



ISSN:2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 16, Issue, 06, pp.70635-70640, June, 2026

<https://doi.org/10.37118/ijdr.30976.06.2026>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

AValiação Físico-Química, Microbiológica e Sensorial de Águas Saborizadas com Frutas e Ervas sob Armazenamento Refrigerado

Matheus Ronald Alexandre Pinheiro, Francisco Mailson Ferreira Silva, Kaiky Bernardo Aguiar, André Araújo de Souza Júnior, Cybelle Façanha Barreto Medeiros Linard, Halisson Araújo de Sousa and Fábio Moraes da Silva

Centro Universitário Estácio do Ceará, Campus Parangaba, Fortaleza, Ceará, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 29th March, 2026

Received in revised form

19th April, 2026

Accepted 10th May, 2026

Published online 30th June, 2026

Key Words:

Flavored Water, Physicochemical Analysis
Microbiological Quality, Sensory Evaluation
Refrigerated Storage.

*Corresponding author:

Matheus Ronald Alexandre Pinheiro

ABSTRACT

A baixa adesão à ingestão adequada de água e o elevado consumo de bebidas açucaradas têm incentivado o uso de águas saborizadas como estratégia de promoção da saúde. Este estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade físico-química (pH), a qualidade microbiológica exploratória e a aceitabilidade sensorial de formulações de água saborizada elaboradas com água mineral com e sem gás. Foram desenvolvidas duas formulações: água saborizada com morango (ASM), composta por morango, limão Taiti e hortelã; e água saborizada com pepino (ASP), composta por pepino, limão Taiti e gengibre. As amostras foram armazenadas sob refrigeração a 1 °C e avaliadas em 0, 24 e 48 horas, conforme aplicável. O pH foi determinado em triplicata, a análise sensorial foi realizada com 10 avaliadores e a análise microbiológica investigou indicadores higiênico-sanitários, especialmente coliformes. As formulações apresentaram redução progressiva do pH, principalmente nas amostras com gás. Na microbiologia, detectou-se presença de coliformes totais na amostra AS01M, enquanto as demais amostras apresentaram ausência para coliformes totais e *Escherichia coli*. Conclui-se que as formulações podem estimular a hidratação, desde que preparadas com boas práticas, refrigeradas e consumidas em curto prazo.

Copyright©2026, Matheus Ronald Alexandre Pinheiro et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Matheus Ronald Alexandre Pinheiro, Francisco Mailson Ferreira Silva, Kaiky Bernardo Aguiar et al. 2026. "Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de águas saborizadas com frutas e ervas sob armazenamento refrigerado." *International Journal of Development Research*, 16 (06), 70635-70640.

INTRODUCTION

As águas saborizadas, entendidas como água mineral infundada com frutas, ervas e especiarias, têm sido utilizadas como alternativa de baixo teor calórico às bebidas açucaradas. Essa estratégia pode favorecer a aceitação sensorial da água e contribuir para a adesão à hidratação, especialmente entre indivíduos que relatam baixa atratividade da água pura. No entanto, por envolver ingredientes vegetais frescos, a preparação também exige atenção a parâmetros de qualidade e segurança. Estudos sobre bebidas aromatizadas indicam que atributos sensoriais como temperatura, sabor, frescor e ausência de amargor excessivo interferem diretamente na aceitação e na ingestão voluntária de líquidos (Burdon *et al.*, 2012; Ariyawansa and Ramanathan, 2021). Além disso, a substituição de bebidas calóricas por água ou bebidas não calóricas pode auxiliar na redução da ingestão energética diária, conforme observado no ensaio clínico CHOICE, conduzido com adultos com sobrepeso e obesidade (Tate *et al.*, 2012). No âmbito da Garantia e Controle da Qualidade, a adição de frutas e ervas à água cria variáveis críticas, como alteração de pH, extração de compostos orgânicos, mudança sensorial ao longo do tempo e risco de contaminação quando não são adotadas boas práticas de

higienização e armazenamento. Frutas e vegetais frescos podem veicular microrganismos provenientes do solo, da água de irrigação, do transporte, do armazenamento e da manipulação. Por isso, a investigação de indicadores higiênico-sanitários, como coliformes, é relevante em bebidas preparadas com ingredientes vegetais crus, em consonância com a lógica dos padrões microbiológicos aplicáveis a alimentos prontos para consumo (Brasil, 2022a; Brasil, 2022b; Mengistu *et al.*, 2022). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade físico-química, por meio da determinação do pH, a qualidade microbiológica exploratória e a aceitabilidade sensorial de formulações de água saborizada elaboradas com frutas, ervas e especiarias, utilizando água mineral com e sem gás, sob armazenamento refrigerado em diferentes tempos.

