

INFLUÊNCIA DA MATRIZ VEGETAL NA ESTABILIDADE TÉRMICA E FÍSICO-QUÍMICA DE SORBET DESENVOLVIDO PARA PACIENTES RENAI

Gabrieli de França Tonhão¹, Julie Suzan da Silva², Monique Araujo Vrena Pereira², Ana Paula Quites Larrosa², Grasielle Scaramal Madrona², Kauana Borges Marchini Siqueira²

¹Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil (pg407314@uem.br)

²Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

Resumo: O presente estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar um sorbet vegetal com perfil nutricional direcionado às restrições dietéticas de pacientes com Doença Renal Crônica (DRC) em tratamento de hemodiálise. Diante da carência de sobremesas geladas adequadas a este público no mercado, formulou-se um produto isento de derivados lácteos e açúcares adicionados. A matriz foi estruturada a partir de um *blend* de leite de arroz e leite de coco, utilizando óleo de coco como fonte lipídica, purê de maçã como edulcorante natural e morango. Foram delineadas duas formulações para avaliação comparativa: T1 (elaborada com leite de arroz original) e T2 (elaborada com leite de arroz sabor morango). As amostras foram submetidas a análises de *overrun*, taxa de derretimento, colorimetria instrumental (CIELAB) e caracterização físico-química (pH, acidez titulável, sólidos solúveis e atividade de água). Os resultados demonstraram que ambas as formulações apresentaram valores idênticos de sólidos solúveis (10 °Brix) e atividade de água (~0,992-0,993), adequados à proposta restritiva do produto. A formulação T2 exibiu um pH ligeiramente superior (5,65) e menor acidez titulável (4,24 g/100 g) em comparação à T1 (pH 5,14 e acidez de 6,05 g/100 g). Colorimetricamente, a amostra T2 apresentou menor luminosidade, embora ambas tenham mantido o mesmo ângulo de matiz na faixa alaranjada. Do ponto de vista tecnológico, a formulação T2 demonstrou um melhor desempenho, evidenciando maior incorporação de ar e resistência térmica significativamente otimizada, concluindo a fusão aos 70 minutos (frente aos 62 minutos da T1). Conclui-se que o desenvolvimento do sorbet vegetal é tecnicamente viável, destacando-se a formulação T2 por aliar melhor estabilidade física e térmica à rigorosa adequação nutricional exigida por pacientes renais.

Palavras-chave: Sorbet vegetal; Hemodiálise; Doença Renal Crônica; Leite de arroz; *Overrun*.

INTRODUÇÃO

A Doença Renal Crônica (DRC) caracteriza-se por alterações heterogêneas que afetam a estrutura e a função renal, demandando frequentemente o início da terapia dialítica contínua, como a hemodiálise. Esse procedimento extracorpóreo substitui parcialmente as funções excretoras dos rins, promovendo a remoção de toxinas urêmicas e o controle da pressão arterial. A perda da função renal compromete severamente a eliminação de substâncias como potássio, fósforo, ureia, sódio e líquidos, cuja retenção desencadeia sintomas deletérios, incluindo fraqueza muscular, fadiga e edema (Sociedade Brasileira de Nefrologia, 2024).

O manejo nutricional do paciente em diálise é complexo, visto que padrões alimentares baseados em vegetais e com consumo moderado de produtos de origem animal auxiliam no controle de complicações metabólicas, devendo sempre ser adaptados individualmente (Silva et al., 2021). A terapia dialítica

acarreta perdas expressivas de proteínas e aminoácidos, o que justifica a necessidade de uma ingestão proteica aumentada (Kdoqi, 2020). Concomitantemente, exige-se uma restrição hídrica rigorosa, dependente do volume urinário residual, para evitar um ganho de peso interdialítico superior a 3% a 5% do peso seco e prevenir complicações graves, como edema pulmonar e hipertensão arterial (Silva et al., 2021).

