares.

É difícil avaliar o consumo alimentar médio desse grupo pelo pequeno número de participantes e por serem as variações interindividuais muito amplas, gerando um alto desvio-padrão nos dados. Além disso, alguns trabalhos (BLACK et al., 1997;

LINDROOS, LISSNER & SJÖSTRÖM, 1999) e a própria prática clínica mostram sub-retrato quando se trata de avaliação da ingestão alimentar em pessoas com diagnóstico de obesidade, principalmente mulheres.

Os resultados obtidos pela avaliação antropométrica demonstram redução significativa de todos os indicadores de composição corporal. Em três meses de pós-operatório, as voluntárias apresentaram perda média de 14% do IMC e de 26% do excesso de peso. Essa diminuição está abaixo do verificado por outros estudos que encontraram, com o mesmo tempo de pós-operatório, redução de 17% do IMC (FLANCBAUM et al., 1997), de 18% (CAREY et al., 2006) e de 23% (SUTER et al., 2006) e perda de 30% do excesso de peso (FLANCBAUM et al., 1997). Outro estudo (COMINETTI, GARRIDO & COZZOLINO, 2006), com 2 meses de seguimento pós-operatório, demonstrou redução de 15,7% do IMC.

Apesar dessa importante diminuição de medidas, os valores pós-operatórios encontravam-se acima do recomendado, visto que eram apenas três meses de pós-operatório e as voluntárias ainda estavam em processo de perda de peso. Estudos mostram alcance máximo da perda de peso aos dois anos de pós-cirúrgico, com perda média do excesso de peso variando de 70 a 80% (FOBI et al., 1998; PAJECKI et al., 2007).

Especial atenção deve ser dada ao índice abdômen:quadril, mesmo com a diminuição das duas medidas separadamente, a relação entre os mesmos não apresentou significância, indicando que esse grupo de voluntárias ainda se encontrava em risco de morbimortalidade (HANS et al., 1995).

A variação da composição corporal obtida por impedância bioelétrica mostrou diminuição significativa também nos valores absolutos de massa livre de gordura (MLG) e de gordura corporal (GC). Carey et al. (2006), estudando indivíduos

submetidos a cirurgia bariátrica em diferentes momentos pós-cirúrgicos, encontraram, aos três meses, valores médios de perda de GC (aproximadamente 16,5 Kg) semelhantes aos do presente trabalho ( $15 \pm 4$  Kg); no entanto, a perda de MLG (aproximadamente 9,5 Kg) foi maior ( $4 \pm 2$  Kg). O que pode explicar essa variação na perda de MLG é a diferença de metodologia utilizada, visto que as análises de composição corporal do estudo citado foram realizadas por pesagem hidrostática. Descreve-se que a porcentagem de perda de massa corporal, em longo prazo, relatada em outros estudos, varia de 66 a 80% para gordura corporal (DAS et al., 2003a) e de 4,9 a 33,2% para massa livre de gordura (CAREY et al., 2006).

Atualmente, o número de estudos a respeito da confiabilidade de métodos simples para avaliação da composição corporal desse grupo ainda é pequeno (ALBU et al., 1992; DAS et al., 2003a), e os métodos considerados de maior precisão, além de não estarem disponíveis em muitos centros de pesquisas, apresentam limitações. Indivíduos com obesidade grave freqüentemente excedem o limite de peso dos instrumentos e, em alguns casos, não se ajustam ao tamanho dos compartimentos de mensuração. Ainda, alterações na hidratação desse grupo podem influenciar os resultados de composição corporal. Das et al. (2003a) encontraram valores aumentados de hidratação da massa livre de gordura (água corporal total/massa livre de gordura) de pessoas com diagnóstico de obesidade quando comparados com valores de referência.

O metabolismo energético de pessoas com obesidade tem sido bastante estudado para se elucidar possíveis fatores envolvidos tanto no ganho de peso excessivo desse grupo, como na variabilidade na perda de peso de uma pessoa para outra. Muitos estudos mostram que indivíduos assim diagnosticados

apresentam gasto energético significativamente maior do que indivíduos com IMC dentro dos limites de eutrofia.

Este estudo não objetivou tal comparação, porém concorda com essa afirmativa, visto que o valor médio de gasto energético de repouso (GER) encontrado foi semelhante a outros estudos. Das et al. (2003b e 2004) relataram, em dois estudos, valores médios de GER de  $2079,3 \pm 71,1$  Kcal/dia e de  $2222,7 \pm 430,2$  Kcal/dia em mulheres com IMC entre 45,1 a 52 Kg/m<sup>2</sup>. Prentice et al. (1996), avaliando 212 mulheres adultas com IMC de 17 a 61 Kg/m<sup>2</sup>, também observaram aumento do GER quanto maior era IMC verificado. Sugere-se que esse gasto energético aumentado esteja relacionado ao aumento do tecido metabolicamente ativo que acompanha o ganho de peso e ao custo energético para sustentar a grande quantidade de peso corporal para realização das atividades (PRENTICE et al., 1996).

Estudos avaliando gasto energético antes e após perda de peso, seja ela por meio de dietas hipocalóricas ou por tratamentos cirúrgicos, têm relatado diminuição de 15 a 30% nos valores (APFELBAUM, BOSTASARRON & LACATIS, 1971; FRICKER et al., 1991; DAS et al., 2003b). No presente estudo, os valores médios de GER diminuíram significativamente - 19% - quando se comparou o pré com o pós-operatório. Os resultados descritos acima corroboram os de Carey et al. (2006), que encontraram redução de 22% no gasto energético de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica, após 3 meses de seguimento (de  $2122,7 \pm 635,3$  para  $1647,1 \pm 306,0$  Kcal/dia).

Essa diminuição do gasto energético após restrição calórica e perda de peso tem sido discutida como sendo uma resposta metabólica compensatória, em situações de falta de alimento, para manutenção do peso corporal (FLANCBBAUM et

al., 1997; GALTIER et al., 2006). A questão que permanece é se essa diminuição se deve à redução da massa corporal (gordura corporal e massa livre de gordura) ou a uma adaptação dos tecidos metabolicamente ativos em utilizar com maior eficiência a energia.

O coeficiente respiratório ( $V_{CO_2} / V_{O_2}$ ) e os valores médios de oxidação de carboidratos e lipídeos não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Contudo, os resultados de oxidação de lipídeos apresentaram tendência à diminuição ( $p = 0,06$ ), o que possivelmente explica o mecanismo de “proteção” do organismo contra a rápida perda de peso e a redução na velocidade dessa perda verificada após cirurgia bariátrica. Resultados semelhantes foram encontrados por Bobbioni-Harsch et al. (2000) ao avaliarem 20 mulheres com obesidade submetidas à cirurgia. Os autores verificaram redução da oxidação lipídica associada a diminuição da quantidade de peso perdida, com 12 meses de seguimento.

O desenho experimental deste estudo, comparando a mesma situação, ou seja, resposta plasmática à ingestão dos minerais por via oral, em momentos distintos, porém em um mesmo voluntário, foi utilizado para diminuir variações interindividuais. Para controlar possíveis variações intra-individuais, foram padronizadas as condições do estudo, como alimentação, horários de coleta e jejum.

Para avaliar alterações na capacidade absorptiva intestinal de ferro e zinco após a cirurgia bariátrica, optou-se pelo método de monitoração plasmática. Com o objetivo de homogeneizar os presentes resultados com dados similares da literatura, convencionou-se, como teste de absorção, a monitoração da resposta plasmática obtida após a ingestão dos minerais.

Em relação ao ferro, Conway et al. (2006) e Hoppe, Hulthén e Hallberg (2003 e 2004) mostraram boa correlação entre esse método e a técnica de isótopos

estáveis para verificar absorção relativa de ferro em refeições. Ainda, Rhode et al. (1999), denominando como teste de absorção de ferro, realizou esse mesmo método, oferecendo 50 mg de gluconato ferroso aos voluntários e monitorando os níveis de ferro sérico a cada 1 hora, num período de 3 horas.

A realização do teste de absorção com administração de 15 mg de ferro elementar como sulfato ferroso foi escolhida por apresentar maior biodisponibilidade devido a sua solubilidade em água (HURREL, 2002). Além disso, estudos anteriores demonstraram maiores níveis de ferro plasmático em resposta à administração desse composto quando comparado com sódio ferro EDTA (NaFeEDTA), ferro glicina quelato (SILVA, DUTRA-DE-OLIVEIRA & MARCHINI, 2004) e com complexo ferro-peptídeo (SAKAMOTO, 2003), em indivíduos saudáveis. Apesar de alguns estudos relatarem efeitos adversos relacionados ao uso de sulfato ferroso, como diarreia, constipação ou dores abdominais (BENONI et al., 1993), esses desconfortos não foram evidenciados neste estudo.

Sabe-se que o estado nutricional do indivíduo em relação ao ferro, bem como seus estoques corpóreos estão intimamente relacionados com processos que regulam a absorção intestinal desse nutriente (GANZ, 2005). Com isso, para a realização do teste de absorção, tanto no pré como no pós-operatório da cirurgia bariátrica, fez-se monitoração de indicadores de deficiência de ferro. Foram analisados os valores de hemoglobina, hematócrito, capacidade latente de fixação do ferro (UIBC) e ferritina, observando-se que as voluntárias apresentavam valores adequados quando comparados com valores de referência. Somente os resultados de ferritina sérica estavam significativamente diminuídos no pós-operatório, mas não abaixo da normalidade, sugerindo um possível princípio de carência, visto que a

deficiência de ferro ocorre de forma gradual e progressiva, e a depleção dos estoques corpóreos é o primeiro estágio (ASCN, 1985).

