



Avaliação do índice glicêmico e dominância temporal das sensações de edulcorante enriquecido com fibras

Lorenza Carletti¹, Kamila Pais de Vasconcelos², Christiane Mileib Vasconcelos^{3*}

¹Nutricionista pela Universidade Vila Velha, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil, ²Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal na Universidade Vila Velha, ³Professora da Universidade Vila Velha, Curso de Nutrição e Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. *chrismileib@yahoo.com.br

Recebido em: 26/06/2023

Aceito em: 17/05/2024

Publicado em: 31/07/2024

<https://doi.org/10.29327/269504.6.1-1>

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi elaborar um edulcorante natural com fibra e avaliar suas características físicas, sensorial e seu efeito na glicemia *in vivo*. Portanto, foram elaborados edulcorantes contendo estévia, eritritol e goma acácia e realizadas análises físicas de solubilidade, higroscopicidade, densidade, compressibilidade e escoamento; análise sensorial pelo método de Dominância Temporal das Sensações (TDS) e; avaliação do índice glicêmico (IG). Por fim, todos os dados obtidos foram avaliados de forma descritiva e, para o TDS foi utilizada a própria análise de dados realizada pelo programa SensoMaker®. As análises físicas mostraram que a mistura apresenta boas características físicas, não interferindo de maneira grosseira nas particularidades de cada componente que ela contém. O TDS mostrou que o gosto amargo residual que a estévia normalmente apresenta, não foi percebido na mistura, valorizando sua utilização no produto. A avaliação do IG mostrou que o edulcorante enriquecido com fibra foi capaz de reduzir consideravelmente a resposta glicêmica, especialmente após 90 minutos da ingestão. De maneira geral o edulcorante enriquecido com fibra atendeu as exigências tecnológicas e sensoriais, sem percepção de gosto amargo naturalmente encontrado na estévia, e ainda agregou o poder de reduzir a glicemia, podendo gerar impacto positivo na saúde do consumidor.

Palavras-chave: Estévia. Eritritol. Goma Acácia.

Evaluation of the glycemic index and temporal dominance sensations of fiber-enriched sweetener

ABSTRACT

The objective this work was to develop a natural sweetener with fiber and evaluate its physical and sensory characteristics and its effect on glycemia *in vivo*. Sweeteners containing stevia, erythritol and acacia gum were used for the formulation and physical analyzes of solubility, hygroscopicity, density, compressibility and flow were performed. Sensory analysis used the Temporal Dominance of Sensation (TDS) method, and the evaluation of the glycemic index (GI). All the data obtained were evaluated in a descriptive way and, for the TDS, the data analysis by the SensoMaker® program was used. The physical analyzes showed that the mixture has suitable physical characteristics, not interfering in a gross way with the particularities of each component it contains. TDS showed that the residual bitter taste that stevia presents was not perceptible within the mixture, valuing its use in this product. The evaluation of the GI showed that the fiber-enriched sweetener was able to considerably reduce the glycemic response, especially after 90 minutes of ingestion. In general, the fiber-enriched sweetener met the technological and sensory requirements, without the perception of bitter taste naturally found in stevia, and also added the power to reduce blood glucose, which could have a positive impact on consumer health.

Keywords: Stevia. Erythritol. Acacia gum.

INTRODUÇÃO

Diabetes é uma condição definida principalmente pelo nível de hiperglicemia que dá origem ao risco de dano microvascular (retinopatia, nefropatia e neuropatia). Está associado à menor expectativa de vida, morbidade significativa devido às complicações microvasculares, aumento do risco de complicações macrovasculares (cardiopatia isquêmica, acidente vascular cerebral e doença vascular periférica) e diminuição da qualidade de vida (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2003).

Estimativas indicam que aproximadamente 537 milhões de adultos (20-79 anos) no mundo vivem com diabetes atualmente e há uma projeção de aumento para 643 milhões até 2030 e 783 milhões até 2045. Esses dados são muito alarmantes e acusam um gasto com saúde de pelo menos US\$ 966 bilhões – um aumento de 316% nos últimos 15 anos. Ainda, 541 milhões de adultos têm *Impaired glucose tolerance* (IGT - tolerância à glicose prejudicada), o que os coloca em alto risco de diabetes tipo 2 (IDF DIABETES ATLAS, 2022).

Diabetes, mais especificamente do tipo 2, está fortemente associada à obesidade (DYSON, 2010). Como a maioria das pessoas com diabetes tipo 2 está acima do peso ou obesa, a redução de peso é vista como o principal objetivo terapêutico na redução do risco e no manejo do diabetes tipo 2 (LEITNER et al., 2017). Para indivíduos obesos que já progrediram para o pré-diabetes, um programa intensivo de dieta e exercício pode diminuir o risco global de diabetes em 58% (LINDSTRÖM et al., 2003) enquanto a perda moderada de peso com intervenção no estilo de vida de uma população obesa com tolerância à glicose prejudicada poderia reduzir a incidência de diabetes em 58%, enquanto a metformina sozinha reduziu-a apenas em 31% (KNOWLER et al., 2002).