Nesse contexto, a alimentação exerce um papel central na manutenção do estado nutricional, especialmente porque muitos pacientes enfrentam distúrbios gastrointestinais e inflamações crônicas que reduzem o apetite e prejudicam a absorção de nutrientes. Torna-se imperativo, portanto, o desenvolvimento de alternativas alimentares que atendam a essas exigências nutricionais específicas e proporcionem praticidade e conforto no consumo. Contudo, observa-se na literatura e no mercado uma carência significativa de produtos voltados ao público renal, em especial na categoria de alimentos gelados,



como sorvetes e similares, que raramente apresentam formulações adequadas a tais critérios restritivos.

Como alternativa viável, destaca-se o sorbet, uma sobremesa congelada de origem não láctea formulada à base de água, frutas e adoçantes, isenta de lactose, proteínas do leite ou gorduras animais (Food Connection, 2023). A utilização de extratos vegetais em substituição ao leite animal mostra-se favorável para atender às demandas da DRC em hemodiálise. Para compensar o menor teor proteico característico dessas bases vegetais, a incorporação de concentrados isolados, como os de arroz ou ervilha, viabiliza um enriquecimento proteico leve e seguro, adequando o produto final às necessidades aumentadas desse macronutriente sem comprometer as restrições clínicas.

Assim, o presente estudo teve como objetivo formular um sorbet vegetal com perfil nutricional estritamente compatível com as restrições de pacientes com Doença Renal Crônica (DRC) em hemodiálise. A pesquisa utilizou bases vegetais, saborizadas ou não, como matriz da sobremesa, avaliando detalhadamente a sua formulação e composição final para garantir a segurança e a adequação dietética a este público específico.

MATERIAL E MÉTODOS

Fase Exploratória da Formulação

A fase exploratória da formulação foi conduzida nos Laboratórios do Departamento de Engenharia de Alimentos (DAL) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Os ingredientes, incluindo morango congelado, maçã, super liga neutra, óleo de coco, bebida de arroz em pó, leite de coco em pó, bebida de arroz em pó sabor morango e um mix de gomas xantana e guar, foram adquiridos no comércio local e em plataformas eletrônicas. O desenvolvimento do produto partiu de procedimentos convencionais de fabricação de sorvetes de base láctea, os quais foram subsequentemente adaptados por meio de modificações na formulação para atender ao perfil nutricional restritivo exigido por pacientes com Doença Renal Crônica (DRC).

A principal modificação consistiu na substituição da base láctea por uma base vegetal, convertendo o produto em um sorbet, visto que o leite animal possui elevados teores de sódio, potássio e fósforo. Optou-se por um *blend* de leite de arroz e leite de coco devido à baixa carga mineral dessas matrizes, utilizando-se o leite de coco também como fonte de gordura vegetal para otimizar a cremosidade. Para o sabor e a composição, selecionaram-se morango e maçã, sendo o morango escolhido pelo reduzido teor de potássio em relação a outras frutas tropicais, e a maçã incorporada como agente adoçante natural. Por fim, a estrutura e a textura foram planejadas mediante

o uso de óleo de coco sem sabor, emulsificantes e estabilizantes (goma xantana, goma guar, liga neutra ou lecitina de soja), resultando em uma formulação base direcionada à segurança nutricional e funcional do público-alvo.

Elaboração do Sorbet

Para posterior realização de substituições de ingredientes, primeiro foi determinada a composição média da formulação de sorvete tradicional, conforme descrito por Ramos (2016). Esta base padrão é constituída por proporções que variam de 60% a 65% de leite; 14% a 18% de açúcares, compreendendo sacarose, glicose, entre outros; 8% a 12% de gordura, de origem animal ou vegetal; 9% a 11% de sólidos não gordurosos do leite; 0,3% a 0,5% de estabilizantes e emulsificantes; e 1% a 2% de aromas e saborizantes.