MATERIALS AND METHODS

Delineamento do estudo e local de preparo: O estudo consistiu em experimento aplicado, de caráter descritivo e exploratório, voltado à avaliação de formulações de água saborizada. O preparo das amostras ocorreu em ambiente domiciliar, com o objetivo de

simular condições usuais de preparo doméstico pela população, e as análises de pH, microbiológicas e sensoriais foram conduzidas no laboratório de Bioquímica/Farmacotécnica do Centro Universitário Estácio do Ceará, Campus Parangaba, Fortaleza, Ceará, Brasil e no laboratório de Análises químicas da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizadas garrafas de vidro de água mineral de uma marca líder no mercado, contendo 300 mL, com e sem gás, além de morango, limão Taiti, folhas de hortelã, pepino e gengibre. Para a determinação do pH, utilizaram-se balança, pHmetro, erlenmeyers de 250 mL e béqueres de 100 mL. Para a avaliação microbiológica exploratória, foram empregados materiais estéreis disponibilizados no laboratório de Análises Químicas da Universidade Federal do Ceará, conforme protocolo didático de investigação de indicadores higiênicos-sanitários em amostras líquidas.

Formulações estudadas: Inicialmente foram testadas combinações com limão siciliano, abacaxi, maçã, folhas de hortelã e cravo-da-índia. Após avaliação preliminar, esses ingredientes foram substituídos ou removidos em razão de amargor, acidez intensa ou rápida oxidação. A formulação final ASM foi composta por morango, limão Taiti e folhas de hortelã. Uma segunda formulação, ASP, foi elaborada com pepino, limão Taiti e gengibre, visando perfil sensorial mais suave e ingredientes de fácil acesso. Formulações de água saborizada avaliadas no estudo. ASM: morango (≈30 g), limão Taiti (≈30 g) e hortelã; água mineral sem gás e com gás; avaliação em 0 h, 24 h e 48 h. ASP: pepino (≈40 g), suco limão Taiti (≈30 mL) e gengibre (≈5 g); água mineral sem gás; avaliação em 0 h e 24 h. Na ASM, foram dispensados aproximadamente 110 mL de água de cada garrafa para permitir a inserção dos sólidos vegetais. Na ASP, foram dispensados aproximadamente 50 mL. Todas as amostras foram mantidas sob refrigeração a 1 °C até o momento da análise.

Determinação do pH: O pHmetro foi ligado e calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e 4,0. As leituras foram realizadas diretamente nas amostras, com imersão do eletrodo no líquido até estabilização do valor indicado. As medições foram conduzidas em temperatura ambiente controlada e repetidas em triplicata, buscando minimizar desvios experimentais e obter média representativa. Antes das formulações, registrou-se o pH indicado da água mineral sem gás (pH 7,6) e com gás (pH 6,1, conforme rótulo do fabricante).

Análise sensorial exploratória: A análise sensorial foi conduzida de forma exploratória e descritiva, com 10 avaliadores não treinados, selecionados por conveniência no ambiente acadêmico. Foram avaliados aroma, sabor, frescor, acidez, amargor e aceitação geral das amostras, nos tempos de 0 h, 24 h e 48 h, conforme aplicável. As respostas foram registradas de forma descritiva, permitindo identificar percepções predominantes, sem pretensão de inferência estatística ampla.

Análise microbiológica exploratória: Foi incorporada ao estudo uma avaliação microbiológica qualitativa e exploratória, com finalidade didática, direcionada à investigação de indicadores higiênicos-sanitários nas formulações de água saborizada. A análise foi realizada em alíquotas das amostras, utilizando materiais estéreis e procedimento disponível no laboratório da disciplina, com observação qualitativa de presença ou ausência de coliformes. Os coliformes foram adotados como indicadores de possíveis falhas de higiene, pois sua detecção em alimentos ou bebidas prontas pode sugerir contaminação associada à água, aos vegetais crus, aos utensílios, às superfícies de preparo ou à manipulação inadequada. Por se tratar de uma etapa exploratória, os resultados foram interpretados de forma descritiva, sem quantificação em UFC/mL ou NMP/mL e sem identificação confirmatória de espécie bacteriana. Assim, a análise microbiológica teve caráter complementar aos dados de pH e de avaliação sensorial, contribuindo para a discussão sobre boas práticas de preparo doméstico, higienização de frutas e vegetais, refrigeração e consumo em curto prazo.

Método de análise microbiológica exploratória: Determinação simultânea de coliformes totais e *Escherichia coli* por Tecnologia de Substrato Definido (DST), utilizando Colilert®/Colilert-18® (IDEXX). O ensaio baseia-se na detecção da atividade enzimática por substratos cromogênico/fluorogênico (ex.: ONPG para β-galactosidase – coliformes; MUG para β-glucuronidase – *E. coli*), com leitura por mudança de cor e/ou fluorescência após incubação, conforme descrito em métodos padronizados (Standard Methods – método 9223).