O aumento da ferremia, tanto em pré como em pós-operatório, não foi significativo em nenhum dos tempos (1, 2, 3 ou 4 horas) quando comparado com a concentração basal (tempo zero), indicando pequena absorção da dose administrada nos dois momentos. Quando se comparou a área sob a curva, não houve diferença entre o pré e o pós-operatório. Além disso, não se verificaram alterações na excreção de ferro entre os dois momentos.

A baixa absorção tanto no pré como no pós-operatório pode ser explicada por estarem os estoques de ferro adequados nessas voluntárias, não sendo suficientes para desencadear o aumento da absorção, visto que a quantidade de ferro corpóreo é um importante fator na regulação da absorção desse mineral (GANZ, 200; ATANASIU, MANOLESCU & STOIN, 2006). No pós-operatório, apesar de os níveis de ferritina apresentarem tendência à diminuição, os mesmos ainda se mantinham dentro dos valores de normalidade.

Além do adequado estado nutricional de ferro das voluntárias, outra possível explicação para a baixa resposta da ferremia à dose no pós-operatório são as alterações anatômicas advindas da técnica cirúrgica de Fobi-Capella. Com elas, ocorre diminuição da secreção gástrica de ácido clorídrico, importante fator na solubilização e na redução do ferro férrico para forma ferrosa, melhor absorvível, e exclusão do principal sítio de absorção do ferro do trânsito intestinal normal, o duodeno. Acredita-se que esses fatores sejam importantes, pois há evidências de que, em longo prazo, alguns indivíduos evoluem com anemia ferropriva.

Ainda são poucos os dados publicados sobre a importância clínica de deficiências nutricionais após o tratamento cirúrgico da obesidade e, principalmente,

sobre como elas se desenvolvem. Apesar de os polivitamínicos/minerálicos, em sua maioria, conterem quantidades de ferro superiores à recomendada pela RDA (Recommended Dietary Allowances – IOM, 2001), seu uso como profilaxia parece não proteger alguns indivíduos do desenvolvimento de deficiência, principalmente mulheres com ciclo menstrual ativo (BROLIN et al, 1991), sendo necessária a suplementação exclusiva do mineral.

O mesmo autor, em outro trabalho (BROLIN et al., 1998), verificou que de 348 indivíduos, acompanhados no pós-operatório de cirurgia bariátrica e recebendo suplementos vitamínicos e minerálicos, 155 (47%) apresentaram deficiência de ferro e em somente 43% dos casos a deficiência foi corrigida com suplementação via oral.

Além disso, o teste de absorção realizado por Rhode et al (1999) foi aplicado em 55 indivíduos pós-cirúrgicos com níveis de ferritina abaixo da normalidade, e 19 desses não apresentaram níveis normais de absorção (<100% de alteração do nível sérico basal durante as 3 horas), mesmo apresentando redução dos estoques corpóreos do mineral.

Os resultados em relação a essa suplementação são controversos, possivelmente por haver variações individuais, ainda desconhecidas, em resposta à reposição desse mineral. Os dados acima sugerem que possam existir mecanismos que prejudiquem a absorção desse mineral em indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica, e outros trabalhos devem ser realizados no sentido de se investigar essa falha, em especial, nos que apontem para o desenvolvimento da deficiência de ferro.

Em relação ao zinco, apesar de a monitoração desse mineral após cirurgia bariátrica não ser comumente realizada (XANTHAKOS & INGE, 2006), a dosagem da concentração de zinco sérico ou plasmático é o método rotineiramente aplicado. Estudo com isótopos estáveis concluiu que a concentração de zinco plasmático é um

indicador válido do estado de zinco corporal total, desde que não coexistam fatores que afetem esse índice, como infecções, inflamações e hipoalbuminemia (LOWE et al., 2004).

Ao contrário do verificado por outros estudos (DI MARTINO et al. 1993; COMINETTI, GARRIDO & COZZOLINO, 2006), não foram observados níveis diminuídos de zinco plasmático nas voluntárias, em pré-operatório. Talvez essa situação diferenciada no presente estudo, e comumente verificada nos indivíduos atendidos no ambulatório de cirurgia bariátrica do HCFMRP-USP, ocorra porque o processo de perda de peso se inicia previamente à cirurgia, sendo um pré-requisito determinado pela equipe. Essa relação indireta entre peso corporal e zincemia foi verificada por Di Martino et al. (1993), após tratamento com dieta hipocalórica por 60 dias. Os níveis de zinco em todos os indivíduos aumentaram, da mesma forma como diminuiu o IMC.

No pós-operatório também não foram encontrados valores plasmáticos abaixo dos valores de referência nessas voluntárias. Porém, a hipozincemia tem sido observada em alguns estudos. Slater et al. (2004) verificaram valores de zinco sérico diminuídos em 51% dos indivíduos submetidos à derivação biliopancreática, com 1 ano de pós-operatório. Da mesma maneira, Dolan et al. (2004) verificaram diminuição em 10,8% dos indivíduos, após 3 anos de cirurgia, independente de suplementação polivitamínica.

Outro estudo, no qual a técnica cirúrgica foi a mesma do presente trabalho, demonstrou níveis séricos de zinco abaixo da normalidade em 23%, 23% e 36% dos indivíduos com 3, 6 e 12 meses de seguimento, respectivamente (MADAN et al., 2006).

Sugere-se que esses resultados sejam conseqüência tanto da restrição à ingestão alimentar como de prejuízos na absorção intestinal desse mineral. Para estudar o fator absorptivo, propôs-se a monitoração da resposta plasmática após ingestão de zinco, visto que Valberg et al. (1985) e Henderson et al. (1996) descrevem tal teste como sendo confiável na verificação da absorção relativa desse mineral.

Ao avaliar a curva de zinco plasmático, ou zincemia, das voluntárias estudadas, observou-se aumento significativo na 1ª hora quando comparada com o basal (tempo zero), somente no pré-operatório, sugerindo uma resposta à dose fornecida. No pós-operatório, o mesmo não foi verificado em nenhum momento. Quando se comparou a medida da área sob a curva, ou seja, a concentração de zinco plasmático por tempo (em horas), a medida da área total apresentou-se diminuída quando se comparou o pré com o pós-operatório ( $p = 0,06$ ).

Sugere-se, a partir desses dados, que a absorção de zinco após a cirurgia esteja comprometida, pois as porções do intestino delgado com maior expressão dos transportadores de zinco, o duodeno e o jejuno proximal, estão excluídas do trânsito alimentar. Além disso, Sturniolo et al. (1991), estudando a influência da secreção gástrica ácida na absorção intestinal de sulfato de zinco, verificou redução significativa na absorção quando indivíduos saudáveis foram previamente tratados com inibidores da secreção (cimetidina e ranitidina). Assim, a diminuição da secreção de ácido clorídrico pelo pequeno reservatório gástrico remanescente, pode ser um fator agravante, visto que a acidez gástrica é importante para solubilização de sais de zinco.

Por outro lado, estudo avaliando fração de zinco absorvida em mulheres jovens, saudáveis, pelo método de isótopos estáveis, demonstrou que diminuiu a

absorção após suplementação com 22 mg de zinco/dia durante 28 dias e aumentaram os níveis de zinco plasmático e de excreção urinária, como sinais de manutenção da homeostase (KIM et al., 2004).

No presente estudo, as voluntárias estavam recebendo suplementação polivitamínica e mineralica diária no pós-operatório, contendo 20 mg de zinco, o que pode explicar a diminuição da absorção no teste. No entanto, não se observou aumento na concentração plasmática, quando comparada com o pré-operatório, em discordância com os achados citados. Além disso, propõe-se que o mecanismo de regulação dessa absorção esteja relacionado à produção de metalotioneínas intestinais e secreção pancreática, que estão alterados pela técnica cirúrgica. Possivelmente, as quantidades suplementadas também não estejam sendo absorvidas eficientemente, ou, caso estejam, não sejam suficientes para causar diminuição da absorção, visto que a ingestão de zinco está comprometida após a cirurgia.

A variação da excreção de zinco foi considerada elevada de voluntária para voluntária e, por vezes, com valores individuais muito altos, não sendo possível uma interpretação convincente desses resultados. Podemos, no entanto, excluir contaminação pós-coleta, pois as análises da água de lavagem mostraram valores de zinco muito baixos, e as curvas de calibração apresentaram resultados esperados. Sugere-se, dessa maneira, que mais estudos sejam feitos e que, no futuro, seja possível rever esse problema.

Em geral, não foram encontrados estudos específicos avaliando absorção intestinal desses minerais em indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica. Deve, pois, haver continuidade nessa linha de pesquisa, para se entender os mecanismos de

absorção desse “novo” trato gastrointestinal e, assim, prevenir o desenvolvimento de deficiências com formas adequadas de reposição nutricional.

## 11 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados, conclui-se que:

- ❖ a ingestão de calorias, de macronutrientes, de ferro e de zinco encontravam-se acima da necessidade média estimada, no pré-operatório;
- ❖ a ingestão alimentar desses indivíduos apresentou-se significativamente diminuída no pós-operatório, porém sem alterações na qualidade alimentar;
- ❖ no pós-operatório, somente a ingestão de ferro e de proteínas encontrava-se abaixo do preconizado;
- ❖ a perda de peso após cirurgia bariátrica foi significativa e acompanhou perda tanto de gordura corporal como de massa livre de gordura;
- ❖ o gasto energético dos indivíduos com obesidade estava elevado, mas diminuiu significativamente após restrição calórica e perda de peso;
- ❖ não se verificou diferença na ferremia após ingestão de ferro, tanto no pré como no pós-operatório;
- ❖ verificou-se redução da zincemia quando se comparou o pré com o pós-operatório, sugerindo possível diminuição na capacidade absorptiva desse mineral.

