

# Parâmetros morfométricos e quantitativos de tecidos adiposos de ratos alimentados com resíduos de lichia

## Morphometric and quantitative parameters of adipose tissues of rats fed lychee residues

Raissa Linares de Melo Rocha<sup>1</sup> , Martha Elisa Ferreira de Almeida<sup>2</sup> , José Antônio de Souza Cruz Ramos<sup>3</sup> , Aline Braga de Melo<sup>4</sup>, Diego Alvarenga Botrel<sup>4</sup> , Regiane Victória de Barros Fernandes<sup>4</sup> 

1. Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil. 2. Docente do Curso de Nutrição, Campus Rio Paranaíba, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil. 3. Técnico em Vigilância Epidemiológica, Minas Gerais, Brasil. 4. Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil.

### Resumo

**Objetivo:** avaliar os parâmetros morfométricos e a quantidade de tecidos adiposos de ratos alimentados com resíduos da lichia. **Métodos:** na etapa 1, os animais foram divididos em grupo C (controle) e grupo H (dieta hipercalórica); enquanto, na etapa 2, os animais do grupo C permaneceram neste grupo, e os demais foram divididos no grupo H, grupo HCL (10% de farinha da casca de lichia), e o grupo HSL (10% de farinha da semente de lichia). Avaliaram-se os Índices de Massa Corporal (IMC) e de Lee; o consumo alimentar, o Coeficiente de Eficiência Alimentar e a Digestibilidade Aparente; os Índices Hepato-Somático, de Gordura Visceral e de Gordura Epididimal. Compararam-se os dados pelo Teste de Tukey a 5%. **Resultados:** não houve diferença estatística quanto o peso corporal, o IMC, o consumo alimentar, e o Índice Hepato-Somático. O grupo HCL não diferiu do grupo C quanto ao Coeficiente de Eficiência Alimentar e à quantidade dos tecidos adiposos (visceral e epididimal). Os grupos que receberam as farinhas de lichia não diferiram do grupo C quanto ao ganho de peso e ao Índice de Lee; entretanto, apresentaram menor Índice de Gordura Epididimal que o grupo H e maior que o grupo C, embora o grupo controle (C) apresentasse menor Digestibilidade Aparente das dietas nas duas avaliações. **Conclusão:** a farinha da casca de lichia apresentou os melhores resultados, uma vez que não diferiu do grupo controle (C) para alguns parâmetros morfométricos e a quantidade dos tecidos adiposos, sugerindo que as fibras e os polifenóis dessa farinha promoveram os efeitos identificados neste estudo.

**Palavras-chave:** *Litchi chinensis*. Casca. Semente. Dieta de Cafeteria. Órgãos.

### Abstract

**Objective:** to evaluate the morphometric parameters and the amount of adipose tissue of rats fed lychee residues. **Methods:** in stage 1, the animals were divided into group C (control) and group H (hypercaloric diet); while in stage 2, the animals from group C remained in this group, and the others were divided into group H, group LPF (10% lychee peel flour), and group LSF (10% lychee seed flour). Body Mass Index (BMI) and Lee Index; dietary intake, Food Efficiency Coefficient and Apparent Digestibility; Hepato-Somatic, Visceral Fat (VFI) and Epididymal Fat Indexes (EFI) were evaluated. The data were compared by the Tukey Test at 5%. **Results:** there was no statistical difference regarding body weight, BMI, food intake, and Hepato-Somatic Index. The LPF group did not differ from group C ( $p>0.05$ ) regarding the Food Efficiency Coefficient and the amount of adipose tissues (visceral and epididymal). The groups that received the lychee flours did not differ from group C regarding weight gain and Lee Index, however they presented lower Epididymal Fat Index than group H and higher than group C, and the control group (C) presented lower Apparent Dietary Digestibility in both evaluations. **Conclusion:** lychee peel flour showed the best results, since it did not differ from the control group (C) for some morphometric parameters and the amount of adipose tissues, suggesting that the fibers and polyphenols of this flour promoted the effects identified in this study.

**Key words:** *Litchi chinensis*. Peel. Seed. Cafeteria diet. Organs.

### INTRODUÇÃO

A obesidade, que geralmente está associada a alta ingestão de alimentos, é considerada um fator de risco para as Doenças Crônicas Não Transmissíveis, e provoca prejuízos à saúde de indivíduos, podendo acarretar patologias, como o diabetes mellitus, as cardiopatias e diversos tipos de cânceres. Para o ano de 2025, está previsto que 75 milhões de crianças apresentarão sobrepeso e obesidade, e 2,3 bilhões de adultos se encontrarão com sobrepeso, e mais de 700 milhões com obesidade<sup>1</sup>.

Dietas com alta densidade energética, compostas por alimentos

ricos em carboidratos e lipídios vêm sendo utilizadas para reproduzir modelos experimentais de obesidade<sup>2</sup>. O fato de a similaridade e a homologia serem grandes entre os genomas dos roedores e humanos faz com que tais animais sejam uma importante ferramenta para o estudo da obesidade e outras patologias, além de permitir a obtenção de respostas em um curto período de tempo<sup>3</sup>.

As fibras dietéticas presentes em várias partes dos alimentos, com destaque para as cascas e sementes, possuem um papel

**Correspondente:** Martha Elisa Ferreira de Almeida. Docente da Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba (UFV). Caixa Postal 22, Rio Paranaíba, MG, Brasil. E-mail: martha.almeida@ufv.br

**Conflito de interesse:** Não há conflito de interesse por parte de qualquer um dos autores.

Recebido em: 27 Ago 2019; Revisado em: 29 Jul 2020; Aceito em: 28 Ago 2020

importante na saciedade e na redução do peso corporal, no peristaltismo intestinal, e na prevenção do câncer do cólon, bem como na redução do colesterol sérico e na glicemia pós-prandial<sup>4</sup>.

A lichia (*Litchi chinensis Sonn*) é uma fruta muito apreciada pelo seu sabor adocicado e levemente ácido, e um aroma muito agradável<sup>5</sup>. A casca e a semente representam 50% do fruto, o que é considerado elevado, visto que elas são descartadas por serem consideradas resíduos<sup>6</sup>. Entretanto, quando processados adequadamente, tais resíduos podem gerar outros produtos como extratos e farinhas, contribuindo para seu aproveitamento na indústria alimentícia e agregando valor ao fruto, visto que possuem elevados valores energéticos devido a seus teores de carboidratos, minerais (potássio e fósforo) e vitaminas (tiamina, riboflavina e niacina)<sup>6</sup>.