Diante disso, têm-se uma busca por produtos que contenham menores proporções de açúcar e, em consequência, uma expansão na criação de novos produtos livres de açúcar. Como alternativa, o uso de edulcorantes vem sendo cada vez mais visado, sendo eles capazes de imitar o gosto doce do açúcar comum e geralmente contribuir com menos calorias. Podem ser oriundos de extratos naturais ou sintéticos/artificiais (GARCÍA-ALMEIDA et al., 2013; ABIAD, 2021).

Dentre os edulcorantes naturais, a estévia é bastante conhecida, especialmente pelo seu intenso poder adoçante que é cerca de 150 a 300 vezes maior que a sacarose, e ser não calórico, mas possui um gosto amargo residual (ANTON et al., 2010). Por outro lado, o eritritol não possui poder edulcorante elevado como a estévia, entre 60 e 80% em

relação à sacarose, mas também não possui o gosto amargo residual (HERNÁNDEZ, 2017). Esse poliol é prontamente absorvido pelo intestino delgado e excretado pela urina. A parte não absorvida é fermentada pelas bactérias intestinais, o que lhe confere ausência de valor energético, uma vez que não é metabolizado pelo organismo (OKU, NAKAMURA, 2002; GREMBECKA, 2015).

Outro coadjuvante de imprescindível importância na redução do risco e prevenção de doenças e agravos não transmissíveis (DANT), em especial diabetes mellitus do tipo II, são as fibras alimentares. Elas são carboidratos complexos derivadas de vegetais, resistentes à digestão e sua classificação vai de acordo com sua solubilidade, sendo divididas em solúveis e insolúveis (DEVRIES, 2003; ANDERSON et al., 2009). As fibras solúveis são responsáveis pela redução do colesterol e glicose plasmáticos e viscosidade do conteúdo intestinal. As insolúveis fazem o volume do bolo fecal ficar maior, o que facilita e agiliza a eliminação fecal, causando redução do tempo de permanência desse bolo fecal no intestino grosso. Ambas regularizam o funcionamento do intestino, o que tornam elas primordiais para o bem-estar e bom funcionamento do corpo humano (MATTOS et al., 2000).

Uma fibra solúvel de grande aplicabilidade pela indústria de alimentos é a goma acácia, que consiste em um complexo polissacarídico de cadeias de galactose com ramificações de arabinose, ramnose e ácidos urânicos (BOER, 2002). É uma fibra solúvel de baixa viscosidade, podendo ser incorporada facilmente em produtos alimentares, destacando que essa possui sabor insípido não influenciando na palatabilidade. Derivada das árvores do gênero Acácia, a goma acácia é muito empregada como estabilizante e emulsificante na indústria alimentícia e apresenta grande influência na absorção de nutrientes (SILVEIRA et al., 2008).

Com as preocupações relacionadas a sociedade atual e, ao mesmo tempo, com a saúde futura da população, a junção de fibras solúveis, como a goma acácia, ingeridas simultaneamente com edulcorantes, podem trazer benefícios, diminuindo ainda mais os efeitos indesejados de doenças como a diabetes e obesidade.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como propósito desenvolver um edulcorante natural à base de estévia e eritritol, acrescido de goma acácia e avaliar suas características físicas, sensorial e efeito hipoglicemiante *in vivo*.

MATERIAL E MÉTODOS

Materials

Para a elaboração do edulcorante enriquecido com fibras foram utilizados como ingredientes estévia, eritritol e goma acácia, cedidos gentilmente pela empresa Vila Alimentos®, Vila Velha, ES.

Desenvolvimento do edulcorante enriquecido com fibras

O edulcorante enriquecido com fibras foi desenvolvido com as concentrações apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Definição das quantidades de cada ingrediente do edulcorante com fibras.

Ingredientes	%	g/porção de 4,5 g*
Goma acácia	56	2,5
Eritritol	42	1,9
Estévia	2	0,1

*A porção de 4,5 g do produto foi estabelecida com base na ANVISA (2012), que preconiza o mínimo de 2,5 g de fibra/por porção para o produto ser considerado fonte de fibra alimentar.

Essas concentrações foram definidas a partir de testes preliminares baseado no gosto amargo e considerando uma porção viável de consumo e, que fornecesse a quantidade mínima de fibras para que o produto fosse considerado fonte de fibra (ANVISA, 2012).

As análises físicas foram realizadas tanto no edulcorante natural com fibras, quanto nos seus ingredientes - estévia, eritritol e goma acácia. Já para o teste sensorial e índice glicêmico, apenas o edulcorante natural com fibras adicionado ao suco de uva, foi avaliado em comparação ao suco sem adição do edulcorante (controle).

Solubilidade em água

A solubilidade foi avaliada de acordo com o método proposto por Cano-Chauca et al. (2005) com modificações. Um grama de amostra foi pesado e agitado em 25 ml de água destilada durante 5 min utilizando um misturador. A solução então foi centrifugada a 3000 rpm durante 10 min. Uma alíquota de 20 ml do sobrenadante foi transferido para o pré-pesados placas de Petri e secas em estufa a 105 °C durante 12 h. Solubilidade (%)

foi calculada como a porcentagem de sobrenadante seco em relação à quantidade da mistura inicialmente adicionada (1 g).