RESULTS AND DISCUSSION

Comportamento do pH: Os valores de pH das formulações variaram entre aproximadamente 3,1 e 8,2 durante o período avaliado, abrangendo amostras inicialmente alcalinas ou próximas da neutralidade e amostras progressivamente mais ácidas ao longo do armazenamento refrigerado. A ASM sem gás apresentou redução do pH de 8,17 para 6,10 em 48 h, enquanto a ASM com gás apresentou queda mais acentuada, de 6,09 para 3,11 no mesmo período. A ASP sem gás também demonstrou redução do pH, passando de 7,56 para 6,21 após 24 h. Esses resultados sugerem que o tempo de infusão, a presença de limão Taiti e, principalmente, o dióxido de carbono dissolvido nas amostras gaseificadas influenciaram o comportamento físico-químico das formulações. Esse comportamento pode ser parcialmente relacionado à presença de ingredientes cítricos e ao tempo de armazenamento, uma vez que estudos sobre águas saborizadas comerciais indicam que bebidas com sabores cítricos podem apresentar pH baixo e acidez titulável relevante (Marchan *et al.*, 2021).

Tabela 1. Valores de pH das formulações nos diferentes tempos de armazenamento refrigerado.

Amostra	0 h	24 h	48 h
ASM sem gás	8,17	7,16	6,10
ASM com gás	6,09	5,23	3,11
ASP sem gás	7,56	6,21	—

A maior redução de pH observada na ASM com gás pode ser associada ao dióxido de carbono dissolvido, que reage parcialmente com a água e origina ácido carbônico, conforme a reação $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$. A formação de ácido carbônico contribui para a acidificação da água gaseificada e auxilia na compreensão das diferenças observadas entre amostras com e sem gás (Descoins *et al.*, 2005). Embora a redução do pH possa dificultar o crescimento de alguns microrganismos sensíveis à acidez, esse parâmetro não permite, isoladamente, concluir segurança sanitária. Assim, os dados de pH foram interpretados como indicadores físico-químicos complementares e devem ser associados a ensaios microbiológicos quantitativos e confirmatórios quando houver intenção de estimar vida de prateleira ou propor desenvolvimento comercial.

Avaliação microbiológica exploratória: A avaliação microbiológica qualitativa indicou presença de coliformes totais na amostra AS01M, enquanto as demais amostras analisadas apresentaram ausência para coliformes totais e *Escherichia coli*. Esse achado deve ser interpretado com cautela, pois a análise não teve caráter quantitativo, não permitiu contagem microbiana nem identificação confirmatória de espécie; ainda assim, o resultado é relevante para a discussão de qualidade higiênico-sanitária.

Tabela 2. Resultados microbiológicos das amostras AS01M e AS02M (água saborizada com morango)

Parâmetro microbiológico	Especificação	Resultado AS01M	Resultado AS02M
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL	Ausência	Ausência
Coliformes totais	Ausência em 100 mL	Presença	Ausência
Resultado		Em desacordo	De Acordo

Tabela 3. Resultados microbiológicos das amostras AS01P e AS02P (água saborizada com pepino).

Parâmetro microbiológico	Especificação	Resultado AS01P	Resultado AS02P
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL	Ausência	Ausência
Coliformes totais	Ausência em 100 mL	Ausência	Ausência
Resultado		De Acordo	De Acordo

Nota: a especificação microbiológica foi interpretada com base na Portaria GM/MS nº 888/2021, considerando ausência em 100 mL para *Escherichia coli* e coliformes totais.

As amostras destinadas à análise microbiológica foram preparadas em ambiente doméstico e encaminhadas ao laboratório em curto intervalo de tempo, simulando um cenário de preparo doméstico seguido de avaliação laboratorial. A amostra AS01M foi classificada como “em desacordo” por apresentar coliformes totais, embora *Escherichia coli* tenha permanecido ausente. Esse padrão não confirma, isoladamente, contaminação fecal recente, mas indica possível falha higiênico-sanitária pontual no preparo, manipulação ou armazenamento. Como as águas saborizadas continham frutas e vegetais crus, a contaminação pode estar relacionada à lavagem insuficiente dos ingredientes, retenção de sujidades em folhas e cascas, uso de utensílios ou superfícies não sanitizados, manipulação manual, contaminação cruzada durante o corte ou permanência dos sólidos vegetais em contato com a água antes da análise laboratorial. A ausência de coliformes nas amostras AS02M, AS01P e AS02P sugere que a não conformidade foi pontual, reforçando a importância da higienização de frutas, ervas e recipientes, bem como da refrigeração contínua e do consumo em curto prazo.

