

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 27/01/2023

Julaísa Scarpin Guazi

Utilização de saliva artificial durante a análise instrumental da textura de *snacks*
expandidos para avaliação da correlação com a análise sensorial

Trabalho apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti e Silva

São José do Rio Preto
2021

G919u Guazi, Julaísa Scarpin

Utilização de saliva artificial durante a análise instrumental da textura de snacks expandidos para avaliação da correlação com a análise sensorial / Julaísa Scarpin Guazi. -- São José do Rio Preto, 2021

128 f. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Ana Carolina Conti e Silva

1. Tecnologia de alimentos. 2. Lanches. 3. Alimentos - Avaliação sensorial. 4. Saliva artificial. 5. Correlação (Estatística). I. Título.

Aos meus amados pais, Odair e Osélia, que são os alicerces da minha vida,

Dedico.

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a Deus por me dar forças para superar os inúmeros obstáculos que a vida nos impõe, e por me ajudar a continuar firme na busca pelos meus sonhos.

À minha mãe, que é o meu modelo de força e de superação, por estar sempre ao meu lado nos momentos tristes ou felizes, por me escutar e sempre ter uma palavra de apoio ou conforto e nunca me deixar desistir.

Ao meu amado pai pelo apoio, incentivo, por sempre se interessar pelas minhas coisas, por acreditar em mim e por me amar incondicionalmente.

Ao Rodiak, essa pessoa incrível, que felizmente cruzou a minha vida, me dando apoio, carinho e compreensão.

À minha amiga Michele, a qual considero como irmã, pelo carinho, pela amizade, por estar sempre ao meu lado, e por me proporcionar umas das maiores alegrias da minha vida, o Joaquim, o meu sobrinho do coração.

À minha amiga Mélanie, essa amiga francesa, por me ensinar a valorizar as coisas simples da vida, por me fazer enxergar as coisas de uma maneira diferente, mas tão bela quanto, por estar ao meu lado no momento mais conturbado da minha vida.

À minha orientadora Ana Carolina pelo carinho, paciência, confiança, compreensão, conhecimentos compartilhados, por muitas vezes ser mãe, amiga ou um ombro onde podemos chorar quando as palavras não conseguem sair, um modelo de mulher, mãe e profissional.

Aos amigos do Laboratório de Análise Sensorial e do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos em geral, não vou citar nomes para não ocorrer o risco de esquecer alguém, mas sou grata a todos eles, pelo carinho, acolhimento, aprendizagem e agradável convívio durante esses anos.

Aos avaliadores que fizeram parte do meu painel sensorial e aos voluntários que fizeram parte da análise de mensuração da saliva humana e da mastigação, pela paciência, pela disponibilidade em retornar diversas vezes ao laboratório, sem eles não seria possível realizar esse estudo, por isso, sou extremamente grata.

A todos os consumidores de *snacks* do IBILCE que realizaram a minha análise de aceitação sensorial, minha gratidão.

Aos técnicos Alana, Tânia, Luiz pela grande ajuda e conhecimentos transmitidos, pois com certeza, sem eles, tudo teria sido muito mais difícil.

A todos os professores do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos na UNESP/IBILCE que contribuíram de alguma maneira para o meu crescimento profissional.

Aos membros da comissão examinadora da qualificação e da defesa de tese pelas contribuições que ajudaram a enriquecer este trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, à qual agradeço pela bolsa de doutorado.

RESUMO

A textura é um atributo sensorial crítico para os *snacks* expandidos. A correlação entre a textura instrumental e sensorial destes produtos foi anteriormente estudada. No entanto, a utilização de saliva artificial pode alterar as correlações observadas, uma vez que pode aproximar a análise instrumental a algumas condições da cavidade oral durante a mastigação humana. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição da saliva artificial durante a análise instrumental de textura de *snacks* expandidos, a fim de correlacionar com a análise sensorial. Cinco formatos de *snacks* expandidos (concha, cilíndrico, anel, *pellet* e bolinha) de três marcas comerciais foram selecionados, totalizando treze amostras. Inicialmente foi feito um estudo com voluntários para investigar a incorporação de saliva humana ao bolo alimentar durante a mastigação de *snacks* expandidos, a fim de determinar a quantidade de saliva artificial a ser utilizada durante a análise instrumental. Com isso, determinou-se a utilização de 1,1 mL de saliva artificial para cada *snack* expandido com tempo de contato de 7 s. Assim, as análises de textura instrumental foram realizadas com diferentes *probes* para medir as propriedades de força e acústicas dos *snacks*, os quais foram submetidos a diferentes tratamentos (sem saliva artificial, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e imersão da amostra em saliva artificial). A textura dos *snacks* também foi avaliada por meio de análise descritiva e quanto à aceitação sensorial por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos. No geral, a maioria dos *probes* diferenciou significativamente as amostras quando avaliadas sem saliva e com saliva artificial, sendo que, na grande maioria dos casos, houve redução nos valores das propriedades de textura instrumental após a aplicação da saliva artificial, e os valores com imersão da amostra na saliva foram ainda menores do que com aplicação da saliva artificial. Os *snacks* tiveram boa aceitação sensorial em relação à textura, sendo que produtos com alta adesividade foram menos aceitos, indicando que este atributo é um fator crítico e determinante para a aceitação da textura geral de *snacks* expandidos. A utilização da saliva artificial resultou na eliminação de algumas correlações e ao mesmo tempo gerou novas correlações entre as análises instrumentais e sensoriais para todos os *probes*. No entanto, os *probes three point bending* e *Ottawa* com base 17 *blades* destacaram-se dentre os demais, visto que ambos aumentaram expressivamente as correlações entre os resultados sensoriais e instrumentais quando utilizados em conjunto com a saliva artificial. Assim, conclui-se que a saliva artificial contribui para a obtenção de correlações entre as