Higroscopicidade

Higroscopicidade foi determinada de acordo com o método proposto por Cai e Corke (2000) com algumas modificações. Amostras de aproximadamente 1 g foram colocadas em um recipiente com uma solução saturada de NaCl, a temperatura ambiente durante uma semana. Em seguida, as amostras foram pesadas, e a higroscopicidade determinada como a massa, em gramas, da umidade adsorvida por 100 g de sólido seco (%).

Densidade aparente e densidade aparente compactada

Para o cálculo de densidade aparente (ρ_{bulk}) foi realizada a metodologia proposta por Jinapong et al. (2008). Uma proveta de 100 ml foi tarada e adicionada da amostra até um certo volume e pesada novamente. A densidade foi calculada pela razão entre a massa da amostra na proveta e o volume que ela ocupava.

Para o cálculo da densidade aparente compactada (ρ_{tapped}), descrita por Barbosa-Canovas e Juliano (2005) com modificações, em uma proveta de 100 ml foi adicionada a amostra até um determinado volume. Após a adição, a proveta foi batida em uma superfície sólida por 50 vezes consecutiva para compactação e medido seu peso e volume ocupado. A densidade aparente compactada foi calculada pela razão entre a massa de pó e o volume ocupado após as batidas.

Compressibilidade e Escoamento

Para se conhecer sobre a compressibilidade e escoamento das partículas da amostra foram calculados o Índice de Carr (CI) e a razão de Hausner (HR). O IC que descreve a compressibilidade de pós é determinado pela Eq. 1:

$$IC = \frac{\rho_{tapped} - \rho_{bulk}}{\rho_{tapped}} \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo ρ_{tapped} , densidade aparente compactada e ρ_{bulk} , densidade aparente.

A razão Hausner é parâmetro utilizado para determinar a capacidade de escoamento de um material granular ou em pó. A razão é calculada entre a densidade aparente compactada (ρ_{tapped}) e a densidade aparente (ρ_{bulk}) (Eq. 2):

$$HR = \frac{\rho_{\text{tapped}}}{\rho_{\text{bulk}}} \quad \text{Eq. 2}$$

Sendo ρ_{tapped} , densidade aparente compactada e ρ_{bulk} , densidade aparente.

Teste sensorial - Dominância Temporal das Sensações (TDS)

Foram inicialmente recrutados 30 voluntários, por meio de um questionário contendo informações sobre preferências e restrições alimentares, uso ou não de adoçantes, medicamentos que podem alterar o sabor dos alimentos, dentre outros.

Todos os voluntários foram orientados a assinar o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE) para início da análise. Todos os testes realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética com Pesquisas em Seres Humanos, da Universidade Vila Velha, sob parecer nº 3.187.221.

Após recrutamento, os voluntários foram conduzidos a uma sessão de 4 testes triangulares, sendo 2 realizados com amostras de solução com açúcar nas concentrações de 0,6% e 0,8% e, os outros dois com amostras de solução com sal nas concentrações de 0,08% e 0,15%. Os voluntários que acertassem no mínimo três dos quatro testes triangulares realizados foram selecionados para a próxima etapa.

O treinamento foi realizado com o objetivo de familiarizar os voluntários com os atributos propostos, para que, ao efetuarem o TDS, pudessem defini-los com maior precisão (Tabela 2).

Tabela 2 - Atributos sensoriais e seus materiais de referência.

Atributo	Material
Sabor característico da uva	Néctar de uva Del Valle®
Adstringência	Suco de uva Bela Ischia®
Gosto ácido	Suco de limão tahiti sem açúcar e água
Gosto amargo	Água tônica sem açúcar Antártica®
Gosto doce	Solução de água com açúcar hipersaturada

Fonte: PONTES et al., (2010); MASCARENHAS et al., (2013).

Ademais, foi apresentado o programa SensoMaker®, explicando o passo-a-passo para realização das análises.

Após treinamento, os voluntários iniciaram as avaliações com amostras de suco de uva integral Bela Ischia® com e sem adição do edulcorante com fibras. As análises foram realizadas em cabines individuais e dias diferentes para cada amostra. Cada avaliador recebeu 30 ml de suco e foi orientado a ingerir o conteúdo de uma só vez. No SensoMaker® os avaliadores identificaram o atributo de maior intensidade percebida, podendo esse atributo, variar ao longo da análise, que durou 30 segundos.

Entre uma amostra e outra, os avaliadores foram aconselhados a tomarem água. Todas as avaliações foram salvas no computador, para posterior análise de dados no próprio software.

Avaliação do Índice Glicêmico

Foram recrutados inicialmente 8 voluntários para o estudo, de ambos os sexos, adultos. Para triagem dos voluntários, foram adotados como critérios de inclusão indivíduos saudáveis sem a presença de doenças e agravos não transmissíveis, com índice de massa magra corporal (IMC) entre 18,5 e 24,9 kg/m² (WHO, 1998), circunferência da cintura (mulheres < 80 cm; homens < 94 cm (DE SÁ SILVA; PEREIRA; COSTA, 2011), que não fizessem uso de medicamentos e com glicemia menor que 140 mg/dl em jejum de 12 h, para detectar prováveis alterações na glicemia.

Dois voluntários apresentaram IMC maior que 24,9 kg/m², não sendo, portanto, incluído na análise. Cada participante foi informado sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram o TCLE aprovado sob parecer nº 3.187.221.

