



Maira Mendonça de Castro

**CARACTERIZAÇÃO DO GEL DE *ALOE VERA* E
APLICAÇÃO NA FORMULAÇÃO DE HAMBÚRGUERES**

LAVRAS

2021

MAIRA MENDONÇA DE CASTRO

**CARACTERIZAÇÃO DO GEL DE *ALOE VERA* E APLICAÇÃO NA
FORMULAÇÃO DE HAMBÚRGUERES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos
Orientadora

**LAVRAS – MG
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Castro, Maira Mendonça de.

Caracterização do gel de *Aloe vera* e aplicação na formulação
de hambúrgueres / Maira Mendonça de Castro. - 2021.

88 p.

Orientador(a): Alcinéia de Lemos Souza Ramos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. *Aloe vera*. 2. Antioxidante. 3. Rótulo limpo. I. Ramos,
Alcinéia de Lemos Souza. II. Título.

Maira Mendonça de Castro

**CARACTERIZAÇÃO DO GEL DE *ALOE VERA* E APLICAÇÃO NA
FORMULAÇÃO DE HAMBÚRGUERES**

**CHARACTERIZATION OF ALOE VERA GEL AND APPLICATION IN THE
FORMULATION OF HAMBURGERS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de agosto de 2021.

Dr. Eduardo Mendes Ramos UFLA
Dr. José Carlos Baffa Júnior UFV

Prof. Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos UFLA
Orientador (UFLA)

**LAVRAS – MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o resultado da dedicação e empenho de diversas pessoas, que atuaram direta e indiretamente nesta pesquisa. Dessa forma, gostaria de iniciar agradecendo a Deus, por sempre estar presente, aos meus pais, por todo suporte, a Rodrigo e família, por todo apoio. Aos professores da Universidade Federal de Viçosa, campus Florestal, os quais foram os primeiros a incentivar a continuação das minhas atividades de pesquisa, especialmente meu orientador de iniciação científica e trabalho de conclusão de curso, José Carlos Baffa Junior. Durante o mestrado tive grande apoio de minha orientadora, Alcinéia, a qual sempre me incentivou a seguir minhas ideias e me ajudou em todas as etapas desse processo. Agradeço também ao Eduardo, por todos os ensinamentos repassados. Foi uma grande oportunidade e um prazer imenso ser orientada e coorientada por vocês. Agradeço muito por tudo que fizeram por mim durante esse período.

Aos colegas do LabCarnes, sou muito grata a todos pela troca constante de conhecimento e apoio neste projeto, em especial ao Thales pelo auxílio constante durante as análises, a Bruna, Luiza, Marcelo, Johnathan, Lorena, Angelica e Mariele, que estiveram comigo desde o início do mestrado. Obrigada por me receberem tão bem e me ajudarem tanto durante esses anos. Aos amigos de Formiga e Florestal agradeço por tudo.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e ao Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA pela oportunidade concedida.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi extração manual do gel de *Aloe vera* (AVG), liofilização do gel (AVL), caracterização AVG e AVL e aplicação AVG em hambúrgueres. Foram conduzidas análises de polifenóis totais, atividade antioxidante, solubilidade, capacidade de retenção de água e óleo, comportamento reológico e textura. Em relação ao efeito do AVG em hambúrguer, avaliaram-se quatro tratamentos: CONT (Sem AVG), AVG2.5%, AVG5% e CONT+ (Sem AVG, com adição de trifosfatos de sódio e eritorbato de sódio), em análises de pH, cor, oxidação lipídica, umidade, gordura, redução de diâmetro e perdas por cocção. Os resultados encontrados para teor fenólico foram $1,37 \pm 0,173$ (AVG) e $512,25 \pm 97,12$ mg de ácido gálico/100g (AVL). Para atividade antioxidante (ABTS), $15,34 \mu\text{M}$ trolox/g de AVL, AVG não apresentou valores significativos. Foram obtidos os valores de $44,24 \pm 3,123$ e $35,62 \pm 4,399$ para a capacidade de retenção de água e retenção de óleo do AVL, respectivamente, o que indica um bom potencial tecnológico. Além disso, foi possível determinar o perfil de textura do gel logo após a extração e estabelecer características relacionadas a viscosidade do liofilizado reidratado. Em relação às pesquisas de mercado realizadas, pode-se verificar que os respondentes têm conhecimento das propriedades e aplicações cosméticas da *Aloe vera*. Por outro lado, a grande maioria desconhece o uso na indústria alimentícia dessa planta, ainda que apresente certo interesse em consumir esse tipo de produto. A pesquisa de mercado com imagens de hambúrgueres com *Aloe vera* na composição mostrou que o uso desse aditivo causou um impacto negativo na intenção de compra. Comparando as amostras adicionadas de AVG (2,5 e 5%) à CONT+, foi registrado um pior desempenho ($p > 0,05$) para parâmetros de estabilidade do processamento térmico (perda de peso, redução de diâmetro e umidade) e oxidação lipídica (TBARs). Entretanto, quando comparadas ao CONT ($1,51 \text{ mg MDA/Kg}$), as amostras com AVG (2,5 e 5%) apresentam valores inferiores de oxidação lipídica ($0,95$ e $0,91 \text{ mg MDA/Kg}$), respectivamente, indicando capacidade antioxidante do AVG.

Palavras-chave: *Aloe vera*; antioxidante; hambúrguer; rótulo limpo.