análises sensoriais e instrumentais de textura, e que a escolha das condições instrumentais a serem utilizadas dependerá do atributo sensorial que se deseja investigar.

Palavras-chave: *Snacks* Expandidos. Textura. Saliva Artificial. Análise Sensorial Descritiva. Aceitação Sensorial. Correlação.

ABSTRACT

The texture is a critical sensory attribute to expanded snacks. The correlation between instrumental and sensory texture of such products was previously studied. However, the use of artificial saliva may change observed correlations, once it may approximate the instrumental analysis to some conditions of oral cavity during human mastication. Thus, the aim of this study was to evaluate the contribution of artificial saliva during the instrumental texture analysis of expanded snacks, in order to correlate it with sensory analysis. Five expanded snack shapes (shell-shaped, cylindrical, ring-shaped, pelleted and ball) of three commercial brands were selected, totaling thirteen samples. First, it was performed a study with volunteers for investigating the incorporation of human saliva into the food bolus during mastication of expanded snacks, aiming to determine the quantity of artificial saliva to be used during instrumental analysis. Thus, the use of 1.1 mL of artificial saliva to each expanded snack with a contact time of 7 s was determined. Then, instrumental tests of texture were performed with different probes for measuring force and acoustic properties of snacks, which were submitted to different treatments (without artificial saliva, with application of 1.1 mL of artificial saliva and immersion of sample in the artificial saliva). The texture of snacks was also evaluated through descriptive analysis and regarding the sensory acceptance through the nine-point structured hedonic scale. In general, the probes statistically discriminated samples when evaluated without and with artificial saliva, and in the majority of cases, there was reduction on values of instrumental texture properties with the application of saliva, and the values from immersion of the sample in the saliva were even lower than with the application of artificial saliva. Snacks had good sensory acceptance in relation to texture, and products with high adhesiveness were less accepted, which indicates that such attribute is a critical and determinant to acceptance of overall texture of expanded snacks. The use of artificial saliva resulted in the elimination of some correlations and, at the same time, generated new correlations between instrumental and sensory analyzes for all probes. However, three-point bending probe and Ottawa 17 blades probe stood out, because both expressively increased correlations between sensory and instrumental results when used together with the artificial saliva. Concluding, the artificial saliva contributes to obtain correlations between sensory and instrumental analyses of texture, and the choice of instrumental conditions to be used will depend on the sensory attribute desired to be evaluated.