Foram realizados 3 testes com os participantes que atenderam aos critérios de inclusão, em 3 semanas diferentes. Anteriormente aos testes, cada participante recebeu uma refeição padrão, lasanha à bolonhesa (Seara®) congelada, para realizarem a última refeição do dia anterior aos testes. As coletas foram realizadas no dia seguinte, pela manhã, estando o participante em jejum de 10 a 12 horas.

A mensuração da glicemia foi realizada com o auxílio de um glicosímetro portátil (ACCU-CHEK Advantage), fitas de teste (ACCU-CHEK Advantage II) e lancetas (ACCU-CHEK Softelix Pro).

No primeiro dia, os participantes consumiram uma porção de 30 g de glicose que equivale a 30 g de carboidrato diluído em 300 ml de água. Nos outros dois testes, os

participantes também receberam 300 ml de suco de uva integral puro e, depois, suco de uva integral com adição do edulcorante com fibras, respectivamente. Esse volume foi calculado a fim de oferecer 30 g de carboidratos em todos os dias de teste.

Ao final de cada teste foi oferecido sanduíche natural de creme de cottage com cenoura e café com leite.

Nos três dias de análise foi coletado o sangue capilar no período de jejum (minuto 0 – zero) e em 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos após a ingestão do produto, medindo-se a glicemia nestes períodos.

Análise dos dados

Todos os dados obtidos foram avaliados de forma descritiva e, para o TDS foi utilizada a própria análise de dados realizada pelo programa SensoMaker®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físicas do edulcorante com fibras

A Tabela 3 apresenta as médias dos resultados das características físicas do edulcorante com fibras e seus ingredientes isoladamente.

Tabela 3 - Média das características físicas do edulcorante com fibras e seus ingredientes isoladamente.

Análises	Estévia	Eritritol	Goma acácia	Edulcorante com fibras
Solubilidade (%)	73	77,3	66,5	69
Higroscopicidade (%)	0,28	10	1,75	0,74
Densidade A (g/ml)	0,35	0,84	0,49	0,29
Densidade C (g/ml)	0,49	0,92	0,59	0,65
CI (%)	27	8,98	16,9	55
HR (%)	1,37	1,09	1,20	2,22

Densidade A (densidade aparente), Densidade C (densidade compactada), IC (Índice de Carr) e RH (Razão Hausner).

A solubilidade constitui-se em um importante método para julgar o proceder de produtos em pó quando entram em contato com o meio aquoso (CRUZ, 2013). Aborda a velocidade e o grau que os elementos das partículas em pó se diluem na água (FERREIRA, 2017). Analisando os resultados de solubilidade obtidos por cada

ingrediente da mistura, percebe-se que nenhum deles apresentou valores ótimos de solubilidade se comparar com o valor de referência (92 – 99% - BHANDARI et al., 2008). Dando ênfase a mistura, ela apresenta um valor de 69% de solubilidade, ou seja, também se encontra abaixo dos valores ótimos de referência. Sabendo que a maior parte da mistura é composta pela goma acácia, é possível entender a baixa solubilidade apresentada, pois ela é uma fibra que expressa baixa solubilidade (McNAMEE et al., 1998). Contudo, é importante saber que a solubilidade depende de fatores como temperatura e ar de secagem, a temperatura sendo superior, as partículas ficam maiores o que, consequentemente, favorece a solubilidade do pó (ROSA et al., 2003).

A higroscopicidade corresponde à capacidade que um alimento em pó tem de absorver água no momento que é exposto em um ambiente com a umidade relativa alta, ou seja, maior do que a de equilíbrio. Aqueles pós que apresentam açúcares possuem maiores interações com as moléculas de água por conta dos terminais polares que as moléculas de açúcar contêm (JAYA; DAS, 2004). Ao observar os valores de higroscopicidade expressados pelos componentes da mistura, tem-se que eles se encaixam no parâmetro não higroscópico (<10%) segundo o valor de referência (<10% - GEA Niro Research Laboratory, 2010). Considerando que o valor de higroscopicidade da mistura é 0,74%, ou seja, menor que 10%, revela-se que misturar estévia, eritritol e goma acácia, não prejudica as características higroscópicas que cada um apresenta separadamente. Isso pode ser explicado pelo fato de que a goma acácia é utilizada como agente secante na obtenção de produtos em pó (BARBOSA, 2010), proporcionando um melhor manejo do produto final alcançado, concedendo um maior resguardo contra a absorção de umidade do ambiente e deixando-a menos higroscópico (TONON et al., 2009).

