

Consumo de alimentos ultraprocessados e função renal: análise da taxa de filtração glomerular no Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil)

Paulo Henrique de Almeida Soares Pimenta

18 de novembro de 2025

Índice

1	Introdução	1
2	Justificativa	2
3	Objetivos	3
3.1	Objetivo Geral	3
3.2	Objetivos Específicos	3
4	Hipótese	3
5	Metodologia	4
5.1	Revisão de Literatura (Desenho Conceitual)	4
5.2	Desenho do Estudo e População	4
5.3	Variáveis do Estudo	4
5.4	Análise Estatística	5
5.5	Relevância do Estudo	6
6	Cronograma	6
7	Resultados Esperados	6
8	Referências Bibliográficas	7

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

FACULDADE DE MEDICINA

**Consumo de alimentos ultraprocessados e
função renal: análise da taxa de filtração
glomerular no Estudo Longitudinal de
Saúde do Adulto (ELSA-Brasil)**

Paulo Henrique de Almeida Soares Pimenta

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Médicas da Faculdade de Medicina da USP, como requisito para
ingresso programa de mestrado da Faculdade Medcina da USP.

SÃO PAULO – SP

November 18, 2025 s

1 Introdução

A função renal desempenha um papel crucial na manutenção da homeostase do organismo, sendo a taxa de filtração glomerular (TFG) o principal indicador clínico para sua avaliação. A doença renal crônica (DRC) emerge como um grave problema de saúde pública global, caracterizada por elevada morbimortalidade, significativo impacto econômico e uma prevalência crescente tanto no Brasil quanto internacionalmente (He et al., 2024; Rey-García et al., 2021; Srour et al., 2019).

O padrão dietético moderno tem sido marcado por uma crescente substituição de alimentos *in natura* ou minimamente processados por Alimentos Ultraprocessados (AUPs), conforme a classificação NOVA (Monteiro et al., 2019), cujo consumo já corresponde a mais da metade da energia dietética total em países de alta renda e entre um quinto e um terço em países de renda média, como o Brasil (Canhada et al., 2020; Monteiro et al., 2019). Estes produtos, resultantes de formulações industriais complexas que incluem ingredientes refinados, aditivos e alta densidade energética, têm sido consistentemente associados a um risco elevado de obesidade, doenças metabólicas, cardiovasculares e renais.

Evidências de estudos internacionais, como revisões sistemáticas e meta-análises, indicam que padrões dietéticos com alta ingestão de ultraprocessados podem estar relacionados ao declínio da TFG e ao aumento do risco de progressão para DRC (Cecchini et al., 2025; He et al., 2024). Um aumento de 10% no consumo de AUPs foi associado a um risco 7% maior de DRC (He et al., 2024) e o alto consumo está associado a um declínio da função renal, particularmente em idosos (Leonberg et al., 2025; Rey-García et al., 2021).

A relevância do tema no Brasil é sublinhada pelo aumento do consumo de AUPs e pela necessidade de ferramentas de rastreamento, como evidenciado pelo Escore Nova o qual, primeiramente, estabeleceu um questionário eletrônico de autorrelato (Costa et al., 2021), contudo, no contexto brasileiro, ainda há uma lacuna de estudos longitudinais que investiguem essa associação de forma aprofundada.

Diante deste impacto crescente referente ao aumento sognificativo da DRC e suas consequências e das necessidades de estratégia de prevenção primária (Avesani et al., 2023) o Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil) representa a maior coorte nacional, dispondo de dados abrangentes sobre dieta, exames laboratoriais e medidas clínicas [canhada2020ultra]. Este vasto conjunto de informações oferece uma oportunidade ímpar para investigar a relação entre o consumo de alimentos ultraprocessados e a função renal na população brasileira o qual este projeto propõe avaliar através de métodos estatísticos e revisões sistemáticas.