## 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa aponta para algumas questões que deverão ser objeto de mais estudos:

- ❖ a deficiência de ferro que tem sido relatada e exige estudos com indivíduos em risco de deficiência;
- ❖ o fato de mais de uma hipótese sugerir a causa da diminuição na resposta plasmática de zinco após administração de sulfato de zinco, torna necessário verificar se essa baixa absorção é realmente consequência da cirurgia bariátrica ou somente resposta a um mecanismo de regulação desse mineral;
- ❖ a necessidade de se estabelecerem métodos simples e alternativos para avaliação da composição corporal do grupo de voluntárias, uma vez que apresentam algumas limitações físicas e variações interindividuais;
- ❖ o estabelecimento de estratégias nutricionais para que se mantenha a perda de peso (até que se atinja o peso ideal), contornando a questão da redução do gasto energético, e para que se garanta reposição nutricional adequada,

## REFERÊNCIAS

- ALBU, J.; SMOLOWITZ, J.; LICHTMAN, S.; HEYMSFIELD, S. B.; WANG, J.; PIERSON, R. N. Jr.; PI-SUNYER, F. X. Composition of weight loss in severely obese women: a new look at old methods. **Metabolism**, v. 41, p. 1068-1074, 1992.
- ALPERS, D. H.; STENSON, W. F.; BIER, D. M. Individual Nutrients Components: minerals. In: ALPERS, D. H. **Manual of Nutritional Therapeutics**. Philadelphia: Williams & Wilkins, p.203-290, 2001.
- AMARAL, J. F.; THOMPSON, W. R.; CALDWELL, M. D.; MARTIN, H. F.; RANDALL, H. T. Prospective hematologic evaluation of gastric exclusion surgery for morbid obesity. **Ann Surg**, v. 201, p. 186-193, 1985.
- ANDERSEN, T.; LARSEN, U. Dietary outcome in obese patients treated with a gastroplasty program. **Am J Clin Nutr**, v. 50, p. 1328-1340, 1989.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. In: HELRICH, K. (Org.). **Official Methods of Analysis**. 16th. ed. Arlington, v. 2, 1995.
- APFELBAUM, M; BOSTASARRON, J.; LACATIS, D. Effect of caloric restriction and excessive caloric intake on energy expenditure. **Am J Clin Nutr**, v. 24, p. 1405-1409, 1971.
- ASCN. American Society for Clinical Nutrition. Summary of a report on assessment of the iron nutritional status of the United States (Expert Scientific Working Group). **Am J Clin Nutr**, v. 42, p. 1318-30, 1985.
- ATANASIU, V.; MANOLESCU, B.; STOIAN, I. Hepcodin – central regulator of iron metabolism. **Eur J Haematol**, v. 78, p. 1-10, 2006.
- BEARD, J.; BOREL, M.; PETERSON, F. J. Changes in iron status during weight loss with very low energy diets. **Am J Clin Nutr**, v. 66, p. 104-110, 1997.
- BEARD, J. L.; DAWSON, H.; PIÑERO, D. J. Iron metabolism: a comprehensive review. **Nutr Rev**, v. 54, p. 295-317, 1996.
- BENONI, G.; CUSSOLIN, L.; ZAMBRERI, D.; DONINI, M.; DEL-SOLDATO, P.; CARAMAZZA, I. Gastrointestinal effects of single and repeated doses of ferrous sulphate in rats. **Pharmacol Res**, v. 27, n. 1, p. 73-80, 1993.
- BLACK, A. E.; BINGHAM, S. A.; COWARD, W. A. Validation of dietary intakes of protein and energy against 24 hour urinary N and DLW energy expenditure in middle-aged women, retired men and post-obese subjects: comparisons with validation against presumed energy requirements. **Eur J Clin Nutr**, v. 51, p. 405-413, 1997.
- BLOOMBERG, R. D.; FLEISHMAN, A.; NALLE, J. E.; HERRON, D. M.; KINI, S. Nutritional deficiencies following bariatric surgery: what have we learned? **Obes Surg**, v. 15, p. 145-154, 2005.
- BOBBIONE-HARSCH, E.; MOREL, P.; HUBER, O.; ASSIMACOPOULOS-JEANNET, F.; CHASSOT, J.; LEHMANN, T.; VOLERY, M.; GOLAY, A. Energy economy hampers body weight loss after gastric bypass. **J Clin Endocr Metab**, v. 85, n. 12, p. 4695-4700, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 196, 29 de fevereiro de 2000. Lex: Diário Oficial da União, 01 de março de 2000.

BROLIN, R. E.; GORMAN, R. C.; MILGRIM, L. M.; KENLER, H. A. Multivitamin prophylaxis in prevention of post-gastric bypass vitamin and mineral deficiencies. **Int J Obes**, v. 15, p. 661-668, 1991.

BROLIN, R. E.; GORMAN, J. H.; GORMAN, R. C.; PETSCHENIK, A. J.; BRADLEY, L. J.; KENLER, H. A.; CODY, R. P. Are vitamin B12 and folate deficiency clinically important after Roux-en-Y gastric bypass? **J Gastr Surg**, v. 2, n. 5, 1998.

BROLIN, R. E.; LEUNG, M. Survey of vitamin and mineral supplementation after gastric bypass and biliopancreatic diversion for morbid obesity. **Obes Surg**, v. 9, p. 150-154, 1999.

BROLIN, R. E.; LAMARCA, L.; KENLER, H. A.; CODY, R. P. Malabsorptive gastric bypass in patients with superobesity. **J Gastr Surg**, v. 6, p. 195-205, 2002.

BUCHWALD, H. Overview of bariatric surgery. **J Am Coll Surg**, v. 194, p. 367-375, 2002.

CAPELLA, J. F.; CAPELLA, R. F. The weight reduction operation choice: vertical banded gastroplasty or gastric bypass. **Am J Surg**, v. 171, p. 74-79, 1996.

CAREY, D. G.; PLIEGO, G. J.; RAYMOND, R. L.; SKAU, K. B. Body composition and metabolic changes following bariatric surgery: effects on fat mass, lean mass and basal metabolic rate. **Obesity Surgery**, v. 16, p. 469-477, 2006.

CARPENTER, C. E.; MAHONEY, A. W. Contributions of heme and nonheme iron to human nutrition. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v. 31, p. 333-367, 1992.

COMINETTI, C.; GARRIDO Jr, A. B.; COZZOLINO, S. M. F. Zinc nutritional status of morbidly obese patients before and after roux-em-Y gastric bypass: a preliminary report. **Obesity Surgery**, v. 16, p. 448-453, 2006.

CONRAD, M. E.; UMBREIT, J. N.; MOORE, E. G. A role for mucin in the absorption of inorganic iron and other metal cations. A study in rats. **Gastroenterol**, v. 100, p. 129-136, 1991.

CONRAD, M. E.; UMBREIT, J. N.; MOORE, E. G.; RODNING, C. R. Newly identified iron binding protein in human duodenal mucosa. **Blood**, v. 79, p. 244-247, 1992.

CONRAD, M. E.; UMBREIT, J. N.; MOORE, E. G.; HAINSWORTH, L. N.; PORUBCIN, M.; SIMOVICH, M. J.; NAKADA, M. T.; DOLAN, K.; GARRICK, M. D. Separate pathways for cellular uptake of ferric and ferrous iron. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol**, v. 279, p. G767-G774, 2000.

CONWAY, R. E.; GEISSLER, C. A.; HIDER, R. C.; THOMPSON, R. P.; POWELL, J. J. **J Nutr**, v. 136, n. 7, p. 1910-1914, 2006.

COOK, J. D.; BAYNES, R. D.; SKIKNE, B. S. Iron deficiency and the measurement of iron status. **Nutr Res Rev**, v. 5, p. 189-202, 1992.

COUTINHO, W. Consenso Latino Americano de Obesidade. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 43, p. 21-67, 1999.