A casca da lichia apresenta maiores teores lipídios, proteínas, fibras e cinzas que a semente que se destaca pelo seu maior teor de carboidratos<sup>6</sup>, e a farinha dos seus subprodutos apresenta-se como fonte de nutrientes e substâncias bioativas (flavonoides, compostos fenólicos e antocianinas)<sup>7</sup>. Entre as substâncias fenólicas da lichia, destacam-se as antocianinas (cianidina-3-glicosídeo, cianidina-3-rutinosídeo, quercetina-3-glicosídeo e a quercetina-3-rutinosídeo), os flavonoides (epicatequina, procianidinas B2 e B4) e os taninos (proantocianidinas poliméricas)<sup>8</sup>.

O consumo de frutas é importante para a prevenção e/ou tratamento da obesidade. Nesse aspecto a lichia se destaca, visto que apresenta alta palatabilidade e baixa densidade energética. Entretanto, existem poucos estudos que avaliaram os efeitos metabólicos da farinha de lichia em ratos alimentados com dieta de cafeteria. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros morfométricos e a quantidade dos tecidos adiposos de ratos alimentados com resíduos da lichia (casca e semente).

## MÉTODOS

### Preparo das farinhas de lichia

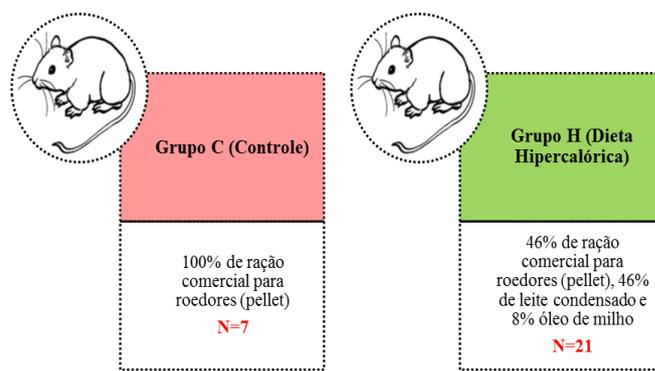
Coletaram-se os frutos de lichia em uma fazenda no Município de São Gotardo, Minas Gerais, Brasil. Sua higienização ocorreu, primeiramente, em água corrente para retirar as sujidades visíveis, e, posteriormente, houve a sanitização com cloro ativo na concentração de 200 ppm durante 10 minutos<sup>9</sup>, e, novamente, a imersão em água corrente durante dois minutos para remover o excesso de cloro. Os frutos foram colocados para escorrer e, posteriormente, sofreram a separação manual da casca, polpa e semente. As sementes foram trituradas em multiprocessador e secas em uma estufa com circulação de ar a 55°C, onde permaneceu durante seis dias até a obtenção do peso constante<sup>10</sup>, enquanto as cascas secaram na íntegra, nesta estufa, durante seis dias. Após a secagem, houve a trituração das amostras em liquidificador doméstico, e suas farinhas foram peneiradas (casca e semente) e armazenadas separadamente a temperatura ambiente em um frasco âmbar até a utilização na dieta dos ratos.

### Protocolo animal e das dietas

Utilizaram-se ratos machos (*Rattus norvegicus*), linhagem Wistar, obtidos do Biotério Central da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasil, com um peso inicial médio de 50 g, e a idade de 30 dias. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais a 22°C com um ciclo de claro/escuro de 12 horas (das 7h às 19h) e receberam alimentação e água *ad libitum*. O experimento teve a duração total de 19 semanas e foi separado em duas etapas.

Na etapa 1, os animais foram divididos em dois grupos e teve a duração de 10 semanas (figura 1). O grupo H recebeu a dieta hipercalórica proposta por Almeida et al.<sup>11</sup>.

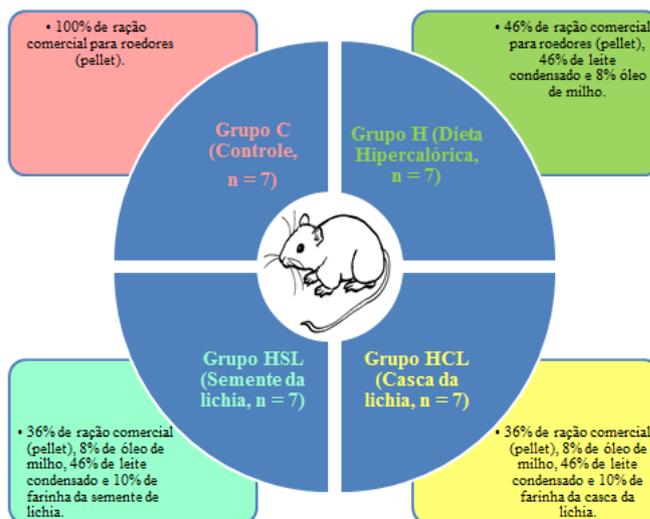
**Figura 1.** Descrição dos grupos submetidos a diferentes dietas, na etapa 1.



Fonte: Elaboração própria.

Na etapa 2, os animais foram divididos em quatro grupos e teve a duração de 9 semanas (figura 2), onde dois grupos receberam dieta hipercalórica com a farinha da casca e da semente de lichia.

**Figura 2.** Descrição dos grupos submetidos a diferentes dietas e resíduos de lichia na etapa 2.

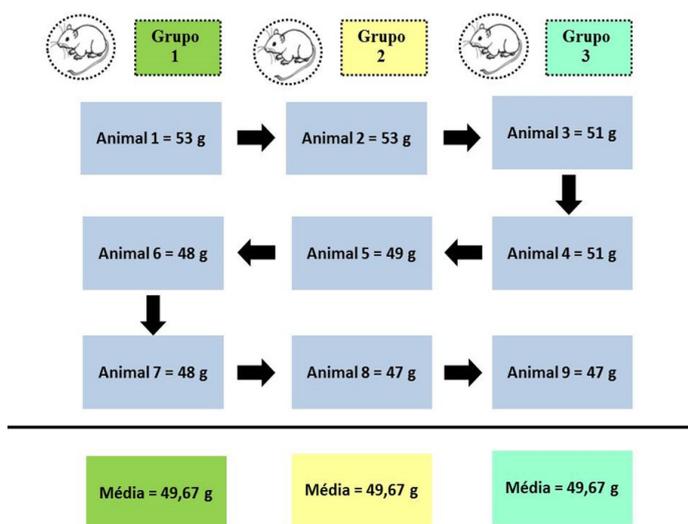


Fonte: Elaboração própria.

### 3 Tecidos adiposos de ratos e lichia

Todos os animais que receberam a dieta hipercalórica, na etapa 1, foram pesados para a divisão entre os três grupos. Houve uma distribuição dos animais para que os grupos apresentassem os seguintes dados médios do peso corporal: H = 407,14±69,14; HCL = 407,57±60,23; HSL = 407,86±64,56. Na figura 3 é apresentado um modelo fictício de separação dos grupos, onde os animais são pesados e colocados na ordem decrescente e no sentido das setas de orientação para distribuição nos grupos.

**Figura 3.** Demonstração fictícia da separação de grupos na etapa 2.



Fonte: Elaboração própria.