Keywords: Expanded Snacks. Texture. Artificial Saliva. Descriptive Sensory Analysis. Sensory Acceptance. Correlation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva típica da análise de perfil de textura (TPA) instrumental.....	23
Figura 2 - <i>Snacks</i> expandidos comerciais nos cinco formatos utilizados (1 e 2 indicam marcas de alcance internacional, e 3 indica marca de alcance regional)	30
Figura 3 - Tamanho e quantidade padronizada dos <i>snacks</i> expandidos para as análises descritas nas Seções 4.2.3 e 4.2.4.....	34
Figura 4 - Texturômetro TA.XT/ Plus/50.....	36
Figura 5 - <i>Probes</i> utilizados na análise instrumental de textura dos <i>snacks</i> expandidos: a) Cilíndrico 36 mm; b) <i>Blade set</i> com guilhotina; c) <i>Blade set</i> com corte “V”; d) <i>Three point bending</i> ; e) <i>Ottawa</i> (e ₁ – base 3 mm / e ₂ – base 17 <i>blades</i>); f) <i>Kramer</i>	37
Figura 6 - Microfone (a), unidade de detecção acústica (b) e calibrador acústico (c)	38
Figura 7 - Ficha do teste diferença do controle para pré-seleção dos avaliadores.....	42
Figura 8 - Ficha de avaliação da textura dos <i>snacks</i> expandidos.....	44
Figura 9 - Ficha de avaliação do perfil sensorial dos <i>snacks</i> expandidos no programa FIZZ <i>Sensory Analysis</i>	47
Figura 10 - Ficha de aceitação sensorial da textura dos <i>snacks</i> expandidos.....	48
Figura 11 - Análise de componentes principais entre perfil sensorial (D) e aceitação da textura (A) dos <i>snacks</i> expandidos.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definições dos parâmetros sensoriais de textura.....	22
Tabela 2 - Definições dos parâmetros físicos de textura.....	24
Tabela 3 - Definições e referências para os atributos da textura dos <i>snacks</i> expandidos.....	43
Tabela 4 - Produção de saliva (mL/min), número de ciclos mastigatórios* e tempo (s) de mastigação** obtidos por cada voluntário (média $\pm$ desvio-padrão; coeficiente de variação entre parênteses e em %; n = 3)	51
Tabela 5 - Coeficientes de correlação entre o número de ciclos mastigatórios e o tempo de mastigação para cada formato de <i>snacks</i> expandidos.....	53
Tabela 6 - Coeficientes de correlação entre os voluntários e destes com o grupo para os resultados da produção de saliva, números de ciclos mastigatórios e tempo de mastigação ...	55
Tabela 7 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 3) da saliva incorporada (mL) no bolo alimentar em 7 s de mastigação pelos voluntários.....	57
Tabela 8 - Pico de maior força (N) (média $\pm$ desvio padrão, n =10) para os <i>snacks</i> expandidos analisados sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial.....	60
Tabela 9 - Número de picos de força (média $\pm$ desvio padrão, n =10) para os <i>snacks</i> expandidos analisados sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial.....	63
Tabela 10 - Força máxima média (N) (média $\pm$ desvio padrão, n =10) para os <i>snacks</i> expandidos analisados sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial.....	66
Tabela 11 - Adesividade (N.s) (média $\pm$ desvio padrão, n =10) para os <i>snacks</i> expandidos analisados com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial.....	69
Tabela 12 - Número de picos acústicos (média $\pm$ desvio padrão, n =10) para os <i>snacks</i> expandidos analisados sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial.....	72
Tabela 13 - Nível de pressão sonora (dB) (média $\pm$ desvio padrão, n =10) para os <i>snacks</i> expandidos analisados sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial.....	75

Tabela 14 - Intensidade dos atributos sensoriais dos <i>snacks</i> expandidos (média $\pm$ desvio-padrão; n = 42)	78
Tabela 15 - Aceitação da textura dos <i>snacks</i> expandidos (média $\pm$ desvio-padrão; n = 89).....	80
Tabela 16 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as propriedades instrumentais medidas pelo <i>probe</i> cilíndrico nos três tratamentos (sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial) e os atributos sensoriais (descritivos e de aceitação) para os <i>snacks</i> expandidos.....	85
Tabela 17 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as propriedades instrumentais medidas pelo <i>probe blade set</i> guilhotina nos três tratamentos (sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial) e os atributos sensoriais (descritivos e de aceitação) para os <i>snacks</i> expandidos.....	88
Tabela 18 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as propriedades instrumentais medidas pelo <i>probe blade set</i> corte “V” nos três tratamentos (sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial) e os atributos sensoriais (descritivos e de aceitação) para os <i>snacks</i> expandidos.....	90
Tabela 19 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as propriedades instrumentais medidas pelo <i>probe three point bending</i> nos três tratamentos (sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial) e os atributos sensoriais (descritivos e de aceitação) para os <i>snacks</i> expandidos.....	93
Tabela 20 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as propriedades instrumentais medidas pelo <i>probe Ottawa</i> 3 mm nos três tratamentos (sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial) e os atributos sensoriais (descritivos e de aceitação) para os <i>snacks</i> expandidos.....	95
Tabela 21 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as propriedades instrumentais medidas pelo <i>probe Ottawa</i> 17 blades nos três tratamentos (sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial) e os atributos sensoriais (descritivos e de aceitação) para os <i>snacks</i> expandidos.....	98
Tabela 22 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as propriedades instrumentais medidas pelo <i>probe Kramer</i> nos três tratamentos (sem saliva, com aplicação de 1,1 mL de saliva artificial e com imersão em saliva artificial) e os atributos sensoriais (descritivos e de aceitação) para os <i>snacks</i> expandidos.....	100

Tabela 23 - Resumo das correlações relevantes obtidas entre as análises sensoriais e instrumentais de textura, com indicação dos <i>probes</i> mais adequados a serem utilizados para cada atributo sensorial.....	102
--	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVO	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 <i>Snacks</i> expandidos	19
3.2 Textura: análise sensorial e métodos instrumentais	20
3.3 Salivas humana e artificial	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Material	30
4.2 Investigação da incorporação de saliva humana ao bolo alimentar durante a mastigação de <i>snacks</i> expandidos	31
4.2.1 Recrutamento de voluntários para as análises de mensuração da saliva humana e da mastigação	31
4.2.2 Mensuração do fluxo salivar dos voluntários	32
4.2.3 Análise de mensuração do número de ciclos mastigatórios e do tempo de mastigação	33
4.2.4 Coleta do bolo alimentar para a mensuração da quantidade de saliva incorporada	34
4.3 Preparo da saliva artificial para utilização nos testes instrumentais de textura	35
4.4 Análise instrumental da textura dos <i>snacks</i> expandidos	36
4.5 Análise sensorial descritiva da textura dos <i>snacks</i> expandidos	40
4.5.1 Recrutamento e pré-seleção do painel sensorial	41
4.5.2 Definição dos atributos de textura	42
4.5.3 Treinamento e seleção do painel sensorial	44
4.5.4 Avaliação final para descrição do perfil de textura dos <i>snacks</i> expandidos	46
4.6 Análise de aceitação da textura dos <i>snacks</i> expandidos	47
4.7 Análises estatísticas	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1 Incorporação de saliva humana ao bolo alimentar durante a mastigação dos <i>snacks</i> expandidos	50
5.2 Análise instrumental de textura para os <i>snacks</i> expandidos	58
5.3 Perfil sensorial de textura dos <i>snacks</i> expandidos	77
5.4 Aceitação da textura dos <i>snacks</i> expandidos	79
5.5 Correlação entre as análises instrumentais e sensoriais de textura para os <i>snacks</i> expandidos	83
5.5.1 <i>Probe</i> cilíndrico	83
5.5.2 <i>Probe Blade set</i> guilhotina	86