Do ponto de vista da Garantia e Controle da Qualidade, o resultado da AS01M mostrou que, mesmo em preparo simples e com análise realizada logo após o envio ao laboratório, uma falha pontual de higiene pode interferir na qualidade microbiológica da amostra. Recomenda-se selecionar ingredientes íntegros, lavar frutas e vegetais em água corrente, higienizar facas, tábuas e recipientes, evitar contato dos alimentos com superfícies potencialmente contaminadas, manter a bebida continuamente refrigerada e reduzir o tempo de permanência dos sólidos vegetais na água. Essas medidas são particularmente importantes porque a água saborizada é consumida sem etapa térmica posterior, o que limita a eliminação de microrganismos eventualmente introduzidos durante o preparo. A ausência de *Escherichia coli* nas amostras analisadas é relevante porque esse microrganismo é utilizado como indicador específico de contaminação fecal recente em água destinada ao consumo humano. A avaliação de coliformes totais complementa essa interpretação por atuar como indicador operacional de higiene e integridade do processo, podendo sinalizar falhas relacionadas à higienização dos ingredientes, manipulação, recipientes, armazenamento ou recontaminação pós-preparo. Assim, o padrão observado neste estudo — ausência de *E. coli* e presença de coliformes totais apenas em AS01M — sugere não conformidade higiênico-sanitária pontual, recomendando reforço das Boas Práticas, nova coleta e repetição do ensaio para confirmação (APHA; AWWA; WEF, 2023; BRASIL, 2021).

Avaliação sensorial exploratória: A análise sensorial foi exploratória. Mesmo assim, ajudou a identificar diferenças perceptíveis entre as formulações, principalmente quanto ao amargor, acidez e aroma. Durante o preparo, observou-se que o tempo de contato entre os ingredientes e a água modificou tanto o pH quanto a percepção sensorial das formulações. A ASM sem gás apresentou comportamento sensorial dependente do tempo de infusão. No tempo de 0 h, predominou aroma de hortelã e percepção de amargor, com baixa evidência do sabor de morango. Após 24 h, a amostra apresentou maior equilíbrio entre notas de limão e morango, embora parte dos avaliadores ainda tenha relatado amargor associado à hortelã. Em 48 h, o aroma e o sabor de morango tornaram-se mais marcantes, houve relato de amargor

por parte de poucos avaliadores. Nas amostras de ASM com gás, observou-se maior intensidade aromática em algumas condições, especialmente em 48 h, com destaque para aroma adocicado de morango. Entretanto, o amargor e a acidez foram mais evidentes, principalmente em 24 h e 0 h, o que pode limitar a aceitação por consumidores sensíveis a sabores intensos, avaliadores relataram sensação de ingestão semelhante com bebidas gaseificadas industrializadas, com ausência do sabor adocicado, porém levemente mais amargo e ácido em 48 h. O prolongamento do contato entre frutas, ervas e água pode favorecer a extração de compostos fenólicos e componentes da casca ou tecidos vegetais, intensificando a percepção de amargor e acidez, fenômeno também discutido em estudos de bebidas à base de frutas e extratos herbais (Bendaali *et al.*, 2024).

A ASP, composta por pepino, limão Taiti e gengibre, foi concebida como alternativa de perfil sensorial mais suave, com frescor do pepino, acidez cítrica do limão e pungência característica do gengibre. O gengibre apresenta compostos bioativos associados a propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias descritas na literatura (Ayustaningwarno *et al.*, 2024). No tempo de 0 h, predominou aroma de pepino e percepção de acidez do suco de limão Taiti, com baixa evidência do sabor do gengibre, porém mantendo sensação de refrescância. Após 24 h, a amostra apresentou maior equilíbrio entre notas de limão e pepino, com maior percepção sensorial do gengibre, embora os avaliadores tenham relatado maior acidez e discreto amargor, possivelmente associados ao suco de limão e ao tempo de infusão. A preferência dos avaliadores pela ASP em 0 h pode ser atribuída à suavidade, ao maior aroma de pepino, ao sabor cítrico e à refrescância do gengibre, indicando maior harmonia entre os componentes nesse tempo de avaliação.

Cuidados de consumo e populações sensíveis: Embora as formulações sejam, em geral, adequadas para adultos saudáveis, recomenda-se atenção porque há presença de frutas cítricas e, em algumas amostras, de CO₂. Além disso, entre 0 h e 24 h, parte das formulações apresentou pH mais alcalino. Pessoas com gastrite, doença do refluxo gastroesofágico, esofagite de refluxo, histórico de úlcera péptica ou azia frequente podem ter piora dos sintomas com bebidas ácidas ou gaseificadas. Nesses casos, recomenda-se cautela: preferir versões sem gás, reduzir o tempo de infusão e suspender o consumo se houver desconforto, conforme orientação profissional.