ABSTRACT

The aim of this work was manual extraction of Aloe vera gel (AVG), gel lyophilization (AVL), AVG and AVL characterization, AVG application in hamburgers. Analyzes of total polyphenols, antioxidant activity, solubility, water and oil retention capacity, rheological behavior and texture were carried out. Regarding the effect of AVG in hamburgers, four treatments were evaluated: CONT (Without AVG), AVG2.5%, AVG5% and CONT+ (Without AVG, with addition of sodium triphosphate and sodium erythorbate), in pH analysis, color, lipid oxidation, moisture, fat, diameter reduction and cooking losses. The results found for phenolic content were 1.37 ± 0.173 (AVG) and 512.25 ± 97.12 mg of gallic acid/100g (AVL). For antioxidant activity (ABTS), $15.34 \mu\text{M}$ trolox/g of AVL, AVG did not show significant values. Values of 44.24 ± 3.123 and 35.62 ± 4.399 were obtained for the water retention capacity and oil retention capacity of the AVL, respectively, which indicates a good technological potential. In addition, it was possible to determine the texture profile of the gel right after extraction and establish characteristics related to the viscosity of the rehydrated lyophilizate. Regarding the market surveys carried out, it can be seen that the respondents are aware of the cosmetic properties and applications of Aloe vera. On the other hand, the vast majority are unaware of the use of this plant in the food industry, although they show some interest in consuming this type of product. Market research with images of burgers with Aloe vera in the composition showed that the use of this additive had a negative impact on purchase intent. Comparing samples of added AVG (2.5 and 5%) to CONT+, a worse performance ($p > 0.05$) was recorded for stability parameters of thermal processing (weight loss, reduction in diameter and moisture) and oxidation lipids (TBARs). However, when compared to CONT (1.51 mg MDA/Kg), samples with AVG (2.5 and 5%) have lower lipid oxidation values (0.95 and 0.91 mg MDA/Kg), respectively, indicating AVG's antioxidant capacity.

Keywords: *Aloe vera*; antioxidant; hamburger; clean label.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 <i>Aloe vera</i>	13
2.1.1 Atividade antioxidante.....	17
2.1.2 Atividade antimicrobiana	19
2.1.3 Aplicações da <i>Aloe vera</i>	20
2.1.4 Métodos de processamento do gel.....	22
2.2 Produtos reestruturados	23
3. METODOLOGIA.....	25
3.1 Obtenção do gel de <i>Aloe vera</i>	25
3.2 Caracterização do gel de <i>Aloe vera</i>	27
3.2.1. Polifenóis totais	27
3.2.2. Atividade antioxidante.....	27
3.2.3. Solubilidade	28
3.2.4. Capacidade de retenção de água e óleo	28
3.2.5. Capacidade e estabilidade de emulsão.....	29
3.2.6. Comportamento reológico	30
3.2.7. Textura.....	30
3.3. <i>Aloe vera</i> : nível de compreensão, percepção dos benefícios e influência no comportamento de compra	30
3.4 Avaliação da intenção de compra de hambúrgueres com gel de <i>Aloe vera</i> baseada na análise conjunta (<i>conjoint analysis</i>)	34
3.5 Avaliação do efeito do gel de <i>Aloe vera</i> em hambúrguer.....	37
3.5.1 pH	39
3.5.2 Cor	39
3.5.3 Oxidação lipídica.....	39
3.5.4 Umidade	40
3.5.5 Retenção de umidade.....	40
3.5.6 Gordura total.....	40
3.5.7 Redução do diâmetro	41
3.5.8 Perdas por cocção	41

3.5.9 Análise Estatística	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Caracterização do gel de <i>Aloe vera</i>	42
4.2 <i>Aloe vera</i> : nível de compreensão, percepção dos benefícios e influência no comportamento de compra	48
4.3 Avaliação da intenção de compra utilizando conjoint analysis	51
4.4. Avaliação do efeito do gel de <i>Aloe vera</i> em hambúrguer.....	57
4.4.1 pH	57
4.4.2 Cor	58
4.4.3 Oxidação lipídica TBARs.....	63
4.4.4 Estabilidade ao processamento térmico.....	67
5. CONCLUSÃO.....	69
6. REFERÊNCIAS	71

Figuras

Figura 1 - <i>Aloe vera</i> situada no Horto das Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras.	13
Figura 2 - Corte transversal na folha de <i>Aloe vera</i>	14
Figura 3 - Composição química do gel de <i>Aloe vera</i> em base seca.....	15
Figura 4 - Fluxograma de obtenção do gel de <i>Aloe vera</i>	26
Figura 5 - Fotografia dos tratamentos apresentadas aos participantes. (a) Hambúrguer gourmet, sem <i>Aloe vera</i> e sem informações nutricionais; (b) Hambúrguer gourmet, sem <i>Aloe vera</i> e com informações nutricionais; (c) Hambúrguer gourmet, com <i>Aloe vera</i> e sem informações nutricionais; (d) Hambúrguer gourmet, com <i>Aloe vera</i> e com informações nutricionais; (e) Hambúrguer tradicional, sem <i>Aloe vera</i> e sem informações nutricionais; (f) Hambúrguer tradicional, com <i>Aloe vera</i> e sem informações nutricionais; (g) Hambúrguer tradicional, sem <i>Aloe vera</i> e com informações nutricionais; (h) Hambúrguer tradicional, com <i>Aloe vera</i> e com informações nutricionais.	36
Figura 6 - Comportamento reológico de soluções de <i>Aloe vera</i> com diferentes concentrações.....	45
Figura 7 - Porcentagem de resposta dos avaliadores em relação a utilização de produtos com <i>Aloe vera</i> na composição.....	49
Figura 8 – Resposta dos avaliadores em relação a pergunta: “Você consumiria algum produto alimentício com <i>Aloe vera</i> /Babosa na composição? Qual o motivo?”	50
Figura 9 - Comportamento da cor durante o armazenamento (4°C) dos hambúrgueres	59
Figura 10 – Hambúrgueres após 6 dias de estocagem refrigerada em embalagem permeável a oxigênio.....	60
Figura 11 - Oxidação lipídica como índice TBARs (mg MDA / Kg) de modelo de carne moída reestruturada formulado com 2,5 e 5% de gel de <i>Aloe vera</i> AVG, e controle positivo adicionado de fosfatos sintéticos (STP 0,3%) e eritorbato (700ppm), durante 6 dias de armazenamento de embalagem permeável ao O ₂ de EPS-PVC O ₂ refrigerado (4 ± 2 ° C). Barras representam o erro padrão	63
Figura 12 - Oxidação lipídica como índice TBARs (mg MDA / Kg) de modelo de carne moída reestruturada formulado com 2,5 e 5% de gel de <i>Aloe vera</i> AVG, e controle positivo adicionado de fosfatos sintéticos (STP 0,3%) e eritorbato (700ppm), durante 6 dias de armazenamento de embalagem permeável ao O ₂ de EPS-PVC O ₂ refrigerado (4 ± 2 ° C), obtidos após cozimento. Barras representam o erro padrão	64

