

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE
MINAS GERAIS - IFSULDEMINAS**

Vinicius Berutto Ahouagi

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE MOLHO AGRIDOCE DE MORANGO E
TOMATE**

**Machado/MG
2019**

Vinicius Berutto Ahouagi

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE MOLHO AGRIDOCE DE MORANGO E
TOMATE**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia
de Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Brígida Monteiro Vilas Boas
Co-orientadora: Prof^a. Aline Manke Nachtigall

**Machado/MG
2019**

A242d Ahouagi, Vinicius Berutto.
Desenvolvimento e avaliação de molho agridoce de morango e tomate /
Vinicius Berutto Ahouagi. – Machado: [s.n.], 2019.
39 p. : il.

Orientadora: Profª. Dra. Brígida Monteiro Vilas Boas.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado
Inclui bibliografia.

1. Molhos. 2. Tomate. 3. Morango. I. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado. II. Título.

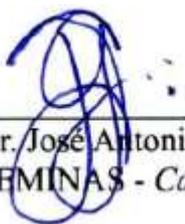
CDD: 664.07

Vinicius Berutto Ahouagi

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE MOLHO AGRIDOCE DE MORANGO E
TOMATE**

Dissertação apresentada ao IFSULDEMINAS,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do
título de Mestre

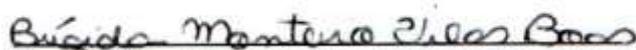
APROVADA em 31 de julho de 2019.



Prof. Dr. José Antonio Dias Garcia
IFSULDEMINAS - *Campus* Machado



Profa. Dra. Mariana Borges de Lima Dutra
IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes


Profa. Dra. Brígida Monteiro Vilas Boas
IFSULDEMINAS - *Campus* Machado

Aos meus pais, meus irmãos, à minha esposa Juliana e à minha filha Nalu, que me apoiaram e estiveram do meu lado sempre, durante minha caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças e permitir o meu caminhar até aqui.

À minha família pelo incentivo, apoio e pela torcida por mim.

À minha esposa Juliana e minha filha Nalu, que estiveram pacientemente ao meu lado durante toda minha caminhada do curso, me apoiando e contribuindo da melhor forma para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Gostaria de agradecer minha orientadora Brígida Monteiro Vilas Boas, por sua compreensão, atenção, dedicação e por dividir seus conhecimentos, contribuindo com muita competência para a concretização deste trabalho.

À Aline Manke, minha co-orientadora, por disponibilizar seu tempo me orientando quando necessário foi.

À Olga Luisa Tavano, por realizar as análises de compostos fenólicos, flavonoides e capacidade antioxidante no Laboratório de Nutrição Experimental da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL). Análises estas de suma importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Meus agradecimentos ao Sr. José Lindolfo Vieira Dias e ao Sr. Mateus Dias, proprietários da empresa Comercial Maciel & Vieira Ltda., por disponibilizarem os equipamentos e insumos necessários e me liberar o tempo necessário ao desenvolvimento do projeto.

Aos meus colegas que tive a honra de conhecer durante o curso.

Ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) e a todos os professores.

A todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

Os consumidores estão cada vez mais preocupados com a saúde e bem-estar buscando produtos que os satisfaçam não somente pelas características sensoriais, mas também pelos aspectos nutricionais e funcionais. O uso de ingredientes naturais tem sido cada vez mais valorizado. O ketchup é o molho agridoce mais consumido em todo o mundo, mas seus benefícios ficam restritos às substâncias presentes no tomate. O desenvolvimento de um molho agridoce misto de tomate e outro vegetal com compostos bioativos diferentes pode proporcionar benefícios a seus usuários devido à presença de substâncias ativas nos dois vegetais, podendo ser um diferencial em relação aos produtos existentes no mercado. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver, avaliar as características físicas e químicas, a aceitabilidade e intenção de compra de molhos agridoce feitos a partir da polpa de tomate e de morango. Foram elaboradas cinco formulações com diferentes proporções de polpa de tomate e de morango (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100), respectivamente. As seguintes análises foram realizadas nos molhos: valores L*, a*, b*, ângulo hue e croma, textura (firmeza, consistência, coesividade, índice de viscosidade), consistência Bostwick, sólidos solúveis, atividade de água, pH, acidez titulável, fenólicos totais, flavonoides totais, potencial antioxidante pela captura do radical ABTS e pela redução do radical livre - DPPH. A avaliação de aceitabilidade da cor, sabor, consistência, aspecto global e intenção de compra dos molhos foi realizada com 120 consumidores. Conclui-se que a adição de polpa de morango determinou uma coloração mais avermelhada, aumento da acidez e aumento da fluidez dos molhos. A utilização da polpa de morango na elaboração de molhos agridoce é uma boa alternativa para aumentar a concentração de compostos bioativos no novo produto, de acordo com resultados dos teores de fenólicos e flavonoides e do potencial antioxidante, sendo um diferencial dos ketchups tradicionais já existentes no mercado. Portanto, é viável a elaboração de molho agridoce de morango, sendo que a substituição de até 50% da polpa de tomate pela de morango não altera o ketchup tradicional, não havendo diferença sensorialmente no aspecto global, sabor e na acidez do produto.

Palavras-chave: Ketchup. Compostos bioativos. Atividade antioxidante. Aceitabilidade. Intenção de compra.

ABSTRACT

Consumers are increasingly concerned about health and well-being by seeking products that satisfy them not only by their sensorial characteristics but also by the nutritional and functional aspects. The use of natural ingredients has been increasingly valued. Ketchup is the most consumed bittersweet sauce in the world, but its benefits are restricted to the substances present in the tomato. The development of a mixed sauce of tomato and other vegetable with different bioactive compounds can provide benefits to its users due to the presence of active substances in both vegetables, being able to be a differential in the existing products in the market. Thus, the objective of this work was to develop and evaluate the physical and chemical characteristics, the acceptability and the purchase intention of bittersweet sauces formulations from tomato and strawberry pulp. Five formulations with different proportions of tomato and strawberry pulp (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100), respectively, were prepared. The following analyzes were performed in the sauces: L*, a* and b* values, hue angle and chroma, texture (firmness, consistency, cohesiveness, viscosity index), Bostwick consistency, soluble solids, water activity, pH, titratable acidity, total phenolics, total flavonoids, antioxidant potential by the capture of the ABTS radical and the free radical reduction - DPPH. The acceptability of color, flavor, consistency, overall appearance and purchase intention evaluation of both sauces were performed with 120 consumers. It was concluded that the addition of strawberry pulp determined a reddish coloration, increased acidity and increased fluidity of the sauces. The use of strawberry pulp in the sauces elaboration is a good alternative to increase the concentration of bioactive compounds in the new product, according to results of phenolic and flavonoid contents and antioxidant potential, being a differential of the traditional ketchup already marketed. Therefore, it is feasible to prepare strawberry sauce, and the substitution of up to 50% of the tomato pulp by the strawberry does not change the traditional ketchup, and there is no difference in the overall appearance, taste and in the product acidity.

Keywords: Catchup. Bioactive compounds. Antioxidant activity. Acceptability. Purchase intention.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	8
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Molhos	10
2.2 Tomate	12
2.3 Morango	15
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO 2	22
Avaliação da qualidade, atividade antioxidante e aceitabilidade de molhos tipo ketchup enriquecidos com morango	22

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O consumo de especiarias, molhos, temperos e condimentos é prática cotidiana em todas as regiões do Brasil e vem aumentando constantemente. Isso se deve às melhores condições socioeconômicas da população brasileira, que cada vez mais valoriza a qualidade gastronômica dos pratos preparados e busca sabores diferenciados para suas refeições (SEBRAE, 2018). A evolução desse mercado é significativa; segundo um estudo realizado pela agência de pesquisa Euromonitor em 2017, o Brasil está entre os dez principais mercados de varejo para molhos, temperos e condimentos do mundo, tendo o consumo destas categorias aumentado de US\$2,7 bilhões, em 2012, para US\$4,1 bilhões, em 2016, com um crescimento anual estimado em 10,41%.

Historicamente, os consumidores sempre tomaram decisões de compra com base em sabor, preço e conveniência, conhecidos como “fatores tradicionais” na decisão de aquisição de produtos alimentícios (VIANA, 2018). Entretanto, atualmente os consumidores têm dado maior importância a outros fatores, o que traz novos desafios e oportunidades para a indústria de alimentos. Entre esses, podem-se incluir a gourmetização, que consiste na transformação de um produto existente em uma versão luxuosa e diferenciada, e a preocupação com a saúde e bem-estar, que em definição inclui os atributos de composição nutricional e a presença de ingredientes naturais.

Neste contexto, agregar valor a um produto utilizando os benefícios para a saúde que algum vegetal possa acrescentar é uma boa opção para a diferenciação na indústria de alimentos, que está cada vez mais competitiva e concentrada em grandes conglomerados industriais.

Frutas e hortaliças são fontes naturais de substâncias antioxidantes (fenólicos totais, flavonoides, entre outros) que, de acordo com Prakash et al. (2016), apresentam atividades biológicas importantes para a saúde humana, como a redução de doenças cardíacas e de certos tipos de câncer, e são bem apreciadas e consumidas por grande parte da população.

Uma alternativa para o consumo de produtos à base de frutas e hortaliças é a elaboração de molhos agrídoces. O molho agrídoces tipo ketchup é o complemento mais comumente utilizado para lanches em residências e restaurantes, podendo ser usado na preparação de pratos e, principalmente, como complemento no consumo de batatas, hambúrgueres, entre outros. A adaptação do tradicional molho ketchup substituindo o seu ingrediente principal, o tomate, total ou parcialmente por morango poderá proporcionar benefícios aos consumidores de molho

devido às características destes dois vegetais e por possibilitar a diversificação deste segmento da indústria de alimentos.