O pH mais ácido observado em algumas formulações também exige atenção em indivíduos com hipersensibilidade dentária ou risco de erosão do esmalte. A erosão dentária é caracterizada pela dissolução química dos tecidos mineralizados dos dentes por ação de ácidos não bacterianos, podendo estar associada a fatores extrínsecos, como o consumo frequente de bebidas ácidas, incluindo bebidas carbonatadas e sucos de frutas ácidas. Além disso, a exposição repetida a bebidas de baixo pH pode contribuir para desmineralização do esmalte e aumentar o risco de desgaste erosivo, especialmente quando o consumo ocorre com frequência ao longo do dia (American Dental Association, 2025; Carvalho and Lussi, 2020). Assim, o consumo deve ser moderado e associado a boas práticas de higiene e cuidado odontológico. Indivíduos com alergia a morango, limão, hortelã, pepino ou gengibre devem evitar as formulações correspondentes. Portanto, o mérito principal das formulações estudadas está na possibilidade de melhorar a adesão ao consumo de água por meio de estímulo sensorial, com baixo aporte calórico e preparação simples. Os benefícios à saúde potenciais diretos estão relacionados ao aumento da hidratação e à redução de bebidas açucaradas industrializadas. Essa distinção é essencial para a qualidade científica do estudo. O fato de um ingrediente apresentar compostos bioativos em sua composição natural não permite afirmar que a formulação final, preparada por infusão em água fria, contenha concentração suficiente para produzir efeito fisiológico mensurável. Dessa forma, os potenciais benefícios devem ser discutidos como contextualização teórica, e não como

comprovação direta obtida pelo presente experimento. Na ASP, o pepino foi empregado por seu alto teor de água e por produzir perfil visual translúcido, suave e associado à hidratação. Já o gengibre foi utilizado por seu sabor pungente e refrescante, por ser reconhecido na literatura por compostos como gingeróis e shogaóis. Apesar disso, não se pode afirmar atividade terapêutica da formulação, pois a bebida foi avaliada apenas quanto ao pH, microbiológico, palatabilidade e à percepção sensorial. A discussão dos possíveis compostos bioativos permanece como contextualização baseada na literatura utilizada no trabalho.

A hortelã foi incorporada à ASM em razão de seu aroma característico e da sensação de frescor, atributos valorizados em bebidas de consumo frio. Contudo, os resultados sensoriais indicaram que a hortelã pode contribuir para amargor quando o tempo de infusão é muito curto ou quando compostos vegetais são extraídos em maior intensidade. Esse achado reforça a necessidade de controlar quantidade e tempo de contato para evitar que uma nota aromática desejável se torne fator de rejeição. O limão Taiti foi mantido nas duas formulações por contribuir com frescor, sabor cítrico e modulação do pH. Entretanto, sua presença deve ser interpretada com cautela: embora contenha ácidos orgânicos, vitaminas e compostos naturais, o presente estudo não quantificou vitamina C, minerais ou compostos fenólicos na bebida final. Assim, sua contribuição foi discutida principalmente como elemento sensorial e físico-químico, além de reforçar a necessidade de sanitização adequada de frutas e vegetais utilizados em preparações domésticas. A lima ácida pode ser utilizada in natura, como suco e para agregar sabor a bebidas, sendo relevante avaliar diferenças na composição nutricional entre limas provenientes de cultivos orgânicos e convencionais (Rangel CN *et al.*, 2011).

A lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka), conhecida popularmente no Brasil como limão Taiti, apresenta relevância nutricional por conter ácido ascórbico, minerais e ácidos orgânicos, além de ser amplamente utilizada in natura, em sucos e como componente de sabor em bebidas. Rangel *et al.* (2011) avaliaram o suco de lima ácida Tahiti e destacaram parâmetros como teor de ácido ascórbico, minerais, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e rendimento de suco, demonstrando sua importância como ingrediente alimentar e tecnológico. Além disso, revisões sobre limões e limas apontam que esses frutos são fontes de vitaminas, minerais e flavonoides, compostos associados à nutrição humana e a potenciais efeitos benéficos, como redução do estresse oxidativo e melhora de marcadores inflamatórios e metabólicos (Liu *et al.*, 2022). Os ingredientes empregados nas formulações foram selecionados não apenas por suas características sensoriais, mas também por sua ampla utilização alimentar. O morango foi utilizado na ASM por conferir coloração avermelhada, aroma frutado e maior atratividade visual. A coloração é relevante porque a aceitação de bebidas está relacionada à expectativa sensorial gerada pela aparência, especialmente em produtos que não recebem adição de açúcar ou corantes artificiais.

Limitações do estudo: Este estudo apresenta limitações importantes. A análise microbiológica realizada teve caráter qualitativo e exploratório, sem quantificação em UFC/mL ou NMP/mL, sem identificação confirmatória de espécies e sem comparação com diferentes lotes ou repetições independentes. Além disso, não foram realizadas quantificação de vitamina C, minerais, compostos fenólicos, atividade antioxidante, acidez titulável ou valor calórico. A análise sensorial foi exploratória, com pequeno número de avaliadores e sem escala hedônica validada. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados como dados preliminares de controle físico-químico, percepção sensorial e triagem microbiológica, úteis para subsidiar estudos posteriores mais abrangentes. Essas recomendações não substituem normas sanitárias aplicáveis a produtos comercializados, mas contribuem para orientar o consumo doméstico seguro e racional. Para fins comerciais, seriam necessários estudos adicionais de estabilidade,