Para conseguir determinar o Índice de Compressibilidade e a Razão de Hausner é preciso saber a densidade aparente e a compactada (ANDRIOLI et al., 2014). A densidade é um parâmetro aplicado para estocagem de produtos em pó, visto que, é uma característica capaz de medir o espaço que estipulada quantidade deste produto ocupa (TONON, 2009; BARBOSA-CANOVÁS; JULIANO, 2005). Para se ter uma noção da fluidez dos produtos em pó em relação a densidade, usa-se de alguns parâmetros como o Índice de Carr (IC), que apresenta um valor estimativo que designa a compressão de um material e a predisposição ao escoamento. Sabendo que um IC maior do que 20% mostram muita compressibilidade (CARR, 1965), pode-se dizer que a mistura dos edulcorantes com

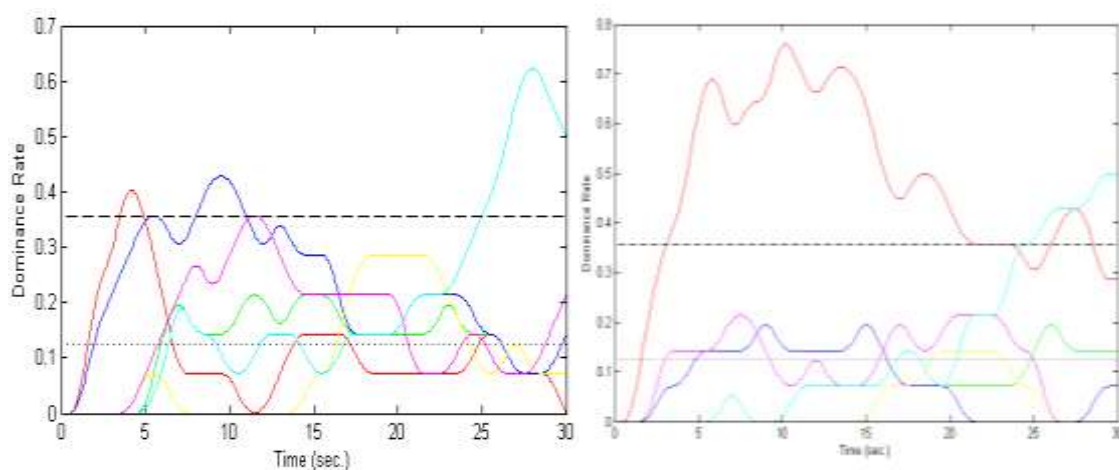
fibra, por retratar um valor de 55%, tem uma grande propensão de se comprimir e não ser muito fluída ao ser empacotada e armazenada.

A razão de Hausner (RH) corresponde às forças de adesão e coesão entre as partículas (ANDRIOLI et al., 2014), compreendendo isso e comparando o valor de 2,2, obtido pelo cálculo do RH da mistura dos edulcorantes com fibra, com o valor de referência $>1,4$, expõe-se que a mistura apresenta alta força de adesão e coesão entre suas partículas.

Temporal Dominância das Sensações

Avaliando os gráficos apresentados nas Figuras 1A e 1B, nota-se a presença de duas linhas, a linha de chance e a linha de significância. A linha de chance indica o limite da probabilidade de um atributo ter sido apontado ao acaso e a linha de significância confere o valor mínimo para que algum atributo seja classificado como significativamente dominante (PINEAU et al., 2009). Defina-se por “Dominante” a sensação mais acentuada ou percepção que se manifesta em algum momento, mas não obrigatoriamente é a mais intensa (RODRIGUES, 2017).

Figura 1 - TDS de suco de uva integral puro (A) e TDS de suco de uva integral adicionado do adoçante enriquecido com fibras (B).



— doce; — adstringente; — ácido, — amargo; — sabor característico de uva; — sem gosto. linha de chance; - - - linha de significância.

Averiguando as diferenças entre os gráficos, percebe-se que o suco de uva integral puro (Figura 1A) expôs mais atributos dominantes, ou seja, os atributos que ultrapassaram a linha de significância foram o gosto doce, gosto ácido e sabor de uva. Por outro lado, o suco de uva integral adicionado do adoçante enriquecido com fibras (Figura 1B),

apresentou dominância e por um tempo prolongado, do gosto doce e, posteriormente, do sabor característico de uva.

Contudo, os estudos são contraditórios em relação aos critérios de definição de nível de painel. Por exemplo, Albert et al. (2012) consideram que as curvas TDS são consistentes quando acima dos níveis de acaso, enquanto outros autores sustentam que as curvas TDS são consistentes apenas quando estão acima do nível de significância (LABBE et al., 2009; PINEAU et al., 2009; TEILLET et al., 2010).

Assumindo a linha de níveis ao acaso (Chance) como limitante da análise, observa-se o gosto ácido predominante por mais tempo no suco de uva puro (Figura 1A), sendo percebido de 2 a 18 segundos, aproximadamente. Já no suco adoçado (Figura 1B), percebe-se nitidamente que o gosto doce se põe como dominante praticamente no tempo total do teste e o sabor característico de uva surgido apenas nos 5 segundos finais do teste.

Não se tem a presença do gosto amargo como significativamente dominante em nenhum momento dos 30 segundos corridos do teste. No entanto, considerando o nível de chance, observa-se a presença desse atributo, próximo dos 15 segundos, nas 2 bebidas, sendo que, a dominância na bebida pura, foi maior que na bebida adoçada, o que permite inferir que o gosto amargo percebido, pode ser devido ao suco de uva e não à presença do adoçante. Esse dado se faz relevante visto que diferentes estudos apontam a renúncia que os consumidores têm em relação estévia pela presença do seu gosto amargo. Fernandes et al. (2009) estimaram que bebidas adoçadas com estévia apresentam 96% de rejeição. Um outro estudo no qual testou-se doçura dos edulcorantes adoçante suco de abacaxi mostrou que o teste com adição de estévia teve maior rejeição pelos avaliadores (MARCELLINI; CHAINHO; BOLINI, 2005).