O tomate é uma das hortaliças mais populares em todo o mundo, tendo muita aceitabilidade tanto para o consumo *in natura*, como para os produtos processados (molhos prontos, extratos, ketchup, entre outros). O tomate é bem conhecido por ser rico em licopeno, fenólicos, flavonoides e uma boa quantidade de ácido ascórbico. Uma mistura de tomate com uma fruta rica em fitonutrientes pode ajudar a enriquecer o perfil nutricional e a atividade biológica do ketchup.

O morango trata-se de uma fruta atrativa para os consumidores por suas características peculiares, como cor, sabor, aroma e textura, tornando-o uma fruta bem apreciada popularmente. Além dos seus atributos sensoriais, o morango é um alimento funcional por apresentar em sua constituição vitamina C, compostos fenólicos – que são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos –, minerais, dentre os quais o potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco – que são substâncias ativas – e por manter ou melhorar a saúde do organismo humano.

Este pseudofruto apresenta uma alta taxa de atividade respiratória e estrutura frágil, resultando um índice baixo de conservação pós-colheita (ANDRADE et al., 2013). Uma alternativa viável para seu aproveitamento para o consumo é o processamento na forma de doces, polpas e molhos.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi desenvolver, avaliar as características físicas e químicas, a aceitabilidade e intenção de compra de molhos agridoce de morango em substituição total ou parcial da polpa de tomate.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Molhos

Segundo a pesquisa *Lifestyle Survey* da Euromonitor realizada em 2017 com 30 mil consumidores em 21 países, 20% dos brasileiros participantes do estudo indicaram estar dispostos a pagar mais por alimentos naturais. Uma nova forma de status com foco em produtos mais simples e minimalistas que enfatizam pontos específicos, além do preço, ganhou relevância em setores como alimentos embalados e bebidas do Brasil. Houve um aumento na demanda por produtos locais, artesanais, minimamente processados e que valorizam os ingredientes regionais (KURZWEIL; SALADO, 2019).

Seguindo a tendência do mercado consumidor, a elaboração de um molho agridoce adicionado de ingredientes naturais com compostos bioativos capazes de propiciar um ganho nutricional relacionado à saúde e ao bem-estar é uma maneira de agregar valor a um novo produto com potencial de comercialização.

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 276, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, molhos são os produtos em forma líquida, pastosa, emulsão ou suspensão à base de especiaria(s) e/ou tempero(s) e/ou outro(s) ingrediente(s), fermentados ou não, utilizados para preparar e/ou agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas. As designações "Catchup" e "Ketchup", que é um molho agridoce, somente devem ser utilizadas para o produto elaborado a partir da polpa de frutos maduros do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), podendo ser adicionados outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005). É um produto bastante consumido, sendo normalmente utilizado como acompanhamento ou complemento para outros alimentos ou como ingrediente em preparações culinárias por conferir sabor e/ou realçar o sabor de outros alimentos.

Existem diversos trabalhos de molhos agridoce elaborados com diferentes tipos de vegetais, sendo os molhos tipo ketchup os mais estudados. O guatchup é um molho preparado a base de goiabas vermelhas e condimentos como cebola, cravo, canela, pimentão e alho, recentemente desenvolvido no mercado a fim de competir com o tradicional ketchup. O molho é uma inovação no mercado de processados de goiaba, com o principal objetivo de aumentar o consumo de goiaba no Brasil e no mundo (TEIXEIRA, 2007).

Araújo et al. (2013) avaliaram os parâmetros físico-químicos de qualidade e aceitabilidade de molho tipo ketchup à base de acerola. Os autores desenvolveram três

formulações, com 27°, 30° e 31,5°Brix, variando somente a quantidade de açúcar, a fim de verificar se havia diferença significativa entre os tratamentos durante a avaliação sensorial. Eles concluíram que houve um grande índice de aceitação onde mais de 80% dos provadores atribuíram notas entre 7 (“gostei moderadamente”) e 9 (“gostei muitíssimo”), e as amostras não diferiram entre elas.

Nasir et al. (2014) elaboraram um ketchup suplementado com tâmara com intuito de substituir os hidrocoloides presentes na formulação, aumentar seu valor nutricional e analisar suas características físico-químicas. A porcentagem de tomate variou de 30 a 100%, enquanto a tâmara variou de 70% a 0%, respectivamente, no produto desenvolvido. Foram avaliados a concentração de sacarose, sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH, viscosidade, açúcares redutores e ácido ascórbico do ketchup durante o período de armazenamento de 30 dias. Os autores observaram uma tendência crescente para os sólidos solúveis totais, acidez, viscosidade e açúcares redutores e uma tendência decrescente para pH e teor de ácido ascórbico durante o período avaliado, e concluíram que a utilização da polpa de tâmara é eficaz na diminuição da sinérese em ketchup.

Avinash e Madhav (2015) desenvolveram um molho nutritivo e saudável à base de tomate enriquecido com fruta de Bael (*Aegle marmelos*), que é uma espécie de árvore nativa da Índia e está presente em todo o Sudeste Asiático, sendo considerada sagrada pelos hindus. Seus frutos são usados como alimento e na medicina tradicional por ser uma fruta rica em vitaminas e minerais. Os sucos de frutas de tomate e fruta de Bael foram misturados nas proporções de 90:10, 80:20 e 70:30, respectivamente, no preparo do molho. As amostras foram submetidas à avaliação sensorial por 20 pessoas semi-treinadas, habituadas a testar produtos elaborados com frutas e vegetais. O molho com maior concentração de fruta de Bael foi o com melhor avaliação nos atributos de cor, aroma, aparência, textura, sabor e aceitabilidade, com médias iguais a 90%, sendo uma opção para produção comercial.

Prakash et al. (2016) elaboraram cinco formulações de molho tipo ketchup, variando a proporção de polpas de acerola e tomate, 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100, respectivamente, e compararam com ketchup comercial. Eles observaram que a formulação contendo 75% de acerola e 25% de tomate apresentou melhor qualidade geral. A amostra com 100% de polpa de acerola apresentou maior valor L*. Com o aumento do teor de polpa de tomate no produto, foi observada uma diminuição linear no valor L*, devido ao tomate possuir licopeno, causando o escurecimento do molho. Os valores de pH variaram entre 3,25 e 3,76.

Guilherme et al. (2016) concluíram que a utilização de beterraba e cenoura para a obtenção de molho agri-doce mostrou-se uma alternativa viável do ponto de vista reológico e

sensorial com possibilidades de sucesso comercial, porém é necessário realizar ajustes nas formulações para que seja alcançado um percentual de aceitação satisfatório de, no mínimo, 70%.

Kumar e Ray (2016) desenvolveram um ketchup com diferentes combinações de polpa de tomate e polpa de cogumelo, com o objetivo de agregar nutrientes ao produto, uma vez que os cogumelos são uma boa fonte de carboidratos não-amiláceos, proteínas, fibras alimentares, minerais e vitaminas. O ketchup preparado com 50% de polpa de tomate e 50% de polpa de cogumelo obteve os maiores escores sensoriais e foi o preferido pelos julgadores. Houve aumento significativo no teor de proteínas, fibra bruta e cinzas, enquanto os sólidos solúveis totais, acidez, açúcares totais e vitamina C diminuíram significativamente com o aumento da polpa de cogumelo.

Anandsynal et al. (2018) analisaram dez tipos diferentes de molhos e ketchups disponíveis em Bangladesh com o objetivo de verificar sua qualidade, avaliando suas propriedades físico-químicas, microbiológicas, vitaminas, minerais, conservantes e metais pesados. Os resultados deste estudo sugerem que os molhos e ketchups selecionados são uma boa fonte de nutrientes, antioxidantes, como vitamina C e energia, e são alimentos seguros para os consumidores.

A elaboração de molhos tipo ketchup usando morango em substituição parcial ou total da polpa de tomate é uma opção de oferta de um novo produto, com sabor e aroma diferenciados, além de ser uma boa fonte de substâncias nutricionais.

2.2 Tomate

O tomate, que tem sua origem nas regiões andinas ocupadas pelos incas no Peru, na Bolívia e Equador, é um dos vegetais mais consumidos em todo o mundo (TREICHEL et al., 2016).

De acordo com Camargo Filho e Camargo (2017), no triênio 2014-16, a quantidade de tomate destinada ao processamento industrial no mundo foi de 39,79 milhões de toneladas. Os maiores produtores mundiais em 2012-13 foram a China (30,38%), Índia (10,00%), Estados Unidos (7,90%), Turquia (7,10%), Egito (5,00%), Itália (3,40%), Irã (3,70%), Espanha (2,38%), Brasil (2,40%) e México (1,9%). Esses dez países produziram 74,2% da produção global de tomate.

No Brasil, o tomate (*Solanum lycopersicon*) é uma das principais hortaliças produzidas, chegando ao mercado de maneira *in natura* ou processada. Segundo dados publicados pela

Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais em 2016, o estado é o 3º maior produtor de tomate do país, com produção de 745,6 mil toneladas, representando 19,7% da produção nacional. Outros estados que se destacam na produção desta hortaliça são São Paulo, com 753,3 mil toneladas, e Goiás, com 957,7 mil toneladas produzidas, representando 19,9% e 25,3% do mercado brasileiro produtor de tomate.

A demanda por tomate e seus derivados têm crescido devido à busca por produtos saudáveis. O tomate é um alimento funcional e contribui para uma dieta equilibrada e de alto valor nutricional. Seus principais compostos são os carotenoides, como o β -caroteno, um precursor da vitamina A e, principalmente, o licopeno, responsável pela cor vermelha, vitaminas, em particular ácido ascórbico e tocoferóis, compostos fenólicos, incluindo derivados do ácido hidroxicinâmico, flavonoides, como naringenina e rutina, e lignina (PINELA et al., 2016).