#### Composição centesimal

Determinou-se o teor de umidade das farinhas e dietas por meio da técnica gravimétrica, empregando calor em estufa à temperatura de 105°C por 24 horas até a obtenção do peso constante. Utilizou-se o método de "Soxhlet" para a extração do extrato etéreo (lipídios e substâncias lipossolúveis). A proteína bruta foi obtida mediante o teor de nitrogênio por meio de destilação em aparelho de Microkjedahl. Determinou-se a fração fibra pelo método gravimétrico, posteriormente à hidrólise ácida. Para a determinação das cinzas (resíduo mineral fixo), realizou-se o aquecimento da amostra a 550°C em mufla<sup>12</sup>.

Calcularam-se os carboidratos pela diferença de 100% da soma dos demais componentes pela equação: Fração glicídica = 100 - (umidade + extrato etéreo + proteínas + fibra bruta + cinzas). O valor calórico total foi estabelecido de acordo com os fatores de conversão<sup>13</sup> de 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios.

Todas as análises da composição centesimal foram realizadas em triplicata.

#### Parâmetros morfométricos

O peso corporal e a distância nasoanal foram medidos semanalmente<sup>14</sup>. A partir desses dados calculou-se o Índice de

Massa Corporal<sup>15</sup> = [peso corporal (g) / comprimento<sup>2</sup> (cm)], e o Índice Lee<sup>16</sup> = [raiz cúbica do peso corporal (g) / tamanho nasoanal (cm)]. O Índice de Massa Corporal para a eutrofia de ratos adultos<sup>15</sup> varia de 0,45 a 0,68 g/cm<sup>2</sup>. Para ratos que não apresentam crescimento estatural, o valor do Índice de Lee é classificado como normal<sup>16</sup> quando for ≤0,300, e como obeso quando for >0,300.

Calculou-se a ingestão alimentar, semanalmente, pela diferença entre a quantidade de alimentos oferecidos e as sobras nos comedouros<sup>14</sup>. Utilizaram-se os dados da ingestão alimentar semanal durante o uso das farinhas para o cálculo do Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA) de acordo com a equação: CEA = ganho de peso (g) / quantidade ingerida de alimentos (g).

Nas 5ª e 9ª semanas de utilização das farinhas de lichia, coletaram-se as fezes para o cálculo da Digestibilidade Aparente. Mediante a ingestão total de alimentos e as fezes eliminadas, os nutrientes absorvidos pelo trato digestório foram calculados de acordo com a fórmula, em que Digestibilidade Aparente = [(quantidade ingerida de alimentos - quantidade excretada de fezes) / quantidade ingerida de alimentos] x 100.

#### Sacrifício dos animais e preparo das amostras

No final do experimento, submetem-se os ratos à anestesia geral (via intraperitoneal) pela sobredosagem de Quetamina (300 mg/kg) + Xilazina (30 mg/kg), os quais foram eutanasiados após a confirmação da perda de consciência e morte. Coletou-se aproximadamente 4 mL de sangue por punção cardíaca que promoveram a morte por exsanguinação sob anestesia.

Após a eutanásia, ocorreu a retirada do fígado por necropsia para o cálculo do Índice Hepato-Somático que foi determinado pela relação entre o peso do fígado (PF) e o peso corporal final (PCF) do rato, conforme a equação<sup>17</sup>, onde: Índice Hepato-Somático = (PF/PCF) x 100. Também foram coletados o baço e os rins para a quantificação do peso.

Coletou-se o tecido adiposo epididimal que se encontra aderido ao epidídimo, e o visceral anexo à parede da cavidade, junto ao peritônio parietal na região pélvica. O Índice de Gordura Epididimal foi determinado pela relação entre o peso da gordura epididimal (GE) e o peso corporal final (PCF) do rato, em que: IGE = (GE/PCF) x 100. O Índice de Gordura Visceral foi determinado pela relação entre o peso da gordura visceral (GV) e o peso corporal final (PCF) do rato, em que: IGV = (GV/PCF) x 100.

Retiraram-se as amostras de sangue da porção caudal dos ratos no final da etapa 2, após jejum de 12 horas, para determinar os níveis glicêmicos<sup>11</sup>, utilizando o glicosímetro portátil G•TECH Free1.

#### Análise estatística

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com

#### 4 Tecidos adiposos de ratos e lichia

quatro tratamentos e sete repetições, representando cada animal uma parcela experimental. Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com um post hoc pelo Teste de Tukey, a significância de 5%, no programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 22.0.

#### Cuidados éticos

O experimento pautou-se nos princípios éticos na Experimentação Animal Brasileira, de acordo com a Lei<sup>18</sup> 11.794,

**Tabela 1.** Composição centesimal na matéria integral (100 g) e valor calórico das farinhas e das dietas utilizadas por ratos wistar. Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil.

Item analisado	Umidade (%)	Energia (kcal)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Fibras (g)	Cinzas (g)
CL	10,61±0,27	361,88±0,08	81,56±1,74	4,04±1,39	2,28±0,22	0,096±0,002	1,42±0,12
SL	14,96±0,26	339,97±0,85	79,05±0,51	4,47±0,55	0,78±0,13	0,018±0,003	1,09±0,04
C	9,71±0,08	341,41±0,91	58,08±0,30	22,88±0,44	11,19±0,36	0,024±0,002	7,36±0,17
H	14,79±0,20	383,96±4,55	55,66±0,52	11,52±1,40	1,95±0,06	0,010±0,002	4,02±0,07
HCL	13,29±0,26	397,66±4,12	57,00±0,21	13,16±0,28	13,00±0,59	0,018±0,001	3,53±0,12
HSL	16,80±0,14	378,36±2,87	56,21±1,13	11,52±1,40	11,94±0,56	0,010±0,000	3,53±0,13

Valores da média±desvio padrão (n=3). CL = farinha da casca de lichia, SL = Farinha da semente de lichia, C = Ração comercial, H = Dieta hipercalórica, HCL = Dieta hipercalórica e farinha da casca de lichia, HSL = Dieta hipercalórica e farinha da semente de lichia.

Os teores de umidade da casca e semente de lichia foram de 10,61 g / 100 g e 14,96 g / 100 g (tabela 1). Entre as dietas dos grupos controle (C) e hipercalórica (H), essa última apresentou maior umidade devido ao óleo de milho e ao leite condensado utilizados; enquanto entre as dietas hipercalóricas com farinha da casca de lichia (HCL) e a farinha da semente de lichia (HSL), a dieta com a farinha da semente apresentou uma maior umidade, visto que tal parte do fruto apresentou mais umidade na sua farinha.

As farinhas da casca e da semente de lichia apresentaram baixos teores de proteínas e lipídios (tabela 1). A dieta do grupo controle (C) apresentou maiores teores de proteínas e lipídios que a dieta hipercalórica e, entre as dietas hipercalóricas com casca de lichia (HCL) e semente de lichia (HSL), a dieta com a farinha da casca apresentou maiores teores desses nutrientes.