Tabelas

Tabela 1- Perguntas direcionadas a caracterização do respondente	32
Tabela 2 - Perguntas direcionada compreensão do nível de conhecimento dos respondentes envolvendo <i>Aloe vera</i>	33
Tabela 3 - Perguntas direcionada percepção dos benefícios e influência no comportamento de compra dos respondentes	34
Tabela 4 - Descrição dos tratamentos utilizados no estudo de pesquisa de mercado.....	35
Tabela 5- Tratamentos para avaliação do efeito do gel de <i>Aloe vera</i> em hambúrguer ..	38
Tabela 6 - Resultados para as análises de Teor de Fenólicos, ABTS, Capacidade de retenção de água e óleo.....	42
Tabela 7 - Avaliação das propriedades emulsificantes do liofilizado de <i>Aloe vera</i> em diferentes temperaturas*	44
Tabela 8 - Resultados da análise de viscosidade de AVL liofilizados reidratados e AVG in natura	46
Os valores médios encontrados para as amostras de gel de <i>Aloe vera in natura</i> estão apresentados na Tabela 9.....	47
Tabela 9 – Perfil de textura de gel de <i>Aloe vera</i> in natura.....	47
Tabela 10 - Descritores dos grupos de consumidores e seu perfil de consumo de hambúrguer.....	52
Tabela 11 – Resultados das análises agregadas para os grupos formados (análise com 7 grupos).....	55
Tabela 12 - Teste de Tukey para análise de pH dos hambúrgueres	57
Tabela 13 - Teste de Tukey para análise de pH dos hambúrgueres	57
Tabela 14 - Média dos valores dos índices de vermelho (a*) e ângulo de tonalidade (h) da cor na superfície dos hambúrgueres (refrigerados) nos diferentes tratamentos.....	61
Tabela 15 - Teste de Tukey para análise de cor dos hambúrgueres.	61
Tabela 16 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para TBAR's	63
Tabela 17 – Média dos resultados obtidos nas análises de retenção de umidade e redução de diâmetro para os diferentes tratamentos.....	67
Tabela 18 – Resultados dos parâmetros de cor para os hambúrgueres	85
Tabela 19 – Resultados pH antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres	86
Tabela 20 – Resultados de oxidação lipídica pelo método TBARs antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres.....	86

Tabela 21 – Resultados de umidade antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres	87
Tabela 22- Resultados análise antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres	87

1. INTRODUÇÃO

Atualmente muitos consumidores buscam por produtos de alta qualidade e sem conservantes sintéticos, logo há um aumento da demanda por formas naturais de preservar os produtos. O conceito de “*Clean label*” é uma tendência nos gêneros alimentícios, inclusive na área de carnes, podendo ser traduzido como “rótulo limpo”.

Devido a essa crescente popularidade de alimentos livres de aditivos, novas fontes de compostos naturais com atividade antioxidante têm sido procuradas. Numerosos estudos confirmam os altos níveis de eficácia de alguns materiais vegetais na redução da rancidez lipídica oxidativa, como chás, cafés, babosa, ervas e especiarias.

A *Aloe vera*, popularmente conhecida como babosa, é uma planta que possui atividades antimicrobiana, antifúngica, anti-inflamatória, antiviral e antioxidante. É comumente difundida no país, mas sua utilização encontra-se restrita à área farmacêutica e às indústrias de cosméticos e de produtos de higiene pessoal.

No Brasil não há relatos de produtos alimentícios à base de *Aloe vera* aprovados pela Anvisa, pois as evidências científicas encaminhadas foram consideradas insuficientes para comprovar a segurança de uso. Entretanto, em diversos países essa planta tem sido adicionada como ingrediente funcional em bebidas, iogurtes, geleia, leite, gelados, doces, biscoitos, dentre outros alimentos.