A mudança na pigmentação durante o amadurecimento do tomate é, de acordo com Radzevicius et al. (2016), devido ao enorme aumento do teor de carotenoides no fruto, causada por um acúmulo maciço de licopeno dentro dos plastídios e pelo desaparecimento de clorofilas.

Segundo Rodrigues (2012), entre os benefícios para a saúde associados ao consumo de licopeno estão a redução do risco de câncer de próstata, estômago e mama, manutenção da saúde da pele, gengivas e vasos sanguíneos, formação de colágeno, redução do colesterol, do risco de aterosclerose, de doenças cardiovasculares e fortalecimento do sistema imunológico.

O licopeno é um carotenoide sem atividade de pró-vitamina A, mas um potente antioxidante que atua na proteção do organismo, podendo impedir a formação de radicais livres, interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular. Também podem reparar lesões causadas pelos radicais livres, removendo danos da molécula de DNA e reconstituindo membranas celulares danificadas. Cerca de 85% do licopeno consumido vem do tomate ou de seus derivados. O tratamento térmico e a homogeneização mecânica do tomate aumentam a absorção do licopeno nos tecidos corporais (SOARES JÚNIOR; FARIAS, 2012). Este nutriente é encontrado em um número limitado de alimentos e o organismo humano não é capaz de sintetizá-lo. Desta forma, o licopeno é obtido exclusivamente por meio da dieta alimentar (MORITZ; TRAMONTE, 2006).

Nos alimentos, segundo Kumar et al. (2014), compostos fenólicos podem contribuir para o amargor, adstringência, cor, sabor, odor e estabilidade oxidativa. Os polifenóis apresentam uma ampla gama de propriedades fisiológicas, tais como efeitos antialérgicos, anti-inflamatórios, antimicrobianos, antioxidantes, antitrombóticos, cardioprotetores e vasodilatadores.

Os compostos fenólicos são amplamente espalhados por todo o reino vegetal, representando mais de 8.000 diferentes estruturas. Eles têm pelo menos um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila ligados e variam de moléculas de baixo peso molecular a moléculas grandes e complexas. Os compostos fenólicos geralmente aparecem como ésteres e glicosídeos em vez de compostos livres, devido à estabilidade conferida a estas moléculas. Ácidos fenólicos (hidroxicinâmicos) e flavonoides são os compostos fenólicos mais abundantes no tomate (PINELA et al., 2016).

De acordo com Bhuyan e Basu (2017), os flavonoides são considerados os principais compostos fenólicos da dieta, sendo o maior grupo de baixo peso molecular e os mais estudados. Mais de 4.000 tipos diferentes de flavonoides são encontrados na natureza, geralmente ocorrem ligados a moléculas de açúcar e consistem principalmente de catequinas, pró-antocianinas, antocianidinas, flavonas e flavonóis e seus glicosídeos.

Os flavonoides são um grupo diverso de metabólitos secundários fenólicos que ocorrem naturalmente nas plantas e, portanto, formam um componente da dieta humana. Muitos dos compostos pertencentes a este grupo são antioxidantes potentes *in vitro* e estudos epidemiológicos sugerem uma correlação direta entre a alta ingestão de flavonoides e a diminuição do risco de doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças relacionadas à idade.

De acordo com Verhoeven et al. (2002), o acúmulo de naringenina chalcona, que é o principal flavonoide presente no tomate, se dá no tecido da pele e níveis insignificantes de acúmulo nos tecidos da polpa. Slimestad et al. (2008) avaliaram o teor de flavonoides em diferentes tipos de tomate e a naringenina chalcona foi o composto predominante, compreendendo de 35 a 71% do total.

Toor e Savage (2005) analisaram três cultivares de tomate e verificaram que a pele e as sementes contribuíram em média com 53% do total de fenólicos, 52% do total de flavonoides, 48% de licopeno, 43% para o total de ácido ascórbico e 52% para o total de atividade antioxidante. Estes resultados mostram que a remoção de pele e sementes de tomate durante o processamento resulta em uma perda significativa de seus principais antioxidantes.

Para a obtenção de polpa concentrada de tomate, de acordo com Shatt et al. (2017), primeiramente os frutos são triturados e esmagados a 60°C e passam em três refinadores com diâmetros de 1,2, 0,8 e 0,4mm para retirada de sementes, pele e pedaços grandes de tomate. Enquanto este processo ocorre, as enzimas liberadas como resultado do esmagamento catalisam a quebra das pectinas. O processo de concentração passa por três fases: a primeira a 55-60°C, a segunda a 65-75°C, a última a 75 - 80°C sob vácuo, seguido de pasteurização a 105-110°C por 40s e enchimento em sacos assépticos.

O processamento do tomate pode ser feito como alternativa de aproveitamento do excedente produzido, de utilização de matéria-prima de preço baixo na época da safra ou, ainda, como forma de aproveitar os produtos que não foram classificados para o mercado, porém apresentam qualidade adequada ao processamento (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

Os tomates podem ser consumidos frescos ou, devido à sua natureza perecível, processados para produção de tomates enlatados inteiros descascados, suco de tomate, suco de tomate concentrado, polpa de tomate concentrada, entre outros. Embora os tomates sejam comumente consumidos frescos, mais de 80% do consumo de tomates se dá na forma de produtos processados, como polpa de tomate, ketchup, suco e molho (GAMA et al., 2006). Alguns destes produtos de elevado consumo no Brasil.

Ao processar o tomate para obtenção de polpa, a retirada das peles e sementes juntamente com o tratamento térmico, reduzem significativamente a disponibilidade dos compostos benéficos à saúde. O desenvolvimento de um molho agridoce de tomate adicionado de outro ingrediente funcional é uma alternativa para incremento de compostos ativos no produto, podendo ser um diferencial competitivo no mercado.

2.3 Morango

De acordo com Camargo Filho e Camargo (2017), a produção mundial de morango foi de 4,52 milhões de toneladas, com área cultivada de 241,11 mil hectares e produtividade 18,75 t/ha. Retirando a produção da China, que equivale a 66,0% de produção mundial, os Estados Unidos produziram 30,7%, e outros nove países da Ásia e Europa contribuíram com 47,8%. A América do Sul produz 7,1% da produção mundial, onde o Brasil se destaca como maior produtor, seguido da Argentina e Chile.

De acordo com o Cenário Hortifruti Brasil (2018), a produção de morango neste ano foi de aproximadamente 140 mil toneladas, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor com 75 mil toneladas, representando mais da metade da produção nacional.

O morango é, dentre as espécies do grupo de pequenas frutas, a mais apreciada e rentável e cuja produção no Brasil tem aumentado significativamente nos últimos anos. De acordo com Dutra et al. (2012), possui forte inserção na agricultura familiar e pode ser destinado tanto para o mercado de frutas frescas quanto para a indústria, podendo ser processado na forma de sucos, geleias e polpas (SCHIAVON et al., 2014).

Com grande aceitação pelo mercado consumidor, graças à sua coloração atraente, ao aroma e sabor agradáveis, pesquisas recentes fornecem evidências substanciais para classificar

o morango como um alimento funcional, com vários benefícios preventivos e terapêuticos para a saúde (BASU et al., 2014).

De acordo com o seu perfil nutricional, o morango representa uma escolha alimentar saudável. Seu alto teor de fibras contribui para controlar a ingestão de calorias por seu efeito saciante, além regular os níveis de açúcar no sangue por retardar a digestão. A glicose, sacarose e frutose compõem mais do 99% do total de açúcares no morango já maduro. O sabor do morango está condicionado, em parte, pelo balanço entre os sólidos solúveis e a acidez titulável, quando a fruta está madura (CANTILLANO; SILVA, 2010).

Foi dada uma atenção considerável aos efeitos do consumo de morango, graças à sua quantidade elevada de vitamina C e folato, que o tornam uma importante fonte dessas vitaminas (AFRIN et al., 2016) e flavonoides, que são metabólitos secundários importantes, uma vez que cumprem uma ampla variedade de funções fisiológicas, sendo benéficas para a saúde humana (HALBWIRTH et al., 2006). Além disso, o morango, embora em menor escala, é uma fonte de várias outras vitaminas, como a tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), piridoxina (B6), vitamina K, vitamina A e vitamina E. A fruta também é rica em manganês e foi qualificada como uma boa fonte de iodo, magnésio, cobre, ferro e fósforo (GIAMPIERI et al., 2012).

Os flavonoides são compostos bioativos amplamente distribuídos em alimentos vegetais e podem ser agrupados em várias classes estruturais, incluindo antocianinas, flavonas, flavan-3-ols, flavononas, flavonóis e taninos. Além de estarem intimamente associados aos atributos sensoriais dos frutos, os flavonoides e os ácidos fenólicos têm recebido maior atenção devido às suas potenciais atividades antioxidantes, que também podem exercer efeitos cardioprotetores em humanos. Morangos foram recentemente relatados em estudos como tendo a maior atividade antioxidante entre 12 frutas analisadas (CORDENUNSI et al., 2012).

As frutas de coloração vermelho-intensa possuem diversos grupos de fitoquímicos que podem trazer benefícios à saúde, se consumidos como parte da dieta usual. Estudos evidenciam que o consumo destas frutas está correlacionado com a prevenção de algumas doenças crônicas, não transmissíveis, pela presença de diversos compostos bioativos como antocianinas (flavonoide) e ácido elágico (estilbeno), dentre outros (VIZZOTO, 2012). As antocianinas e elagitaninos / ácido elágico possuem uma ampla gama de atividades biológicas, tendo efeitos benéficos sobre a saúde humana. Suas propriedades antioxidantes e sequestradoras de radicais livres, antimicrobianas, antiinflamatórias, antimutagênicas e anticarcinogênicas foram amplamente revisadas (KOPONEN et al., 2007).