A Tabela 4 apresenta os parâmetros computacionais para análise de dados do TDS, como forma de aprofundar mais nas respostas obtidas.

Tabela 4 - Parâmetros computacionais para análise dos dados do TDS, de suco de uva integral e adicionado de adoçante enriquecido com fibra.

Atributos	Suco de uva integral puro			Suco de uva integral adoçado		
	DR_máx	T_máx	T_90%máx	DR_máx	T_máx	T_90%máx
Doce	0,4026	4,20	1,20	0,7597	10,20	8,70
Adstringente	0,2143	11,50	16,20	0,1948	26,00	1,00
Ácido	0,4286	9,50	2,00	0,1948	9,00	7,00
Amargo	0,2857	18,50	4,60	0,1429	19,50	4,20

Sem gosto	0,3571	11,50	1,80	0,2143	7,50	16,40
Sabor de uva	0,6234	28,00	2,10	0,5000	29,50	1,70

DR_máx (taxa máxima de dominância), T_máx (hora de DR_máx) e T_90%máx (intervalo de tempo cuja taxa de dominância é $\geq 90\%$ de DR_máx).

Verificando esses parâmetros computacionais, pode-se notar que o suco de uva integral puro teve uma percepção significativa dos atributos ácido (DR_máx= 0,4286, T_máx= 9,50), doce (DR_máx= 0,4026, T_máx= 4,20) e sabor de uva (DR_máx= 0,6234, T_máx= 28). O sabor adstringente foi o que mostrou maior tempo no T_90%máx permanecendo como dominante durante 16,20 segundos.

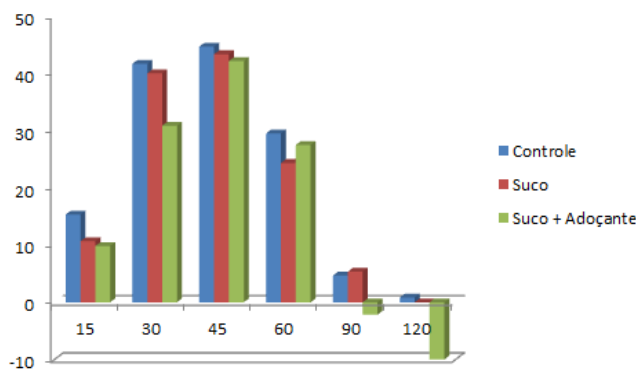
Observando os valores apresentados pelo suco de uva integral adoçado, nota-se uma maior dominância do gosto doce (DR_máx= 0,7597, T_máx= 10,20) e no segundos finais do teste o sabor de uva (DR_máx= 0,5000, T_máx= 29,50). Relacionado à adstringência, não se tem muita diferença da taxa máxima de dominância entre os dois testes, o que indica que o suco de uva integral adoçado não necessariamente deixa de ser adstringente após a adição do edulcorante natural com fibra. Nota-se também que, a diferença entre os testes considerando o gosto doce, é a taxa de dominância, que no teste com suco de uva integral adoçado, ela se mostra maior.

Índice glicêmico

O índice glicêmico (IG) foi determinado em voluntários de 20 a 60 anos, IMC entre 20,4 e 24,5 kg/m², circunferência da cintura variando entre 60,3 e 81,0 cm, e o IG sem considerar jejum de, ao menos, 10 horas, foi de 102 a 132 mg/dl.

Com a realização do cálculo do índice glicêmico, obteve-se o gráfico apresentado na Figura 2 para expressar os resultados.

Figura 2 - Média da diferença entre o Índice Glicêmico (IG) de cada tempo pelo IG de jejum das 3 bebidas avaliadas.



Explorando os resultados exibidos pelo gráfico, vê-se que o grupo representado pelo suco com edulcorante com fibras expressa um menor pico no tempo 30 minutos, se comparar com o grupo controle (água com açúcar) e o suco de uva integral puro. Nos tempos finais do teste, 90 e 120 minutos, pode-se notar que o suco adoçado mostrou uma glicemia menor do que a inicial (em jejum), constatando que o edulcorante enriquecido com fibra tem eficiência na redução da glicemia. Isso pode ser explicado pela presença da fibra, sabendo que elas são capazes de reduzir a absorção de glicose pelo aumento da viscosidade do alimento no intestino (BODNARUC et al., 2016), ocasionado em uma melhor contenção da reposta glicêmica.

Esses resultados são bastante relevantes, tendo em vista a obtenção de um produto que, não apenas seja capaz de adoçar fornecendo baixas calorias, mas também reduzir consideravelmente a glicemia pós-prandial. Isso pode contribuir com a redução de DANT, mais especificamente, com a redução do risco e manejo do diabetes tipo 2, obesidade e tolerância à glicose prejudicada.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que a mistura apresenta boas características físicas, não interferindo de maneira grosseira nas particularidades de cada componente que ela contém. Apesar da baixa solubilidade retratada, deve-se levar em consideração a questão dos fatores que vão ou não favorecer a essa condição, portanto, mais estudos podem ser feitos para melhorar essa solubilidade.

