



Consumo de gordura inter e *trans* promove aumento de ingestão alimentar e estresse oxidativo no tecido hepático de camundongos Swiss

Palavras-Chave: Gordura interesterificada, gordura *trans*, fígado

Giacone, T. V.¹, Domingues J. V. S.¹, Roberto, L. M.¹, Silva, A. J. R. V. da¹, Siqueira, B. P.¹, Menta, P. L.¹, Torsoni, A. S.¹, Souza, L. M. I.¹, Torsoni, M. A.¹, Miyamoto, J. E.¹, Milanski, M.¹.

¹Laboratório de Distúrbios do Metabolismo - Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP, Limeira-SP, Brasil

INTRODUÇÃO

Os lipídios são fontes de energia, compõem membranas celulares e são fundamentais para a sobrevivência das células. Além disso, atuam na produção de hormônios e são carreadores de vitaminas, sendo essenciais para o funcionamento do metabolismo⁷. Por isso, a qualidade dos lipídios consumidos é de grande importância, pois irão gerar repercussões celulares. Ademais, na indústria de alimentos, as gorduras atuam na melhora de propriedades funcionais e sensoriais dos produtos, como sabor, textura e palatabilidade por passarem por processos como hidrogenação parcial e interesterificação, os quais modificam suas estruturas⁹.

Durante a hidrogenação parcial de óleos vegetais, átomos de hidrogênio são adicionados à cadeia do ácido graxo insaturado, ocorrendo a isomerização das duplas ligações. Esse processo pode levar à formação de isômeros *trans*, as chamadas gorduras *trans* industriais⁸. Elas estão presentes em alimentos processados e ultraprocessados, que são cada vez mais consumidos pela população e se relacionam positivamente ao ganho de massa corporal, fígado gorduroso e resistência à insulina induzida por lipotoxicidade, além do desenvolvimento de doenças cardiovasculares⁶. Assim, a RDC 632/2022 proibiu a utilização de gorduras *trans* no âmbito industrial, e o processo de hidrogenação parcial foi substituído pela interesterificação, o qual promove vantagens tecnológicas através do rearranjo dos ácidos graxos na molécula de glicerol, formando novos triacilgliceróis e sem gerar isômeros *trans*¹.

Embora as vantagens sejam interessantes, análises feitas em camundongos com dieta rica em gordura interesterificada mostraram aumento de massa corporal e de citocinas pró inflamatórias no tecido hepático, adiposo e intestino^{3 4 5}. Além disso, gorduras consumidas em excesso podem provocar respostas inflamatórias no hipotálamo, ativando vias inflamatórias que promovem alterações no controle alimentar².

OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo analisar as relações entre o consumo de gordura interesterificada e *trans* no metabolismo de lipídios e suas repercussões em camundongos submetidos à dieta normocalórica e normolipídica, enriquecida com gorduras vegetais modificadas

METODOLOGIA

Camundongos *Swiss* machos foram separados aleatoriamente em 3 grupos experimentais, os quais receberam dietas normocalóricas e normolípídicas, sendo elas: dieta controle com óleo de soja refinado (CT SOJA), dieta controle com óleo de soja interesterificado (CT SOJA INTER) e dieta controle com óleo de soja *trans* (CT SOJA TRANS). Os animais foram expostos à dieta por 8 semanas com acesso *ad libitum*. Peso e ingestão alimentar foram aferidos semanalmente, o teste de tolerância à glicose foi realizado após 4 e 8 semanas de dieta, e ao final do período experimental, os tecidos de interesse foram coletados e analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Peso