Seguindo essas tendências, o gel de *Aloe vera* também já foi testado em forma de revestimentos comestíveis em frutas, a fim de prolongar sua vida útil, e como conservante funcional, antioxidante natural e extensor funcional em alguns produtos cárneos, como empanados e hambúrgueres. No entanto, ainda há poucas evidências científicas sobre o uso de gel de *Aloe vera* fresco em produtos cárneos e seus efeitos sobre qualidade, aceitabilidade e estabilidade de armazenamento. Dessa forma, torna-se interessante observar a viabilidade de incorporação do gel de *Aloe vera* nesse tipo de matriz alimentar e avaliar sua influência no produto. Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo a extração do gel de *Aloe vera*, liofilização, caracterização e avaliação da sua aplicação em hambúrgueres como conservante, além de pesquisas de mercado e intenção de compra envolvendo produtos com *Aloe vera* na composição.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Aloe vera*

As plantas *Aloe* pertencem ao gênero *Aloe sp.*, nativo da África, contendo mais de 500 espécies diferentes, as quais variam de 30 mm a 15 m de altura e são mais ou menos suculentas. As espécies mais populares são: *Aloe barbadensis Miller (Aloe vera)*, *Aloe arborencens* e a *Aloe chinensis*. Entre estas, a *Aloe vera* é a planta de maior interesse, sendo considerada a espécie biologicamente mais ativa (REYNOLDS, 1985; BOZZI et al., 2007). Atualmente essa planta encontra-se distribuída pela Ásia, África e outras partes tropicais do mundo (SALEEM et al., 1997).

A *Aloe vera* (Figura 1) é uma erva tropical ou subtropical, monocotiledónea, quase séssil e perene. Suas flores são tubulares, de cor amarela com 25-35 cm de comprimento. Possui folhas simples, triangulares e alcançam entre 30 cm a 50 cm de comprimento e 10 cm de largura na base, são grossas, manchadas, carnudas e com dentes espinhosos nas margens (SILVA et al., 2010).

Figura 1 - *Aloe vera* situada no Horto das Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras.



Fonte: Do autor (2021).

Da planta podem ser obtidos dois produtos: Aloe látex e Aloe gel. Na Figura 2 é ilustrado o corte transversal de uma folha de *Aloe vera*, onde é possível observar o Aloe gel (tecido mucilaginoso transparente no interior das folhas) e o Aloe látex (líquido amarelo).

Figura 2 - Corte transversal na folha de *Aloe vera*.



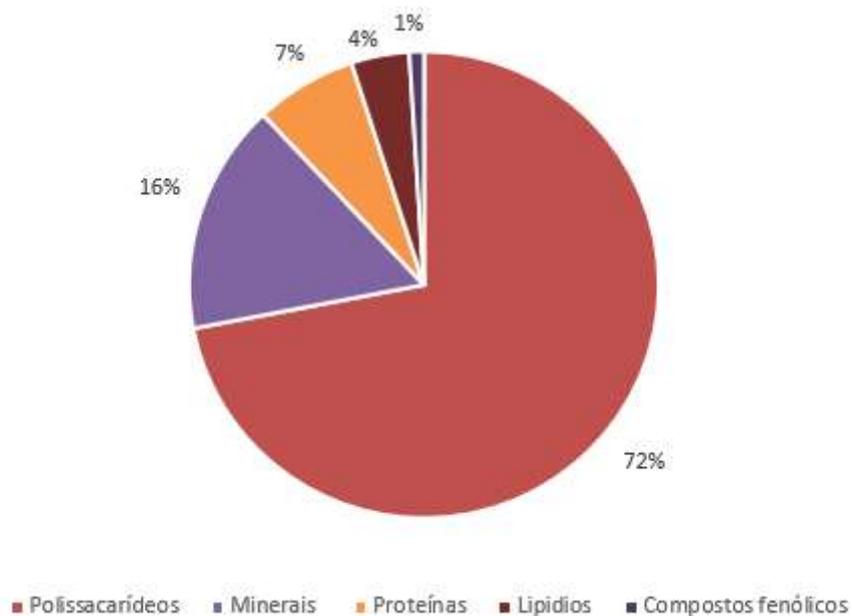
Fonte: Do autor (2021).

O *Aloe látex*, ou suco de *Aloe*, consiste em um exsudato amarelo e de gosto amargo, o qual escorre das folhas após o corte. Os principais constituintes do látex são derivados de hidroxiantraceno (15 a 40%), como os glicosídeos de antraquinona aloína A e B (SACCÙ et al., 2001). Os principais compostos ativos foram identificados como sendo a aloína e aloe-emodina (TIAN; HUA, 2005), sendo que a aloína apresenta efeitos anti-inflamatórios e laxantes *in vivo* (CHANG et al., 2006). Outros compostos presentes são as cromonas, da classe dos fenólicos, como aloesin e a aloeresin A, que possuem atividades anti-inflamatórias e antibióticas (VEGA-GALVEZ et al., 2005).

Aloe gel é o gel incolor contido na parte interna das folhas frescas (REYNOLDS, 1985), e consiste principalmente de água (> 98%) e polissacarídeos, como pectinas, celulose, hemicelulose, glucomanano, acemanano e derivados de manose (LEE et al., 2001). Além disso, possui ácidos e sais orgânicos, enzimas (lipases e proteases),

saponinas, polifenóis, vitaminas (A, B e C), aminoácidos e diversos minerais (BOUDREAU; BELAND, 2006; DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ et al., 2012). A composição em base seca do gel de *Aloe* está representada na Figura 3. Acemanano é considerado o principal componente funcional de *Aloe vera*, sendo composto por uma longa cadeia de manose acetilada (LEE et al., 2001).

Figura 3 - Composição química do gel de *Aloe vera* em base seca.



Fonte: NI et al. (2004).

Três componentes estruturais da polpa (a parede celular, as micropartículas e o gel) foram isolados. Identificou-se que a parede celular é rica em ácido galacturônico, as micropartículas em galactose e o gel líquido em acemanano. Os altos valores existentes de ácido galacturônico na parede celular sugerem um elevado nível de substâncias pécnicas ou pectina, acarretando na possibilidade de apresentar efeito na diminuição do colesterol (NI et al., 2004).