controle microbiológico, embalagem, rotulagem, composição nutricional e avaliação sensorial com metodologia validada, seguindo as normas sanitárias. Para melhor palatabilidade, os dados sugerem que a ASM sem gás após aproximadamente 24 h de infusão apresentou o melhor equilíbrio entre aroma e sabor. Formulações com água gaseificada podem ser preparadas mais próximas do momento de consumo, reduzindo a extração prolongada de compostos responsáveis por amargor. Em formulações com gengibre, recomenda-se controle rigoroso da quantidade utilizada, pois sua pungência pode se tornar predominante conforme o tempo de contato. Com base nos resultados obtidos, recomenda-se que águas saborizadas preparadas com frutas, ervas e especiarias frescas sejam elaboradas com utensílios higienizados e ingredientes previamente lavados em água corrente. Quando indicado, pode-se empregar sanitização adequada para alimentos, respeitando orientações do fabricante e enxágue quando aplicável. A bebida deve ser mantida sob refrigeração e consumida preferencialmente em até 24 h, especialmente quando houver maior quantidade de sólidos vegetais em contato com a água. Para consumo em até 48 h, recomenda-se maior cautela, remoção dos sólidos após o período inicial de infusão e manutenção contínua em baixa temperatura.

Recomendações práticas para preparo doméstico: Outro ponto importante é a saúde bucal. Bebidas ácidas, quando consumidas de forma frequente e ao longo do dia, podem contribuir para desgaste do esmalte dentário, especialmente em pessoas com hipersensibilidade, erosão prévia ou alto consumo de outros alimentos ácidos. Nesse sentido, o produto deve ser consumido com moderação, preferencialmente em momentos definidos, evitando exposição contínua dos dentes ao pH baixo. A água com gás exige atenção adicional em pessoas com queixas dispépticas, pois a presença de CO₂ pode favorecer distensão gástrica, eructações e sensação de estufamento. Embora a tolerância varie entre indivíduos, a recomendação mais prudente para populações sensíveis é priorizar versões sem gás, reduzir o tempo de infusão e observar a resposta individual. Caso haja piora dos sintomas, o consumo deve ser suspenso e orientado por profissional de saúde. A discussão sobre contraindicações é relevante porque o produto, embora natural e de baixo teor calórico, não deve ser apresentado como universalmente adequado. A presença de limão Taiti contribuiu para a redução do pH das amostras, e essa característica pode causar desconforto em indivíduos com gastrite ativa, refluxo gastroesofágico, esofagite ou histórico de úlcera péptica. Embora frutas cítricas não sejam consideradas causa direta de gastrite, alimentos e bebidas ácidas podem atuar como gatilhos de refluxo gastroesofágico e sintomas como queimação, azia, distensão abdominal e regurgitação em indivíduos sensíveis (Acero, 2020; Johns Hopkins Medicine, 2026). Nesses casos, a bebida pode intensificar sintomas principalmente quando consumida em jejum ou em grande volume. A presença de limão Taiti e de água gaseificada exige cautela em indivíduos com gastrite ativa, refluxo gastroesofágico ou esofagite, uma vez que alimentos cítricos e bebidas carbonatadas são descritos como potenciais desencadeadores de sintomas de azia e refluxo em pessoas sensíveis (Johns Hopkins Medicine, 2026).

Considerações de segurança ao consumidor: Os potenciais benefícios à saúde foram interpretados de acordo com a literatura usada, relacionados principalmente ao estímulo à ingestão hídrica e à possível substituição de bebidas açucaradas. Embora os ingredientes utilizados apresentem compostos bioativos descritos na literatura, o presente estudo não quantificou eletrólitos, vitaminas, minerais, compostos fenólicos ou atividade antioxidante na bebida final. A caracterização sensorial realizada neste estudo deve ser entendida como exploratória. O número reduzido de avaliadores e a ausência de escala hedônica validada impedem extrapolações estatísticas. Ainda assim, os relatos coletados são úteis para orientar ajustes de formulação, como redução do tempo de infusão, diminuição da proporção de casca ou partes vegetais que possam liberar compostos amargos e escolha entre água com ou sem gás conforme o público-alvo. A versão gaseificada

apresentou resultado sensorial mais instável. Conforme discutido por Descoins *et al.* (2005), a carbonatação pode aumentar a sensação de frescor e intensificar aromas em algumas condições, mas também pode acentuar a percepção de acidez, adstringência e amargor. Esse achado é coerente com a literatura sobre bebidas aromatizadas, na qual a aceitação depende do equilíbrio entre intensidade do sabor, sensação refrescante e ausência de atributos considerados desagradáveis. Assim, a água com gás pode ser interessante para consumidores que preferem maior impacto sensorial, mas não necessariamente representa a melhor formulação para todos os perfis de consumo. A análise sensorial revelou que o tempo de infusão interfere diretamente na aceitabilidade. No momento inicial, a presença de hortelã tornou-se mais perceptível, mas o sabor de morango ainda não estava suficientemente difundido na água. Após 24 h, observou-se melhor equilíbrio sensorial na ASM sem gás, pois o limão e o morango ficaram mais evidentes, com menor predomínio de uma única nota aromática. Após 48 h, embora o morango tenha se destacado, o amargor final tornou-se mais marcante, sugerindo que o excesso de tempo de contato pode reduzir a palatabilidade.