Através de substituições comerciais e de acordo com as diretrizes da Kdoqi (2020), foram selecionados os componentes substitutos adequados para a formulação inicial desejada do sorbet. A nova matriz quantitativa foi estruturada com 2 L de uma mescla vegetal, composta por 50% de leite de arroz e 50% de leite de coco light. Para a estruturação e textura, adicionaram-se 30 g de emulsificante, especificamente a goma xantana, 40 g de óleo de coco e 30 g de estabilizantes. A base de frutas foi composta por 60 g a 80 g de maçã cozida e 80 g a 100 g de morango fresco ou em polpa. Adicionalmente, previu-se a incorporação opcional de 30 g a 40 g de edulcorantes, como xilitol, eritritol ou estévia, e de 15 g a 25 g de proteína de arroz ou ervilha isolada para adequação do aporte proteico. A partir de testes e adaptações realizados com a formulação inicial de sorbet, foi possível determinar duas formulações para um produto que melhor se encaixa no perfil buscado, conforme descritas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Formulação do sorbet sabor Original (T1).

Ingredientes	Quantidade
Leite de Arroz Original (Risovita®)	1L
Leite de Coco (Cupra®)	1L
Estabilizante (Selecta®)	15g
Goma Xantana + Goma Guar	10g
Óleo de Coco (Cupra®)	40g
Purê de Maçã	250g
Morango	500g

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Tabela 2. Formulação do sorbet Sabor Morango (T2).

Ingredientes	Quantidade
Leite de Arroz Sabor Morango (Risovita®)	1L
Leite de Coco	1L



Estabilizante	15g
Goma Xantana + Goma Guar	10g
Óleo de Coco	40g
Purê de Maçã	250g
Morango	500g

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

A diferença entre as formulações desenvolvidas consistiu na matriz líquida utilizada, especificamente no sabor do leite de arroz empregado. A formulação T1 foi elaborada com leite de arroz em sua forma original, sem adição de saborizantes, enquanto a formulação T2 utilizou leite de arroz sabor morango, com adição industrial de aroma e corantes naturais, conforme informado pelo fabricante. Essa modificação teve como objetivo avaliar a influência da base vegetal nas características nutricionais, físico-químicas e tecnológicas do produto. Assim, foram obtidas duas formulações: T1, composta por leite de arroz original, e T2, composta por leite de arroz sabor morango.

Baseando-se nessas formulações foi realizado o cálculo da tabela nutricional. A informação nutricional foi calculada por regra de três considerando os valores listados nos rótulos dos ingredientes utilizados. Para elaboração da rotulagem nutricional foi utilizada a RDC nº 429 de 8 de outubro de 2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados e a IN nº 75 de 8 de outubro de 2020, que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados.

Obtenção do leite de arroz, leite de coco e purê de maçã

Para o leite de arroz foi pesado 150 g da bebida de arroz em pó da marca Risovita® (medida recomendada pelo fabricante) e misturado com a ajuda de um mixer em 1L de água morna. O mesmo procedimento foi realizado para a bebida de arroz em pó sabor morango. Para o leite de coco foi pesado 200 g de leite de coco em pó e misturado com a ajuda do mixer em 1L de água morna.

Na elaboração do purê de maçã foi utilizado 5 maçãs sem casca (aproximadamente 515 g), 300 mL de água filtrada e meio limão (aproximadamente 10 g), todos ingredientes foram adicionados juntos a uma panela em fogo baixo e mantidos em cozimento por um tempo de 30 minutos. Depois de cozidos e ainda morno o conteúdo obtido foi triturado com um mixer até obter a textura desejada de um purê.