Tradicionalmente, em muitos países, o gel de *Aloe vera* é usado tanto por via tópica, para o tratamento de feridas, pequenas queimaduras e irritações da pele, quanto por via oral, para tratar tosse, úlcera, diabetes, dores de cabeça, artrite e deficiências do sistema imunológico (ESHUN; HE, 2004).

A atividade fisiológica dos polissacarídeos de *Aloe vera* tem sido amplamente relatada. Mucopolissacarídeos são um grupo especial de polissacarídeos em *Aloe*. Estes compostos orgânicos químicos pertencem a glicosaminoglicanos, que têm várias funções no organismo. Eles protegem as paredes do estômago e do duodeno do efeito digestivo da pepsina, ativam a barreira protetora da mucosa através da estimulação da secreção de muco e reduzem a suscetibilidade a alergias e irritações. Apresentam influência positiva no fluxo de sangue e linfa, prevenindo a formação de celulite, além de hidratarem a pele pela retenção de água (HEŞ et al., 2019).

Ácido hialurônico, heparina e acemanano são os principais mucopolissacarídeos encontrados na *Aloe vera*, porém entre eles o acemanano é o mais abundante. Tem uma longa cadeia de carbono, composta principalmente por ácidos urônicos e amino-açúcares. Apresenta propriedades bactericidas, antivirais e fungicidas. É também responsável pelas reações imunes do organismo e um dos mais fortes imunomoduladores de origem vegetal. Acemanano ativa macrófagos que ligam e destroem microrganismos. Além disso, acumula-se nas membranas celulares, onde faz uma barreira protetora específica e, conseqüentemente, aperta as paredes celulares, como resultado inibe a absorção de toxinas do intestino para o sistema cardiovascular. Também ajuda a regeneração da microbiota bacteriana natural. Esse polissacarídeo garante o fluxo normal de sangue e linfa e troca de gases nos alvéolos. Mantém a umidade ideal nas cartilagens e facilita a absorção de nutrientes e água em tratos alimentares (DAVIS et al., 1988; KAUFMAN et al., 1989; VISUTHIKOSOL et al., 1995; DJERABA; QUERE, 2000; PUGH et al., 2001; TEPLICKI et al., 2018; HEŞ et al., 2019).

Outros polissacáridos identificados na polpa de *Aloe vera* foram galactanos, substâncias pécicas e polissacáridos contendo ácido glicurônico, fucose, arabinose, xilose e *rhamnose*, os quais possuem atividade antiviral, antibacteriana, anti-inflamatória, imunoestimulante, proteção contra a radiação e antitumoral, que se acredita resultar da sua capacidade de ativar macrófagos e células T (NI et al., 2004; TAI-NIN CHOW et al., 2005). Além disso, a lectina, outro composto presente, apresenta atividade mitogênica e para cicatrização de feridas (CHOI et al., 2001; CHOI; CHUNG, 2003).

O carboidrato que se apresenta em maior quantidade no gel, manose-6-fosfato, demonstrou ter propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes de feridas (DAVIS et al., 1994). Além disso, várias glicoproteínas presentes no gel de *Aloe vera* têm sido relatadas como antitumorais e com efeitos antiúlcera e para aumentar a proliferação de células

dérmicas humanas (YAGI A FAU - TSUNODA et al.; YAGI et al., 1997; YAGI et al., 1998; CHOI et al., 2001).

Embora muitos dos efeitos dos extratos de *Aloe vera* terem sido atribuídos aos polissacarídeos encontrados no gel, acredita-se que estas atividades biológicas devem ser atribuídas a ação sinérgica dos compostos, em vez de uma única substância química (HAMMAN, 2008).

Importante salientar que a composição do gel pode variar dentro de uma mesma espécie em decorrência do clima, região, método de processamento, tempo de colheita e condições de crescimento da planta (TAI-NIN CHOW et al., 2005). Os níveis de polissacarídeos, por exemplo, são menores nas plantas bem irrigadas (RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ et al., 2011).

2.1.1 Atividade antioxidante

Antioxidantes são compostos que são capazes de diminuir ou prevenir a oxidação de outra substância. Esses compostos combatem a ação de radicais livres no organismo, evitando que eles afetem a molécula de DNA, oxidem aminoácidos ou ácidos graxos nas membranas plasmáticas, o que provocaria sérios danos nas células (BRAVO, 1998; BEARA et al., 2009).

Os radicais livres são moléculas instáveis e muito reativas, as quais possuem um ou mais elétrons desemparelhados. Essas moléculas estão relacionadas a síntese de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, entre outros. Mas em excesso ou na ausência de antioxidantes, acarretam no estresse oxidativo, o que altera funções fisiológicas normais do organismo, podendo provocar uma série de doenças e envelhecimento (LI et al., 2007).

Além disso, os radicais livres podem interferir na qualidade sensorial e nutricional dos alimentos, visto sua capacidade de oxidar óleos e gorduras. Os antioxidantes podem ser compostos enzimáticos produzidos no organismo ou compostos não enzimáticos, como algumas vitaminas, minerais, carotenoides e compostos fenólicos, encontrados principalmente em vegetais e frutas (BARREIROS et al., 2006; MOURA, 2016).