- CRAGG, R. A.; PHILLIPS, S. R.; PIPER, J. M.; VARMA, J. S.; CAMPBELL, F. C.; MATHERS, J. C.; FORD, D. Homeostatic regulation of zinc transporters in the human small intestine by dietary zinc supplementation. **Gut**, v. 54, p. 469-478, 2005.
- DAS, S. K.; ROBERTS, S. B.; KEHAYIAS, J. J.; WANG, J.; HSU, L. K. G.; SHIKORA, S. A.; SALTZMAN, E.; McCRORY, M. A. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v. 284, p. E1080-E1088, 2003a.
- DAS, S. K.; ROBERTS, S. B.; McCRORY, M. A.; HSU, L. K. G.; SHIKORA, S. A.; KEHAYIAS, J. J.; DALLAL, G. E.; SALTZMAN, E. **Am J Clin Nutr**, v. 78, p. 22-30, 2003b.
- DAS, S. K.; SALTZMAN, E.; McCRORY, M. A.; HSU, L. K. G.; SHIKORA, S. A.; DOLNIKOWSKI, G.; KEHAYIAS, J. J.; ROBERTS, S. B. Energy expenditure is very high in extremely obese women. **J Nutr**, v. 134, p. 1412-1416, 2004.
- DAVIES, N. T. Studies on the absorption of zinc by rat intestine. **Br J Nutr**, v. 43, p. 189-203, 1980.
- DEITEL, M.; SHIKORA, S. A. The development of the surgical treatment of morbid obesity. **J Am Coll Nutr**, v. 21, n. 5, p. 365-371, 2002.
- D'HAESE, P. C.; LAMBERTS, L. V.; VANHEULE, A. O.; BROE, M. E. D. Direct determination of zinc in serum by Zeeman atomic absorption spectrometry with a graphite furnace. **Clin Chemistry**, v. 38, n. 12, p. 2439-2443, 1992.
- DI MARTINO, G.; MATERA MG; DE MARTINO, B.; VACCA, C.; DI MARTINO, S.; ROSSI, F. Relationship between zinc and obesity. **J Med**, v. 24, p. 177-183, 1993
- DOLAN, K.; HATZIFOTIS, M.; NEWBURY, L.; LOWE, N.; FIELDING, G. A clinical and nutritional comparison of biliopancreatic diversion with and without duodenal switch. **Ann Surg**, v. 240, n. 1, p. 51-56, 2004.
- DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S.; DESAI, I. Fortification of drinking water with iron: a new strategy for combating iron deficiency in Brazil. **Am J Clin Nutr**, v. 63, p. 612-614, 1996.
- FAIRBANKS, V. F. Minerals: Iron in Medicine and Nutrition. In: SHILLS M.E. et al. Modern Nutrition Health and Disease. Philadelphia: Williams & Wilkins, p.193-221, 1999.
- FISBERG, R. M.; MARTINI, L. A., SLATER, B. Métodos de inquéritos alimentares. In: FISBERG, R. M.; SLATER, B.; MARCHIONI, D. M. L.; MARTINI, L. A. Inquéritos alimentares: métodos e bases científicos. – Barueri, SP: Manole, 2005.
- FLANCAUM, L.; CHOBAN, P. S.; BRADLEY, R. L.; BURGE, J. C. Changes in measured resting energy expenditure after Roux-en-Y gastric bypass for clinically severe obesity. **Surgery**, v. 122, p. 943-949, 1997.
- FOBI, M. A. L.; LEE, H.; HOLNESS, R.; CABINDA, D. Gastric bypass operation for obesity. **World J Surg**, v. 22, p. 925-935, 1998.
- FOSTER, K. R.; LUKASKI, H. C. Whole body impedance – what does it measure? **Am J Clin Nutr**, v. 64, (suppl.) p. 388S-396S, 1996.
- FRAIN, K. N. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. **J Appl Physiol.: Respirat Environ Exercise Physiol**, v. 55, n. 2, p. 628-634, 1983.

FRAKER, P. J.; KING, L. E.; LAAKKO, T.; VOLLMER, T. L. The dynamic link between the integrity of the immune system and zinc status. **J Nutr**, v. 130, p. 1399S-13406S, 2000.

FRAZER, D. M.; ANDERSON, G. J. Iron Imports I. Intestinal iron absorption and its regulation. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol**, v. 289, p. G631-G635, 2005.

FREDERICKSON, C. J.; SUH, S. W.; SILVA, D.; FREDERICKSON, C. J.; THOMPSON, R. B. Importance of zinc in the central nervous system: the zinc-containing neuron. **J Nutr**, v. 130, p. 1471S-1483S, 2000.

FRICKER, J.; ROZEN, R.; MELCHIOR, J-C.; APFELBAUM, M. Energy metabolism adaptation in obese adults on a very-low-calorie diet. **Am J Clin Nutr**, v. 53, p. 826-830, 1991.

GABRIEL, F. R. Evolução pós-enterectomia do quadro eritrocitário, bioquímico relacionado ao metabolismo do ferro e monitoração da ferremia após a ingestão de diferentes compostos e doses de ferro nestes voluntárias. [dissertação]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2006.

GALTIER, F.; FARRET, A.; VERDIER, R.; BARBOTTE, E.; NOCCA, D.; FABRE, J-M.; BRINGER, J.; RENARD, E. Resting energy expenditure and fuel metabolism following laparoscopic adjustable gastric banding in severely obese women: relationships with excess weight lost. **Int J Obesity**, v. 30, p. 1104-1110, 2006.

GANZ, T. Hcpidin—a regulator of intestinal iron absorption and iron recycling by macrophages. **Best Pract Res Clin Haem**, v. 18, n. 2, p. 171-182, 2005.

GUNSHIN, H.; MACKENZIE, B.; BERGER, U. V.; GUNSHIN, Y.; ROMERO, M. F.; BORON, W. F.; NUSSBERGER, S.; GOLLAN, J. L.; HEDIGER, M. A. Cloning and characterization of a mammalian proton-coupled metal-ion transporter. **Nature**, v. 388, n. 6641, p. 482-488, 1997.

HALLBERG, L.; BJORN-RASMUSSEN, E.; ROSSANDER, L.; SUWANIK, R. The measurement of food iron absorption in man: a methodological study on the measurement of dietary non-haem-Fe absorption when the subjects have a free choice of food items. **Br J Nutr**, v. 41, n. 2, p. 283-289, 1979.

HALVERSON, J. D.; ZUCKERMAN, G. R.; KOEHLER, R. E.; GENTRY, K.; MICHAEL, H. E.; DeSCHRYVER-KECSKEMETI, K. Gastric bypass for morbid obesity: a medical-surgical assessment. **Ann Surg**, v. 194, p. 152-160, 1981.

HANS, T. S.; van LEER, E. M.; SEIDELL, J. C.; LEAN, M. E. J. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. **Br Med J**, v. 311, p. 1401-1405, 1995.

HEMPE, J. M.; COUSINS, R. J. Cysteine-rich intestinal protein and intestinal metallothionein: an inverse relationship as a conceptual model for zinc absorption in rats. **J Nutr**, v. 122, n. 1, p. 89-95, 1991.

HENDERSON, L. M.; BREWER, G. J.; DRESSMAN, J. B.; SWIDAN, S. Z.; DU ROSS, D. J.; ADAIR, C. H.; BARNETT, J. L.; BERARDI, R. R. Effect of intragastric pH on the absorption of oral zinc acetate and zinc oxide in young healthy volunteers. **J Parenter Enteral Nutr**, v. 19, n. 5, p. 393-397, 1995.

HENDERSON, L. M.; BREWER, G. J.; DRESSMAN, J. B.; SWIDAN, S. Z.; DU ROSS, D. J.; ADAIR, C. H.; BARNETT, J. L.; BERARDI, R. R. Use of zinc tolerance test and 24-hour urinary zinc content to assess oral zinc absorption. **Am J Coll Nutr**, v. 15, n. 1, p. 79-83, (1996).

HIRVONEN, T.; MÄNNISTÖ, S.; ROOS, E.; PIETINEN, P. Increasing prevalence of underreporting does not necessarily distort dietary surveys. **Eur J Clin Nutr**, v. 51, p. 297-301, 1997.

HOADLEY, J. E.; LEINART, A. S.; COUSINS, R. J. Kinetic analysis of zinc uptake and serosal transfer by vascularly perfused rat intestine. **Am J Physiol**, v. 252, n. 6, p. G825-G831, 1987.

HOPPE, M.; HULTHÉN, L.; HALLBERG, L. Serum iron concentration as a tool to measure relative iron absorption from elemental iron powders in man. **Scand J Clin Lab Invest**, v. 63, p. 489-496, 2003.

HOPPE, M.; HULTHÉN, L.; HALLBERG, L. The validation of using serum iron increase to measure iron absorption in human subjects. **Brit J Nutr**, v. 92, p. 485S-488S, 2004.

HOUSE, W. A. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. **Field Crops Res**, v. 60, n. 1-2, p. 115-141, 1999.

HURREL, R. F. Fortification: overcoming technical and practical barriers. **J Nutr**, v. 132, n. 4, p. 806S-812S, 2002.

IOM. Institute of Medicine/ Food and Nutrition Board (IOM/FNB). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients). Washington, D. C., National Academy Press, p.442-501, 2001.

IOM. Institute of Medicine/ Food and Nutrition Board (IOM/FNB). Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Washington, D. C., National Academy Press, p.442-501, 2002.

IOTF. International ObesityTaskForce. Global Obesity Prevalence in Adults. International Association for the study of obesity. <http://www.ietf.org/database/> (acessado em 20 de dezembro de 2006).

IZiNCG. International Zinc Nutrition Consultative Group. Technical Document. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations. **Food and nutrition bulletin**, v. 25, n. 1, (suppl) p. S130-S162, 2004.

JAKICIC, J. M.; WING, R. R.; LANG, W. Bioelectrical impedance analysis to assess body composition in obese adult women: the effect of ethnicity. **Int J Obesity**, v. 22, p. 243-249, 1998.

KALFARENTZOS, F.; KECHAGIAS, I.; SOULIKIA, K.; LOUKIDI, A.; MEAD, N. Weight loss following vertical banded gastroplasty: intermediate results of a prospective study. **Obes Surg**, V. 11, N. 3, P. 265-270, 2001.

KENLER, H. A.; BROLIN, R. E.; CODY, R. P. Changes in eating behavior after horizontal gastroplasty and Roux-en-Y gastric bypass. **Am J Clin Nut**, v. 52, p. 87-97, 1990.

KIM, J.; PAIK, H. Y.; JOUNG, H.; WOODHOUSE, L. R.; LI, S.; KING, J. C. Zinc supplementation reduces fractional zinc absorption in young and elderly Korean women. **J Am Coll Nutr**, v. 23, n. 4, p. 309-315, 2004.

KING, J. C.; SHAMES, D. M.; WOODHOUSE, L. R. Zinc homeostasis in humans. **J Nutr**, v. 130, p. 1374S-7S, 2000.

KREBS, N. F.; WESTCOTT, J. E.; HUFFER, J. W.; MILLER, L. V. Absorption of exogenous zinc and secretion of endogenous zinc in the human small intestine. **FASEB J**, v. 12, p. A345, 1998.