Análises de caracterização do Sorbet

Overrun

A análise de *overrun* foi realizada por meio do teste que avalia a incorporação de ar do sorbet

durante o processo de mistura. Para tanto foi medido o volume da base para produção de sorbet (inicial) (V_i) e o volume do produto final (V_f), e o *overrun* foi calculado mediante a Equação 1 (Segall; Goff, 2002).

$$\text{Overrun}(\%) = \left(\frac{V_f - V_i}{V_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

Derretimento

O teste foi realizado de acordo com Granger e colaboradores (2005) com modificações descritas a seguir. Uma amostra de 40 g do sorbet foi pesada, e mantida no congelador por 60 minutos. Em seguida, esta amostra foi colocada sob uma tela metálica, de abertura 0,5 cm, mantida sobre uma balança. A temperatura utilizada para o teste foi a ambiente (25 °C) a massa de sorvete drenada registrada a cada 10 min. Os dados obtidos foram plotados em um gráfico de massa em gramas de sorbet derretido em função do tempo de análise.

Colorimetria

A cor do sorbet foi obtida por meio de um colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de 3°, ou seja, iluminação d/3 e iluminante C. O sistema utilizado foi o CIEL a^*b^* , em que foram medidas as coordenadas: L^* , representando a luminosidade em uma escala de 0 (preto) a 100 (branco); a^* que representa uma escala de tonalidade variando de vermelho ($0 + a$) a verde ($0 - a$) e b^* que representa uma escala de amarelo ($0 + b$) a azul ($0 - b$). O croma (C^*) e o ângulo de matiz (h°) das amostras foram calculados através das Equações 2 e 3.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

$$h^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (3)$$

Caracterização físico-química

O sorbet foi caracterizado quanto às propriedades físico-químicas, incluindo atividade de água (A_w), sólidos solúveis totais (°Brix), pH e acidez titulável, seguindo as metodologias descritas pela AOAC (2019).

Análise Estatística

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada empregando-se a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias entre as formulações ao nível de 5% de significância, através do software SASM®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fase exploratória da formulação

A fase exploratória da formulação investigou diversas alternativas de ingredientes, englobando

extratos vegetais, emulsificantes e fontes de gordura, com o intuito de otimizar a estrutura do sorbet e garantir um perfil nutricional alinhado às restrições de pacientes com Doença Renal Crônica em hemodiálise, com foco na redução de minerais como sódio, potássio e fósforo. Contudo, em virtude de limitações financeiras e de restrições na disponibilidade de determinados insumos no mercado local, desafios inerentes à execução da pesquisa no ambiente universitário, a seleção de matérias-primas priorizou componentes práticos e acessíveis que mantivessem conformidade com as exigências clínicas. Consequentemente, esta etapa demonstrou-se fundamental para estabelecer os parâmetros tecnológicos e viabilizar a construção de uma formulação matriz segura e ajustada à realidade prática do projeto.

Elaboração do Sorbet

Na etapa de elaboração do produto, conduziram-se testes preliminares com variadas proporções de ingredientes, visando obter uma formulação com perfil nutricional compatível para pacientes em hemodiálise e que garantisse plena estabilidade físico-química. Esses ensaios propiciaram ajustes essenciais nos atributos de textura e aparência do sorbet. Para adequar a composição do produto, regulou-se a proporção de polpa de morango e a quantidade de purê de maçã cozida, este último atuando como agente edulcorante natural para mitigar a necessidade de açúcares adicionados. Concomitantemente, desenvolveu-se uma segunda formulação utilizando leite de arroz sabor morango, a fim de avaliar a incorporação deste ingrediente no perfil nutricional da matriz final.

A estruturação do sorbet demandou adequações nas concentrações de estabilizantes e emulsificantes, consolidando-se o uso combinado das gomas xantana e guar para garantir uma rede cremosa, uniforme e estável. Embora a lecitina de soja tenha sido cogitada como uma alternativa de apelo funcional e clean label, visto que, conforme Gonçalves et al. (2018), este ingrediente atua eficientemente na estabilização de emulsões e na melhoria estrutural de sobremesas congeladas, sua indisponibilidade no momento da execução experimental motivou a escolha pelas gomas. Como fonte lipídica, empregou-se o óleo de coco neutro, selecionado por sua compatibilidade com dietas restritivas, baixos teores de fósforo e potássio, e capacidade de conferir cremosidade. O óleo de palmiste, reconhecido por aportar corpo e resistência ao derretimento em formulações com menor teor de gordura (Goff e Hartel, 2013), foi idealizado como uma opção tecnologicamente vantajosa, contudo, restrições de acesso comercial ditaram a manutenção do óleo de coco, cujo desempenho atendeu satisfatoriamente às exigências metodológicas.