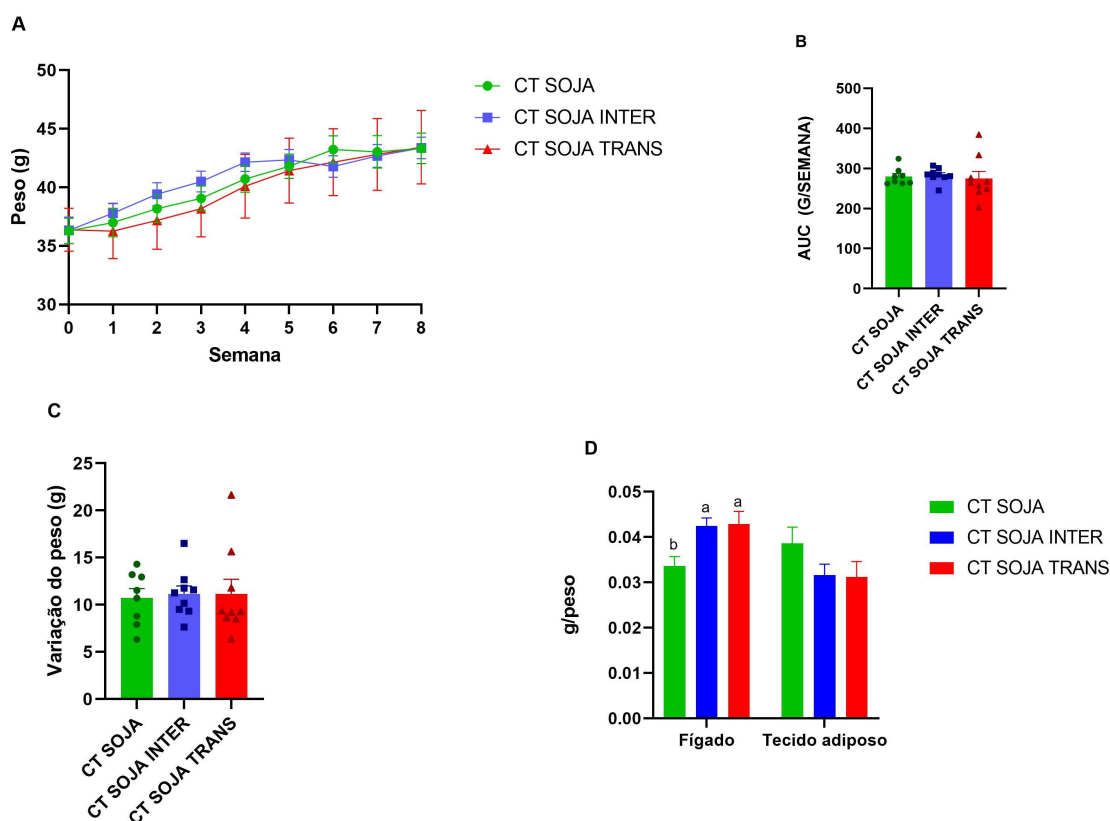


Figura 1. Análise de peso de camundongos alimentados com dieta controle soja (CT soja), controle soja inter (CT soja inter) e controle soja *trans* (CT soja *trans*) por 8 semanas. (n=8-9). (A) Evolução ponderal de peso; (B) Área sob a curva da evolução ponderal de ganho de peso. (C) Variação da massa corporal total nos grupos; (D) Massa tecido hepático e adiposo (Two-way ANOVA $p < 0,05$).