5.5.3 <i>Probe Blade set</i> corte “V”	89
5.5.4 <i>Probe three point bending</i>	91
5.5.5 <i>Probe Ottawa</i> com base 3 mm	94
5.5.6 <i>Probe Ottawa</i> com base 17 blades	96
5.5.7 <i>Probe Kramer</i>	99
5.5.8 Visão geral das correlações	101
5.6 Considerações importantes observadas durante a pesquisa	104
5.6.1 Considerações sobre as amostras comerciais de <i>snacks</i> expandidos e realização da análise de aceitação da textura	104
5.6.2 Considerações a respeito das análises instrumentais realizadas com a saliva artificial	105
6 CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A - Lista de ingredientes dos <i>snacks</i> expandidos	116
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para coleta de saliva e bolo alimentar lubrificado	120
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para as análises sensoriais	121
APÊNDICE D - Escala não estruturada ampliada de 90 cm (confecciona em papel pardo)	122
APÊNDICE E - Valores de $p_{amostra}$ e $p_{repetição}$ (entre parênteses) para cada avaliador (A_n) em cada atributo dos <i>snacks</i> expandidos no teste de seleção do painel sensorial.	123
APÊNDICE F - Coeficientes de correlação de Pearson entre a nota média de cada avaliador e a nota média do painel sensorial, por atributo, para os <i>snacks</i> expandidos.	124
ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa	125
ANEXO B - Ficha para treinar a habilidade do avaliador em expressar intensidades por meio de escala não estruturada	128

1 INTRODUÇÃO

Os *snacks* expandidos, comumente conhecidos como salgadinhos de pacote, são consumidos por homens e mulheres, com destaque para jovens de até 15 anos, sendo que aproximadamente 60% dos consumidores têm o hábito de consumir *snacks* de milho pelo menos uma vez por semana, cujo principal motivo é por gostarem deste tipo de produto (MENIS-HENRIQUE; JANZANTTI; CONTI-SILVA, 2017). Os *snacks* expandidos podem ser obtidos através do processo de extrusão termoplástica, técnica que consiste em misturar as matérias-primas e cozinhá-las a alta pressão, temperatura e cisalhamento em um canhão. A massa resultante é forçada a passar por um orifício de saída, no qual ocorre a evaporação da água superaquecida, resultando na expansão do produto (HARPER, 1981; BRENNAN *et al.*, 2013).

Os *snacks* expandidos requerem controle de muitos parâmetros, como umidade, expansão, solubilidade, cor, sabor e textura, sendo este último um atributo crítico para a qualidade deste tipo de produto. Por isso, o estudo da textura de *snacks* expandidos é relevante, o qual pode ser realizado tanto sensorialmente como por métodos instrumentais.

Dentre os métodos instrumentais de avaliação da textura de alimentos, os métodos imitativos são os mais aplicados, pois imitam as condições de mastigação e apresentam boa correlação com as avaliações sensoriais de textura. A correlação entre a textura instrumental e sensorial de *snacks* expandidos foi anteriormente estudada para identificar qual teste e *probe* mais se aproximavam da mastigação humana (PAULA; CONTI-SILVA, 2014); no entanto, acredita-se que as correlações observadas podem ser melhoradas, devido à limitação do texturômetro em simular algumas condições da cavidade oral, como a temperatura e a umidade em função da secreção da saliva humana.

A saliva humana é um líquido incolor e diluído, que possui funções na fala, na proteção de superfícies orais de abrasão e desgaste, na lubrificação do bolo alimentar, facilitando sua formação e deglutição (BONGAERTS; ROSSETTI; STOKES, 2007). Assim, considerando que a saliva é indispensável para uma boa mastigação (VAN DER BILT *et al.*, 2006), utilizar a saliva artificial em testes instrumentais imitativos torna-se interessante, principalmente pelo fato de a saliva artificial ser ainda pouco explorada na área de alimentos, apesar da ampla aplicação nas áreas farmacêutica, odontológica e médica. Além disso, estudos a respeito da correlação instrumental e sensorial utilizando saliva artificial, que é objetivo maior deste trabalho, não foram encontrados.