KREBS, N. F. Overview of zinc absorption and excretion in the human gastrointestinal tract. **J Nutr**, v. 130, p. 1374S-1377S, 2000.

KRIWANEK, S.; BLAUENSTEINER, W.; LEBISCH, E.; BECKERHINN, P.; ROKA, R. Dietary changes after vertical banded gastroplasty. **Obes Surg**, v. 10, p. 37-40, 2000.

LEE, H. H.; PRASAD, A. S.; BREWER, G. J.; OWYANG, A. Zinc absorption in human small intestine. **Am J Physiol**, v. 256, n. 19, p. G87-G91, 1989.

LIANG, L.; D'HAESE, P. C.; LAMBERTS, L. V.; BROE, M. E. D. Direct determination of iron in urine and serum using graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Analyst**, v. 114, p. 143-147, 1989.

LINCH, S. R.; SKIKNE, B. S.; COOK, J. D. Food iron absorption in idiopathic hemochromatosis. **Blood**, v. 74, p. 2187-2193, 1989.

LINDROOS, A. K.; LISSNER, L.; SJÖSTRÖM, L. Does degree of obesity influence the validity of reported energy and protein intake? Results from the SOS Dietary Questionnaire. **Eur J Clin Nutr**, v. 53, p. 375-378, 1999.

LOWE, N. M.; WOODHOUSE, L. R.; SUTHERLAND, B.; SHAMES, D. M.; BURRI, B. J.; ABRAMS, S. A.; TURNLUND, J. R.; JACKSON, M. J.; KING, J. C. Kinetic parameters and plasma zinc concentration correlate well with net loss and gain of zinc from men. **J Nutr**, v. 134, n. 9, p. 2178-2181, 2004.

MADAN, A. K.; ORTH, W. S.; TICHANSKY, D. S.; TERNOVITS, C. A. Vitamin and trace mineral levels after laparoscopic gastric bypass. **Obes Surg**, v. 16, p. 603-606, 2006.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Rev Nutr**, v. 17, p. 79-87, 2004.

MARET, W. The function of zinc metallothionein: a link between cellular zinc and redox state. **J Nutr**, v. 130, p. 1455S-1458S, 2000.  
-1953, 1980.

MASON, J. B. Consequences of altered micronutrient status. In: GOLDMAN, L; AUSIELLO, D. **Cecil textbook of Medicine**. Single Volume. p.1326-1336, 2004.

MATSESHE, J. W.; PHILIPS, S. F.; MALAGELADA, J. R.; McCALL, J. T. Recovery of dietary iron and zinc from the proximal intestine of health man: studies of different meals and supplements. **Am J Clin Nutr**, v. 33, n. 9, p. 1946-1953, 1980.

MATTHEWS, J. N. S.; ALTMAN, D. G.; CAMPBELL, M. J.; ROYSTON, P. Analysis of serial measurements in medical research. **Brit Med J**, v. 300, p. 230-235, 1990.

McCALL, K. A.; HUANG, C.; FIERKE, C. A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **J Nutr**, v. 130, p. 1437S-1446S, 2000.

McKIE, A. T.; BARROW, D.; LATUNDE-DADA, G. O.; ROLFS, A.; SAGER, G.; MUDALY, E.; MUDALY, M.; RICHARDSON, C.; BARLOW, D.; BOMFORD, A.; PETERS, T. J.; RAJA, K. B.; SHIRALI, S.; HEDIGER, M. A.; FARZANEH, F.; SIMPSON, R. J. An iron regulated ferric reductase associated with the absorption of dietary iron. **Science**, v. 291, p. 1755-1759, 2001.

McMAHON, R. J.; COUSINS, R. J. M. Mammalian zinc transporters. **J Nutr**, v. 128, p. 667-670, 1998.

MUST, A.; SPADANO, J.; COAKLEY, E. H.; FIELD, A. E.; COLDITZ, G.; DIETZ, W. H. The disease burden associated with overweight and obesity. **JAMA**, v. 282, n. 16, p. 1523-1529, 1999.

NASSER, D.; ELIAS, A. A. Indicação de Tratamento Cirúrgico da Obesidade Grave. In: GARRIDO JUNIOR, A. B. et al. **Cirurgia da Obesidade**. São Paulo: Atheneu, p. 45-46, 2003.

NEEL, J. V. Diabetes mellitus: a "thrifty" genotype rendered detrimental by "progress"? **Am J Hum Genet**, v. 14, p. 353-362, 1962.

NEMETH, E.; TUTTLE, M. S.; POWELSON, J.; VAUGHN, M. B.; DONOVAN, A.; McVEY WARD, D.; GANZ, T.; KAPLAN, J. Heparin regulates cellular iron efflux by binding to ferroportin and inducing its internalization. **Science**, v. 306, p. 2090-2093, 2004.

NIH. NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. National Heart, Lung and Blood Institute. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation and Treatment of Overweight and Obesity in Adults. The Evidence Report. NIH publication, n° 98-4083. September, 1998.

OLSEN, E. D.; JATLOW, P. I.; FERNANDEZ, F. J.; KAHN, H.L. Ultramicro method for determination of iron in serum with the graphite furnace. **Clin Chemistry**, v. 19, n. 3, p. 326-329, 1973.

OLSON, A. D.; HAMLIN, W. B. A new method for serum iron and total iron-binding capacity by atomic absorption spectrophotometry. **Clin Chemistry**, v. 15, n. 6, p. 438-444, 1969.

PAJECKI, D.; DALCANALLE, L.; OLIVEIRA, C. P. M. S.; ZILBERSTEIN, B.; HALPERN, A.; GARRIDO Jr, A. B.; CECCONELLO, I. Follow-up of Roux-en-Y gastric bypass patients at 5 or more years postoperatively. **Obes Surg**, v. 17, p. 601-607, 2007.

PAIVA, A. A.; RONDÓ, P. H. C.; GUERRA-SHINOHARA, E. M. Parameters for the assessment of iron status. **Rev Saúde Públ**, vol. 34, n. 4, p. 421-426, 2000.

PEREIRA, R. C.; DINIZ, A. S.; FERREIRA, L. O. C. New findings on iron absorption conditioning factors. **Rev Bras Saúde Mater Infant**, v. 4, n. 3, p. 241-248, 2004.

PI-SUNYER, F. X. Obesity. In: SHILLS M.E. et al. **Modern Nutrition Health and Disease**. Philadelphia: Williams & Wilkins, p. 1395-1418, 2005.

PRENTICE, A. M.; BLACK, A. E.; COWARD, W. A.; COLE, T. J. Energy expenditure in overweight and obese adults in affluent societies: an analysis of 319 doubly-labelled water measurements. **Eur J Clin Nutr**, v. 50, p. 93-97, 1996.

REYES, J. G. Zinc transport in mammalian cells. **Am J Physiol**, v. 270, n. 39, p. C401-C410, 1996.

RHODE, B. M.; SHUSTIK, C.; CHRISTOU, N. V.; MACLEAN, L. D. Iron absorption and therapy after gastric bypass. **Obes Surg**, v. 9, n. 1, p. 17-21, 1999.

RIBEIRO, A. B.; CARDOSO, M. A. Construção de um questionário de frequência alimentar como subsídio para programas de prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis. **Rev Nutr**, v. 15, n. 2, p. 239-245, 2002.

ROSA, F. T.; MICHELETTO, R. F.; GABRIEL, F. R.; MARCHINI, J. S. Situações clínicas de deficiência de zinco. In: VANNUCCHI, H.; MARCHINI, J. S. **Nutrição Clínica**. Editora: Guanabara Koogan, 2006.

SAKAMOTO, L. M. Estudo comparativo entre os aumentos das ferremias, determinados sem a administração prévia de ferro; após as administrações de sulfato ferroso e complexo ferro-peptídeo. 2003. 114f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

SHAI, I.; HENKIN, Y.; WEITZMAN, S.; LEVI, I. Long-term dietary changes after vertical banded gastroplasty: is the trade-off favorable? **Obes Surg**, v. 12, p. 805-811, 2002.

SIAN, L.; MINGYAN, X.; MILLER, L. V.; KREBS, N. F.; TONG, L.; HAMBIDGE, K. M. Zinc absorption and intestinal losses of endogenous zinc in young Chinese women with a marginal zinc intake. **Am J Clin Nutr**, v. 63, p. 348-353, 1996.

SILVA, L. F.; DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. Serum iron analysis of adults receiving three different iron compounds. **Nutr Res**, v. 24, p. 603-611, 2004.

SLATER, G. H.; REN, C. J.; SIEGEL, N.; WILLIAMS, T.; BARR, D.; WOLFE, B.; DOLAN, K.; FIELDING, G. A. Serum fat-soluble vitamin deficiency and abnormal calcium metabolism after malabsorptive bariatric surgery. **J Gastrintest Surg**, v. 8, p. 48-55, 2004.

SRAI, S. K. S.; BOMFORD, A.; McARDLE, H. J. Iron transport across cell membranes: molecular understanding of duodenal and placental iron uptake. **Best Pract Res Clin Haematol**, v. 15, p. 243-259, 2002.

STEINBROOK, R. Surgery for severe obesity. **N Engl J Med**, v. 350, n. 11, p. 1075-1079, 2004.

STURNIOLO, G. C.; MONTINO, M. C.; ROSSETO, L.; MARTIN, A.; D'ÍNCA, R.; D'ODORICO, A.; NACCARATO, R. Inhibition of gastric acid secretion reduces zinc absorption in man. **J Am Coll Nutr**, v. 10, p. 372-375, 1991.

SUEN, V. M. M.; SILVA, G. A.; MARCHINI, J. S. Determinação do metabolismo energético no homem. **Medicina**, v. 31, p. 13-21, 1998.