Grupo	Descrição	Exemplos
1. In natura ou minimamente processados	Alimentos obtidos diretamente da natureza, submetidos apenas a processos simples como lavagem, refrigeração, moagem, secagem, fermentação simples ou pasteurização, sem aditivos .	Frutas, legumes, verduras, carnes frescas, ovos, arroz, feijão, leite.

Grupo	Descrição	Exemplos
2. Ingredientes culinários processados	Substâncias extraídas do grupo 1 ou da natureza e usadas para temperar, cozinhar ou preparar alimentos. Geralmente passam por processos como prensagem, refino, moagem ou extração.	Óleos vegetais, manteiga, açúcar, sal, mel.
3. Processados	Produtos feitos com adição de ingredientes do grupo 2 a alimentos do grupo 1, para maior durabilidade ou para modificação moderada de sabor. Normalmente têm poucos ingredientes.	Pães caseiros, queijos, conservas de vegetais ou frutas.
4. Ultraprocessados	Formulações industriais com ingredientes exclusivos do uso industrial , como corantes, aromatizantes, emulsificantes e outros aditivos; frequentemente incluem técnicas que descaracterizam a matriz alimentar original.	Refrigerantes, embutidos, salgadinhos, biscoitos recheados, cereais matinais, refeições prontas.

Fonte: Adaptado de Monteiro, C.A. et al. (2019). *Ultra-processed foods: what they are and how to identify them*. *Public Health Nutrition*, 22(5), 936–941. [DOI: 10.1017/S1368980018003762]

2 Justificativa

Diante da crescente prevalência da Doença Renal Crônica (DRC) e do seu impacto significativo na saúde pública e nos sistemas de saúde, torna-se imperativo investigar fatores modificáveis que possam influenciar sua progressão. O consumo de alimentos ultraprocessados, um padrão alimentar em ascensão globalmente, tem sido apontado como um potencial contribuinte para diversas condições crônicas, incluindo a DRC.

A relevância deste estudo é multifacetada e se fundamenta em pontos cruciais:

- 1. Impacto da DRC:** A DRC continua a ser uma condição de saúde pública com custos elevados para o Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil, demandando estratégias eficazes de prevenção e manejo.
- 2. Fator Modificável:** A dieta, e em particular o consumo de alimentos ultraprocessados, representa um fator modificável que pode ser alvo de intervenções de saúde pública. Compreender essa associação é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de prevenção primária e secundária da DRC.
- 3. Dados Longitudinais do ELSA-Brasil:** O Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil) oferece uma base de dados robusta e representativa da população adulta brasileira, com informações detalhadas sobre hábitos alimentares e marcadores de saúde renal. A natureza longitudinal do ELSA-Brasil permite investigar relações de causa e efeito e o declínio da função renal ao longo do tempo, o que é escasso na literatura nacional.

4. Contribuição Científica e Política Pública: Os resultados deste estudo têm o potencial de gerar evidências científicas inéditas sobre a associação entre o consumo de ultraprocessados e a TFG no Brasil. Tais achados poderão subsidiar a formulação de políticas públicas de alimentação e nutrição, bem como diretrizes clínicas para a prevenção e o controle da DRC, promovendo uma alimentação mais saudável e sustentável para a população.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a associação longitudinal entre o consumo de alimentos ultraprocessados (AUP) e a taxa de declínio da função renal em participantes do Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil), avaliar os riscos causados oriundos desta mesma diminuição de função renal e o desenvolvimento da doença renal crônica através dos modelos lineares mistos.

3.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, serão desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- Estimar o consumo de AUP (% do Valor Energético Total - VET) nos diferentes momentos de coleta do ELSA-Brasil.
- Descrever e modelar os perfis individuais e médios da eGFR (taxa de filtração glomerular estimada) ao longo do período de acompanhamento do estudo (Singer & Andrade, 1986)
- Aplicar Modelos Lineares Mistas (MLM) para estimar o efeito do consumo de AUP na interceptação (valor basal esperado) e na inclinação (taxa de declínio) da eGFR, controlando para variáveis sociodemográficas e clínicas (Leonberg et al., 2025; Singer & Andrade, 1986)
- Utilizar técnicas de diagnóstico (análise de resíduos e pontos alavancas) para avaliar a qualidade e as suposições subjacentes ao ajuste do MLM (Singer & Andrade, 1986)