Ao término dos ensaios, estabeleceram-se dois tratamentos finais que diferem exclusivamente pela matriz líquida empregada: a formulação T1 foi constituída por leite de arroz original, isento de saborizantes adicionais, enquanto a formulação T2 empregou o leite de arroz com sabor morango. Essa distinção metodológica viabilizou a posterior avaliação comparativa das amostras, permitindo mensurar a influência da base vegetal sobre a estabilidade física e a composição físico-química e nutricional do produto finalizado.

Tabelas Nutricionais

Aplicando a RDC nº 429 de 8 de outubro de 2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados e a IN nº 75 de 8 de outubro de 2020, que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, foram obtidas as informações nutricionais de T1 (Tabela 3) e T2 (Tabela 4). Ambas as tabelas nutricionais não receberam a rotulagem frontal, conhecida como a lupa de adicionados, devidos aos baixos valores indicados nos cálculos.

Tabela 3. Tabela Nutricional da formulação T1.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 51			
Porção: 60g (1 bola)			
	100 g	60 g	% VD*
Valor energético (kcal)	60	36	2
Carboidratos totais (g)	4,1	2,5	1
Açúcares totais (g)	2	1,2	
Açúcares adicionados (g)	0,4	0,3	1
Proteínas (g)	0,5	0,3	1
Gorduras totais (g)	4,4	2,7	4
Gorduras saturadas (g)	3,4	2	10
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	0,7	0,4	2
Sódio (mg)	2,1	1,3	0
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.			

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Tabela 4. Tabela Nutricional da formulação T2.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 51			
Porção: 60g (1 bola)			
	100 g	60 g	% VD*
Valor energético (kcal)	60	36	2
Carboidratos totais (g)	4,2	2,5	1
Açúcares totais (g)	2	1,2	
Açúcares adicionados (g)	0,4	0,3	1
Proteínas (g)	0,5	0,3	1
Gorduras totais (g)	4,4	2,7	4
Gorduras saturadas (g)	3,3	2	10
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	0,7	0,4	2
Sódio (mg)	1,8	1,1	0

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Análises de caracterização do Sorbet

Overrun

A partir dos cálculos realizados com base na Equação (1), foram obtidos valores de overrun de 19,01% para a formulação T1 (original) e 31,76% para a formulação T2 (morango). Esses valores, embora inferiores aos encontrados em sorvetes tradicionais, são coerentes com produtos da categoria sorbet, que apresentam menor incorporação de ar devido à ausência de gordura láctea e sólidos do leite.

A formulação T2 apresentou maior incorporação de ar durante o batimento, indicando uma estrutura mais aerada quando comparada à T1. Esse comportamento pode estar associado à diferença na matriz vegetal utilizada, visto que a formulação T2 empregou leite de arroz sabor morango, o qual pode ter influenciado as características reológicas da mistura e a capacidade de retenção das bolhas de ar na estrutura do produto.

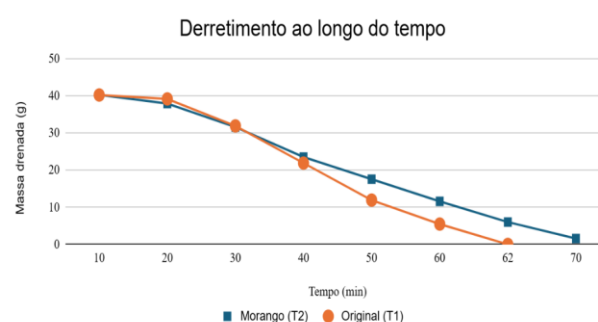
Em produtos congelados, a viscosidade da fase líquida e a ação de estabilizantes são fatores determinantes para a incorporação e estabilidade do ar. A utilização das gomas guar e xantana contribui para a formação de uma rede estrutural capaz de estabilizar as bolhas incorporadas durante o processamento (Rossa, 2010). Assim, a diferença observada entre as formulações, mesmo mantendo os demais ingredientes constantes, demonstra a influência da base vegetal sobre as propriedades tecnológicas do sorbet.