A farinha da casca de lichia apresentou maiores teores de fibras e cinzas que a farinha da semente de lichia (tabela 1). A dieta do grupo controle (C) apresentou um maior teor de fibras e cinzas que a dieta hipercalórica, assim como a dieta com a farinha da casca que apresentou maiores teores de fibras que a dieta com a farinha da semente. Os teores de cinzas foram similares entre as dietas que possuíam as farinhas dos resíduos de lichia.

O teor de carboidratos foi maior na farinha da casca de lichia (tabela 1). A farinha da casca de lichia apresentou-se mais calórica (361,88 kcal / 100 g) quando comparada à farinha de sua semente (339,97 kcal / 100 g). A dieta do grupo hipercalórico (H) apresentou-se mais calórica (383,96 kcal / 100 g) que a dieta do grupo controle (C), assim como a dieta hipercalórica com a farinha da casca (HCL), visto que a farinha da casca possuía mais

de 08 de outubro de 2008, e ocorreu após a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Protocolo no 42/2017).

#### RESULTADOS

Os resultados obtidos na caracterização da composição centesimal dos resíduos da lichia e das diferentes dietas utilizadas estão descritos na tabela 1.

calorias que a farinha da semente de lichia.

Não houve diferença estatística entre os grupos quanto ao peso corporal durante todas as semanas de utilização das farinhas de lichia (figura 4A), e entre os pesos inicial e final (figura 4B), demonstrando que as farinhas de lichia utilizadas pelos grupos HCL e HSL não foram eficazes para alterar o peso corporal total dos animais. Entretanto, o grupo da dieta hipercalórica (H) apresentou um maior ganho de peso corporal total ( $p < 0,05$ ) quando comparado aos demais grupos que foram iguais entre si (figura 4C).

Os animais dos grupos que receberam as farinhas com resíduos de lichia (HCL e HSL) não diferiram ( $p > 0,05$ ) do grupo controle (C) quanto ao ganho de peso total, demonstrando que os compostos bioativos, presentes nessas farinhas, tornaram o ganho de peso corporal similar ao dos animais que receberam a dieta padrão para roedores.

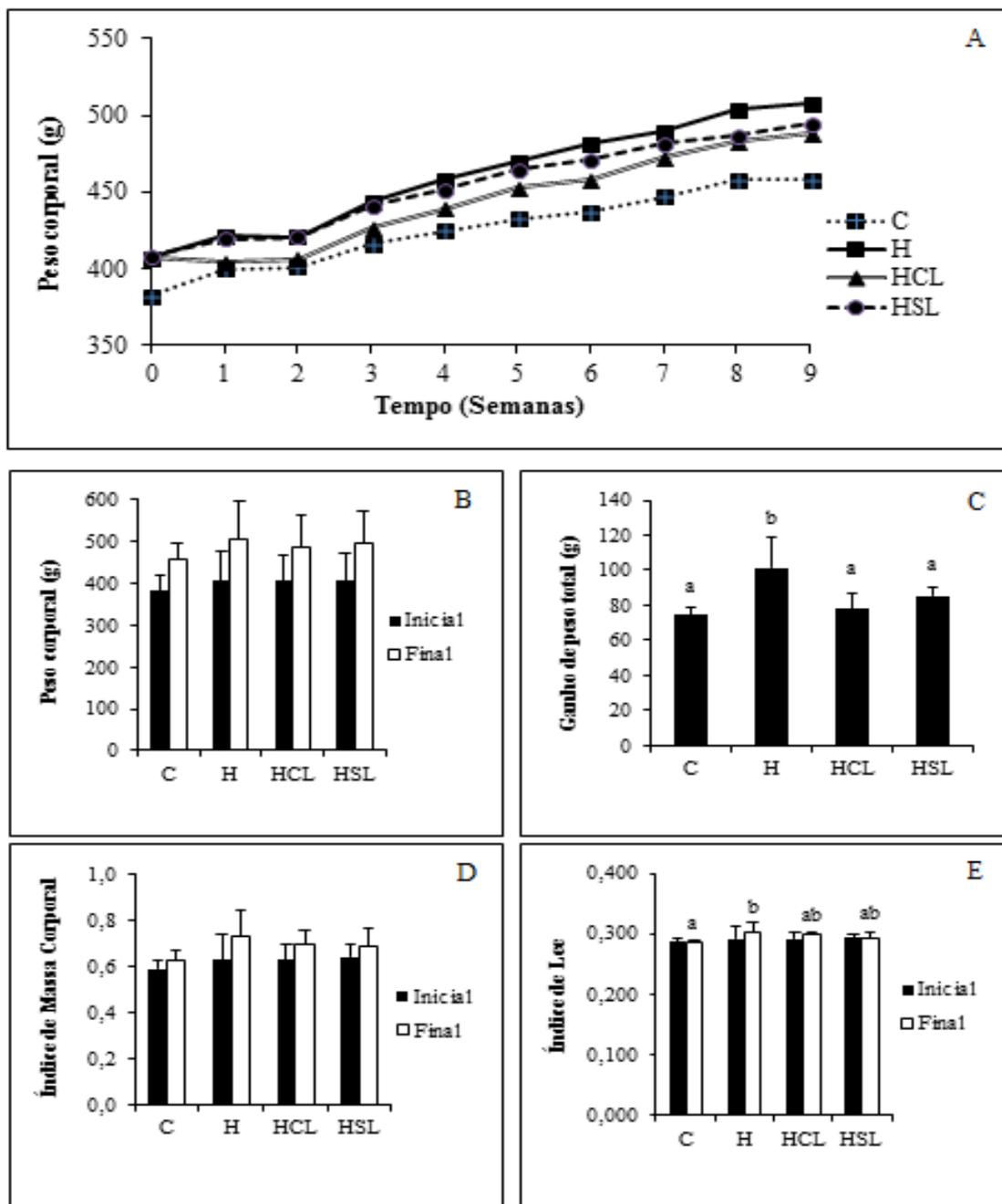
Não houve diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ) quanto o Índice de Massa Corporal no início e no final da etapa 2 (figura 4D). No início da etapa 2, todos os grupos apresentavam eutrofia. O grupo H apresentou um maior Índice de Lee final ( $p < 0,05$ ) quando comparado ao grupo C (figura 4E). No final da etapa 2, somente o grupo H apresentou a classificação de obeso.