Portanto, considerando a vasta aplicação do texturômetro para diversos tipos de alimentos, a utilização da saliva artificial durante a análise instrumental de textura vem no sentido de enriquecer os estudos de correlação com a análise sensorial de textura, obtendo, assim, resultados mais próximos ao obtido na mastigação humana. No caso deste trabalho, a utilização da saliva artificial foi investigada para os *snacks* expandidos.

6 CONCLUSÃO

As análises de mensuração da saliva humana e da mastigação mostraram que o número de ciclos mastigatórios e o tempo de mastigação variaram tanto em função do formato do *snack* quanto do voluntário. Porém, foi possível determinar a aplicação de 1,1 mL de saliva artificial para uma amostra padronizada de cada formato de *snack* expandido, aguardando 7 s para realização do teste instrumental de textura.

Em relação às análises instrumentais de textura de forma geral, praticamente todos os *probes* diferenciaram significativamente as amostras quando avaliadas sem saliva e com saliva artificial (com aplicação de 1,1 mL de saliva ou com imersão em saliva) em relação às propriedades analisadas (pico de maior força, número de picos de força, força máxima média, adesividade instrumental, número de picos acústicos e nível de pressão sonora), sendo que o anel 1 foi a amostra menos discriminada. Na grande maioria dos casos, houve redução nos valores das propriedades de textura instrumental após a aplicação da saliva artificial, valores que reduziram ainda mais entre a aplicação de saliva na amostra e a imersão da mesma na saliva artificial. No entanto, em alguns casos para os *probes blade set* guilhotina, *three point bending* e *Kramer*, as propriedades de força foram menores quando não houve o uso da saliva artificial.

Quanto aos aspectos sensoriais da textura dos *snacks* expandidos, os *snacks* tiveram boa aceitação sensorial em relação à textura, com exceção dos formatos concha, cilíndrico, anel e bolinha da marca comercial 3. Os *snacks* anel 1 e 2, concha 1 e 2, e *pellet* 1 e 3 destacaram-se pela aceitação sensorial de todos os atributos de textura, além da textura geral, resultado da baixa intensidade da adesividade. Por outro lado, a alta intensidade da adesividade dos *snacks* cilíndrico 3, anel 3 e bolinha 3 explicou a baixa aceitação destes produtos, indicando que este atributo é um fator crítico e determinante na aceitação da textura geral de *snacks* expandidos.

A utilização da saliva artificial resultou em mudanças nas correlações entre as análises instrumentais e sensoriais para todos os *probes*. Quando não houve a utilização de saliva artificial, houve correlações fortes entre as intensidades da fraturabilidade e da adesividade com algumas propriedades instrumentais. No entanto, quando a saliva artificial foi utilizada, correlações fortes foram obtidas para as intensidades da dureza, crocância, mastigabilidade e adesividade. Já para a aceitação sensorial, os *probes* que resultaram em correlações fortes foram o cilíndrico (sem utilização de saliva artificial) e os *probes three point bending* e *Ottawa* com base 17 *blades* (ambos com saliva artificial), e para esse último também sem

saliva artificial. Assim, destaques podem ser dados aos *probes three point bending* e *Ottawa* com base 17 *blades*, visto que ambos aumentaram expressivamente as correlações entre os resultados sensoriais e instrumentais quando utilizados em conjunto com saliva artificial.

Concluindo, este estudo mostra que a saliva artificial contribui para a obtenção de correlações entre as análises sensoriais e instrumentais, e que para cada atributo sensorial almejado, seja ele descritivo ou afetivo (aceitação), há um *probe* e uma condição de saliva artificial a serem utilizados. Portanto, a escolha das condições instrumentais a serem utilizadas dependerá do atributo sensorial que se deseja investigar.