Derretimento

A avaliação da taxa de derretimento, conduzida a 25 °C, demonstrou que a variação na base vegetal influenciou significativamente o

comportamento térmico do produto, mesmo mantendo-se a mesma proporção quantitativa dos ingredientes. A formulação elaborada com leite de arroz original (T1) exibiu menor estabilidade térmica, concluindo a fusão aos 62 minutos. Em contrapartida, a formulação contendo leite de arroz saborizado (T2) demonstrou maior resistência, finalizando o processo aos 70 minutos. Essa distinção pode ser atribuída à presença de compostos intrínsecos ao saborizante, que possivelmente alteraram a viscosidade, a retenção hídrica e a estruturação tridimensional da matriz do sorbet.

Figura 1. Curva de derretimento das formulações T1 e T2.



Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

A taxa de fusão está diretamente subordinada à estrutura interna do sorbet, caracterizada como uma matriz multifásica (Barbosa et al., 2010). Componentes como gomas e estabilizantes desempenham papel crucial ao formar uma rede que retém água e confere resistência ao colapso estrutural (Souza et al., 2010). Variações na base líquida interagem com esta rede, modificando a estabilidade do sistema. Adicionalmente, formulações com maior viscosidade apresentam menor taxa de derretimento devido à restrição na mobilidade da fase líquida (Silva, A. R. A. et al., 2013), sendo o tempo de fusão também influenciado pelo tamanho e pela distribuição dos cristais de gelo (Correia et al., 2008; Rechsteiner, 2009). Os dados evidenciam que a matriz de leite de arroz saborizado impactou positivamente a resistência térmica, tornando a formulação T2 mais satisfatória sob este aspecto tecnológico.

Cor

A caracterização colorimétrica das formulações foi realizada por meio da medição das coordenadas L*, a* e b*, cujos resultados são apresentados na Tabela 5. Esses parâmetros permitiram avaliar a influência de duas opções de leite de arroz na cor instrumental do sorbet.

Tabela 5. Parâmetros colorimétricos das formulações de sorbet vegetal.

	T1	T2
L*	70,85 ± 0,18 ^a	69,23 ± 0,23 ^b
a*	6,98 ± 0,27 ^a	6,37 ± 0,57 ^a
b*	7,84 ± 0,27 ^a	6,87 ± 0,49 ^a
C*	10,49 ± 0,38 ^a	9,37 ± 0,75 ^a
°Hue	48,34 ± 0,47 ^a	47,21 ± 0,59 ^a

Médias com expoentes diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes ($p \leq 0,05$) pela ANOVA e teste de Tukey. Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

A caracterização colorimétrica das formulações foi avaliada pelas coordenadas L*, a*, b*, C* e °Hue. O parâmetro de luminosidade (L*) foi significativamente inferior ($p \leq 0,05$) na formulação com leite saborizado (T2, L* = 69,23) em comparação à matriz original (T1, L* = 70,85), indicando uma redução no brilho e um leve escurecimento do produto. Esse comportamento termodinâmico-óptico associa-se à maior presença de pigmentos naturais absorvedores de luz, provenientes do morango desidratado em pó presente nos ingredientes do leite saborizado.

No que tange aos componentes de cromaticidade, as coordenadas a* (6,98 para T1 e 6,37 para T2) e b* (7,84 para T1 e 6,87 para T2) não apresentaram diferenças estatísticas significativas. A ausência de variação expressiva — corroborada pelos valores de saturação ou croma (C*) — sugere que a incorporação do pó de morango à matriz clara do leite de arroz diluiu o efeito cromático, não intensificando as colorações vermelha ou amarela de forma acentuada.