As antocianinas são pigmentos naturais responsáveis pelas cores azul, púrpura, vermelha e laranja de muitas frutas e vegetais e são os compostos flavonoides mais abundantes.

Elas são uma forma glicosídica das antocianidinas e as diferenças estruturais entre elas estão relacionadas ao número de grupos hidroxila, posição e tipo e/ou número de açúcares ligados à molécula. Estes compostos são um recurso natural de corantes solúveis em água porque são facilmente incorporados em meios aquosos. Outra propriedade importante das antocianinas é sua notável atividade antioxidante, desempenhando um papel vital na prevenção de doenças neurológicas e cardiovasculares, diabetes, câncer, etc. (PEÑA-SANUEZA et al., 2017).

O ácido elágico é um ácido fenólico de ocorrência natural, pertencente a uma classe diversificada de polifenóis bioativos produzidos pelas plantas. É um produto da decomposição de polifenóis maiores e mais complexos, os elagitaninos, e é encontrado principalmente nos vacúolos de células vegetais em forma livre e covalentemente ligada (MUTHUKUMARAN et al., 2017).

O ácido elágico está presente em vários produtos comerciais e fornece atividade antioxidante. Os antioxidantes são compostos que podem retardar, inibir ou impedir a oxidação de compostos, aprisionando radicais livres e reduzindo o estresse oxidativo. Estas moléculas têm uma variedade de benefícios por suas propriedades antimutagênicas, antimicrobianas e antioxidantes, e inibidores do vírus da imunodeficiência humana (HIV). O ácido elágico previne a formação de vários tumores. Este mecanismo de ação pode ser possível porque compostos como elagitaninos e ácido elágico, interagem explicitamente com as paredes das células ou sítios com facilidade para complexar proteínas, impedindo a proliferação de células metastáticas (SEPÚLVEDA et al., 2011).

Morangos são consumidos principalmente como fruta fresca, porém, muitos outros produtos, tais como néctar, suco, suco concentrado, purê, polpas congeladas, fruta liofilizada, geleia, bem como polpas pasteurizadas, podem ser elaborados com essa fruta.

Além da polpa de morango pasteurizada, pode-se obter polpa concentrada, sendo que inicialmente há necessidade de tratar a polpa *in natura* com enzimas específicas (pectinases), para que estas promovam a despectinização da estrutura celular, sendo a polpa filtrada logo em seguida, antes de iniciar a concentração, o que acarreta uma polpa de morango de melhor qualidade. Apesar do conhecimento de que o processamento de alimentos muitas vezes provoca a perda de compostos nutricionais e funcionais durante o processo de fabricação, os produtos elaborados com frutas vermelhas oferecem uma importante oportunidade para criar uma dieta saudável, mista e independente da sazonalidade (KROLOW, 2012).

Os molhos são uma alternativa interessante para a conservação de frutas. Diversas combinações de frutas e hortaliças podem originar molhos, que se harmonizarão com o prato a ser servido (LOVATTO, 2016).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRIN, S.; GASPARRINI, M.; FORBES-HERNANDEZ, T. Y.; REBOREDO-RODRIGUEZ, P.; MEZZETTI, B.; VARELA-LÓPEZ, A.; GIAMPIERI, F.; BATTINO, M. Promising health benefits of the strawberry: a focus on clinical studies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, p. 4435–4449, 2016.
- ANANDSYNAL; MUMTAZ, B.; MOTALAB, M.; JAHAN, S.; HOQUE, M. M.; SAHA, B. K. Nutritional and microbiological evaluation on sauces and ketchups available in Bangladesh. **International Food Research Journal**, v. 25, n. 1, p. 357-365, 2018.
- ANDRADE, M. B.; PERIM, G. A.; SANTOS, T. R. T.; MARQUES, R. G. Fermentação Alcoólica e Caracterização de Fermentado de Morango. **Biochemistry and Biotechnology Reports**. Número Especial v. 2, n. 3, p. 265-268, 2013
- AVINASH, P. S; MADHAV, D. N. Development of tomato sauce fortified with *bael* and its sensory and chemical evaluation. **International Journal of Science and Research**, v. 4, n. 10, p. 1775-1779, 2015.
- ARAÚJO, H. G. G. S.; NASCIMENTO, R. S.; SANTOS, B. S.; COSTA, F. S. C.; SOUZA, J. F.; PAGANI, A. A. C.; CARNELOSSI, M. A. G. Desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial de catchup de acerola. **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 2, p. 26-37, 2013.
- BASU, A.; NGUYEN, A.; BETTS, N. M.; LYONS, T. J. Strawberry as a functional food: an evidence-based review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 6, p. 790-806, 2014.
- BHUYAN, D. J.; BASU, A. Phenolics compound: potencial healphy benefits and toxicity. In: VUONG, Q. V. **Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food waste**. Boca Raton: CRC Press, 2017, 414 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Especiarias, Temperos e Molhos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/>>. Acesso em: 20 mai. 2018.
- CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. Evolução das cadeias produtivas de tomate industrial e para mesa no Brasil, 1990-2016. **Informações Econômicas**, v. 47, n. 1, p. 50-59, 2017.
- CANTILLANO, R. F. F.; SILVA, M. M. **Manuseio Pós-colheita de Morangos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documento 318, 2010, 36 p.
- CENÁRIO HORTIFRUTI BRASIL (2018). Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2018/10/31/relatorio-cenario-hortifruti-brasil-2018-mostra-que-geracao-de-empregos-e-destaque/>>. Acesso em: 11 de jul. 2019.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO J. R.O.; GENOVESE M. I.; LAJOLO F. M. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 2581-2586, 2002.

EUROMONITOR INTERNACIONAL (2017). Disponível em: <http://www.agr.gc.ca/eng/industry-markets-and-trade/international-agri-food-market-intelligence/reports/sector-trend-analysis-sauces-dressings-and-condiments-in-the-united-states/%3Fid%3D1518721863280>. Acesso em: 13 jul. 2019.

GAMA, J. J. T.; TADIOTTI A. C.; SYLOS C. M. Comparison of carotenoid content in tomato, tomato pulp and ketchup by liquid chromatography. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 353-358, 2006.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. **Nutrition**, v. 28, n. 1, p. 9-19, 2012.

GUILHERME, I. M.; SANTOS, B. M. P.; LEMOS, T. O.; REBOUÇAS, M. C.; COELHO, V. C.; RODRIGUES, M. C. P. Desenvolvimento e avaliação sensorial e reológica de molho agridoce de beterraba. **Revista Encontros Universitários da UFC**, v. 1, p. 1108, 2016.

HALBWIRTH, H.; PUHL, I.; HAAS, U.; JEZIK, K.; TREUTTER, D.; STICH, K. Two-phase flavonoid formation in developing strawberry (*Fragaria x ananassa*) fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 1479-1485, 2006.

KURZWEIL, C.; SALADO, A. **De volta ao básico: Uma tendência de consumo em alimentos e bebidas no Brasil**. Disponível em: <https://blog.euromonitor.com/de-volta-ao-basico-uma-tendencia-de-consumo-em-alimentos-e-bebidas-no-brasil/>. Acesso em 20 jul. 2019.

KOPONEN, J. M.; HAPPONEN, A. M.; MATTILA, P. H.; TORRONEN, A. R. Contents of anthocyanins and ellagitannins in selected foods consumed in Finland. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 1612-1619, 2007.

KROLOW, A. C. R. Beneficiamento de frutas vermelhas. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 268, p. 96-103, 2012.

KUMAR, H.; CHOUDHARY, N.; VARSHA, K. N.; SUMAN, S. R. Phenolic compounds and their health benefits: a review. **Journal of Food Research and Technology**, v. 2, n. 2, p. 46-59, 2014.

KUMAR, K.; RAY, A. B. Development and shelf-life evaluation of tomato-mushroom mixed ketchup. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 5, p. 2236-2243, 2016.

LOVATTO, M. T. **Agroindustrialização de frutas**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2016. 98 p.

MUTHUKUMARAN, S.; TRANCHANT, C.; SHI, J.; YE, X.; XUE, S. J. Ellagic acid in strawberry (*Fragaria* spp.): biological, technological, stability, and human health aspects. **Food Quality and Safety**, v. 1., n. 4, p. 227-252, 2017.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 265-273, 2006.

NASIR, M. U.; HUSSAIN, S.; QURESHI, T. M.; NADEEM, M.; DIN, A. Characterization and storage stability of tomato ketchup supplemented with date pulp. **International Journal of Agriculture and Applied Sciences**, v. 6, n. 1, p. 57-65, 2014.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. (Org.) **Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças**. Natal: IFRN, 2015. 234 p.

PEÑA-SANUEZA, D.; INOSTROZA-BLANCHETEAU, C.; RIBERA-FONSECA, A.; REYES-DÍAZ, M. Anthocyanins in berries and their potential use in human health. In: **Superfood and functional food - the development of superfoods and their roles as medicine**. 2017. p.155-172. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/superfood-and-functional-food-the-development-of-superfoods-and-their-roles-as-medicine/anthocyanins-in-berries-and-their-potential-use-in-human-health>. Acesso em 02 jul. 2019.

PINELA, J.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; FERREIRA, I. C. F. R. Bioactive compounds of tomatoes as health promoters. In: **Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables**, 2016, 2. ed. p. 48-91.

PRAKASH, A.; PRABHUDEV, S. H.; VIJAYALAKSHMI, M. R.; PRAKASH, M.; BASKARAN, R. Implication of processing and differential blending on quality characteristics in nutritionally enriched ketchup (Nutri-Ketchup) from acerola and tomato. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 8, p. 3175-3185, 2016.

RADZEVIČIUS, A.; VIŠKELIS, P.; VIŠKELIS, J.; KARKLELIENĖ, R.; JUŠKEVIČIENĖ, D.; DUCHOVSKIS P. Tomato biochemical composition and quality attributes in different maturity fruits. **Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus**, v. 15, n. 6, p. 221-231, 2016.