Os polifenóis são conhecidos devido a suas propriedades antioxidantes, além do seu papel na prevenção de várias doenças associadas ao estresse oxidativo, como câncer, doenças cardiovasculares, neurodegeneração e diabetes. Os polifenóis antioxidantes identificados em maior concentração no gel de *Aloe vera* foram ácido benzóico, ácido p-

toluico, ácido p-cumárico, ácido p-salicílico, ácido protocatecuico, ácido hidroxifenilacético, ácido ferúlico, aloe emodina e ácido vanílico. Os benefícios de proteção dos polifenóis para a saúde acontecem principalmente através de uma combinação de efeitos e/ou sinergia entre os compostos individuais. Sendo assim, os compostos polifenol/fenólicos identificados em concentrações mais baixas podem também ser essenciais para o efeito antioxidante. Além disso, os indóis e os alcaloides identificados também possuem atividades antioxidantes. Os fitoesteróis são outro grupo de compostos que são conhecidos por seus benefícios para a saúde, dentro dos identificados no gel de *Aloe* o β -sitosterol apresentou as maiores concentrações (NEJATZADEH-BARANDOZI, 2013).

A capacidade antioxidante demonstrada pelo gel fresco de *A. vera* também pode ser relacionada a quantidade das vitaminas C e E (cerca de 130mg/100g e 0,2mg/100g, respectivamente), uma vez que ambas agem como sequestradores de radicais livres produzidos durante as reações de oxidação (MIRANDA et al., 2009).

Jairath et al. (2016) compararam o potencial antioxidante *in vitro* e *in vivo* do extrato de casca de maçã (APE) e do gel de *Aloe vera* (AVG). Os resultados demonstraram que o 3% AVG e o 3% APE têm potencial efeito antioxidante tanto no sistema *in vitro* quanto *in vivo* e, portanto, podem ser utilizados para prolongar a vida útil de bolinhos de carne de cabra. O AVG provou ser um melhor antioxidante em termos de alterações mínimas em todos os parâmetros e por apresentar melhores atributos relacionados a qualidade sensorial e estabilidade de cor. Em um estudo realizado por Kang et al. (2014), o potencial antioxidante *in vitro* e *in vivo* de um polissacarídeo isolado do gel de *Aloe vera* foi comprovado utilizando o *zebra fish* como modelo.

Além disso, é importante destacar que o estágio de crescimento da planta desempenha papel crucial na composição e atividade antioxidante. As concentrações de polissacarídeo e flavonoides das folhas inteiras de *Aloe vera* de diferentes idades foram determinadas e suas atividades antioxidantes foram avaliadas em comparação ao butil hidroxitolueno (BHT) e α -tocoferol pelo método de eliminação de radicais DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) e pelo sistema de ácido linoleico. Concluiu-se que *Aloe vera* com três anos de idade continha níveis significativamente mais altos de polissacarídeos e flavonoides do que *Aloe vera* de dois e quatro anos de idade. Não foram encontradas diferenças significativas nos níveis de flavonoides entre a planta de três e quatro anos de idade. A atividade antioxidante dos extratos das folhas inteiras de *Aloe vera* e compostos de referência seguiu a ordem: *Aloe vera* de três anos > BHT > *Aloe vera* de quatro anos

de idade > α -tocoferol > *Aloe vera* de dois anos de idade. O extrato de três anos exibiu a atividade de eliminação de radicais em 72,19%, maior que a de BHT (70,52%) e α -tocoferol (65,20%) (HU et al., 2003).

2.1.2 Atividade antimicrobiana

Saks; Barkai-Golan (1995) observaram atividade antifúngica da polpa de *Aloe vera* em relação a quatro espécies comuns de fungos encontradas na pós-colheitas de frutas: *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, e *Alternaria alternata*; sendo que *P. digitatum* e *A. alternata* foram as mais sensíveis. Jasso de Rodríguez et al. (2005) notaram atividade da polpa em relação ao fungo *F. oxysporum*.

Uma proteína isolada e purificada de 14 kDa do gel de folhas de *Aloe vera* apresentou potente atividade antifúngica contra *Candida parapsilosis*, *Candida krusei* e *Candida albicans*. Além disso, essa mesma proteína também demonstrou propriedade anti-inflamatória contra lipoxigenase pura e ciclooxigenase-2 (DAS et al., 2011). Em outro estudo, o extrato aquoso e o etanólico do gel inibiram o crescimento de *Candida albicans* (MBAJIUKA et al., 2014).

As propriedades antimicrobianas do gel de *Aloe barbadensis Miller* foram testadas em relação as bactérias: *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), *Enterobacter cloacae* e *Enterococcus bovis*. Todas as técnicas testadas demonstraram que *Aloe vera* tem um efeito antimicrobiano em relação a esses microrganismos (HABEEB et al., 2007).

Em relação ao extrato de acetona usando o gel de *Aloe vera*, notou-se maior atividade contra *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli* quando comparado ao extrato aquoso ou etanólico (NEJATZADEH-BARANDOZI, 2013).

Pandey e Mishra (2010) compararam a ação antibacteriana do extrato aquoso e etanólico produzido a partir do gel juntamente com o látex de *Aloe vera* e obtiveram halos de inibição para *S. aureus*, *E. coli*, sendo os melhores resultados encontrados no extrato etanólico. Em outro experimento, o extrato aquoso e o etanólico do gel inibiram o crescimento de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (MBAJIUKA et al., 2014).

Extratos de etanol e metanol do gel de *Aloe vera* apresentaram maior atividade enquanto o extrato de acetona apresentou menor ou nenhuma atividade contra a maioria dos patógenos testados *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus*

subtilis, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* e *Klebsiella pneumoniae*. As frações que exibiram atividade antibacteriana máxima no gel foram identificadas como pirocatecol, ácido cinâmico, ácido p-cumárico e ácido ascórbico. O pirocatecol é um fenol hidroxilado, conhecido por ser tóxico para microrganismos. Além disso, os fenólicos também atuam desnaturando proteínas e rompendo as membranas celulares. Sugere-se que o ácido cinâmico inibe a captação de glicose e a produção de ATP nas células em repouso das bactérias. É relatado que o composto aumenta a fase de *lag* e é capaz de inibir a atividade enzimática dos microrganismos. O ácido ascórbico pode inibir microrganismos interferindo com suas membranas celulares, atividade enzimática ou mecanismos genéticos (LAWRENCE et al., 2009).