Nas semanas 1 e 3, os animais do grupo controle (C) apresentaram um maior consumo alimentar ( $p < 0,05$ ) que os animais do grupo H, e, na semana 2, apenas o grupo HCL apresentou um consumo alimentar igual estatisticamente ao grupo controle (C). Nas demais semanas, não houve diferença estatística entre os grupos quanto ao consumo alimentar (figura 5A), bem como

entre os grupos quando se avaliou o consumo alimentar total durante a etapa 2 (figura 5B). Entretanto, os animais do grupo que receberam a farinha da casca de lichia (HCL) apresentaram um menor Coeficiente de Eficiência Alimentar, assim como o grupo controle (C) que recebeu a dieta padrão (figura 5C).

Na 5ª semana de utilização das farinhas de lichia, não houve diferença ( $p>0,05$ ) quanto à Digestibilidade Aparente entre os grupos alimentados com as dietas hipercalóricas, que foram superiores ao grupo controle (C); entretanto, no final da 9ª semana, os grupos H e HSL não diferiam entre si ( $p>0,05$ ) e foram superiores aos demais grupos (figura 5D).

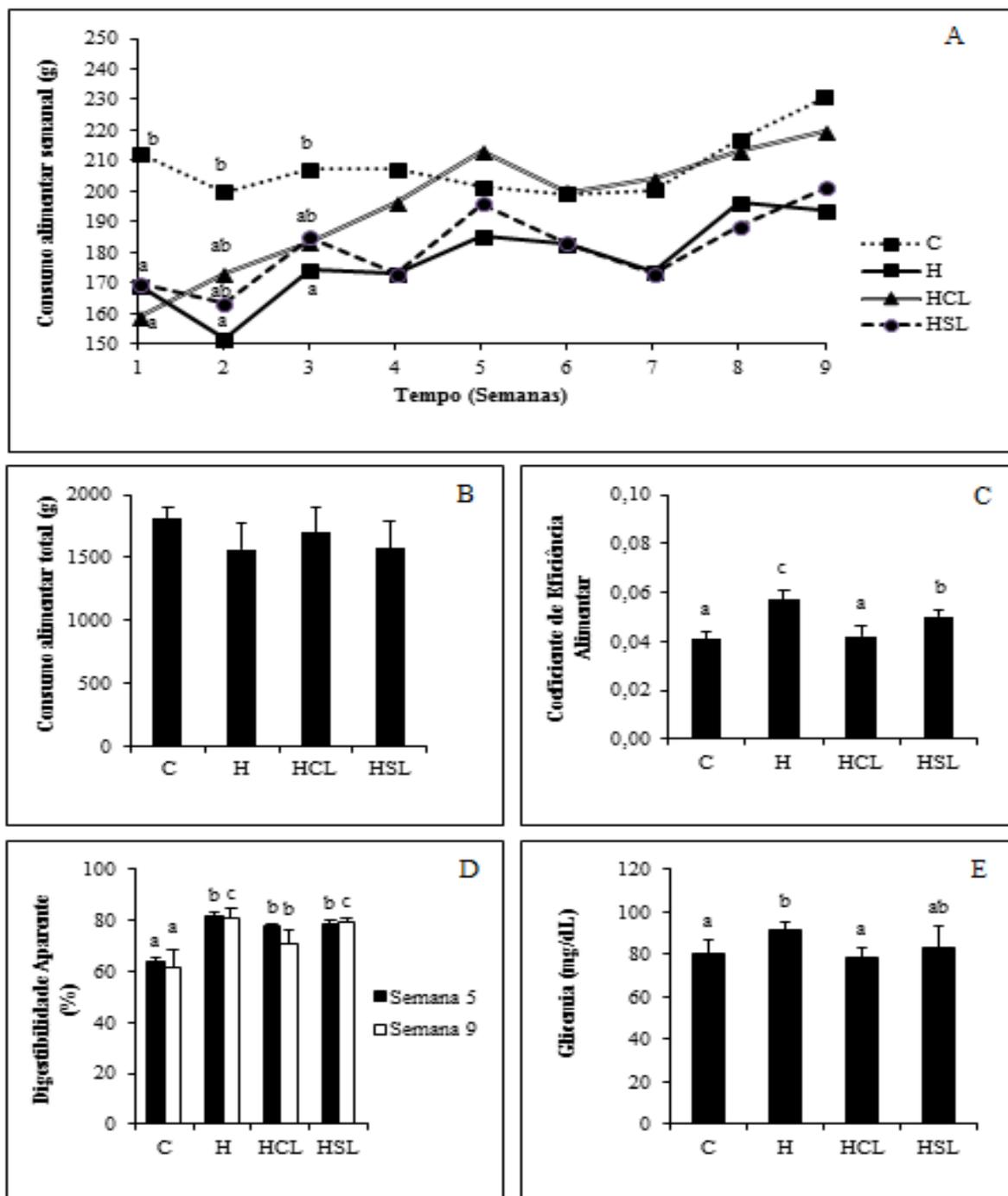
**Figura 4.** Peso corporal (A), Peso corporal inicial e final (B), Ganho de peso total (C), Índice de Massa Corporal (D), e Índice de Lee (E) de ratos Wistar alimentados com diferentes dietas. Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil.



Média±desvio padrão seguidos pelas mesmas letras entre os grupos não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ausência de letras entre os grupos não diferiu pelo Teste de Tukey a 5%.

C = Ração comercial, H = Dieta hipercalórica, HCL = Dieta hipercalórica e farinha da casca de lichia, HSL = Dieta hipercalórica e farinha da semente de lichia.

**Figura 5.** Consumo alimentar semanal (A), consumo alimentar total (B), Coeficiente de Eficiência Alimentar total (C), Digestibilidade Aparente (D), e glicemia (E) de ratos Wistar alimentados com diferentes dietas. Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil.



Média  $\pm$  desvio padrão seguidos pelas mesmas letras entre os grupos não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ausência de letras entre os grupos não diferiu pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

C = Ração comercial, H = Dieta hipercalórica, HCL = Dieta hipercalórica e farinha da casca de lichia, HSL = Dieta hipercalórica e farinha da semente de lichia

O grupo que recebeu a farinha da casca de lichia (HCL) não diferiu do grupo controle (C) quanto à glicemia capilar ( $p > 0,05$ ) (figura 5E).

Não houve diferença estatística entre os grupos quanto ao peso

do fígado e o Índice Hepato-Somático (tabela 2), demonstrando que as farinhas dos resíduos de lichia não alteraram, significativamente, o peso deste órgão e dos pesos corporais finais.

**Tabela 2.** Peso do fígado, Índice Hepato-Somático, peso do baço e dos rins de ratos Wistar alimentados com diferentes dietas. Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil.