Ingestão

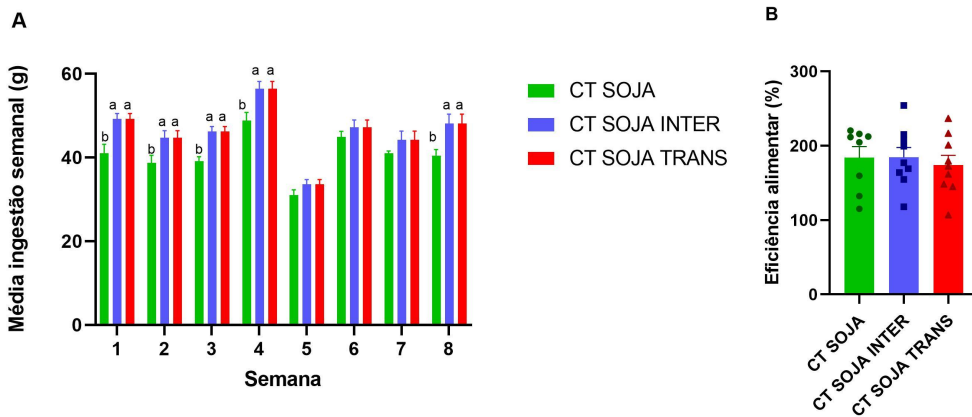
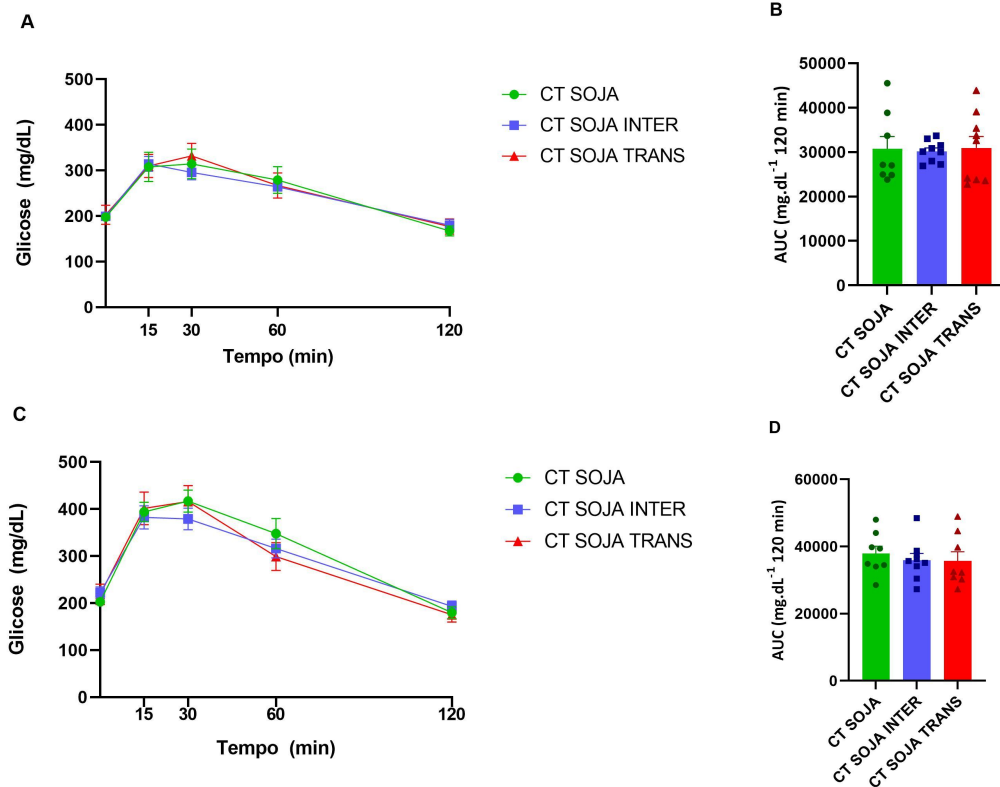


Figura 2. Análise de ingestão alimentar (g) de camundongos alimentados com dieta controle soja (CT soja), controle soja inter (CT soja inter) e controle soja *trans* (CT soja *trans*) por 8 semanas. (A) Média de ingestão semanal de dieta (Two-way ANOVA, $p < 0,05$); (B) Eficiência alimentar (%).

Parâmetros metabólicos



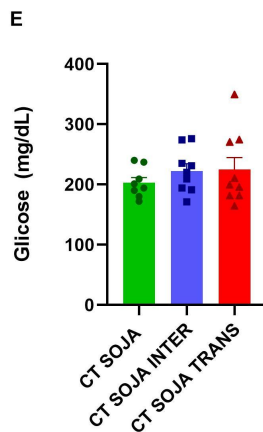


Figura 3. Teste de tolerância à glicose (GTT) e análise da área total sob a curva de glicose dos animais após 4 e 8 semanas de dieta controle (n=8-9). (A) Curva de tolerância à glicose nos tempos 0s, 15s, 30s, 60s e 120s após 4 semanas (B) Área sob a curva de glicose após 4 semanas; (C) Curva de tolerância à glicose após 8 semanas (D) Área sob a curva de glicose após 8 semanas; (E) Glicemia em jejum após 8 semanas.