RODRIGUES, P. A importância nutricional das hortaliças. **Hortaliças em Revista**. Ano I, número 2, março/abril de 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Tomate**. Subsecretaria do agronegócio. Belo Horizonte. Fevereiro, 2016.

SCHIAVON, M. V.; PEREIRA, E. S.; GONÇALVES, M. A.; VIZZOTTO, M.; BONOW, S. Compostos bioativos em morango. In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 6., 2014, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 189 p.

SEBRAE. **Temperos, especiarias, molhos e os condimentos são oportunidades na gourmetização**. 2018. Disponível em: < <http://www.sebraemercados.com.br/temperos-especiarias-molhos-e-os-condimentos-estao-fortalecendo-oportunidades-para-pequenos-negocios/>>. Acesso em 19 jun. 2019.

SOARES JÚNIOR, A. P.; FARIAS, L. M. Efeito do licopeno do tomate na prevenção do câncer de próstata. **Revista Interdisciplinar NOVAFAPI**, v. 5, n. 2, p.50-54, 2012.

SEPÚLVEDA, L.; ASCACIO, A.; RODRÍGUEZ-HERRERA, R.; AGUILERA-CARBÓ, A.; AGUILAR, C. N. Ellagic acid: Biological properties and biotechnological development for production processes. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 22, p. 4518-4523, 2011.

SHATTA, A. A. B.; YOUSSEF, K. M.; AL SANABANI, A. S.; EL SAMAHY, S. K. Impact of processing steps on physicochemical and rheological properties of tomato paste (cold-break). **Food Processing & Technology**, v. 5, n. 2, p. 263–271, 2017.

SLIMESTAD, R.; FOSSEN, T.; VERHEUL, M. J. The flavonoids of tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 2436–2441, 2008.

TEIXEIRA, J. S. C. **Qualidade de molhos agrídoces de goiaba (*Psidium guajava* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum*)**. 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, 2007.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. **Food Research International**, v. 38, p.487-494, 2005.

TREICHEL, M. et al. **Anuário Brasileiro do Tomate 2016**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 84 p.

VERHOEYEN, M. E.; BOVY, A.; COLLINS, G.; MUIR, S.; ROBINSON, S.; VOS, C. H. R.; COLLIVER, S. Increasing antioxidant levels in tomatoes through modification of the flavonoid biosynthetic pathway. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 377, p. 2099-2106, 2002.

VIANA F. L. E. Indústria de Alimentos. **Caderno Setorial ETENE**. Ano 3. n. 27, Mar., 2018.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais de pequenas frutas. **Informe Agropecuário**, v. 33, nº 268, p.84-88, 2012.

CAPÍTULO 2

Avaliação da qualidade, atividade antioxidante e aceitabilidade de molhos tipo ketchup enriquecidos com morango

Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar as características físicas e químicas e a aceitabilidade de formulações de molhos agrídoces a partir da polpa de morango e tomate. Foram elaboradas cinco formulações com diferentes proporções de polpa de tomate e de morango (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100), respectivamente. As seguintes análises foram realizadas: valores L^* , a^* , b^* , ângulo hue e croma, textura (firmeza, consistência, coesividade, índice de viscosidade), consistência Bostwick, sólidos solúveis, atividade de água, pH, acidez titulável, fenólicos totais, flavonoides totais, potencial antioxidante (ABTS e DPPH) e avaliação da aceitabilidade da cor, sabor, consistência, aspecto global e intenção de compra dos molhos com 120 provadores não treinados. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos compostos por cinco formulações de molhos, com quatro repetições. Houve alteração dos parâmetros de cor com o aumento da polpa de morango na elaboração dos molhos, reduzindo significativamente os valores L^* , a^* , b^* , ângulo hue e croma e dos parâmetros de textura, aumentando a fluidez e menor consistência Bostwick, além da redução dos valores de pH e aumento no teor de acidez titulável. Os teores de fenólicos e flavonoides tiveram um aumento significativo à medida que aumentou a concentração da polpa de morango, influenciando diretamente a capacidade antioxidante dos produtos. A capacidade antioxidante medida pelos ensaios ABTS e DPPH, mostram correlação positiva com compostos fenólicos totais ($r = 0,96$ e $0,91$) e flavonoides totais ($r = 0,92$ e $0,89$), respectivamente. Conclui-se que a adição de polpa de morango determinou uma coloração mais avermelhada, aumento da acidez e aumento da fluidez dos molhos. A utilização da polpa de morango na elaboração de molhos agrídoces é uma boa alternativa para aumentar a concentração de compostos bioativos no novo produto, de acordo com resultados dos teores de fenólicos e flavonoides e do potencial antioxidante, sendo um diferencial dos ketchups tradicionais já comercializados. Portanto, é viável a elaboração de molho agrídoce de morango, sendo que a substituição de até 50% da polpa de tomate pela de morango não altera o ketchup tradicional, não havendo diferença sensorialmente no aspecto global, sabor e na acidez do produto.

Palavras-chave: Ketchup. Cor. Fenólicos totais. Flavonoides. Textura.

Quality, antioxidant activity and acceptability evaluation of strawberry-enriched ketchup sauces

Abstract

The objective of this work was to develop and evaluate the physical and chemical characteristics and acceptability of formulations of mixed sauces from strawberry and tomato pulp. Five formulations were developed with different proportions of tomato and strawberry pulp (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100), respectively. The following analyzes were performed: L*, a* and b* values, hue angle and chroma, texture (firmness, consistency, cohesiveness, viscosity index), Bostwick consistency, soluble solids, water activity, pH, titratable acidity, phenolics total, total flavonoids, antioxidant potential (ABTS and DPPH) and acceptability of color, taste, consistency, overall appearance and purchase intention evaluation with 120 untrained tasters. The experiment was conducted in a randomized complete block design, and the treatments were composed of five sauces formulations, with four replications. There were changes in the color parameters with the increase of the strawberry pulp in the sauces elaboration, significantly reducing the L*, a* and b* values, hue angle and chroma and texture parameters, increasing fluidity and lower Bostwick consistency, besides the pH values reduction and increase in titratable acidity. Phenolic and flavonoid contents increased significantly as the strawberry pulp concentration increased, directly influencing the antioxidant products capacity. The antioxidant capacity measured by the ABTS and DPPH tests showed positive correlation with total phenolic compounds ($r = 0.96$ and 0.91) and total flavonoids ($r = 0.92$ and 0.89), respectively. It was concluded that the addition of strawberry pulp determined a reddish coloration, increased acidity and increased fluidity of the sauces. The use of strawberry pulp in sauces elaboration is a good alternative to increase the bioactive compounds concentration in the new product, according to results of phenolic and flavonoid contents and antioxidant potential, being a differential of the traditional ketchup already marketed. Therefore, it is feasible to prepare strawberry sauce, and the substitution of up to 50% of the tomato pulp by the strawberry does not change the traditional ketchup, and there is no difference in the overall appearance, taste and in the acidity of the product.

Keywords: Catchup. Color. Total phenolics. Flavonoids. Texture.

1. Introdução

No Brasil, o tomate (*Solanum lycopersicon*) é uma das principais hortaliças produzidas, chegando ao mercado de maneira *in natura* ou processada. A demanda por tomate e seus derivados têm crescido devido à busca por produtos saudáveis. De acordo com Hazewindus et al. (2014), o consumo de produtos à base de tomate tem sido associado a uma diminuição do risco de doenças inflamatórias crônicas.

O ketchup é o complemento mais comumente utilizado para lanches em residências e restaurantes, os valores nutricionais e as propriedades biofuncionais são limitados aos nutrientes presentes no tomate e sua estabilidade após o processamento. O tomate é bem conhecido por ser rico em licopeno, fenólicos, flavonóides e ácido ascórbico. Uma mistura de tomate com uma fruta rica em fitonutrientes pode ajudar a enriquecer o perfil nutricional e a atividade biológica do ketchup (PINELA; OLIVEIRA; FERREIRA, 2016; PRAKASH et al., 2016).

O desenvolvimento de um molho agridoce de tomate adicionado de morango torna-se uma boa oportunidade para inovação e desenvolvimento de novos produtos, com características nutricionais e aspectos sensoriais peculiares e agradáveis. Visto que o morango é, dentre as espécies do grupo de pequenas frutas, o mais apreciado, rentável, possui forte inserção na agricultura familiar e pode ser destinado tanto para o mercado de frutas frescas quanto para a indústria (DUTRA et al., 2012). Com grande aceitação pelo mercado consumidor, graças à sua coloração atraente, ao aroma e sabor agradáveis, pesquisas fornecem evidências substanciais para classificar os morangos como um alimento funcional, com vários benefícios preventivos e terapêuticos para a saúde (BASU et al., 2014). Os morangos contêm muitos componentes importantes da dieta, incluindo vitaminas, minerais, folato e fibras, e são uma fonte rica de compostos fitoquímicos, representados principalmente por polifenóis (GIAMPIERI et al., 2012).

Frutas e hortaliças são fontes naturais de substâncias antioxidantes (fenólicos totais e flavonoides) que, de acordo com Prakash et al. (2016), apresentam atividades biológicas importantes para a saúde humana, como a redução de doenças cardíacas e de certos tipos de câncer e são bem apreciadas e consumidas por grande parte da população. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar as características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e aceitabilidade de cinco formulações de molhos tipo ketchup a partir da polpa de morango e de tomate.