Grupo	Fígado (g)	Índice Hepato-Somático (%)	Baço (g)	Rins (g)
C	16,48±1,49	3,60±0,12	0,94±0,08	3,37±0,33b
H	18,13±3,17	3,38±0,31	0,92±0,06	3,10±0,24ab
HCL	15,94±1,31	3,30±0,38	1,05±0,12	2,84±0,25a
HSL	16,87±1,68	3,46±0,48	1,02±0,12	3,01±0,41ab

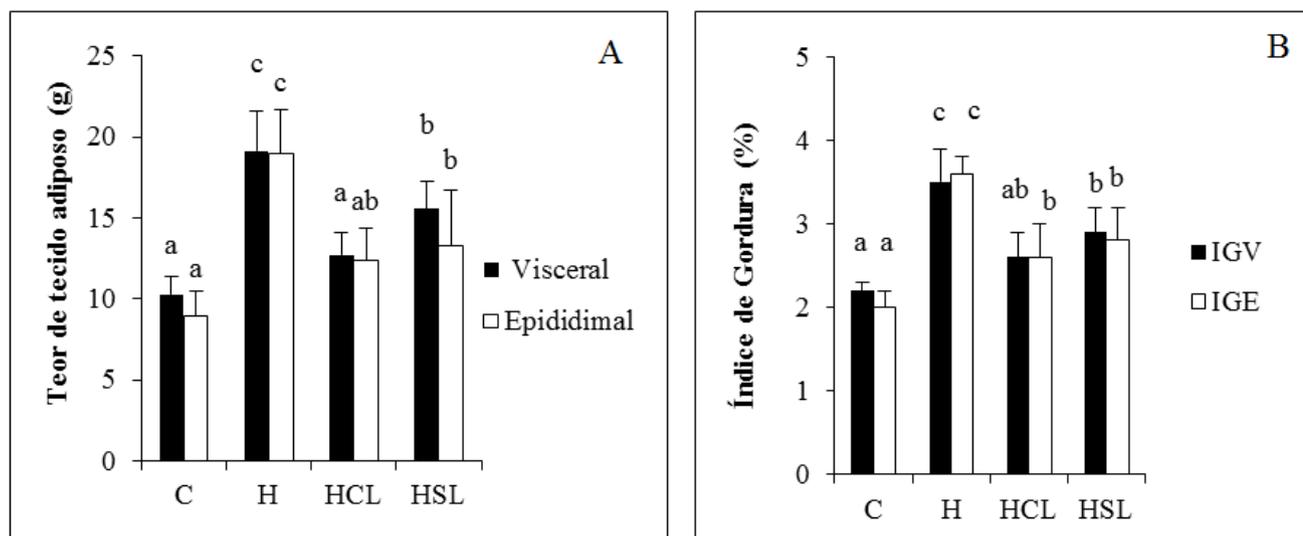
Média ± desvio padrão seguidos pelas mesmas letras entre os grupos não diferem pelo Teste de Tukey a 5%. Ausência de letras entre os grupos não diferiu pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

C = Ração comercial, H = Dieta hipercalórica, HCL = Dieta hipercalórica e farinha da casca de lichia, HSL = Dieta hipercalórica e farinha da semente de lichia.

Não houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os grupos quanto ao peso do baço (tabela 2). Entretanto, os animais que receberam a farinha da casca de lichia (HCL) apresentaram um menor peso dos rins ( $p < 0,05$ ) quando comparado ao grupo controle (C).

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre o grupo que recebeu a farinha da casca de lichia (HCL) e o grupo controle (C) quanto ao

tecido adiposo visceral (figura 6A), bem como o peso do tecido adiposo epididimal entre os grupos que receberam as farinhas dos resíduos de lichia; entretanto, o grupo que ingeriu a farinha da semente da lichia (HSL) apresentou uma maior quantidade dos tecidos adiposos que o grupo controle (C) e menor que o grupo H.

**Figura 6.** Peso dos tecidos adiposos visceral e epididimal (A), Índice de Gordura Visceral (IGV) e Índice de Gordura Epididimal (IGE) (B) de ratos Wistar alimentados com diferentes dietas. Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil.

Média ± desvio padrão seguidos pelas mesmas letras entre os grupos não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

C = Ração comercial, H = Dieta hipercalórica, HCL = Dieta hipercalórica e farinha da casca de lichia, HSL = Dieta hipercalórica e farinha da semente de lichia.

O grupo que recebeu a dieta hipercalórica (H) apresentou os maiores Índices de Gordura (IGV e IGE). Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os grupos que receberam as farinhas de lichia (HCL e HSL) quanto a esses Índices, e o grupo HCL foi superior ao grupo controle (C) somente quanto o IGE (figura 6B).

## DISCUSSÃO

Os teores de umidade da casca e semente de lichia diferiram de Queiroz<sup>19</sup> que identificou que a farinha da casca e a semente de lichia apresentaram 6,10 g / 100 g e 8,7 g / 100 g de umidade. O teor de proteínas da farinha da semente foi similar ao do estudo de Queiroz<sup>6,7</sup>, enquanto a farinha da casca foi duas vezes

inferior ao de Queiroz<sup>6,7</sup>, sugerindo que a localidade de coleta pode inferir na quantidade de proteínas das partes do fruto. Os teores de lipídios (farinha da casca e da semente) foram mais baixos que àqueles de Queiroz<sup>6,7</sup>. A farinha da casca de lichia apresentou maiores teores de fibras e cinzas que a farinha da semente de lichia, assim como observado por Queiroz<sup>6,7</sup>. O teor de carboidratos foi maior na farinha da casca de lichia, diferindo dos estudos<sup>6,7</sup> que identificaram mais carboidratos na farinha da semente de lichia.

A farinha da casca de lichia apresentou-se mais calórica quando comparada à farinha de sua semente, diferindo de Queiroz<sup>6,7</sup> que identificou uma maior quantidade calórica na farinha da

semente de lichia.

Os animais dos grupos que receberam as dietas hipercalóricas com 10% de farinhas com resíduos de lichia (HCL e HSL) não diferiram do grupo controle (C) quanto ao peso corporal total, assim como observado por Almeida et al.<sup>11</sup> que utilizaram dieta hipercalórica e 10% de farinha de lichia subdivididas em partes (casca, polpa e semente). Coelho<sup>20</sup> não identificou efeito no peso corporal final após tratamento dos ratos obesos e diabéticos alimentados com farinhas de lichia (casca e semente).

Os animais dos grupos que receberam as farinhas com resíduos de lichia (HCL e HSL) foram iguais entre si e não diferiram do grupo controle (C) quanto ao ganho de peso total. Entretanto, Queiroz et al.<sup>21</sup> verificaram que a farinha da semente de lichia adicionada a dieta AIN-93G promoveu um menor ganho de peso dos ratos.

Não houve diferença entre os grupos quanto o Índice de Massa Corporal no início e no final da etapa 2, assim como observado por Almeida et al.<sup>11</sup>. Entretanto, Queiroz et al.<sup>21</sup> identificaram que o grupo tratado com dieta AIN-93G hipercalórica apresentou um maior IMC que os grupos que receberam as farinhas da casca e da semente de lichia. No início da etapa 2, todos os grupos apresentavam eutrofia segundo Novelli et al.<sup>15</sup>, e, no final desta etapa, somente o grupo C apresentou tal classificação, demonstrando que as farinhas de lichia (casca e semente) não alteraram este parâmetro quando comparado ao grupo da dieta hipercalórica (H).