REFERÊNCIAS

- ABRE. Associação Brasileira de Embalagens. (2014). Disponível em: <http://www.abre.org.br/noticias/mercado-de-salgadinhos-e-snacks-crescera-40-ate-2018/>. Acesso em: 17 set. 2018.
- ALMOTAIRY, N. *et al.* Development of the jaw sensorimotor control and chewing – a systematic review. **Physiology and Behavior**, v. 194, p. 456-465, 2018.
- ANTON, A. A.; LUCIANO, F. B. Instrumental texture evaluation of extruded snack foods: a review. **Ciencia y Tecnologia Alimentaria**, v. 5, n. 4, p. 245-251, 2007.
- ARÊAS, J. A. G. Extrusion of food proteins. **Critical Reviews Food Science Nutrition**, v. 32, n. 4, p. 365-392, 1992.
- ARÊAS, J. A. G. Interações moleculares do amido durante o processo de extrusão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 28-30, 1996.
- APS, J. K. M.; MARTENS, L. C. Review: the physiology of saliva and transfer of drugs into saliva. **Forensic Science International**, v. 150, p.119–31, 2005.
- BERANEK, L. L.; MELLOW, T. **Acoustics: sound fields and transducers**. Amsterdam: Academic Press, 2012.
- BJORKLUND, M.; OUWEHAND, A. C.; FORSSTEN, S. D. Improved artificial saliva for studying the cariogenic effect of carbohydrates. **Current Microbiology**, v. 63, p. 46–49, 2011.
- BONVINI, B. *et al.* Mensuração do potencial erosivo de balas dissolvidas em água e saliva artificial. **Revista de Odontologia da UNESP**, v.45, n.3, p.154-158, 2016.
- BONGAERTS, J. H. H.; ROSSETTI, D.; STOKES, J. R. The lubricating properties of human whole saliva. **Tribology Letters**, v. 27, p. 277-287, 2007.
- BOURNE, M. C.; MOYER, J. C.; HAND, D. B. Measurement of food texture by a universal testing machine. **Food Technology**, v.20, p. 522-526, 1966.
- BOURNE, M. C. Texture profile of ripening pears. **Journal of Food Science**, v.33, p. 223-226, 1968.
- BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2002, 416p.
- BRANDT, M. A.; SKINNER, E. Z.; COLEMAN, J. A. Texture profile method. **Journal of Food Science**, v.28, n. 4, p. 404-409, 1963.

BRENNAN, M. A. *et al.* Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, p.893-902, 2013.

BRIDGES, J.; SMYTHE, J.; REDDRICK, R. Impact of salivary enzyme activity on the oral perception of starch containing foods. **Journal of Texture Studies**, v. 48, n. 4, p. 288-293, 2017.

CASTRO-PRADA, E. M. *et al.* An improved instrumental characterization of mechanical and acoustic properties of crispy cellular solid food. **Journal of Texture Studies**, v.38, p.698–724, 2007.

CARPENTER, G. H. The secretion, components, and properties of saliva. **Annual Review of Food Science and Technology**, v.4, p.267–276, 2013.

CHEN, J.; KARLSSON, C.; POVEY, M. Acoustic envelope detector for crispness assessment of biscuits. **Journal of Texture Studies**, v.36, p.139–156, 2005.

CHEN, J. Food oral processing – A review. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 1-25, 2009.

CHEN, L.; OPARA, U. L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods - a review. **Journal of Food Engineering**, v.119, p.497–507, 2013.

CHEN, J. Food oral processing: Some important underpinning principles of eating and sensory perception. **Food Structure**, v.1, n.2, p. 91-105, 2014.

CHICHARRO, J. L. *et al.* Saliva composition and exercise. **Sports Medicine**, v. 26, n.1, p. 17-27, 1998.

CHUNG, C.; DEGNER, B.; MCCLEMENTS, D. J. Instrumental mastication assay for texture assessment of semi-solid foods: combined cyclic squeezing flow and shear viscometry. **Food Research International**. v.49, p. 161-169, 2012.

CONTI-SILVA, A. C.; BASTOS, D. H. M.; ARÊAS, J. A. G. The effects of extrusion conditions and the addition of volatile compounds and flavour enhancers to corn grits on the retention of the volatile compounds and texture of the extrudates. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p.1896–1902, 2012.

DIAS-FACETO, L. S. **Correlação entre análise sensorial e instrumental de textura de cereais matinais expandidos e em formato de floco**. Orientador: Ana Carolina Conti e Silva. 2019. 167f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo, 2019.

DIAS-FACETO, L. S.; SALVADOR, A.; CONTI-SILVA, A. C. Acoustic settings combination as a sensory crispness indicator of dry crispy food. **Journal of Texture Studies**, v. 51, p. 232-241, 2020.

DING, Q-B. *et al.* The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. **Journal of food Engineering**, v. 73, p.142–148, 2006.

- DEGRAZIA, F. W. *et al.* Polymerisation, antibacterial and bioactivity properties of experimental orthodontic adhesives containing triclosan-loaded halloysite nanotubes. **Journal of Dentistry**, v 69, p.77-82, 2018.
- DEVEZEAUX DE LAVERGNE. M.; VAN DE VELDE, F.; STIEGER, M. Bolus matters: the influence of food oral breakdown on dynamic texture perception. **Food and Function**, v.8, n.2, p.464-480, 2017.
- DUIZER, L. 2001. A review of acoustic research for studying the sensory perception of crisp, crunchy and crackly textures. **Trends in Food Science and Technology**, v.12, p.17–24, 2001.
- ELIASSON, L.; CARLEN, A. An update on minor salivary gland secretions. **European Journal of Oral Sciences**, v.118, n.5, p. 435–442, 2010.
- FEIO, M.; SAPETA, P. Xerostomia em cuidados paliativos. **Acta Médica Portuguesa**, v.18, p.459-465, 2005.
- FOO, W-T.; LIONG, M-T.; EASA, A. M. Textural and structural breakdown properties of selected hydrocolloid gels. **Food Research International**, v. 52, p. 401-408, 2013.
- FRIEDMAN, H. H.; WHITTNEY, J. E.; SZCZESNIAK, A. S. The texturometer: a new instrument for objective texture measurements. **Journal of Food Science**, v. 28, p. 390-396, 1963.
- FRIEL, E. N.; TAYLOR, A. J. Effect of salivary components on volatile partitioning from solutions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 8, p. 3898-3905, 2001.
- HARPER, J. M. **Extrusion of foods**, CRC Press, Inc. Boca Raton, 1981.
- HOEBLER, C. *et al.* Physical and chemical transformations of cereal food during oral digestion in human subjects. **British Journal of Nutrition**, v. 80, p.429-436, 1998.
- HUMPHREY, S. P.; WILLIAMSON, R. T. A review of saliva: normal composition, flow, and function. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 85 n.2, p.162–169, 2001.
- JAMORA, J. J.; RHEE, K. S.; RHEE, K. C. Chemical and sensory properties of expanded extrudates from pork meat-defatted soy flour blends with onion, carrot and oat. **Journal of Food Science and Nutrition**, v. 6, p. 158-162, 2002.
- JIN, Z.; HSIEH, F.; HUFF, H.E. Effects of soy fiber, salt, sugar and screw speed on physical properties and microstructure of corn meal extrudate. **Journal of Cereal Science**, v. 22, n. 2, p. 185-194, 1995.
- KAUFMAN, E.; LAMSTER, I. B. The diagnostic applications of saliva— a review. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v.13, n.2, p.197-212, 2002.