2.1.3 Aplicações da *Aloe vera*

A *Aloe vera* é amplamente utilizada na indústria dos cosméticos e de produtos de higiene pessoal, como material de base na produção de cremes, loções, sabonetes, xampus, produtos de limpeza facial, entre outros. Em relação a indústria farmacêutica, tem sido utilizada em pomadas, preparações em gel, comprimidos e cápsulas. Uma propriedade farmacêutica importante tanto para o gel de *Aloe vera* como para extratos da folha inteira consiste em sua capacidade de melhorar a biodisponibilidade de vitaminas, sendo assim, podendo ser utilizado em conjunto com medicamentos que possuem baixa absorção por via oral. Além disso, a *Aloe vera* tem sido utilizada como um recurso de alimento funcional especialmente para a preparação de bebidas saudáveis que contém o gel de *Aloe vera*, além de comprimidos, iogurtes, geleia, leite, gelado, doces, biscoitos, etc. (HE et al., 2005; HAMMAN, 2008).

O gel de *Aloe vera* também foi testado em forma de revestimentos comestíveis com o objetivo de melhorar a aparência, atuar como barreira durante o processamento, manuseamento e armazenamento, aumentando desta forma a vida útil do alimento, retardando a deterioração e melhorando a sua qualidade (MARTÍNEZ-ROMERO et al., 2006). Os polissacarídeos de *Aloe* agem atuando como uma barreira à umidade e oxigênio que são os principais agentes de deterioração de frutas e legumes (MISIR et al., 2019).

Verificaram-se trabalhos de utilização do gel como material de revestimento em algumas frutas, como: uvas (SERRANO et al., 2006), cerejas (MARTÍNEZ-ROMERO et al., 2006), nectarinas (AHMED; SINGH; KHAN, 2009), mangas (DANG; SINGH; SWINNY, 2008), blueberry (VIEIRA et al., 2016), morangos (NASRIN et al., 2017), pêssego e ameixa (GUILLÉN et al., 2013), entre outras.

Recentemente, algumas pesquisas exploraram a utilização de *Aloe vera* em produtos cárneos. Bhat; Kumar e Kumar (2015) objetivaram explorar o potencial de *Aloe vera* como uma nova fonte de antioxidante natural e conservante nos alimentos e avaliaram seu efeito sobre a qualidade durante o armazenamento de empanados de frango embalados aerobicamente. A polpa de *Aloe vera* foi incorporada em várias concentrações (0, 5, 10 e 15%), substituindo a carne magra na formulação. Concluíram que polpa de *Aloe vera* (10%) possui potencial de uso como antioxidante natural, sem interferências nas características sensoriais e no valor nutritivo do produto cárneo em questão. Além disso, apresentou aumento do teor de umidade, estabilidade da emulsão e rendimento de cozimento, em comparação com empanados sem adição de *Aloe vera*.

Estudos similares realizados por Rajkumar et al. (2016) exploraram a possibilidade de usar o *Aloe vera* gel fresco em empanados de carne de cabra com 0%, 2,5% e 5% de AVG em substituição à carne. A *Aloe vera* reduziu a oxidação lipídica e o crescimento microbiano de psicrotóxicos durante o armazenamento. Portanto, a adição de gel de *Aloe vera* em até 2,5% poderia ser utilizado para melhoria da qualidade de empanados de carne de caprinos sem afetar a textura, valores sensoriais e nutritivos.

Shahrezaee et al. (2018) objetivaram avaliar o pó de gel de *Aloe vera* (AGP) como conservante natural e funcional para prolongar a vida útil de empanados de frango armazenada sob refrigeração. Dessa forma, adicionaram 0, 1,5, 2,5 e 3,5% de AGP à massa de frango e a nuggets semicozidos. Também determinaram as concentrações inibitórias mínimas de AGP em *Salmonella enteritidis* e *E. coli O157: H7*, as quais foram 2,50% (p/v) e 2,45% (p/v), respectivamente. Além disso, AGP não apresentou efeitos negativos na textura e propriedades sensoriais dos produtos. A adição de 3,5% nos empanados de frango reduziu a contagem de coliformes totais em comparação ao controle durante 14 dias de armazenamento a 4 °C.

Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani (2015) avaliaram os efeitos de 0%, 1%, 3% e 5% de *Aloe vera* em pó na qualidade de hambúrgueres de carne bovina, analisando as alterações nos parâmetros de cozimento, oxidação lipídica e textura durante 7 dias de armazenamento refrigerado. A *Aloe vera* contribuiu para diminuir a perda durante o

cozimento e redução de diâmetro nos hambúrgueres. O aumento das concentrações de *Aloe vera* levou a melhorias na absorção de água e textura desse produto, bem como a sua estabilidade lipídica. A concentração de 3% levou a maior aceitabilidade do produto para os consumidores. Dessa forma, *Aloe vera* atuou como um hidrocoloide e melhorou a qualidade desse produto.

2.1.4 Métodos de processamento do gel

Os polissacarídeos encontrados no gel de *Aloe* não são estáveis, especialmente sob condições que envolvem calor, presença de substâncias ácidas e enzimas. Dessa forma, a estabilização do gel é uma etapa necessária para a produção, visando evitar a degradação dos polissacarídeos e a manutenção da atividade biológica natural do gel (TURNER et al., 2004).