O grupo H apresentou um maior Índice de Lee final e recebeu a classificação de obeso, segundo Bernardis e Patterson<sup>16</sup>, diferindo de Almeida et al.<sup>11</sup> que utilizaram dieta hipercalórica e 10% de farinha de lichia subdivididas em partes (casca, polpa e semente) e não observaram diferença entre os grupos quanto este parâmetro, assim como Queiroz et al.<sup>21</sup>.

Os animais do grupo que receberam a farinha da casca de lichia (HCL) apresentaram um menor Coeficiente de Eficiência Alimentar, diferindo de Queiroz et al.<sup>21</sup> que observaram uma maior Eficiência Alimentar para os grupos da dieta hipercalórica e as farinhas de lichia (5 e 10%). Os grupos obesos diabéticos tratados com as farinhas da casca e semente de lichia não apresentaram diferença de consumo alimentar comparado ao grupo obeso e diabético<sup>20</sup>.

O grupo que recebeu a farinha da casca de lichia (HCL) não diferiu do grupo controle (C) quanto à glicemia capilar, assim como observado no estudo com ratos obesos e diabéticos tratados com farinha de lichia (casca e semente)<sup>20</sup>. Queiroz et al.<sup>21</sup> identificaram que os animais tratados com a farinha da semente de lichia reduziram a glicemia, sugerindo que tal fato ocorreu pela presença de fibras alimentares solúveis que formam um gel na parede do intestino retardando a absorção da glicose. Man et al.<sup>22</sup> observaram que a administração oral de extrato de semente de lichia em ratos diabéticos reduziu a glicemia. Alexander-Aguilera et al.<sup>23</sup> verificaram que a

administração oral da solução aquosa de polpa de lichia (40%) não promoveu diferença na glicemia quando comparados aos animais do grupo controle, do grupo da síndrome metabólica, e do grupo que recebeu a solução aquosa de polpa de lichia e sacarose; entretanto, a polpa de lichia diminuiu os triacilgliceróis e aumentou o HDL-colesterol quando comparado ao grupo controle. Guo et al.<sup>24</sup> identificaram que o extrato aquoso da semente de lichia diminuiu a glicemia de jejum, os triacilgliceróis e o Fator de Necrose Tumoral (TNF), além de aumentar a sensibilidade insulínica em ratos com diabetes mellitus tipo 2.

Os compostos fenólicos exercem atividade hipolipidêmica pela modulação da expressão do RNA<sup>23</sup>, sendo que a quercetina 3-O-rutinosídeo-7-O- $\alpha$ -L-rhamnosidase (quercetina 3-rut-7-rha), a rutina e a (-)-epicatequina são os principais polifenóis já identificados na polpa de lichia<sup>25</sup>.

Não houve diferença estatística entre os grupos quanto o peso do fígado, e o Índice Hepato-Somático, assim como observado por Coelho<sup>20</sup> para o peso do fígado. Entretanto, Almeida et al.<sup>11</sup> observaram que os animais alimentados com as dietas hipercalóricas (isolada ou em associação com as farinhas de lichia) apresentaram um menor Índice Hepato-Somático que o grupo controle. Queiroz<sup>19</sup> identificou que os animais que receberam a farinha da semente de lichia apresentaram um menor peso deste órgão e do Índice Hepato-Somático, quando comparado ao grupo hipercalórico, sugerindo que o consumo dessa farinha diminuiu o acúmulo de lipídios no fígado dos animais tratados com a dieta AIN-93G.

Não houve diferença significativa entre os grupos que receberam as farinhas de lichia (HCL e HSL) quanto aos Índices de Gordura (IGV e IGE), e o grupo HCL foi superior ao grupo controle (C) somente quanto o IGE. Coelho<sup>20</sup> não identificou efeito nos depósitos de gordura corporal (gordura epididimal, gordura visceral, gordura retroperitoneal e gordura total) e no Índice de Adiposidade após o tratamento dos ratos obesos e diabéticos alimentados com farinhas de lichia (casca e semente). Entretanto, Almeida et al.<sup>11</sup> observaram que a dieta hipercalórica adicionada da farinha de lichia (casca e semente) apresentou menores Índices de Gordura Epididimal e Visceral quando comparado aos grupos da dieta hipercalórica e da farinha de lichia com as três partes da fruta (casca, polpa e semente).

Wu et al.<sup>26</sup> verificaram que o extrato da flor de lichia reduziu o tecido adiposo epididimal, e os lipídios séricos e hepáticos, e melhorou os danos hepáticos e os níveis de citocinas induzidos pela dieta hipercalórica. Alexander-Aguilera et al.<sup>23</sup> identificaram que a polpa de lichia reduziu o tecido adiposo abdominal e o tamanho dos adipócitos de ratos, sugerindo que os polifenóis (quercetina, rutina e epicatequina) de tal parte da fruta apresentaram efeito regulador de genes adipogênicos. Qi et al.<sup>27</sup> observaram que a semente de lichia inibiu a adipogênese em modelos de pré-adipócitos 3T3-L1 pela regulação dos genes C/EBP $\alpha$ , C/EBP $\beta$ , C/EBP $\delta$ , PPAR $\gamma$  e KLF9. Chang et al.<sup>28</sup>

## 9 Tecidos adiposos de ratos e lichia

identificaram que o oligonol presente na lichia diminuiu, em humanos, o peso corporal total, a circunferência abdominal e o volume de gordura visceral.

### CONCLUSÃO

A farinha da casca de lichia apresentou os melhores resultados, uma vez que não houve diferença estatística com o grupo controle (C) quanto aos parâmetros morfométricos (ganho de

peso total e Índice de Lee), o Coeficiente de Eficiência Alimentar, a quantidade dos tecidos adiposos (visceral e epididimal) e a glicemia capilar.

Sugere-se que tais efeitos possam ter sido promovidos pelas fibras e pelos polifenóis da farinha da casca desse fruto, visto que tais compostos já apresentaram resultados benéficos à obesidade e ao diabetes mellitus.

### REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Mapa da obesidade [Internet]. São Paulo: ABESO; 2017. [acesso 2020 Ago 15]. Disponível em: <http://www.abeso.org.br/atitude-saudavel/mapa-obesidade/>.
2. Prada PO, Zecchin HG, Gasparetti AL, Torsoni MA, Ueno M, Hirata AE, et al. Western diet modulates insulin signaling, c-Jun N-terminal Kinase activity, and insulin receptor substrate-1ser307 phosphorylation in tissue specific fashion. *Endocrinology*, 2005 Mar; 126(3): 1576-1587. doi: 10.1210/en.2004-0767.
3. Diemen VV, Trindade EN, Trindade MRM. Modelo experimental para induzir obesidade em ratos. *Acta Cir Bras*. 2006; 21(6): 425-429. doi: doi.org/10.1590/S0102-86502006000600013.
4. Lottenberg AMP, Fan PLT, Buonacorso V. Efeitos da ingestão de fibras sobre a inflamação nas doenças crônicas. *Einstein*, 2010; 8(2 Pt 1): 254-258.
5. Lima RAZ, Abreu CMP, Asmar SA, Corrêa AD, Santos CD. Embalagens e recobrimento em lichias (*Litchi chinensis* Sonn.) armazenadas sob condições não controladas. *Ciênc Agrotec*. 2010; 34(4): 914-921. doi: doi.org/10.1590/S1413-70542010000400017.
6. Queiroz ER, Abreu CMP, Oliveira KSO. Constituintes químicos das frações de lichia *in natura* e submetidas à secagem: potencial nutricional dos subprodutos. *Rev Bras Frutic*. 2012; 34(4): 1174-1179. doi: doi.org/10.1590/S0100-29452012000400026.
7. Queiroz ER, Abreu CMP, Santos CM, Simão AA. Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) cultivar 'Bengal'. *Ciênc Rural*, 2015; 45(2): 329-334. doi: doi.org/10.1590/0103-8478cr20140106.
8. Motta EL. Avaliação da composição nutricional e atividade antioxidante de *Litchi chinensis* Sonn. ("Lichia") cultivada no Brasil. [dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ; 2009.
9. Hojo ETD. Aplicação de métodos combinados na conservação da qualidade de Lichias 'Bengal'. [tese]. Jaboticabal (SP): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp; 2010.
10. Garcia CAA, Ramos JASC, Augusto TR, Santos VS, Almeida MEF. Avaliação da toxicidade oral da farinha de lichia em ratos wistar. *Rev Saúde Biol*. 2016; 11(1): 58-65.
11. Almeida MEF, Ferreira JT, Augusto-Obara TR, Cruz RG, Arruda HS, Santos VS, et al. Can lychee reducing the adipose tissue mass in rats? *Braz Arch Biol Technol*. 2018; 61: e18160483. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2018160483>.
12. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists. 17. ed. Washington; 2005.
13. Osborne DR, Voogt P. The analysis in nutrients of foods. London: Academic; 1978.
14. Almeida MEF, Simão AA, Corrêa AD, Fernandes RVB. Improvement of physiological parameters of rats subjected to hypercaloric diet, with the use of *Pereskia grandifolia* (Cactaceae) leaf flour. *Obes Res Clin Pract*. 2016; 10(6): 701-709. doi: 10.1016/j.orcp.2015.10.011.
15. Novelli EL, Diniz YS, Galhardi CM, Ebaid GM, Rodrigues HG, Mani F, et al. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Lab Anim*. 2007 Jan; 41(1): 111-119. doi: 10.1258/00236770779399518.
16. Bernardis LL, Patterson BD. Correlation between 'Lee index' and carcass fat content in weanling and adult female rats with hypothalamic lesions. *J Endocrinol*. 1968 Abr; 40(4): 527-528. doi: 10.1677/joe.0.0400527.
17. Leite MAG. Influência do tanino sobre a concentração de colesterol em ratos submetidos à ingestão de dieta rica em lipídios. [dissertação]. Araraquara (SP): Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 2003.
18. Brasil. Lei no. 11.794, de 8 de outubro de 2008. Procedimentos para o uso científico de animais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2008 Out 9. [acesso 2020 ago 15]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/11794.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/11794.htm).
19. Queiroz ER. Farinhas da casca e semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) e respostas metabólicas em ratos wistar, na dislipidemia induzida [tese]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras-UFLA; 2015.
20. Coelho PM. Influência do consumo de farinha de casca e semente de lichia (*Litchi chinensis* Sonn) sobre o estresse oxidativo e perfil cardiometabólico de ratos obesos induzidos ao diabetes. [dissertação]. Vitória (ES): Universidade Federal do Espírito Santo-UFES; 2018.
21. Queiroz ER, Abreu CMP, Rocha DA, Sousa RV, Fráguas RM, Braga MA, César PHS. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) peel flour: effects on hepatoprotection and dyslipidemia induced by a hypercholesterolemic diet. *An Acad Bras Cienc*. 2018; 90(1): 267-281. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150638>.
22. Man S, Ma J, Wang C, Li Y, Gao W, Lu F. Chemical composition and hypoglycaemic effect of polyphenol extracts from *Litchi chinensis* seeds. *J Funct Foods*, 2016 Abr; 22(1): 313-324. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.01.032>.
23. Alexander-Aguilera A, Aguirre-Maldonado I, Antolin JR, Toledo LN, Rodríguez IS, Otero MGS. Effect of *Litchi chinensis* on adipose and hepatic tissues in rats with obesity and non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *J Saudi Soc Agricult Sciences*, 2019 Jul;18(3): 235-240. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.06.002>.
24. Guo J, Li L, Pan J, Qiu G, Li A, Huang G, Xu L. Pharmacological mechanism of semen Litchi on antagonizing insulin resistance in rats with type 2 diabetes. *Zhong Yao Cai*, 2004 Jun; 27(6): 435-438.
25. Su D, Zhang R, Hou F, Chi J, Huang F, Yan S, et al. Lychee pulp phenolics ameliorate hepatic lipid accumulation by reducing miR-33 and miR-122 expression in mice fed a high-fat diet. *Food Funct*. 2017 Feb; 8(2): 808-815. doi: 10.1039/c6fo01507g.
26. Wu YS, Chiu CH, Yang DJ, Lin YL, Tseng JK, Chen YC. Inhibitory effects of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) flower water extracts on lipase activity and diet-induced obesity. *J Funct Foods*, 2013 Abr; 5(2): 923-929. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.02.002>.
27. Qi S, Huang H, Huang J, Wang Q, Wei Q. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) seed water extract as potential antioxidant and anti-obese natural additive

## 10 Tecidos adiposos de ratos e lichia

in meat products. Food Control, 2015 Abr; 50(1): 195-201. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.08.047>.

28. Chang Y, Yang D, Chiu C, Lin Y, Chen J, Chen Y. Antioxidative and anti-

inflammatory effects of polyphenol-rich litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) flower-water-extract on livers of high-fat-diet fed hamsters. J Funct Foods, 2013 Jan; 5(1): 44-52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.08.002>.

### Como citar este artigo/How to cite this article:

Rocha RLM, Almeida MEF, Ramos JASC, Melo AB, Botrel DA, Fernandes RVB, Parâmetros morfométricos e quantitativos de tecidos adiposos de ratos alimentados com resíduos de lichia. J Health Biol Sci. 2020; 8(1):1-10

J. Health Biol Sci. 2020; 8(1):1-10