LAUNAY, B.; LISCH, J. M. Twin-screw extrusion cooking of starches: flow behaviour of starch pastes, expansion and mechanical properties of extrudates. **Journal of Food Engineering**, v. 2, p. 259-280, 1983.

LEUNG, V. W. H.; DARVELL, B. W. Artificial salivas for in vitro studies of dental materials. **Journal of Dentistry**, v. 25, p. 475–484, 1997.

LEUNG, D. *et al.* Chlorhexidine-releasing methacrylate dental composite materials. **Biomaterials**, v.26, p.7145-7153, 2005.

LIU, Y. *et al.* Effect of process conditions on the physical and sensory properties of extruded oat-corn puff. **Journal of food Science**, v. 65 n. 7, p.1253–1259, 2000.

LIN, C-S. *et al.* Age-and sex-related differences in masseter size and its role in oral functions. **The Journal of the American Dental Association**, v.148, n.9, p.644-653, 2017.

LIGTENBERG, A. J. M. *et al.* The Effect of Exercise on Salivary Viscosity. **Diagnostics**, v.6, n.4, p.1-6, 2016.

MACHIELS. D. *et al.* Gas chromatography-olfactometry analysis of the volatile compounds of two commercial irish beef meats. **Talanta**, v. 60, p. 755-764, 2003.

MARTINA, E. *et al.* Saliva and oral diseases. **Journal of Clinical Medicine**, v.9, n.2, p.466 (1-15), 2020.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4rd ed. Boca Raton: CRC Press; 464p. 2006.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C. JANZANTI, N.S. CONTI-SILVA, A. C. Identification of sensory and non-sensory factors involved in food consumption: A study with extruded corn-based snacks. **Journal of Sensory Studies**, v.32, n.6, p.1-8, 2017.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C. *et al.* Cheese-flavored expanded snacks with low lipid content: oil effects on the in vitro release of butyric acid and on the duration of the dominant sensations of the products. **LWT – Food Science and Technology**. v.105, p. 30-36, 2019.

MIELLE, P. *et al.* From human to artificial mouth, from basics to results. **Sensors and Actuators B: Chemical**. v. 146, p. 440-445, 2010.

MINIM, V. P. R; SILVA, R. C. S. N. **Análise sensorial descritiva**. Viçosa: UFV; 280 p. 2016.

MISHELLANY-DUTOIR, A. *et al.* Comparison of food boluses prepared in vivo and by the AM2 mastication simulator. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 326-331, 2011.

MUÑOZ-GONZÁLEZ, C. *et al.* Understanding the role of saliva in aroma release from wine by using static and dynamic headspace conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n.33, p. 8274-8288, 2014.

NASCIMENTO, E. M. G. C. *et al.* Use of sesame oil cake (*Sesamum indicum* L.) on corn expanded extrudates. **Food Research International**, v. 45, p. 434–443, 2012.

NATH, A.; CHATTOPADHYAY, P. K.; MAJUMDAR, G. C. Optimization of HTST process parameters for production of ready-to-eat potato-soy snack. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 4, p.427–438, 2012.

NAVAZESH, M. *et al.* Comparison of whole saliva flow rates and mucin concentrations in healthy caucasian young and aged adults. **Journal of Dental Research**, v.71, n.6, p.1275-1278, 1992.

NAVAZESH, M. Methods for collecting saliva. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 694, p. 72–77, 1993.

NEYRAUD, E. *et al.* Variability of human saliva composition: possible relationships with fat perception and liking. **Archives of Oral Biology**, v.57, n.5, p.556-566, 2012.

NORDBÖ, H.; DARWISH, S.; BHATNAGAR, R. S. Rate of viscosity changes in five salivary protein fractions following pH alterations. **European Journal of Oral Sciences**, v. 92, n. 4, p. 302–305, 1984.