O ângulo de matiz (°Hue) manteve-se estatisticamente semelhante entre as amostras, com valores de 48,34 para T1 e 47,21 para T2. Dentro do espaço de cor CIELAB (onde 0° representa o vermelho e 90° o amarelo), esses valores indicam que não houve alteração significativa na tonalidade predominante, resultando em uma coloração na faixa alaranjada para ambas as formulações. Conclui-se que, embora a escolha da base vegetal tenha promovido diferenças visíveis restritas à luminosidade, as mudanças não comprometeram a matiz e a saturação, mantendo a aparência do produto dentro de um padrão visualmente e esteticamente adequado.

Caracterização físico-química

A caracterização físico-química das formulações, abrangendo os parâmetros de pH, acidez titulável, sólidos solúveis (°Brix) e atividade de água (Aw), permitiu avaliar a estabilidade e a composição do sorbet. Os resultados detalhados destas análises devem ser apresentados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6. Análises físico-químicas das Formulações.

	T1	T2
pH	5,14 ± 0,03 ^b	5,65 ± 0,17 ^a
Acidez (g ácido cítrico/100 g)	6,05 ± 0,27 ^a	4,24 ± 0,29 ^b
°Brix	10 ± 0,001 ^a	10 ± 0,001 ^a
AW	0,992 ± 0,001 ^a	0,993 ± 0,004 ^a

Análises físico-químicas das formulações de sorbet vegetal. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Em relação aos resultados, a formulação T2 apresentou um pH de 5,65, valor significativamente superior ($p \leq 0,05$) ao da amostra T1 (5,14). Esta ligeira elevação na alcalinidade decorre da utilização do leite de arroz saborizado, visto que a composição da base líquida e o teor de aditivos naturais interferem diretamente na disponibilidade de íons hidrogênio na matriz (Abreu et al., 2018). Inversamente, a acidez titulável de T1 foi significativamente maior (6,05 g/100 g) em comparação a T2 (4,24 g/100 g). Este comportamento justifica-se pela composição da formulação T2, que contém compostos fenólicos e açúcares capazes de tamponar parcialmente a acidez do sistema (Silva, R. S. et al., 2013).

Quanto aos sólidos solúveis totais, ambas as formulações registraram 10 °Brix, sem diferença estatística, evidenciando que a concentração de açúcares inerentes às frutas e aos leites vegetais manteve-se equivalente. Embora este índice seja inferior à faixa de 18 a 25 °Brix comum em sorbets comerciais, ele é tecnologicamente coerente e adequado à proposta restritiva do produto para pacientes renais em hemodiálise, uma vez que a formulação isenta açúcares adicionados, utilizando exclusivamente purê de maçã, polpa de morango e a base vegetal. Por fim, os valores de atividade de água foram estatisticamente semelhantes (0,992 para T1 e 0,993 para T2). Tais índices confirmam a alta disponibilidade hídrica característica da categoria, sendo características esperadas para produtos congelados, influenciando a textura e disponibilidade de água da matriz e a manutenção de uma textura de fusão controlada (Hunterlab, 2008).

CONCLUSÃO

O estudo comprovou a viabilidade técnica do desenvolvimento de um sorbet vegetal com perfil nutricional rigorosamente adaptado às restrições dietéticas de pacientes renais em hemodiálise. A avaliação comparativa evidenciou que a formulação T2, elaborada com leite de arroz sabor morango,



demonstrou melhor desempenho tecnológico em relação à amostra T1 (original), destacando-se pela maior incorporação de ar (*overrun*) e resistência otimizada ao derretimento, o que denota uma melhor estabilidade térmica. Ademais, as caracterizações colorimétrica e físico-química confirmaram que a formulação T2 exibiu uma matriz com diferenças visuais significativas na luminosidade e um pH ligeiramente superior, preservando, contudo, a integralidade dos parâmetros de sólidos solúveis e atividade de água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado, à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo apoio institucional e ao Departamento de Engenharia de Alimentos pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento deste estudo. Agradecem também aos colaboradores envolvidos na execução da pesquisa.