4 Hipótese

Nossa hipótese central é que indivíduos com um padrão de maior consumo de alimentos ultraprocessados apresentarão uma menor taxa de filtração glomerular (TFG) e um risco elevado de declínio da função renal ao longo do tempo, mesmo após o ajuste para fatores de confusão relevantes, como idade, sexo, comorbidades e estilo de vida. Esta hipótese é embasada por estudos prévios que demonstraram a associação entre dietas ricas em ultraprocessados e desfechos adversos na saúde renal.

5 Metodologia

5.1 Revisão de Literatura (Desenho Conceitual)

5.1.1 O Sistema NOVA e a Classificação de Alimentos Ultraprocessados

A classificação NOVA é fundamentada na extensão e propósito do processamento (Monteiro et al., 2019). Os AUPs (Grupo 4) são identificáveis pela presença de substâncias que raramente são usadas em preparações culinárias domésticas (como xarope de milho com alto teor de frutose, óleos interesterificados e proteínas hidrolisadas) ou pela inclusão de aditivos cosméticos (como aromatizantes, intensificadores de sabor, corantes, emulsificantes e edulcorantes). O consumo de AUPs tem um impacto negativo na qualidade nutricional da dieta global (Avesani et al., 2023; Cecchini et al., 2025).

5.1.2 AUPs e Doenças Crônicas: Mecanismos Além da Nutrição

Embora os AUPs tenham tipicamente um perfil nutricional ruim (baixo teor de fibra, alto teor de gorduras saturadas, sódio e açúcar)(Rey-García et al., 2021), as associações com doenças persistem mesmo após o ajuste para esses nutrientes, sugerindo que o risco reside em outros fatores relacionados ao processamento (Avesani et al., 2023; Srour et al., 2019).

5.1.3 A Avaliação Simplificada do Consumo de AUPs no Brasil

A avaliação detalhada do consumo de AUPs, tipicamente realizada por caracterização da população, suas frequências e avaliações cruzadas.

5.2 Desenho do Estudo e População

Este será um estudo longitudinal observacional de coorte prospectiva, utilizando dados provenientes das diferentes ondas do Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil). A população do estudo será composta por participantes adultos (com idades entre 35 e 74 anos) do ELSA-Brasil, uma coorte multicêntrica de servidores públicos de seis instituições de ensino e pesquisa no Brasil, que visa investigar a incidência e os fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis.

$$y_i = X_i\beta + Z_ib_i + e_i, \quad i = 1, \dots, n$$

5.3 Variáveis do Estudo

5.3.1 Variável de Exposição

A exposição principal será o consumo de alimentos ultraprocessados. Os dados de consumo alimentar serão obtidos por meio de Questionários de Frequência Alimentar (QFA) validados para a população brasileira, aplicados nas diferentes ondas do ELSA-Brasil. Os alimentos serão classificados de acordo com o sistema NOVA, que categoriza

os alimentos em quatro grupos com base na extensão e propósito do processamento industrial. A variável de exposição será operacionalizada como o percentual da energia total diária proveniente de alimentos ultraprocessados.

5.3.2 Variável de Desfecho

O desfecho primário será a Taxa de Filtração Glomerular (TFG) estimada, calculada utilizando a equação CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration). A TFG será avaliada em diferentes momentos do estudo para analisar seu declínio longitudinal. A albuminúria, quando disponível, será considerada um desfecho complementar para avaliar danos renais.

5.3.3 Covariáveis

Serão consideradas como covariáveis potenciais fatores de confusão e modificadores de efeito, incluindo: idade, sexo, escolaridade, renda, tabagismo, nível de atividade física, Índice de Massa Corporal (IMC), pressão arterial (sistólica e diastólica), glicemia de jejum, perfil lipídico (colesterol total, HDL-c, LDL-c, triglicerídeos) e uso de medicamentos (anti-hipertensivos, hipoglicemiantes orais, insulina, etc.). Outras variáveis laboratoriais como potássio, sódio, HbA1c e relação albumina/creatinina também serão incluídas na análise.