SUTER, M.; PAROZ, A.; CALMES, J.-M.; GIUSTI, V. European experience with laparoscopic Roux-em-Y gastric bypass in 466 obese patients. **British J Surgery**, v. 93, p. 726-732, 2006.

THEIL, E. C. Ferritin: at the crossroads of iron and oxygen metabolism. **J Nutr**, v. 133, p. 1549S-1553S, 2003.

TROSTLER, N.; MANN, A.; ZILBERBUSH, N.; CHARUZI, I.; AVINOACH, E. Nutrient intake following vertical banded gastroplasty or gastric bypass. **Obes Surg**, v. 5, p. 403-410, 1995.

USDA. Center for Nutrition Policy and Promotion. USDA's Food Guide Pyramid Booklet. 1992 version (updated 1996) of the Food Guide Pyramid. Disponível em: <[http://fnic.nal.usda.gov/nal\\_display](http://fnic.nal.usda.gov/nal_display)>. Acesso em: 27 de maio de 2007.

VALBERG, L. S.; FLANAGAN, P. R.; BRENNAN, J.; CHAMBERLAIN, M. J. Does the oral zinc tolerance test measure zinc absorption? **Am J Clin Nutr**, v. 41, n. 1, p. 37-42, 1985..

VALLEE, B. L.; FALCHUK, K. H. The biochemical basis of zinc physiology. **Physiol Rev**, v. 73, n. (1), 1993.

VANNUCCHI, H.; UNAMUNO, M. R. L.; MARCHINI, J. S. Avaliação do estado nutricional. **Medicina**, v. 29, p. 5-18, 1996.

WARDÉ-KAMAR, J.; ROGERS, M.; FLANCAUM, L.; LAFERRÈRE, B. Calorie intake and meal patterns up to 4 years after Roux-en-Y gastric bypass surgery. **Obes Surg**, v. 14, p. 1070-1079, 2004.

WEIR, J. B. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism (1949). **Nutrition**, v. 6, p. 213-221, 1990.

WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization, 1995.

WHO. Trace elements in human nutrition and health. Geneva: World Health Organization, 1996.

WHO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand, 1998.

WHO/UNICEF/UNU. Iron deficiency anaemia: assessment, prevention, and control. A guide for programme managers Commission on Health and Environment. Report of the panel on food and agriculture. Geneva; 2001.

WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization, 2004.

YUYAMA, L. K. O.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; RODRIGUES, M. L. C. F.; COZZOLINO, S. M. F. Zinco. In: Cozzolino SMF. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. Barueri, SP: Manole; p. 513-538, 2005.

XANTHAKÓS, S. A.; INGE, T. H. Nutritional consequences of bariatric surgery. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v. 9, n. 4, p. 489-96, 2006.

ZETTNER, A.; MANSBACH, L. Application of atomic absorption spectrophotometry in the determination of iron in urine. **Am J Clin Pathology**. v. 44, n. 5, p. 517-519, 1965.

## ANEXO A



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA  
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CAMPUS UNIVERSITÁRIO – MONTE ALEGRE  
FONE: 602-1000 - FAX (016) 633-1144

Ribeirão Preto, 07 de junho de 2005

Ofício nº 1530/2005  
CEP/SPC

**Prezada Senhora:**

O trabalho intitulado **“ESTUDO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO INTESTINAL DE FERRO E ZINCO EM PACIENTES OBESOS MÓRBIDOS ANTES E APÓS CIRURGIA BARIÁTRICA”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 203ª Reunião Ordinária realizada em 06/06/2005, e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, de acordo com o Processo HCRP nº 2350/2005.

Aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Senhoria protestos de estima e consideração.

**PROF. DR. SÉRGIO PEREIRA DA CUNHA**  
Coordenador do Comitê de Ética  
em Pesquisa do HCFMRP-USP e da FMRP-USP

Ilustríssima Senhora  
**FLÁVIA TRONCON ROSA**  
**PROF. DR. JÚLIO SÉRGIO MARCHINI (Orientador)**  
Depto. de Clínica Médica – Divisão de Nutrologia

## **APÊNDICE A**

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS  
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título da pesquisa:

**“Estudo da capacidade de absorção de ferro e zinco em voluntárias com obesidade grave antes e após cirurgia bariátrica”**

A cirurgia que vocês farão para perder peso, de redução do estômago, faz com que vocês não consigam comer grandes quantidades de alimentos e também diminui a absorção no intestino. Assim, o aproveitamento dos alimentos que vocês comem fica prejudicado.

Como o ferro e o zinco são muito importantes para o organismo, este estudo vai medir quanto deles está sendo absorvido. Este estudo é muito importante, pois ajudará a repor as quantidades de ferro e zinco no corpo quando estiverem faltando.

Para isso, será feito um exame completo como os que vocês fazem quando são atendidos no ambulatório. As únicas coisas diferentes que vocês terão que fazer serão:

- anotar, durante três dias, o que comeram em cada um, desde a hora que acordarem até a hora de dormir;
- colher a urina em um frasco, que nós daremos, durante todo o primeiro dia de internação.

Para medir quanto que o seu intestino está absorvendo, será necessário que você venha a Unidade Metabólica 2 vezes, uma antes da cirurgia e a outra três meses depois. A primeira vez será no mesmo período de internação para a cirurgia, na segunda você precisará ficar internado durante três dias.

No primeiro dia de internação você não poderá comer alimentos ricos em ferro, zinco, cálcio e fibras, para isso, o hospital fornecerá sua comida. Neste mesmo dia, durante o período da noite, após o jantar, você ficará em jejum.

No segundo, ainda em jejum, terá que tomar 2 comprimidos com água. Durante o teste você ficará em jejum, mas poderá beber 200 ml de água. Neste dia, amostras de 5 ml do seu sangue serão colhidas cinco vezes. Sua urina também será colhida até o final do teste. Isto será feito para medir as quantidades que o intestino conseguiu absorver.

Os únicos desconfortos ao participar deste estudo serão ficar em jejum e a coleta dos exames de sangue. Estes procedimentos serão feitos pela enfermeira da Unidade Metabólica que é muito bem preparada para isso.

As informações sobre você serão usadas somente para o desenvolvimento do estudo, serão guardadas em segredo.

Se você quiser desistir de participar do estudo, não haverá problema algum, você não será penalizado e nem perderá o direito de ser cuidado.

Se você tiver alguma dúvida sobre o estudo, poderá perguntá-la que nós a responderemos.

Você não terá nenhum gasto em participar deste estudo e, se você precisar, nós forneceremos vale transporte.

Declaro que concordo, livremente, em participar desse estudo.

Ribeirão Preto, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do Voluntário

---

Flávia Troncon Rosa

Telefone para contato: (0xx16) 39645371 ou (0xx16) 36023187

---

Dr<sup>a</sup> Vivian Marques Miguel Suen



Doenças associadas: \_\_\_\_\_

Antecedentes familiares: \_\_\_\_\_

Está seguindo alguma dieta especial?     sim     não

Uso de suplementos vitamínicos e/ou minerais?     sim     não

Ciclo menstrual regular?     sim     não

Uso de contraceptivos orais ou hormônios?     sim     não

Processo infeccioso ou inflamatório presente?     sim     não

Uso de medicamentos?     sim     não

Atividade física?     sim     não

Hábito intestinal: \_\_\_\_\_ características: \_\_\_\_\_

Hábito urinário : \_\_\_\_\_ características: \_\_\_\_\_

Ingestão hídrica: \_\_\_\_\_

Aversão ou intolerância a alimentos?     sim     não

Desconfortos gastrointestinais (azia, ânsia, vômitos)? Frequência?

Dados antropométricos:

Altura: \_\_\_\_\_

<b>Dados</b>	<b>Data</b>	<b>Data</b>
<b>Peso</b>		
<b>IMC</b>		
<b>CA/CQ</b>		
<b>IAQ</b>		
<b>Pressão arterial</b>		

<b>RES / REAC</b>		
<b>Massa magra</b>		
<b>Gordura corporal</b>		
<b>% água</b>		
<b>TMB (calorimetria)</b>		

Exames bioquímicos:

<b>Ferro sérico</b>		
<b>Ferritina</b>		
<b>UIBC</b>		
<b>Transferrina</b>		
<b>Hemoglobina</b>		
<b>Hematócrito</b>		
<b>Hemácias</b>		
<b>Zinco sérico</b>		
<b>Albumina</b>		
<b>Proteínas totais</b>		
<b>Leucócitos</b>		
<b>Glicemia</b>		
<b>Vitamina A</b>		
<b>Vitamina C</b>		
<b>β-caroteno</b>		
<b>TSH</b>		
<b>T4 livre</b>		
<b>TGO</b>		
<b>TGP</b>		
<b>Colesterol</b>		
<b>HDL – colesterol</b>		
<b>LDL – colesterol</b>		
<b>Triglicérides</b>		

## Protocolo de acompanhamento pós-cirúrgico

História atual (processo de recuperação, aversão ou intolerância a alimentos, desconfortos gastrointestinais: azia, ânsia, vômitos, diarreia):

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Hábito intestinal: \_\_\_\_\_ características: \_\_\_\_\_

Hábito urinário : \_\_\_\_\_ características: \_\_\_\_\_

Ingestão hídrica: \_\_\_\_\_

Aversão ou intolerância a alimentos?    ( ) sim    ( ) não

Desconfortos gastrointestinais (azia, ânsia, vômitos)? Frequência?