Estresse oxidativo

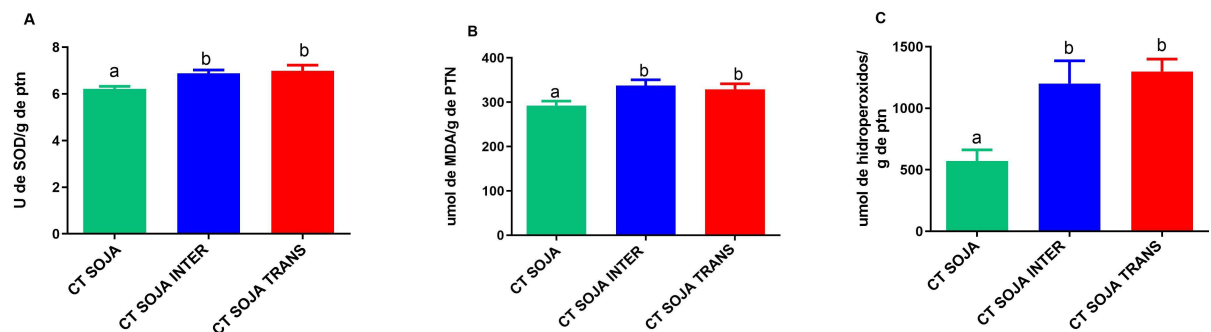


Figura 4. Dosagem de estresse oxidativo. (A) Unidade de SOD por grama de proteína expresso em camundongos tratados com dieta normolipídica controle soja, controle soja inter e controle soja *trans* durante 8 semanas. $p < 0,05$. $N = 9/9/9$ animais por grupo (Kruskal-Wallis test). (B) Quantificação de MDA por grama de proteína. $p < 0,05$. $N = 9-10$ animais por grupo (ANOVA One-way and Newman-Keuls Multiple post-test). (C) Quantificação de hidroperóxidos por grama de proteína. $p < 0,05$. $N = 7-8$ animais por grupo (ANOVA One-way and Newman-Keuls Multiple post-test).

O consumo de dietas enriquecidas com gorduras modificadas não promoveu alterações significativas em relação ao peso do animal e parâmetros metabólicos. Entretanto, alterações quanto ao peso do tecido hepático, foram observadas nos grupos de animais alimentados com dieta enriquecida com gordura interesterificada e *trans*, quando comparados à dieta com óleo de soja refinado. Tal resultado reforça dados da literatura que sugerem acúmulo de lipídios no fígado devido à gordura interesterificada. Além disso, a média de ingestão semanal da dieta também foi maior nos grupos CT soja inter e CT soja *trans* quando comparados ao CT soja, na primeira à quarta semana e na oitava semana de experimento. Por fim, as

análises de estresse oxidativo evidenciaram maior peroxidação lipídica nos grupos CT soja inter e CT soja *trans*, quando comparados ao CT soja.

CONCLUSÃO

Os resultados parciais sugerem que o consumo de gordura interesterificada e *trans* promovem aumento de ingestão alimentar e da massa hepática, sugerindo deposição de gorduras. Além disso, a maior peroxidação lipídica no tecido desses grupos pode ocasionar rupturas de membrana e prejudicar processos celulares.

AGRADECIMENTOS



BIBLIOGRAFIA

¹Afonso, M. S., Lavrador, M. S. F., Koike, M. K., et al. Dietary interesterified fat enriched with palmitic acid induces atherosclerosis by impairing macrophage cholesterol efflux and eliciting inflammation. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 32 (2016), pp. 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2016.01.005>;

²MAGNAN, Christophe et al. Role of hypothalamic de novo ceramides synthesis in obesity and associated metabolic disorders. *Molecular Metabolism*, v. 53, nov 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2021.101298>;

³MENTA, Penélope Lacrísio Reis *et al*, Interesterified palm oil increases intestinal permeability, promotes bacterial translocation, alters inflammatory parameters and tight-junction protein gene expression in Swiss mice, *Food Research International*, v. 151, p. 110897, 2022;

⁴MIYAMOTO, Josiane Érica e colab. Interesterified soybean oil promotes weight gain, impaired glucose tolerance and increased liver cellular stress markers. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 59, p. 153–159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2018.05.014>;

⁵MIYAMOTO, Josiane Érica e colab. Interesterified palm oil impairs glucose homeostasis and induces deleterious effects in liver of Swiss mice. *Metabolism: Clinical and Experimental*, v. 112, p. 154350, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154350>;

⁶Oteng AB, Kersten S. Mechanisms of Action of trans Fatty Acids. *Adv Nutr*. 2020;11(3):697-708. doi:10.1093/advances/nmz125;

⁷Real JT, Ascaso JF. Lipid metabolism and classification of hyperlipaemias. *Metabolismo lipídico y clasificación de las hiperlipemias. Clin Investig Arterioscler*. 2021;33 Suppl 1:3-9. doi:10.1016/j.arteri.2020.12.008;

⁸RIBEIRO, Ana Paula Badan et al. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero trans. *Química Nova* [online]. 2007, v. 30, n. 5 [Acessado 10 Maio 2022] , pp. 1295-1300. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000500043>>. Epub 28 Set 2007. ISSN 1678-7064;

⁹Wang L, Martínez Steele E, Du M, et al. Trends in Consumption of Ultraprocessed Foods Among US Youths Aged 2-19 Years, 1999-2018. *JAMA*. 2021;326(6):519–530. doi:10.1001/jama.2021.10238