Interpretação sensorial e aceitabilidade: Embora o pH mais ácido observado nas formulações com gás possa representar condição menos favorável ao crescimento de determinados microrganismos, ele não elimina o risco sanitário, como demonstrado pelo resultado sugestivo de coliformes em uma das amostras. Frutas, folhas e raízes podem carregar sujidades e microrganismos provenientes do cultivo, transporte, armazenamento e manipulação. Portanto, a avaliação microbiológica deve ser considerada etapa indispensável para qualquer proposta de vida de prateleira mais longa ou eventual desenvolvimento de produto comercial. Neste trabalho, a recomendação de consumo em curto prazo deve ser compreendida como medida conservadora, baseada na natureza fresca dos ingredientes e no caráter exploratório da análise microbiológica realizada. No contexto da disciplina de Garantia e Controle da Qualidade de Medicamentos, o estudo reforça a importância da padronização. Mesmo em um produto de preparo simples, pequenas alterações de massa dos ingredientes, tempo de infusão ou temperatura podem modificar o resultado (Marchan *et al.*, 2021). Essa lógica é semelhante à aplicada em matrizes farmacêuticas e alimentícias, nas quais a reprodutibilidade e a rastreabilidade dependem da descrição clara dos procedimentos, da calibração/verificação dos equipamentos e do registro adequado das condições experimentais (ANVISA, 2018; EMBRAPA, 2015). A ASP demonstrou redução expressiva do pH após 24 h, o que pode estar relacionado à difusão de ácidos do limão Taiti e à maior interação entre gengibre, pepino e água ao longo do armazenamento. Essa mudança sugere que formulações diferentes podem exigir tempos de infusão distintos para alcançar equilíbrio entre sabor, acidez e aceitação. Assim, o desenvolvimento de água saborizada não deve considerar apenas a escolha dos ingredientes, mas também o volume de água, a proporção de sólidos, a presença ou ausência de gás, o tempo de contato e a temperatura de armazenamento. Do ponto de vista prático, a formulação ASM sem gás apresentou comportamento mais estável, uma vez que apresentou redução menos acentuada em comparação à versão gaseificada. Essa estabilidade pode ser favorável ao consumo doméstico de curto prazo, desde que a bebida seja mantida sob refrigeração e manipulada em condições higiênicas. A versão com gás, por outro lado, apresentou redução progressiva do pH e maior intensidade sensorial de acidez e amargor, indicando que a presença de CO₂ pode modificar não apenas o parâmetro físico-químico, mas também a experiência de consumo. A escolha do pH como parâmetro principal de análise mostrou-se adequada para uma avaliação inicial da estabilidade físico-química das formulações, pois variações de acidez influenciam a percepção sensorial, a estabilidade de alguns compostos orgânicos e a possibilidade de multiplicação microbiana. Em produtos aquosos preparados com frutas e ervas, variações de pH podem indicar maior extração de ácidos orgânicos, degradação de componentes vegetais ou modificação do equilíbrio químico do sistema. Por

esse motivo, ainda que simples, a mensuração do pH constitui etapa relevante no controle preliminar de qualidade de bebidas preparadas artesanalmente.

CONCLUSION

As formulações de água saborizada avaliadas apresentaram redução do pH ao longo do armazenamento refrigerado, com comportamento variável conforme a composição, o tempo de infusão e a presença ou ausência de gás. A ASM sem gás apresentou maior estabilidade do pH ao longo de 48 h, enquanto a versão com gás mostrou redução mais evidente, possivelmente associada à presença de CO₂ dissolvido e à formação de ácido carbônico. A ASP apresentou redução expressiva do pH após 24 h, indicando influência do tempo de infusão e da presença de limão Taiti. A análise sensorial exploratória indicou que a ASM sem gás, especialmente após 24 h de infusão, apresentou melhor equilíbrio entre aroma, sabor e amargor. As versões com gás demonstraram maior intensidade de acidez e amargor, o que pode reduzir a aceitação em parte dos consumidores. A avaliação microbiológica exploratória, por sua vez, apontou resultado sugestivo de coliformes em uma das amostras, reforçando que o preparo de água saborizada com vegetais frescos exige higienização rigorosa dos ingredientes, utensílios e superfícies, além de refrigeração contínua. Do ponto de vista da Garantia e Controle da Qualidade, as formulações mostraram potencial como alternativa simples e de baixo teor calórico para estimular a hidratação, desde que preparadas com boas práticas de higiene, mantidas sob refrigeração e consumidas em curto prazo. Recomenda-se que estudos futuros incluam análises microbiológicas quantitativas e confirmatórias, com determinação de coliformes totais, *Escherichia coli*, bolores e leveduras, além de acidez titulável, quantificação de compostos bioativos, avaliação sensorial com escala estruturada e investigação de vida de prateleira em diferentes condições de armazenamento.