Uso de suplementos vitamínicos e/ou minerais?    ( ) sim    ( ) não

Ciclo menstrual regular?    ( ) sim    ( ) não

Uso de contraceptivos orais ou hormônios?    ( ) sim    ( ) não

Processo infeccioso ou inflamatório presente?    ( ) sim    ( ) não

Uso de medicamentos?    ( ) sim    ( ) não

Atividade física?    ( ) sim    ( ) não



### QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA DE ALIMENTAR

Leite e derivados	Quantas vezes você come	Unidade			P25	P75	Codif.
		1	2	3	P(1)	M(2) G(2)	
Leite integral	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	100ml	-----250ml	
Leite magro	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	100ml	-----250ml	
logurte natural	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	150ml	-----250ml	
logurte com frutas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	150ml	-----250ml	
Queijo fresco ou ricota	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	20g	----- 50g	
Queijos amarelos	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	15g	----- 30g	
Pão branco, forma	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	25g	----- 75g	
Pão integral, centeio	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	25g	----- 75g	
Pão doce, queijo, croissant	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	25g	----- 50g	
Biscoitos doces/salgados/torradas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	14g	----- 40g	
Requeijão	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	10g	-----40g	
Margarina light	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	2,5g	----- 6g	
Margarina comum	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	2,5g	----- 6g	
Manteiga	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	3g	----- 7g	
Mel, geléia	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	9g	----- 18g	
Arroz branco	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	60g	-----145g	
Aveia, granola, e cereais	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	15g	----- 50g	
Batata, mandioca, polenta fritas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	25g	----- 100g	
Batata, mandioca, polenta não fritas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	50g	----- 140g	
Batata doce	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	50g	----- 120g	
Massas, macarrão, lasanha, nhoque	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	45g	----- 200g	
Salgados, tortas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	40g	----- 150g	
Pizza	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	50g	----- 300g	
Farofa, farinhas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	15g	----- 30g	
Laranja, mixirica, pokan	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	125g	----- 360g	
Banana	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	50g	----- 120g	
Maçã, pêra	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	60g	----- 130g	
Mamão, papaya	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	100g	----- 170g	
Melancia, melão	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	55g	----- 150g	
Uva, abacaxi, goiaba na época	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	40g	----- 150g	
Abacate na época	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	80g	----- 215g	
Manga, caqui na época	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	45g	----- 180g	
Outras frutas (pêssego, jabuticaba, amora)	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	30g	----- 75g	
Suco de laranja natural	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	165ml	----- 250ml	
Suco de outras frutas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	200ml	----- 600ml	
Feijão roxo, carioca	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D	S	M	55g	----- 140g	

Ervilha, lentilha, outros	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	20g ----- 60g	
Feijoada	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	150g ----- 300g	
Folhas crus (alface, couve, agrião)	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	20g ----- 40g	
Folhas cozidas (repolho, acelga)	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	30g ----- 75g	
Couve-flor, brócolis	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	25g ----- 80g	
Cenoura, abóbora	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	12g ----- 48g	
Tomate	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	30g ----- 80g	
Outros (berinjela)	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	30g ----- 80g	
Beterraba	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	25g ----- 80g	
Vagem, chuchu, abobrinha	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	20g ----- 65g	
Maionese, salada	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	7g ----- 30g	
Sopas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	290g ----- 780g	
Carne bovina	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	75g ----- 120g	
Carne de porco	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	77,5g ----- 255g	
Bacon, toucinho, torresmo, pururuca	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	8g ----- 24g	
Carne de frango ou outras aves	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	65g ----- 135g	
Peixes	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	100g ----- 230g	
Miúdos (dobradinha, fígado, coração)	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	65g ----- 130g	
Camarão, frutos do mar	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	50g ----- 150g	
Lingüiça, salsicha	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	40g ----- 120g	
Presunto, mortadela	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	15g ----- 30g	
Ovo	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	25g ----- 100g	
Café amargo	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	50ml ----- 100ml	
Café com açúcar	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	50ml ----- 100ml	
Café com adoçante	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	50ml ----- 100ml	
Chá preto ou mate	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	150ml ----- 300ml	
Chá de ervas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	150ml ----- 300ml	
Água	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	120ml ----- 360ml	
Cerveja	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	300ml ----- 600ml	
Pinga, destilados	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	45ml ----- 90ml	
Vinho	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	60ml ----- 200ml	
Sucos artificiais	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	200ml ----- 600ml	
Refrigerante diet/light	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	200ml ----- 350ml	
Refrigerante normal	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	200ml ----- 350ml	
Bolo, tortas pavês	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	50g ----- 150g	
Chocolate, brigadeiro	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	15g ----- 50g	
Sorvete, milk-shake	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	70g ----- 160g	
Pudim, doces com leite	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	50g ----- 150g	
Doces de frutas	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	20g ----- 50g	

Castanhas, oleaginosas, amendoins	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	25g ----- 100g	
Pipoca, chips, outros	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	50g ----- 150g	
Maionese, molhos para salada	N 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	D S M	g ----- g	

Na maioria das vezes você costuma realizar

(021) Almoço e jantar

(011) Almoço e lanche/Lanche e jantar

Há algum alimento que você costuma consumir e não foi mencionado neste questionário?

Alimento	Freqüência	Qtde consumida	Código do alimento	Codificação

Quantas refeições você faz por dia? \_\_\_\_\_

Que tipo de óleo/gordura você costuma utilizar para cozinhar ou preparar as refeições?

(00) não usa

(04) óleo de soja, milho, outros

(01) margarina

(05) bacon

(02) manteiga

(06) banha

(03) azeite de oliva

(99) não sabe

Quando você come carne bovina/porco, você costuma comer a gordura?

(1) nunca/raramente

(2) algumas vezes

(3) sempre

Quando você come carne de frango, você costuma comer a pele?

(1) nunca/raramente

(2) algumas vezes

(3) sempre

Você costuma acrescentar sal na comida depois de pronta?

(1) nunca/raramente

(2) algumas vezes

(3) sempre

Quando você come:

iogurte/sorvete são light/diet?

(1) sempre

(2) algumas vezes

(3) raramente ou não come

(9) não sabe

maionese/molhos para salada são light/diet?

(1) sempre

(2) algumas vezes

(3) raramente ou não come

(9) não sabe

queijo/requeijão são light/diet?

(1) sempre

(2) algumas vezes

(3) raramente ou não come

(9) não sabe

## APÊNDICE C

### Dieta líquida pré-operatório de cirurgia bariátrica

Horário	Alimentos	Quantidade
8:00h	Leite desnatado Café com adoçante	150ml 50ml
9:00h	Suco de laranja Mamão	120ml 40g
10:00h	Suco laranja Maça	120ml 20g
11:00h	Suco laranja Banana	120ml 20g
12:00h	Sopa líquida	100ml
13:00h	Sopa líquida	100ml
14:00h	Sopa líquida	100ml
15:00h	Suco laranja	100 ml
16:00h	Leite desnatado Café com adoçante	150ml 50ml
17:00h	Suco de laranja Cenoura	120ml 40g
18:00h	Leite desnatado Café com adoçante	150ml 50ml
19:00h	Sopa fubá líquida	100 ml
20:00h	Sopa fubá líquida	100 ml
21:00h	Suco laranja	100 ml
22:00h	Suco de laranja Mamão	120ml 40g
23:00h	Leite desnatado Café com adoçante	150ml 50ml

## Composição Nutricional

<b>Energia</b>	997 Kcal	
<b>Carboidratos</b>	176g	71% VCT
<b>Proteínas</b>	35g	14% VCT
<b>Lipídeos</b>	17g	15% VCT

VCT – valor calórico total

<b>Ferro</b>	4,13 mg
<b>Zinco</b>	3,85 mg

## APÊNDICE D

**Descrição dos dados de ingestão alimentar, em pré e pós-operatório, obtidos por recordatório de 24 horas.**

### PRÉ-OPERATÓRIO

Voluntárias	Kcal	prot	lip	carb	prot %	lip %	carb %	Fe	Zn
1	1840.6	0.8	61.9	201.4	25.8	30.3	43.9	14.8	15.1
2	932.8	0.4	38.1	101.8	19.1	37.0	43.9	8.6	5.4
3	2744.4	0.8	68.1	414.0	17.5	22.3	60.2	24.0	16.3
4	1250.6	0.6	44.5	152.9	20.3	31.5	48.2	7.4	11.0
5	961.4	0.6	29.1	104.8	29.9	27.0	43.1	9.8	9.8
6	3471.6	1.3	117.4	342.2	29.2	30.8	40.0	34.0	34.1
7	859.2	0.6	30.6	81.5	29.6	32.3	38.2	9.1	9.7
8	1182.9	0.4	47.0	136.9	19.0	35.3	45.7	8.3	7.8
9	5375.4	2.8	175.3	627.3	23.2	29.7	47.2	44.6	47.4
Média	2068.8	0.9	68.0	240.3	23.7	30.7	45.6	17.9	17.4
DP	1534.8	0.8	48.5	184.7	5.0	4.3	6.3	13.5	14.1

### PÓS-OPERATÓRIO

Voluntárias	Kcal	prot	lip	carb	prot %	lip %	carb %	Fe	Zn
1	1257.9	0.5	41.2	161.8	20.6	28.9	50.5	7.5	7.3
2	818.6	0.5	28.1	91.5	26.6	30.0	91.5	7.6	13.3
3	1022.6	0.5	25.5	143.6	22.9	22.0	55.1	5.1	5.9
4	931.7	0.4	24.5	137.4	19.0	23.2	57.8	8.1	6.2
5	709.2	0.3	37.6	66.7	16.7	46.6	36.7	2.9	4.4
6	622.3	0.2	24.9	62.3	24.3	35.9	39.8	4.5	5.8
7	1075.5	0.7	33.7	129.8	23.3	28.3	48.4	8.3	8.3
8	841.9	0.3	23.7	131.7	15.3	24.4	60.3	4.5	4.4
9	892.3	0.4	48.5	72.2	18.9	48.9	32.3	4.0	7.1
Média	908.0	0.4	32.0	110.8	20.8	32.0	52.5	5.8	6.9
DP	193.0	0.2	8.8	37.6	3.7	9.8	17.5	2.0	2.7