No teste de dominância temporal das sensações (TDS), evidencia-se que misturar estévia, eritriol e goma acácia foi uma proposta positiva, visto que, o gosto amargo residual que a estévia apresenta, não foi perceptível dentro da mistura, o que é importante ao se pensar na aceitação que o produto pode ter no ramo das indústrias alimentícias.

A avaliação do índice glicêmico mostrou que o adoçante enriquecido com fibra apontou uma resposta glicêmica final consideravelmente menor do que a inicial, indicando que a presença da fibra na mistura realmente faz diferença e que, além de se ter um produto com baixa caloria devido à comparência dos edulcorantes naturais, também é possível se beneficiar do controle glicêmico que a fibra tem a capacidade de fazer, sendo uma grande vantagem para a saúde humana.

De maneira geral o edulcorante enriquecido com fibra correspondeu às expectativas que foram postas sobre ele, apresentando uma boa característica física,

inibindo o gosto amargo residual que a estévia costuma apresentar e reduzindo a resposta glicêmica.

REFERÊNCIAS

- ABIAD - Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres. **Novos tipos de produtos chegam ao mercado para atender às atuais demandas dos consumidores**. Disponível em: <https://abiad.org.br/mercado-diet/>. Acesso em: 06 jul. 2022.
- ALBERT A.; SALVADOR, A.; SCHLICH, P.; FIZSMAN, S. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and keyattribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. **Food Quality and Preference**, v. 24, p. 111-118, 2012.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Economic costs of diabetes in the US in 2002. **Diabetes Care**. v. 26, p. 917-932, 2003.
- ANDERSON, J. W.; BAIRD, P.; DAVIS, R. H. JR.; FERRERI, S.; KNUDTSON, M.; KORAYM, A.; WATERS, V.; WILLIAMS, C. L. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**. v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.
- ANDRIOLI, A.; PRADO, L. D.; DA COSTA, M. A.; ROCHA, H. V. A. Caracterização do insumo íbuprofeno e a correlação com propriedades de dissolução e de fluxo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 3, p. 401-411, 2014.
- ANTON, S. D.; ANTON, S. D.; MARTIN, C. K.; HAN, H.; COULON, S.; CEFALU, W. T.; GEISELMAN, P.; WILLIAMSON, D. A. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. **Appetite**, v. 55, n. 1, p. 37-43, 2010.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **Resolução RCD n. 54, de 12 de novembro de 2012**. Disponível em: <http://www.avis.org.br>. Acesso em: 02 out. 2018.
- BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; JULIANO, P. **Physical and chemical properties of food powders**. In: ONWULATA, C. (Ed.). Encapsulated and powdered foods, Boca Raton, Taylor & Francis, p.39-71, 2005.
- BARBOSA, S. J. **Qualidade de suco em pó de misturas obtido por spray drying**. 2010. Dissertação (Pós-Graduação em Produção vegetal no semiárido) -Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG, 2010.
- BHANDARI, B. R.; PATEL, K. C.; CHEN, X. D. Spray dryer of food materials – process and product characteristics. In: CHEN, X. D.; MUJUMDAR, A. S. **Drying Techonolgies in Food**. Blackwell Publishing, 2008.
- BODNARUC, A. M.; PRUD'HOMME, D.; BLANCHET, R.; GIROUX, I. Nutritional modulation of endogenous glucagon-like peptide-1 secretion: a review. **Nutrition & Metabolism**. v. 9, p. 13-92, 2016.
- BOER, E. **Acacia senegal (L.) Willd. plant resources of tropical Africa**. Precursor. Eds: OYEN, L. P. A.; LEMMENS, R. H. M. J. Wageningen, Netherlands, 2002. Disponível em: [https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?g=pe&p=Acacia+senegal+\(L.\)+Willd](https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?g=pe&p=Acacia+senegal+(L.)+Willd). Acesso em: 11 jul. 2022.
- CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spraydried *Amaranthus betacyanin* pigments. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 6, p. 1248-1252, 2000.
- CANO-CHAUCA, M.; STRNGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effects of the carries on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 5, p. 420-428, 2005.