2. Material e Métodos

2.1. Elaboração dos molhos

A polpa de tomate (24-26°Brix) e os demais ingredientes da formulação foram doados pela empresa Mavi Alimentos, com sede em Machado/MG. Os morangos da cultivar Albion foram adquiridos da empresa MAPE Frutas, situada em Pouso Alegre/MG. Para o preparo da polpa concentrada (12-14°Brix), os morangos foram lavados em água corrente e detergente neutro e, posteriormente, imersos em solução de hipoclorito de sódio (200 mg/L), por 15 minutos. As polpas de morango foram extraídas usando despulpadeira elétrica e concentrada a vácuo à temperatura de $72,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, até atingir $13,0 \pm 1,0^{\circ}\text{Brix}$. A polpa concentrada foi resfriada e, em seguida, congelada à $-19,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, até o processamento dos molhos.

Os molhos foram elaborados nas dependências da Empresa Mavi Alimentos, sendo desenvolvidas cinco formulações com diferentes proporções de polpa de tomate e de morango (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100), respectivamente. Os ingredientes utilizados para o preparo dos molhos estão descritos na Tabela 1. A polpa de tomate concentrada industrial 24-26°Brix foi diluída até a concentração final de 12-14°Brix, para padronização da formulação.

Tabela 1 - Quantidade (%) de ingredientes utilizados na formulação dos molhos agrídoces elaborados com polpa de morango e de tomate.

Ingredientes	%
*Polpa 12-14°Brix	53,65
Água	17,60
Açúcar cristal	16,00
Vinagre triplo de álcool 12,6%	6,75
Amido modificado de milho	3,50
Sal refinado	2,00
Ácido láctico	0,30
Condimento preparado sabor ketchup	0,10
Sorbato de potássio	0,10

* De acordo com a proporção de polpa de morango e tomate de cada tratamento.

Foram desenvolvidas cinco formulações, de maneira que o produto final contenha 7,0% de sólidos solúveis provenientes das polpas de morango e tomate. Os molhos foram produzidos nas mesmas condições de processamento. Para o preparo do molho, inicialmente os ingredientes foram pesados separadamente. O sorbato de potássio foi dissolvido na água, pois sua solubilidade diminui em meio ácido. Posteriormente, adicionou-se, sob agitação, vinagre, ácido láctico, açúcar cristal, sal refinado, amido modificado de milho, condimento preparado sabor ketchup e as polpas de acordo com cada formulação, até a obtenção de um produto homogêneo.

A mistura foi aquecida até 85°C. O produto foi envasado quente em frascos de polietileno tereftalato (200 mL) e resfriado a 30°C.

2.2. Análises físicas e químicas

2.2.1. Fenólicos totais

Os extratos etanólicos foram preparados a partir de solução de etanol 80%, considerando-se a proporção de 1:40 (m/v). As amostras foram homogeneizadas em ultraturrax, por período total de 10 s. Após centrifugação a 7.000 rpm por 15 minutos a 5°C, os precipitados foram descartados e os extratos utilizados para as análises de fenólicos totais, flavonoides totais e potencial antioxidante.

Os teores de fenólicos totais das polpas e dos molhos foram determinados conforme o descrito por Boateng et al. (2008), com modificações de Pereira e Tavano (2014), utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 750nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico/100 g.

2.2.2. Flavonoides totais

Os teores de flavonoides totais das polpas e dos molhos foram determinados conforme o método proposto por Boateng et al. (2008), com modificações. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 510nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de catequina/100 g.

2.2.3. Atividade antioxidante

2.2.3.1. ABTS

A determinação da atividade antioxidante das polpas e dos molhos, usando o teste ABTS (2,2'-azinobis [3-etilbenzoatiazolina-6-ácido sulfônico]), foi realizada conforme o proposto por Ahn, Kim e Je (2014), com modificações. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 734nm. Os resultados foram expressos em μ mol de equivalente de Trolox/100 g.

2.2.3.2. Redução do radical livre -DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)

A capacidade do potencial antioxidante das polpas e dos molhos foi determinada utilizando-se o método proposto por Brand-Williams, Curvelier e Berset (1995), com

modificações de Pereira e Tavano (2014). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 517nm. Os resultados foram expressos em μmols de equivalente de Trolox/ 100 g.

2.2.4. Determinação da cor

As leituras do valor L^* , ângulo hue e croma foram realizadas, em duplicata, nas polpas de tomate e morango (12-14°Brix) e nos molhos contidos na placa de quartzo, com 4 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, para cada repetição, utilizando-se um colorímetro marca Minolta, modelo CR 400, com iluminante D_{65} , ângulo de observação de 10° e no sistema de cor $\text{CIEL}^*a^*b^*$ (MINOLTA, 1998).

2.2.5. Textura

As análises de firmeza (g), consistência (g/s), coesividade (g) e índice de viscosidade (g/s) foram realizadas nos molhos, usando o texturômetro TA-XT2® (Stable Microsystems Ltda., Godalming, UK), usando acessório Back Extrusion (A/BE) e disco de 35 mm. Quando a força do *trigger* foi atingida a 5 g de superfície, o disco penetrou uma profundidade de 30 mm e velocidade do teste de 1 mm/s.

2.2.6. Consistência Bostwick

Medindo o fluxo do molho não diluído em 30 s, à temperatura de 20°C , conforme descrito por Barringer et al. (1998). Os resultados foram expressos em cm/30 s.

2.2.7. Sólidos solúveis

Determinados no molho usando-se um refratômetro digital marca Atago com compensação automática de temperatura, a 25°C (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em °Brix.

2.2.8. Atividade de água

A atividade de água dos molhos foi determinada por leitura direta em medidor de atividade de água marca Aqualab.

2.2.9. pH e acidez titulável

A determinação do pH das polpas e dos molhos foi realizada utilizando-se pHmetro

marca Tecnal e o teor de acidez titulável (% de ácido cítrico) foi determinada por titulação usando-se solução de hidróxido de sódio 0,1mol/L e o indicador fenolftaleína (AOAC, 2005).

2.3 Aceitabilidade sensorial

A avaliação da aceitabilidade da cor, sabor, consistência e aspecto global dos molhos foi realizada com 120 consumidores, escolhidos aleatoriamente, porém condicionados ao hábito de consumir molhos agridoces. Foram 45% do sexo masculino e 55% do sexo feminino, com idade entre 18 e 63 anos – destes, 62% tinham de 20 a 23 anos. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 07447019.0.00008158, número do parecer: 3.278.976). Foi utilizada uma escala hedônica estruturada mista de 9 pontos, variando de desgostei extremamente (1) a gostei extremamente (9) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

A avaliação sensorial foi realizada em cabines individuais sob luz branca. Os consumidores receberam cinco amostras de molho (cerca de 2,5 g), servidas em batata chips (38 x 60 x 2 mm), à temperatura ambiente. Entre as avaliações, foi ingerida água. As amostras foram codificadas cada uma com números de três dígitos aleatórios.

2.4. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em que os tratamentos foram compostos por cinco formulações de molhos. Para a análise sensorial, foi adotado o delineamento em blocos casualizados, em que cada provador constituiu um bloco (120 blocos).

As análises estatísticas foram realizadas usando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011). As médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Os teores de compostos fenólicos e flavonoides, bem como a capacidade antioxidante dos molhos formulados, aumentaram significativamente à medida que a quantidade de polpa de morango foi incrementada (Tabela 2). O molho elaborado com 100% de polpa de morango apresentou maior teor de fenólicos totais que os demais molhos (Tabela 2), visto que a polpa de morango 12-14°Brix continha o dobro do teor de fenólicos (286,82 mg/100g) em relação à de tomate (127,81 mg/100g). Segundo Giampieri et al. (2012), os morangos são uma fonte rica de compostos fitoquímicos, representados principalmente por polifenóis.

Tabela 2 - Valores médios dos teores de fenólicos totais (mg/100g), flavonoides totais (mg/100g) e potencial antioxidante pelos ensaios ABTS e DPPH ($\mu\text{mol}/100\text{g}$) de molhos agrídoces elaborados com polpa de morango e de tomate.

Tratamentos	Fenólicos totais (mg/100g)	Flavonoides totais (mg/100g)	Potencial antioxidante ($\mu\text{mol}/100\text{g}$)	
			ABTS	DPPH
100% tomate (controle)	32,07 e	24,63 b	388,32 e	65,44 d
75% tomate + 25% morango	61,90 d	26,50 b	774,49 d	129,78 c
50% tomate + 50% morango	86,58 c	40,48 a	1128,14 c	136,05 c
25% tomate + 75% morango	105,53 b	44,23 a	1603,59 b	188,15 b
100% morango	136,28 a	48,15 a	1749,42 a	220,54 a

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott Knott ($p < 0,05$).

Observou-se redução nos teores de fenólicos com o processamento do molho em relação ao teor apresentado pelas polpas. Segundo Vallverdú-Queralt et al. (2012), as alterações dos polifenóis na pasta de tomate durante o processamento podem resultar de duas reações diferentes: (I) a degradação oxidativa de polifenóis que levam à formação orto-quinona reativa e produtos da oxidação autocatalítica de fenólicos; (II) a hidrólise de estruturas conjugadas.

De acordo com a classificação proposta por Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008), os molhos elaborados com 75% e 100% de morango apresentaram um teor médio de compostos fenólicos, enquanto que os molhos elaborados com até 50% de polpa de tomate apresentaram um baixo teor, ou seja, menor que 100 mg de equivalente de ácido gálico por 100 g.

Os molhos elaborados com 50%, 75% e 100% de morango tiveram as maiores quantidades de flavonoides (Tabela 2). No presente estudo, o teor de flavonoides na polpa de morango (103,06 mg/100 g) foi aproximadamente três vezes maior que na polpa de tomate (34,47 mg/100 g), devido ao morango ser conhecidamente uma fruta com elevada concentração

de antocianinas, a principal classe destes compostos. De acordo com Bondonno et al. (2019), os flavonoides, compostos polifenólicos de plantas, têm sido associados a benefícios à saúde. Uma ingestão habitual moderada de flavonoides está inversamente associada a todas as causas de mortalidade relacionadas ao câncer e doença cardiovascular. Esta forte associação estabiliza em ingestão de aproximadamente 500 mg/dia, destacando o potencial para reduzir a mortalidade por meio de recomendações para aumentar a ingestão de alimentos ricos em flavonoides, particularmente em fumantes e consumidores de alta quantidade de álcool.