REFERÊNCIAS

ABREU, L. R. de; OLIVEIRA, M. N. de; SANT'ANA, A. S. Leite fermentado e iogurte: ciência, tecnologia e desenvolvimento de produtos. São Paulo: Blucher, 2018.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of AOAC International. 21. ed. Washington: AOAC, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 out. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 out. 2020.

BARBOSA, M. I. M. J. et al. Estudos de estabilidade e análise sensorial de sorvete de iogurte com adição de inulina. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 30, n. 1, p. 142-150, 2010.

CORREIA, L. R. S. et al. Estudo da estabilidade de sorvete com substituição de gordura por fibras alimentares. Boletim do CEPPA, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 333-346, 2008.

FOOD CONNECTION. O que é sorbet? Características e vantagens de trabalhar com o produto. Food Connection, 2023. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/artigos/o-que-e-sorbet-caracteristicas-e-vantagens-de-trabalhar-com-o-produto/>. Acesso em: 4 jul. 2025.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. Ice Cream. 7. ed. New York: Springer, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>. Acesso em: 24 jun. 2025.

GONÇALVES, M. C.; SILVA, R. P.; DIAS, A. L. Aplicação de emulsificantes naturais em formulações de sobremesas congeladas: uma revisão. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 2718-2729, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rbta.v12n2.9304>. Acesso em: 20 jun. 2025.

GRANGER, C. et al. Influência da formulação nas redes estruturais em sorvetes. International Dairy Journal, v. 15, n. 3, p. 255-262, 2005.

HUNTERLAB. Measuring water activity in food products. Technical Bulletin, Reston, 2008. Disponível em: <https://www.hunterlab.com>. Acesso em: 10 jul. 2025.

KDOQI - KIDNEY DISEASE OUTCOMES QUALITY INITIATIVE. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. American Journal of Kidney Diseases, v. 76, n. 3, supl. 1, p. S1-S107, 2020. DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.05.006.

RAMOS, P. A. Boas Práticas de Fabricação de Sorvete. Londrina: UNIFIL, 2016. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/353534602/BOAS-PRATICAS-DE-FABRICACAO-DE-SORVETE>. Acesso em: 24 jun. 2025.

RECHSTEINER, R. Sorvetes: tecnologia de fabricação. São Paulo: Blucher, 2009.

ROSSA, P. N. Sorvetes: formulação, processamento e controle de qualidade. 1. ed. Curitiba: Editora UFPR, 2010.

SEGALL, K. I.; GOFF, H. D. A modified ice cream processing routine that promotes fat stabilization in the absence of added emulsifiers. International Dairy Journal, v. 12, n. 12, p. 1013-1018, 2002.

SILVA, A. R. A. et al. Influência de diferentes estabilizantes na textura e derretimento do sorvete de leite de soja. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 203-211, 2013.

SILVA, L. F. da et al. Padrões alimentares e sua influência no manejo da Doença Renal Crônica: uma revisão integrativa. Research, Society and Development, v. 10, n. 5, e15810515243, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15891/14099>. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA, R. S. et al. Desenvolvimento de sobremesa congelada tipo sorbet com adição de polpa de frutas e avaliação físico-química. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 203-211, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v15n2p203-211>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. Compreendendo os rins. São Paulo: SBN, 2024. Disponível em: <https://sbn.org.br/publico/o-que-e-nefrologia/compreendendo-os-rins/>. Acesso em: 17 abr. 2025.

SOUZA, L. S. de et al. Estudo da estabilidade de sorvete com substituição de gordura por fibras alimentares. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 30, n. 1, p. 191-196, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000100028>. Acesso em: 10 jul. 2025.