OIKONOMOPOULOU, V. *et al.* Effect of different processing conditions on release of ingredients in solutions simulating gastric fluid and saliva. **Food Research International**, v. 84, p. 136-142, 2016.

PALMAI, G.; BLACKWELL, B. The diurnal pattern of salivary flow in normal and depressed patients. **The British Journal of Psychiatry**, v.111, n. 473, p.334–338, 1965.

PAMIES, B. V. *et al.* Understanding the texture of low moisture cereal products: mechanical and sensory measurements of crispness. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1679-1685, 2000.

PAPACOSTA, E.; NASSIS, G. P. Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.14, n.5, p.424-434, 2011.

PATIL, R. T. *et al.* Evaluation of methods for expansion properties of legume extrudates. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, n. 6, p. 777-783, 2007.

PAULA, A. M.; CONTI-SILVA, A. C. Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. **Journal of Food Engineering**, v. 121, p. 9-14, 2014.

PEDERSEN, A. M. *et al.* Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. **Oral Diseases**, v. 8, n. 3, p. 117–29, 2002.

PUPO, D. B. *et al.* Proposta de um método prático de sialometria. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.68, n.2, p. 219-222, 2002.

PROCTOR, B. E.; DAVISON, S.; BRODY, A. L. A recording strain-gauge denture tenderometer for foods. II – Studies on the masticatory force and motion, and the force penetration relationship. **Food Technology**, v.10, p.327, 1956a.

PROCTOR, B. E.; DAVISON, S.; BRODY, A. L. A recording strain-gauge denture tenderometer for foods. III – Correlation with subjective tests and the denture tenderometer. **Food Technology**, v.10, p.344, 1956b.

ROKEY, G.; HUBER, G. **Snack Food Production**, Wenger Manufacturing, 1987.

RUNNING, C. A. Oral sensations and secretions. **Physiology and Behavior**, v.193, p.234-237, 2018.

SAELEAW, M.; DÜRRSCHMID, K.; SCHLEINING, G. The effect of extrusion conditions on mechanical-sound and sensory evaluation of rye expanded snack. **Journal of Food Engineering**, v.110, n.4, p.532–540, 2012.

SALVADOR, A. *et al.* Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurements, and sensory analysis. **LWT - Food Science and Technology**, v.42, p.763–767, 2009.

SALLES, C. *et al.* Development of a chewing simulator for food breakdown and the analysis of in vitro flavor compound release in a mouth environment. **Journal of food Engineering**, v. 82, p. 189-198, 2007.

SINGH, S.; GAMLATH, S.; WAKELING, L. Nutritional aspects of food extrusion: a review. **International Journal of Food Science Technology**, v. 42, n. 8, p. 916-929, 2007.

SCHNEYER, L. H.; YOUNG, J. A.; SCHNEYER, C. A. Salivary secretion of electrolytes. **Physiological Reviews**, v. 52, n. 3, p.720–777, 1972.

STEIGER-RONAY, V. *et al.* Temperature-dependent erosivity of drink in a model simulating oral fluid dynamics. **Journal of Dentistry**, v.70, p.118-123, 2018.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2004, 408p.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, v.28, n.4, p. 385-389, 1963.

SZEZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, p. 215-225, 2002.

TANIWAKI, M.; HANADA, T.; SAKURAI, N. Device for acoustic measurement of food texture using a piezoelectric sensor. **Food Research International**, v.39, p.1099–1105, 2006.

TARREGA, A. *et al.* Effect of oral physiology parameters on in-mouth aroma compound release using lipoprotein matrices: an in vitro approach. **Foods**, v. 8, n.3, p.1-15, 2019.

VAN AKEN, G. A.; VINGERHOEDS, M. H.; HOOG, E. H. A. Food colloids under oral conditions. **Current Opinion in Colloid and Interface Science**, v. 12, p. 251-262, 2007.

VAN DER BILT, A. *et al.* Oral physiology and mastication. **Physiology and Behavior**, v. 89, n.1, p. 22-27, 2006.

VAN RUTH, S. M.; ROOZEN, J. P. Influence of mastication and saliva on aroma release in a model mouth system. **Food Chemistry**, v. 71, p. 339-345, 2000.

VAN RUTH, S. M. *et al.* Interactions between artificial saliva and 20 aroma compounds in water and oil model systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 5, p. 2409-2413, 2001.

VERONICA, A. O.; OLUSOLA, O. O.; ADEBOWALE, E. A. Qualities of extruded puffed snacks from maize/soybean mixture. **Journal of Food Process Engineering**, v. 29, p.149–161, 2006.

WODA, A. *et al.* Adaptation of healthy mastication to factors pertaining to the individual or to the food. **Physiology & behavior**, v.89, n.1, p. 28-35, 2006.

YULIANI, S. *et al.* Extrusion of mixtures of starch and D-limonene encapsulated with β -cyclodextrin: flavour retention and physical properties. **Food Research International**, v. 39, p. 318–331, 2006.