Legenda:

Prot: proteína (g/Kg/dia)

Lip: lipídeos (g)

Carb: carboidratos (g)

Fe: ferro (mg/dia)

Zn: zinco (mg/dia)

DP: desvio-padrão

### Descrição do consumo dos grupos de alimentos, em porções, em pré e pós-operatório, obtidos por QFA

#### PRÉ-OPERATÓRIO

Voluntárias	hortaliças	frutas	cereais/massas	leite/derivados	carnes/ovos/leguminosas	óleos/gorduras/açúcares
1	8	2	5	2	2	4
2	3	1	3	0	1	6
3	3	3	6	1	3	10
4	4	6	2	3	2	5
5	4	4	3	3	2	2
6	11	1	12	4	4	20
7	7	1	2	1	1	2
8	10	3	5	2	3	6
9	4	1	12	2	5	8
Média	6	2	5	2	3	7
DP	3	2	4	1	1	6

#### PÓS-OPERATÓRIO

Voluntárias	hortaliças	frutas	cereais/massas	leite/derivados	carnes/ovos/leguminosas	óleos/gorduras/açúcares
1	4	3	4	2	3	3
2	1	2	2	2	1	2
3	2	7	3	1	3	2
4	3	1	4	3	1	3
5	5	2	3	3	2	3
6	2	1	1	1	3	13
7	2	1	5	1	1	2
8	6	5	6	3	3	2
9	2	1	2	3	2	4
Média	3	3	3	2	2	4
DP	2	2	1	1	1	3

Legenda:

QFA: questionário de frequência alimentar

DP: desvio-padrão

## APÊNDICE E

### Descrição dos dados antropométricos de cada voluntária em pré e pós-operatório.

#### PRÉ-OPERATÓRIO

Voluntárias	idade	peso	IMC	CB	CA	CC	CQ	RAQ
1	27	144.2	46.6	42.0	150.0	126.0	159.0	0.94
2	45	125.2	53.5	46.5	147.0	118.0	149.0	0.99
3	32	148.8	50.9	44.0	146.0	132.0	162.0	0.90
4	52	111.1	40.8	42.0	121.0	116.0	136.0	0.89
5	54	122.6	56.0	52.0	149.0	142.5	155.0	0.96
6	27	187.6	70.6	58.0	170.0	142.5	178.0	0.96
7	54	98.0	41.3	38.0	135.0	111.0	138.0	0.98
8	29	145.2	52.7	46.0	147.0	128.0	160.0	0.92
9	45	110.8	43.3	52.0	151.0	119.0	143.0	1.06
Média	41	132.6	50.6	46.7	146.2	126.1	153.3	0.95
DP	12	27.1	9.3	6.2	13.1	11.3	13.3	0.05

#### PÓS-OPERATÓRIO

Voluntárias	idade	peso	IMC	CB	CA	CC	CQ	RAQ
1	27	121.0	39.1	39.0	140.0	117.0	139.0	1.01
2	45	109.8	46.9	45.5	134.0	113.0	139.0	0.96
3	32	125.2	42.8	41.0	131.5	113.0	147.0	0.89
4	52	100.4	36.9	38.0	118.5	106.0	133.0	0.89
5	54	104.8	47.8	47.0	138.0	127.0	141.0	0.98
6	27	167.8	63.2	55.0	160.0	129.5	166.5	0.96
7	54	84.4	35.6	32.0	109.5	87.5	120.0	0.91
8	29	118.2	42.9	40.5	130.0	112.5	147.0	0.88
9	45	95.2	37.2	48.0	127.0	107.5	141.0	0.90
Média	41	114.1	43.6	42.9	132.1	112.6	141.5	0.93
DP	12	24.0	8.5	6.7	14.2	12.3	12.4	0.05

Legenda:

Idade: anos

Peso (Kg)

IMC: Índice de Massa Corporal (Kg/m<sup>2</sup>)

CB: circunferência do braço (cm)

CA: circunferência abdominal (cm)

CC: circunferência da cintura (cm)

CQ: circunferência do quadril (cm)

RAQ: razão abdômen-quadril

DP: desvio-padrão

**Descrição dos dados de composição corporal analisado por BIA em pré e pós-operatório.**

**PRÉ-OPERATÓRIO**

Voluntárias	RES	REAC	MLG (Kg)	GC (Kg)	MLG (%)	GC (%)
1	424	54	65.1	79.1	45.1	54.9
2	448	50	57.2	68.0	45.7	54.3
3	311	34	69.5	79.3	46.7	53.3
4	496	49	53.9	57.2	48.5	51.5
5	427	39	55.9	66.7	45.6	54.4
6	385	37	73.5	114.1	39.2	60.8
7	569	60	50.0	48.0	51.0	49.0
8	442	50	61.9	83.3	42.7	57.3
9	456	66	56.0	54.8	50.6	49.4
Média	440	49	60.3	72.3	46.1	53.9
DP	71	11	7.8	19.8	3.7	3.7

**PÓS-OPERATÓRIO**

Voluntárias	RES	REAC	MLG (Kg)	GC (Kg)	MLG (%)	GC (%)
1	475	44	59.1	61.9	48.8	51.2
2	434	39	54.6	55.2	49.7	50.3
3	391	40	61.2	64.0	48.9	51.1
4	513	40	51.5	48.9	51.3	48.7
5	447	35	52.1	52.7	49.7	50.3
6	347	24	75.0	112.6	40.0	60.0
7	491	44	48.7	35.7	57.8	42.2
8	427	40	57.3	60.9	48.4	51.6
9	518	47	51.7	43.5	54.3	45.7
Média	449	39	56.8	59.5	49.9	50.1
DP	57	7	7.9	21.9	4.8	4.8

Legenda:

- BIA: impedância bioelétrica
- RES: resistência ( $\Omega$ )
- REAC: reactância ( $\Omega$ )
- MLG: massa livre de gordura
- GC: gordura corporal
- DP: desvio-padrão

## **APÊNDICE F**

**Descrição dos dados de gasto energético, volumes respiratórios e oxidação de substrato em pré e pós-operatório.**

### PRÉ-OPERATÓRIO

Voluntárias	VO2	VCO2	QR	Kcal/min	GER	CHO	LIP
2	319	277	0.87	1.57	2254	340	101
3	359	270	0.75	1.71	2467	110	214
4	266	191	0.72	1.26	1816	22	180
6	404	285	0.70	1.91	2746	0	286
7	231	178	0.77	1.11	1593	98	127
8	364	279	0.77	1.75	2512	145	204
9	315	240	0.76	1.50	2166	116	180
Média	323	246	0.76	1.54	2222	119	185
DP	60	44	0.05	0.28	405	111	60

### PÓS-OPERATÓRIO

Voluntárias	VO2	VCO2	QR	Kcal/min	GER	CHO	LIP
2	271	211	0.78	1.30	1873.6	130	144
3	297	269	0.91	1.47	2115.3	390	67
4	280	202	0.72	1.32	1907.2	29	188
6	283	208	0.74	1.34	1935.7	55	180
7	191	162	0.85	0.93	1342.1	179	70
8	240	182	0.76	1.15	1651.3	83	139
9	232	190	0.82	1.13	1621.2	172	101
Média	256	203	0.80	1.23	1778.0	148	127
DP	37	34	0.07	0.18	256.6	121	49

Legenda:

VO2: volume de oxigênio consumido (mL/min)

VCO2: volume de gás carbônico produzido (mL/min)

QR: quociente respiratório

GER (Kcal/dia): gasto energético em repouso

CHO: gramas de carboidrato oxidado por dia

LIP: gramas de lipídeos oxidado por dia

DP: desvio-padrão

## APÊNDICE G

### Descrição dos dados de nitrogênio urinário em pré e pós-operatório.

#### PRÉ-OPERATÓRIO

Voluntárias	U (mL)	branco	amostra	g % NU	Ntotal
1	1770	0.04	0.30	0.36	6.32
2	2525	0.04	0.27	0.32	7.95
3	565	0.04	0.83	1.11	6.25
4	2300	0.04	0.20	0.22	5.06
5	730	0.04	0.42	0.53	3.88
6	885	0.04	0.82	1.09	9.60
7	1285	0.04	0.50	0.64	8.22
8	2645	0.04	0.47	0.60	15.74
9	1730	0.04	0.55	0.71	12.28
Média	1604	0.04	0.48	0.62	8.37
DP	784	0.00	0.22	0.31	3.73

#### PÓS-OPERATÓRIO

Voluntárias	UPT (mL)	branco	amostra	g % NU	Ntotal
1	1025	0.04	0.46	0.59	6.01
2	2205	0.04	0.22	0.25	5.56
3	679	0.04	0.72	0.95	6.42
4	2338	0.04	0.41	0.52	12.11
5	500	0.04	0.53	0.68	3.41
6	550	0.04	0.73	0.96	5.30
7	2300	0.04	0.29	0.35	8.05
8	1780	0.04	0.28	0.34	5.98
9	410	0.04	0.45	0.57	2.34
Média	1310	0.04	0.45	0.58	6.13
DP	835	0.00	0.18	0.25	2.79

Legenda:

U: urina excretada em 24 horas

g NU %: gramas de nitrogênio por 100 mL de urina

Ntotal: nitrogênio urinário de 24 horas

DP: desvio-padrão