Os dois ensaios de atividade antioxidante, ABTS e DPPH, mostraram correlação positiva com compostos fenólicos totais ($r = 0,95$ e $0,93$) e flavonoides totais ($r = 0,90$ e $0,85$), respectivamente. Em geral, os dois métodos antioxidantes utilizados apresentaram resultados coerentes. Chung (2015), ao analisar as propriedades físico-químicas e atividades antioxidantes de ketchups comercializados na Coreia, também observou correlação positiva entre os teores de fenólicos e a atividade antioxidante, sugerindo que os compostos fenólicos são os principais contribuintes para a atividade antioxidante. De acordo com Chaves, Calvete e Reginatto (2017), o potencial antioxidante de cultivares de morango podem ser atribuídos principalmente ao seu teor de antocianina.

A atividade antioxidante, determinada pelo método ABTS e DPPH, da polpa de morango (4296,52 e 510,00 $\mu\text{mol}/100\text{g}$, respectivamente) foi cerca de quatro vezes maior que na polpa de tomate (1099,82 e 151,00 $\mu\text{mol}/100\text{g}$, respectivamente), o que determinou maiores valores para os molhos elaborados com maior concentração de polpa de morango. Estes resultados demonstram que a utilização da polpa de morango 12-14°Brix é uma boa opção para melhorar as características funcionais dos molhos produzidos somente com tomate.

Houve diferença significativa entre os molhosagridoces de morango e tomate em relação aos parâmetros instrumentais de cor (Tabela 3). O acréscimo de até 50% de polpa de morango em substituição à polpa de tomate não alterou o valor L^* em relação ao molho controle (100% de polpa de tomate). Enquanto os molhos elaborados com as maiores concentrações de morango (75% e 100%) apresentaram o menor valor L^* , ou seja, mais escuros, em relação aos demais molhos. Os resultados encontrados estão próximos aos observados por Bannwart et al. (2008) em ketchups comercializados no Brasil.

Tabela 3 - Valores médios de L*, ângulo hue e croma de molhos agridoceos elaborados com polpa de morango e de tomate.

Tratamentos	Valor L*	Ângulo hue	Croma
100% tomate (controle)	26,79 a	39,13 a	17,42 a
75% tomate + 25% morango	26,80 a	39,04 a	15,06 b
50% tomate + 50 % morango	26,47 a	37,23 b	14,22 c
25% tomate + 75% morango	25,98 b	34,06 c	13,41 d
100% morango	25,27 c	28,87 d	13,05 d

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott Knott ($p < 0,05$).

O ângulo hue caracteriza diferentes tonalidades de cor, sendo que 0° corresponde à cor vermelha, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul. Os molhos controle e com 25% de morango apresentaram maior ângulo hue ($39,13^\circ$ e $39,04^\circ$, respectivamente), indicando que estes são menos avermelhados que os demais, uma vez que a polpa de tomate 12-14 $^\circ$ Brix apresentou maior ângulo hue ($37,19^\circ$) que a de morango 12-14 $^\circ$ Brix ($27,10^\circ$), determinando a coloração mais avermelhada ao molho à medida que aumentou a concentração de polpa de morango (Tabela 3). Deste modo, houve uma redução significativa do ângulo hue, com o produto com 100% de morango apresentando valor de $28,87^\circ$, indicando um molho mais avermelhado. Estes resultados são condizentes aos encontrados por Komeilyfard et al. (2017) ao avaliaram o efeito da adição de hidrocolóides em ketchup de tomate, estudo no qual obtiveram resultados para o ângulo hue para o ketchup controle de $36,29^\circ$.

A cromaticidade é definida como sendo a saturação, que indica a intensidade da cor. Com o aumento da concentração de polpa de morango, os molhos apresentaram uma cor menos intensa em relação ao com 100% polpa de tomate (Tabela 3), condizente ao observado para a polpa de morango 12-14 $^\circ$ Brix (16,88) comparada à de tomate (24,61). A presença de polpa de morango contribui para molhos com cores mais escuras e vermelhas, com menor intensidade.

A adição de polpa de morango modificou as propriedades de textura dos molhos (Tabela 4). À medida que a quantidade de polpa de morango foi sendo aumentada, o produto apresentou menor firmeza, consistência, coesividade e índice de viscosidade e, conseqüentemente, maior valor de consistência Bostwick, que é definida pela distância (cm) percorrida em 30 segundos. De acordo com a Tabela 4, o molho com 100% de polpa de tomate (controle) apresentou-se mais firme, coeso e viscoso que os demais molhos, em que os parâmetros de textura foram afetados com a adição crescente de polpa de morango. A textura dos alimentos tem uma influência substancial na percepção da qualidade pelos consumidores.

Tabela 4 - Valores médios de firmeza (g), consistência (g/s), coesividade (g), índice de viscosidade (g/s) e consistência Bostwick (cm/30s) de molhos agrídoces elaborados com polpa de morango e de tomate.

Tratamentos	Firmeza (g)	Consistência (g/s)	Coesividade (g)	Índice de viscosidade (g/s)	Consistência Bostwick (cm/30s)
100% tomate (controle)	55,69 a	1382,76 a	- 35,92 a	- 890,74 a	5,31 c
75% tomate + 25% morango	51,21 b	1274,29 b	- 31,75 b	- 796,51 b	5,75 c
50% tomate + 50 % morango	47,92 c	1193,07 c	- 28,95 c	- 718,00 c	5,94 c
25% tomate + 75% morango	45,56 d	1130,01 d	- 26,79 c	- 652,49 d	6,50 b
100% morango	41,12 e	1016,29 e	- 23,67 d	- 542,81 e	7,31 a

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott Knott ($p < 0,05$).

Os resultados de consistência tiveram diferença significativa entre todos os tratamentos, variando de 1382,67 g/s para o controle até 1016,29 g/s para o molho com 100% de morango (Tabela 4). Estes valores estão dentro da faixa encontrada por Tauferova et al. (2015), utilizando o mesmo modelo de texturômetro do presente trabalho, ao analisarem a consistência de amostras de ketchup provenientes de vários países.

De acordo com Juszczak et al. (2013), o consistômetro Bostwick é largamente usado na indústria para determinar a consistência do ketchup, realizando a medição do comprimento do fluxo (cm) em um determinado período (s). Para os molhos controle e com adição de até 50% de polpa de morango não houve diferença significativa na consistência Bostwick, com valores de 5,31 a 5,94 cm/30s, enquanto o molho com 100% de morango apresentou menor consistência (Tabela 4). Diantom et al. (2017) observaram que um aumento da consistência Bostwick está possivelmente associado a uma modificação estrutural induzida pelo calor de seus componentes (por exemplo, geleificação de pectina), que resultou na formação de uma matriz mais rígida, conferindo maior resistência ao fluxo pela amostra.

No presente estudo, observou-se diferença significativa entre os molhos em relação aos teores de sólidos solúveis, em que houve uma variação de 26,1°Brix a 27,3°Brix (Tabela 5). Esta variação foi decorrente dos parâmetros das polpas usadas, em que os teores de sólidos solúveis foi 12-14°Brix. Além disso, esta diferença pode também ter ocorrido devido a uma maior ou menor evaporação da água do produto durante o preparo. Os parâmetros de sólidos solúveis dos molhos preparados neste estudo estão de acordo com marcas de ketchup comercializadas nos mercados do Egito e na Alemanha (SHAROBA et al., 2005) e ketchups *light* e convencional já existentes no mercado brasileiro (BANNWART et al., 2008), que variaram de 24,36 a 33,35 °Brix e de 10,39 a 33,24 °Brix, respectivamente.

Tabela 5 - Valores médios de sólidos solúveis (°Brix), atividade de água (Aw), pH e acidez titulável (% de ácido cítrico) de molhos agrídoces elaborados com polpa de morango e de tomate.

Tratamentos	Sólidos solúveis (°Brix)	Atividade de água	pH	Acidez titulável (%)
100% tomate (controle)	26,1 c	0,9553 b	3,65 a	1,53 c
75% tomate + 25% morango	26,6 b	0,9601 a	3,60 a	1,44 c
50% tomate + 50 % morango	26,7 b	0,9609 a	3,44 b	1,52 c
25% tomate + 75% morango	27,3 a	0,9569 b	3,27 c	1,74 b
100% morango	27,3 a	0,9580 b	3,15 d	2,31 a

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott Knott ($p < 0,05$).

Na análise de atividade de água houve diferença significativa entre as amostras analisadas, em que a variação foi mínima de 0,9553 a 0,9609 (Tabela 5), estando próximo ao observado por Diantom et al. (2017) em molhos de tomate. A análise de atividade de água (Aw) é importante pois este parâmetro pode favorecer ou dificultar tanto as reações de degradação química quanto o crescimento microbológico nos produtos. A utilização da teoria de barreiras, acidificando o produto, adicionando conservadores, utilizando o tratamento térmico e controlando o pH do produto, além da produção de acordo com as boas práticas de fabricação são suficientes para prevenir o crescimento de patógenos.

Os valores de pH reduziram e, conseqüentemente, os teores de acidez aumentaram significativamente com o incremento da concentração de polpa de morango nos molhos (Tabela 5), visto que esta possui valor médio de pH (3,28) menor que o observado na polpa de tomate (4,24), contribuindo para esta redução do pH observada. O pH é parâmetro importante pois influencia as condições do tratamento térmico para a obtenção de produtos seguros. Os molhos desenvolvidos são classificados como alimentos muito ácidos ($\text{pH} < 4,00$) e, portanto, não há necessidade de passar por tratamento térmico severo, pois este em excesso tende a degradar os compostos bioativos, influenciando a qualidade nutricional do produto.