- CARR, R.L. Evaluating flow properties of solids. **Chemical Engineering**, v. 72, n. 3, p. 163– 168, 1965.
- CRUZ, W. F. **Obtenção de polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método de secagem de camada de espuma. Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013.
- DE SÁ SILVA, S. P.; SANDRE-PEREIRA, G.; SALLES-COSTA, R. Fatores sociodemográficos e atividade física de lazer entre homens e mulheres de duque de caxias/RJ. **Ciência e Saude Coletiva**, v. 16, n. 11, p. 4493–4501, 2011.
- DEVRIES, J. W. On defining dietary fibre. **Proceedings of the Nutrition Society**. v. 46, n. 3, p. 112-129, 2003.
- DYSON, P.A. The therapeutics of lifestyle management on obesity. **Diabetes, Obesity and Metabolism**. v. 12, p. 941–946, 2010.
- FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SANTOS, S. M. L.; SILVA, D. S.; SOUSA, P. H. M. Avaliação sensorial de bebidas de goiaba adoçadas com diferentes agentes adoçantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 29, n. 2, p. 358-364, 2009.
- FERREIRA, A. P. R. **Polpa de cajá em pó obtida pelo processo de secagem em leito de jorro: caracterização física, fisico-química e estudo da estabilidade**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2017.
- GARCIA-ALMEIDA, J. M.; FDEZ, C. G. M.; GARCIA ALEMÁN, J. Uma visão global e atual dos adoçantes: Aspectos regulatórios. **Nutrição Hospitalar**, v. 28, n. 4, p. 17-31, 2013.
- GEA Niro Research Laboratory. **GEA Niro analytical methods**. Disponível em: <http://www.niro.com/methods>. Acesso em: 30 nov. 2022.
- GREMBECKA, M. Sugar alcohols — their role in the modern world of sweeteners: a review. **European Food Research and Technology**. v. 241, p. 1-14, 2015.
- HERNÁNDEZ, K. A. B. **Preparação de xarope de Tamarindo com o uso de Adoçantes Naturais para substituir o açúcar convencional**; Escola Superior Politécnica de Chimborazo, Faculdade de Ciências da Vida; p. 11-12, 2017.
- IDF Diabetes Atlas. **International Diabetes Federation**. 2022. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/>. Acesso em: 23 fev. 2022.
- JAYA, S.; DAS, H. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powders properties. **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 125-134, 2004.
- JINAPONG, N.; SUPHANTHARIKA, M.; JAMNONG, P. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 194-205, 2008.
- KNOWLER, W. C.; BARRETT-CONNOR, E.; FOWLER, S. E.; HAMMAN, R. F.; LACHIN, J. M.; WALKER, E. A.; NATHAN, D. M. Diabetes Prevention Program Research G Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. **New England Journal of Medicine**. v. 346, p. 393–403, 2002.
- LABBE, D., SCHLICH, P., PINEAU, N., GILBERT, F., & MARTIN, N. Temporal dominance of sensations and sensory profiling: **A comparative study**. **Food Quality and Preference**, v. 20, p. 216–221, 2009.
- LEITNER, D. R.; FRÜHBECK, G.; YUMUK, V.; SCHINDLER, K.; MICIC, D.; WOODWARD, E.; TOPLAKA, H. Obesity and Type 2 Diabetes: Two Diseases with a Need for Combined Treatment Strategies - EASO Can Lead the Way. **Obesity Facts**. v. 10, n. 5, p. 483–492, 2017.

- LINDSTRÖM, J.; LOUHERANTA, A.; MANNELIN, M.; RASTAS, M.; SALMINEN, V.; ERIKSSON, J.; UUSITUPA, M.; TUOMILEHTO, J. The Finnish Diabetes Prevention Study Group The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. **Diabetes Care**. v. 26, p. 3230–3236, 2003.
- MARCELLINI, P. S.; CHAINHO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Doçura ideal e análise de aceitação de suco de abacaxi com diferentes edulcorantes e sacarose. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 2, p. 177–182, 2005.
- MASCARENHAS, R. J.; GUERRA, N. B.; AQUINO, J. S.; LEÃO, P. C. S. Qualidade Sensorial E Físico-Química De Uvas Finas Sensory and Physicochemical Quality of Fine Table Grapes Cultured in the Sub-Middle São Francisco Valley. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 083, p. 546–554, 2013.
- MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**. v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.
- McNAMEE, B. F.; O'RIORDAN, E. D.; O'SULLIVAN, M. Emulsification and microencapsulation properties of gum arabic. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4551- 4555, 1998.
- OKU, T.; NAKAMURA, S. Digestion, absorption, fermentation, and metabolism of functional sugar substitutes and their available energy. **Pure and Applied Chemistry**. v. 74, p. 1253, 2002.
- PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIÈRE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; ROGEAUX, M.; ETIÉVAN, P.; KÖSTER, E. Temporal dominance of sensations: construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. **Food Quality and Preference** v. 20, n. 3, p. 450-455, 2009.
- PONTES, P. R. B.; SANTIAGO, S. S.; SZABO, T. N.; TOLEDO, L. P.; GOLLÜCKE, A. P. B. Atributos sensoriais e aceitação de sucos de uva comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 313–318, 2010.
- RODRIGUES, J. F. **Investigações sobre técnicas sensoriais: um estudo sobre a metodologia de Dominância Temporal das Sensações (TDS)**. p. 96, 2017.
- ROSA E. D., TSUKADA M., FREITAS L. A. P. **Secagem por atomização na indústria alimentícia: Fundamentos e aplicações**, Ribeirão Preto: Labmaq do Brasil, 2003.
- SILVEIRA, B. M.; STEFANES, F. B.; TISCHER, C. A.; TOMIO, T. A. Efeito da goma Arábica nas concentrações de colesterol hepático sérico e fecal de ratos alimentados com semente de linhaça, óleo de linhaça e colesterol. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 133-144, 2008.
- TEILLET, E., SCHLICH, P., URBANO, C., CORDELLE, S., GUICHARD E. Sensory methodologies and the taste of water. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 967-976. 2010.
- TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 44-50, 2009.
- WHO - World Health Organization. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. Report of a WHO Consultation. **Geneva**, World Health Organization; 1998.