REFERENCES

- Ariyawansa GP, Ramanathan R (2021). Antioxidative potential and phytochemical content of detox water. *Asian Journal of Green Research* 9(7):132-398.
- Ayustaningwarno F, Anjani G, Mutiara Ayu A, Fogliano V (2024). A critical review of ginger's (*Zingiber officinale*) antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory activities. *Frontiers in Nutrition* 11:1364836. doi:10.3389/fnut.2024.1364836.
- American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24. ed. Washington, DC: APHA Press, 2023.
- American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. 9223 Enzyme Substrate Coliform Test. In: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24. ed. Washington, DC: APHA Press, 2023.
- Acero M. Gastritis: myths and facts. *Doctor's advice, Nutrition & fitness / Bienestar Sanitas Magazine* Ed.128. Text: Maricielo Acero. Sanitas Medical Centers, 2020.
- Agência nacional de vigilância sanitária (anvisa). *Guia para Boas Práticas de Fabricação de Medicamentos*. Brasília: ANVISA, 2018.
- American Dental Association (ADA) (2025). Dental erosion. American Dental Association. 2025.
- Bendaali Y, Escott C, Vaquero C, González C, Morata A (2024). Physicochemical, antioxidant activity, and sensory properties of grape juice-herbs extract based isotonic beverages. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 37:100986. doi:10.1016/j.ijgfs.2024.100986.
- Berilli P, Graziani GL, Medina N, Machaca Monroy Y, Villa Nova Rodrigues M, Marostica Junior MR (2025). Hot and

- cold infusions of Brazilian berries: bioactive potential and storage stability. *Natural Product Research*, 1-8. doi:10.1080/14786419.2025.2481469.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2022a). Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 maio 2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2022b). Instrução Normativa IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2022.
- Carvalho TS, Lussi A (2020). Chapter 9: Acidic beverages and foods associated with dental erosion and erosive tooth wear. *Monographs in Oral Science* 28:91-98. doi:10.1159/000455376.
- Burdon C, Johnson N, Chapman P, O'Connor H (2012). Influence of beverage temperature on palatability and fluid ingestion during endurance exercise: a systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 22(3):199-211.
- Descoins C, Mathlouthi M, Le Moual M, Hennequin J (2005). Carbonation monitoring of beverage in a laboratory scale unit with on-line measurement of dissolved CO₂. *Food Chemistry* 95(4):541-553. doi:10.1016/j.foodchem.2004.11.031.
- EMBRAPA. *Boas Práticas de Fabricação (BPF)*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2015.
- Food and Drug Administration (FDA) (2024). Selecting and serving produce safely. U.S. Food and Drug Administration. Available at: <https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/selecting-and-serving-produce-safely>.
- JOHNS HOPKINS MEDICINE. *GERD diet: foods that help with acid reflux (heartburn)*. Baltimore: Johns Hopkins Medicine, 2026.
- LIU, S. et al. Dietary bioactives and essential oils of lemon and lime fruits. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 2022. Disponível em: ScienceDirect. 2022.
- Marchan S, Hector T, Bascombe K (2021). The pH and titratable acidity of still and sparkling flavored waters: the effects of temperature and storage time. *Open Journal of Stomatology* 11:148-158. doi:10.4236/ojst.2021.113012.
- Mengistu DA, Baraki N, Tesema TG (2022). Pathogenic bacterial species in locally prepared fresh fruit juices sold in juice houses of Eastern Ethiopia. *Environmental Health Insights* 16:1-8. doi:10.1177/11786361211060736.
- Mukherjee PK, Nema NK, Maity N, Sarkar BK (2013). Phytochemical and therapeutic potential of cucumber. *Fitoterapia* 84:227-236. doi:10.1016/j.fitote.2012.10.003.
- Rangel CN, Carvalho LMJ, Fonseca RBF, Soares AG, Jesus EO (2011). Nutritional value of organic acid lime juice (*Citrus latifolia* T.), cv. Tahiti. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 31(4):918-922. doi:10.1590/S0101-20612011000400014.
- Ravindra MR, Rao KJ, Nath BS, Ram C (2014). Extended shelf life flavoured dairy drink using dissolved carbon dioxide. *Journal of Food Science and Technology* 51(1):130-135. doi:10.1007/s13197-011-0473-2.
- Tate DF, Turner-McGrievy G, Lyons E, Stevens J, Erickson K, Polzien K, Diamond M, Wang X, Popkin B (2012). Replacing caloric beverages with water or diet beverages for weight loss in adults: main results of the CHOICE randomized clinical trial. *American Journal of Clinical Nutrition* 95(3):555-563. doi:10.3945/ajcn.111.026278.