Prakash et al. (2016) também observaram redução no valor de pH à medida que a concentração de polpa de acerola foi aumentando, ao desenvolver ketchup enriquecido com polpa de acerola. Estes autores observaram valor de pH de 3,76 para o ketchup com 100% de tomate e de 3,25 para o molho elaborado com 100% de polpa de acerola, e teores de acidez de 1,36% a 1,74%, respectivamente.

Em estudo realizado por Anandsynal et al. (2014) em molhos e ketchups comercializados em Bangladesh, os valores de pH variaram entre 3,15 e 4,14. No presente trabalho, os valores de pH variaram de 3,65 para o molho desenvolvido com 100% de tomate até 3,14 para o molho com 100% de polpa de morango.

Ao analisar os teores de acidez titulável dos molhos, nota-se que o molho controle e os com adição de até 50% de tomate não tiveram diferença significativa na acidez, e o molho com 100% de morango apresentou maior acidez (2,31%) devido à característica ácida desta fruta (Tabela 5). Os resultados encontrados para acidez estão próximos aos observados por Sharoba et al. (2005) em ketchups comerciais de tomate adquiridos em supermercados da Alemanha e Egito, que variaram de 0,83% a 1,64%. Bannwart et al. (2008) obtiveram resultados de acidez de 1,49% para amostra de ketchup tradicional comercializado no Brasil – valor bem próximo observado no presente trabalho.

Os molhos elaborados com polpa de morango na sua composição apresentaram maior nota para o atributo cor, não diferindo entre si, apenas em relação ao molho elaborado com 100% de tomate (controle) (Tabela 6) devido à coloração mais avermelhada (Tabela 3).

Tabela 6 - Médias das notas sensoriais para os atributos cor, sabor, consistência e aspecto global de molhos agrídoces elaborados com polpa de morango e de tomate.

Tratamentos	Cor	Sabor	Consistência	Aspecto global
100% tomate (controle)	6,6 b	7,1 a	7,3 a	7,2 a
75% tomate + 25% morango	7,6 a	7,0 a	7,3 a	7,3 a
50% tomate + 50 % morango	7,6 a	7,0 a	7,4 a	7,2 a
25% tomate + 75% morango	7,5 a	6,5 b	7,4 a	6,9 b
100% morango	7,4 a	6,3 b	7,2 a	6,7 b

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott Knott ($p < 0,05$).

De acordo com a Tabela 6, os consumidores não observaram diferença entre a consistência dos molhos, o que difere dos resultados das análises de textura instrumental em que houve diferença significativa entre as amostras. De acordo com Sit et al. (2014), a consistência é um parâmetro importante na determinação da qualidade do ketchup. Se a consistência for muito alta, o ketchup pode não fluir adequadamente do recipiente e, se estiver muito baixo, o ketchup pode não dar a sensação desejada na boca.

O molho elaborado com 100% de tomate (controle) e com até 50% de adição de polpa de morango em substituição à de tomate tiveram as melhores avaliações para os parâmetros de sabor e aspecto global (Tabela 6), não diferindo significativamente, devido provavelmente à menor acidez apresentada em relação aos com 75% e 100% de polpa de morango (Tabela 5).

4. Conclusão

A utilização da polpa de morango na elaboração de molho tipo ketchup é uma boa alternativa para aumentar a concentração de compostos bioativos no novo produto e o potencial antioxidante, sendo um diferencial dos ketchups tradicionais já existentes no mercado. A substituição de até 50% da polpa de tomate pela de morango não alterou o ketchup tradicional, em relação à acidez e à aceitabilidade global e do sabor. Portanto, é viável a elaboração de molhos enriquecidos nutricionalmente com morango.

Referências Bibliográficas

AHN, C. B.; KIM, J. G.; JE, J. I. Purification and antioxidant properties of octapeptide from salmon by product protein hydrolysate by gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v.147, p.78–83, 2014.

ANANDSYNAL; MUMTAZ, B.; MOTALAB, M.; JAHAN, S.; HOQUE, M. M.; SAHA, B. K. Nutritional and microbiological evaluation on sauces and ketchups available in Bangladesh. **International Food Research Journal**, v. 25, n. 1, p. 357-365, 2018.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. In: G. Horwitz, & Latimer (Eds.). (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International, 2005.

BANNWART, G. C. M. C.; BOLINI, H. M. A.; TOLEDO, M. C. F.; KOHN, A. P. C.; CANTANHEDE, G. C. Evaluation of Brazilian light ketchups II: quantitative descriptive and physicochemical analysis. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 107-115, 2008.

BARRINGER, S. A.; AZAM, A. S.; HESKITT, B.; SASTRY, S. Online prediction of bostwick consistency from pressure differential in pipe flow for ketchup and related tomato products. **Journal of Food Processing and Preservation**, 22, 211–220, 1998.

BASU, A.; NGUYEN, A.; BETTS, N. M.; LYONS, T. J. Strawberry as a functional food: an evidence-based review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 6, p. 790-806, 2014.

BOATENG, J.; VERGHESE, M.; WALKER, L.; OGUTU, S. T. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus* spp. L.). **Food Science and Technology (LWT)**, v. 41, p. 1541-1547, 2008.

BONDONNO, N. P.; DALGAARD, F.; KYRO, C.; MURRAY, K.; BONDONNO, C. P.; LEWIS, J. R.; CROFT, K. D.; GISLASON, G.; SCALBERT, A.; CASSIDY, A.; TJØNNELAND, A.; OVERVAD, K.; HODGSON, J. M. Flavonoid intake is associated with lower mortality in the Danish Diet Cancer and Health Cohort. **Nature Communications**, 10, 3651, 2019.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.

CHAVES, V. C.; CALVETE, E.; REGINATTO, F. H. Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivars. **Scientia Horticulturae**, 225, 293-98, 2017.

CHUNG, H. Physicochemical properties and antioxidant activity of commercial tomato ketchup. **Journal of The Korean Society of Food Culture**, v. 30, n. 6, p. 790-796, 2015.

DIANTOM, A.; CURTI, E.; CARINI, E.; VITTADINI, E. Effect of added ingredients on water status and physico-chemical properties of tomato sauce. **Food Chemistry**, 236, 101-108, 2017.

DUTRA, L. F.; SILVA, N. D. G.; DONINI, L. P.; NINO, A. F. P.; SILVA, F. O. X.; VIEIRA, F. C. B. **Protocolos de Micropropagação de Plantas IV – Morangueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documento 345, 2012, 20 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. **Nutrition**, 28, 9-19, 2012.

HAZEWINDUS, M.; HAENEN, G. R. M. M.; WESELER, A. R.; BAST, A. Protection against chemotaxis in the antiinflammatory effect of bioactives from tomato ketchup. **PLoS ONE**, 9, e114387, 2014.

JUSZCZAK, L.; OCZADŁY, Z.; GAŁKOWSKA, D. Effect of modified starches on rheological properties of ketchup. **Food Bioprocess Technol**, v. 6, p. 1251–1260, 2013.

KOMEILYFARD, A.; FAZEL, M.; AKHAVAN, H.; GANJEH, A. M. Effect of Angum gum in combination with tragacanth gum on rheological and sensory properties of ketchup. **Journal of Texture Studies**, v. 48, n. 2, p.114-123, 2017.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. London: CRC, 1999. 387 p.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Sakai, 1998. (Encarte).

PEREIRA, M. P.; TAVANO, O. L. Use of different spices as potential natural antioxidant additives on cooked beans (*Phaseolus vulgaris*). Increase of DPPH radical scavenging activity and total phenolic content. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, p. 337–343, 2014.

PINELA, J.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; FERREIRA, I. C. F. R. Bioactive compounds of tomatoes as health promoters. In: **Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables**, 2016, 2. ed. p. 48-91.

PODOLAK, R.; ENACHE, E.; STONE, W.; BLACK, D. G.; ELLIOTT, P. H. Sources and Risk Factors for Contamination, Survival, Persistence, and Heat Resistance of Salmonella in Low-Moisture Foods. **Journal of Food Protection**, v. 73, No. 10, p. 1919-1936, 2010.

PRAKASH, A.; PRABHUDEV, S. H.; VIJAYALAKSHMI, M. R.; PRAKASH, M.; BASKARAN, R. Implication of processing and differential blending on quality characteristics in nutritionally enriched ketchup (Nutri-Ketchup) from acerola and tomato. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 8, p. 3175-3185, 2016.

SIT, N.; MISRA, S.; BARUAH, D.; BADWAIK, L. S.; DEKA, S. C. Physicochemical properties of taro and maize starch and their effect on texture, colour and sensory quality of tomato ketchup. **Starch/Stärke**, v. 66, p. 294–302, 2014.

SHAROBA, A. M.; SENGE, B.; EL-MANSY, H. A.; BAHLOL, H.; BLOCHWITZ, R. Chemical, sensory and rheological properties of some commercial German and Egyptian tomato ketchups. **European Food Research and Technology**, v. 220, p. 142-151, 2005.

VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEDINA-REMÓN, A.; CASALS-RIBES, I.; ANDRES-LACUEVA, C.; WATERHOUSE, A. L.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Effect of tomato industrial processing on phenolic profile and hydrophilic antioxidant capacity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, p. 154–160, 2012.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816–823, 2008.

TAUFEROVA, A.; TREMLOVA, B.; BEDNAR, J.; GOLIAN, J.; ZIDEK, R.; VIETORIS, V. Determination of Ketchup Sensory Texture Acceptability and Examination of Determining Factors as a Basis for Product Optimization, **International Journal of Food Properties**, 18:3, p. 660-669, 2015.