5.4 Análise Estatística

As análises estatísticas serão realizadas em etapas:

1. **Análise Descritiva:** Serão apresentadas estatísticas descritivas (médias, desvios-padrão, medianas, quartis, frequências e percentuais) para caracterizar a população do estudo e as variáveis de interesse (Artes & Barroso, 2023).
2. **Modelos Lineares Mistos (LMM):** Para avaliar a associação longitudinal entre o consumo de alimentos ultraprocessados e a TFG, serão ajustados modelos lineares mistos com intercepto aleatório por indivíduo, considerando a natureza hierárquica e repetida dos dados. A inclusão de um termo de *slope* aleatório será avaliada quando apropriado para capturar a variabilidade individual na trajetória da TFG (Demidenko, 2013; Fávero & Belfiore, 2017).
3. **Seleção de Modelos:** A comparação entre os modelos será realizada utilizando critérios de informação como o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Critério de Informação Bayesiano (BIC) (Demidenko, 2013; Fávero & Belfiore, 2017).
4. **Diagnóstico e Robustez:** A avaliação de resíduos e o diagnóstico de ajuste dos modelos serão conduzidos para verificar a adequação das premissas. Adicionalmente, será explorada a utilização de versões robustas de LMM (e.g., `robustlmm` no R) para mitigar a influência de potenciais *outliers* ou observações influentes (Artes & Barroso, 2023; Demidenko, 2013; Fávero & Belfiore, 2017).
5. **Análise de Modificadores de Efeito:** Serão realizadas análises estratificadas e/ou inclusão de termos de interação nos modelos para investigar se a associação entre ultraprocessados e TFG difere em subgrupos específicos (e.g., por idade, sexo, presença de hipertensão ou diabetes) (Artes & Barroso, 2023).

5.5 Relevância do Estudo

5.5.1 Relevância Científica

A aplicação de métodos modernos de análise estatística em saúde, como os modelos lineares mistos, permitirá uma compreensão aprofundada das trajetórias da TFG e sua relação com o consumo de ultraprocessados, contribuindo para o avanço do conhecimento epidemiológico e clínico na área de nefrologia e nutrição.

5.5.2 Relevância Clínica

A identificação de padrões alimentares, como o alto consumo de ultraprocessados, que aceleram a perda da TFG, pode fornecer subsídios importantes para a prática clínica, orientando profissionais de saúde na elaboração de recomendações dietéticas preventivas e terapêuticas para pacientes em risco ou com DRC.

5.5.3 Relevância Social

Os resultados deste estudo poderão oferecer subsídios robustos para a formulação e implementação de políticas públicas de saúde e nutrição no Brasil, visando à promoção de hábitos alimentares mais saudáveis e à prevenção da DRC, com potencial impacto na redução da morbimortalidade e dos custos associados a essa condição.

6 Cronograma

Etapa	1-6 meses	7-12 meses	13-18 meses	19-24 meses
Revisão bibliográfica	x			
Aprovação no Comitê de Ética	x			
Extração e organização dos dados		x		
Análise estatística		x	x	
Redação preliminar			x	
Revisão e defesa				x

7 Resultados Esperados

Com base na hipótese formulada e na metodologia proposta, espera-se que este estudo identifique uma associação significativa entre o maior consumo de alimentos ultraprocessados e uma menor taxa de filtração glomerular (TFG), bem como um

risco aumentado de declínio da função renal ao longo do tempo em participantes do ELSA-Brasil. A confirmação dessa hipótese reforçaria a evidência de que padrões alimentares ricos em ultraprocessados contribuem para a etiologia e progressão da doença renal crônica.

Os resultados detalhados deverão incluir:

- A prevalência e as características do consumo de ultraprocessados na coorte do ELSA-Brasil, fornecendo um panorama atualizado dos hábitos alimentares da população estudada.
- A quantificação da associação entre os quartis de consumo de ultraprocessados e os valores da TFG, ajustada para uma série de covariáveis sociodemográficas, clínicas e de estilo de vida.
- A identificação de potenciais modificadores de efeito, como idade, sexo, IMC, hipertensão e diabetes, que podem influenciar a força ou a direção dessa associação.
- Evidências sobre o declínio longitudinal da TFG em diferentes grupos de consumo de ultraprocessados, o que é crucial para entender a dinâmica da doença renal.

Esses achados terão implicações importantes para a saúde pública e a prática clínica. Poderão embasar o desenvolvimento de recomendações alimentares nacionais mais específicas e eficazes, bem como estratégias de prevenção primária e secundária da DRC no Brasil. Além disso, o estudo contribuirá para a literatura científica ao fornecer dados longitudinais de uma grande coorte brasileira, preenchendo lacunas existentes e fortalecendo a base de evidências sobre o impacto dos alimentos ultraprocessados na saúde renal.

8 Referências Bibliográficas

- Artes, R., & Barroso, L. P. (2023). Métodos multivariados de análise estatística. *São Paulo: Blucher*.
- Avesani, C. M., Cuppari, L., Nerbass, F. B., Lindholm, B., & Stenvinkel, P. (2023). Ultraprocessed foods and chronic kidney disease—double trouble. *Clinical kidney journal*, 16(11), 1723–1736.
- Canhada, S. L., Luft, V. C., Giatti, L., Duncan, B. B., Chor, D., Fonseca, M. de J. M. da, Matos, S. M. A., Molina, M. del C. B., Barreto, S. M., Levy, R. B., et al. (2020). Ultra-processed foods, incident overweight and obesity, and longitudinal changes in weight and waist circumference: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Public health nutrition*, 23(6), 1076–1086.
- Cecchini, V., Sabatino, A., Contzen, B., & Avesani, C. M. (2025). Food additives containing potassium, phosphorus, and sodium in ultra-processed foods: potential harms to individuals with chronic kidney disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1–6.
- Costa, C. dos S., Faria, F. R. de, Gabe, K. T., Sattamini, I. F., Khandpur, N., Leite, F. H. M., Steele, E. M., Louzada, M. L. da C., Levy, R. B., & Monteiro, C. A. (2021). Escore Nova de consumo de alimentos ultraprocessados: descrição e avaliação de desempenho no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 55, 13.
- Demidenko, E. (2013). *Mixed models: theory and applications with R*. John Wiley & Sons.

- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2017). *Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®*. Elsevier Brasil.
- He, X., Zhang, X., Si, C., Feng, Y., Zhu, Q., Li, S., & Shu, L. (2024). Ultra-processed food consumption and chronic kidney disease risk: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1359229.
- Leonberg, K. E., Maski, M. R., Scott, T. M., Chen, Y., Zhou, B., & Naumova, E. N. (2025). Trends in chronic kidney disease and calories from ultra-processed foods: NHANES at the highly granular level. *Discover Public Health*, 22(1), 1–16.
- Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L., Rauber, F., Khandpur, N., Cediel, G., Neri, D., Martinez-Steele, E., et al. (2019). Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public health nutrition*, 22(5), 936–941.
- Rey-García, J., Donat-Vargas, C., Sandoval-Insausti, H., Bayan-Bravo, A., Moreno-Franco, B., Banegas, J. R., Rodríguez-Artalejo, F., & Guallar-Castillón, P. (2021). Ultra-processed food consumption is associated with renal function decline in older adults: a prospective cohort study. *Nutrients*, 13(2), 428.
- Singer, J. M., & Andrade, D. de. (1986). Análise de dados longitudinais. *Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística*, 7.
- Srouf, B., Fezeu, L. K., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Méjean, C., Andrianasolo, R. M., Chazelas, E., Deschasaux, M., Hercberg, S., Galan, P., et al. (2019). Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé). *bmj*, 365.