A secagem com ar quente é o método mais utilizado na desidratação de alimentos, e seu objetivo consiste basicamente na remoção da água, visando reduzir a possibilidade de degradação microbiana (VEGA-GÁLVEZ et al., 2009). A temperatura de secagem ao ar quente pode induzir no gel de *Aloe vera* a oxidação, perda de cor, encolhimento, perda de textura e de propriedades nutricionais e funcionais, sendo que a perda crescente de nutrientes foi registrada em temperaturas entre 80 °C e 90 °C. Em relação a amostras reidratadas posteriormente, notou-se uma perda de vitamina C superior a 70% comparado ao gel fresco. Além disso, observou que todas as amostras exibiram atividade antioxidante, embora decrescente com o aumento da temperatura. Dessa forma, sugere que a temperatura de secagem seja entre 60 °C e 70 °C (MIRANDA et al., 2009).

A atividade biológica não é afetada quando o gel é aquecido a 65 °C por períodos inferiores a 15 minutos. Sendo assim, o melhor método de conservação seria uma pasteurização que combine temperatura elevada com pequenos períodos, de 1 a 3 minutos. Em seguida, o gel deve ser rapidamente resfriado para 5 °C ou menos. A operação de concentração deve ser conduzida após o tratamento térmico. Utilizam-se vácuo e temperaturas menores que 50 °C, por um tempo máximo de 2 minutos (RAMACHANDRA; RAO, 2008).

A liofilização consiste no congelamento do material e posterior remoção da água na forma de vapor, resultando em um produto com estrutura porosa. A liofilização é o método mais comum de produção do pó de *Aloe vera*, pois não acarreta na perda dos

polissacáridos de elevado peso molecular que fazem parte da composição dessa planta (NINDO et al., 2019).

A desidratação osmótica é um processo que pode ser utilizado como pré-tratamento, que depende do fenômeno da difusão da umidade de materiais alimentares por imersão em uma solução hipertônica. Vários tipos de agentes osmóticos, tais como glicose, xarope de milho, cloreto de sódio, concentrados de amido, frutose e sacarose, são usados de acordo com o produto. A desidratação osmótica é geralmente seguida por outros métodos de secagem, como secagem ao ar, liofilização, etc., para produzir um produto final de melhor qualidade (AHMED et al., 2016). Em relação a *Aloe vera*, notou-se que esse processo de desidratação osmótica acarretou no encolhimento das células, plasmólise e dobra nas paredes celulares (GARCÍA-SEGOVIA et al., 2010).

No mercado, pode ser encontrada uma grande variedade de óleos produzidos a partir de *Aloe vera*, utilizando a técnica de prensagem a frio, cujos produtos são destinados ao uso como cosmético.

2.2 Produtos reestruturados

De acordo com o *Brasil Food Trends 2020* (BFT, 2020), as tendências alimentares englobam: sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, sustentabilidade e ética. Baseado nisso é possível afirmar que os consumidores se apresentam preocupados com a saúde, buscando cada vez mais alimentos que possuam apelo saudável. Além disso, visto o estilo de vida agitado da maioria dos brasileiros, a conveniência e praticidade na alimentação é essencial. Dessa forma, um grande desafio da indústria de alimentos consiste em desenvolver produtos que envolvam simultaneamente essas duas tendências, “saudabilidade e bem-estar” e “conveniência e praticidade”, entretanto, sempre prezando pela “sensorialidade e prazer”.

Sendo assim, é evidente que a demanda por produtos de rápido preparo tem aumentado a cada dia, em função do ritmo de vida da população. Tal condição é evidenciada pelo maior consumo de produtos industrializados, dentre eles o hambúrguer (OLIVEIRA et al., 2013).

Segundo o levantamento do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), empreendimentos especializados em hambúrguer se destacaram entre os mais lucrativos do setor “Alimentação e Bebidas” em 2017. Segundo a Associação Brasileira de Franchising (ABF), as redes de franquias de hamburguerias cresceram mais

de 30% em três anos. Em 2014 eram 36 marcas e em 2016 eram 47. Em 2017 elas movimentaram R\$ 700 milhões. Somente em São Paulo, essa modalidade de restaurante cresceu 575%, entre 1994 e 2014, apontam dados publicados pelo Instituto de Gastronomia (IGA).

O Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 (BRASIL, 2017), do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, define hambúrguer como o produto cárneo obtido de carne moída das diferentes espécies animais, com adição ou não de ingredientes, moldado na forma de disco ou na forma oval e submetido a processo tecnológico específico.

De acordo com o Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000 (BRASIL, 2020), do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, o hambúrguer é um produto cárneo industrializado, obtido de carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Trata-se de produto cru, semifrito, cozido, frito, congelado ou resfriado, conforme sua classificação. Ingredientes como água, sal, gorduras e proteínas animais e/ou vegetais, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas, especiarias, além de vegetais e queijos, podem ser adicionados à formulação. Além disso, o produto deve atender aos seguintes requisitos físico-químicos: 23% gordura (máxima); 15% proteína (mínima); 3,0 % carboidratos totais; teor de cálcio (máximo base seca) 0,1% em produto cru e 0,45% em produto cozido. Em relação a proteína não-cárnica, a legislação permite a adição máxima de 4% na forma agregada.

Neste estudo, pretende-se utilizar o gel de *Aloe vera* em substituição ao conservante. Espera-se a atuação desse gel como extensor, conservante, hidrocoloide e antioxidante em bifes de hambúrguer.

Sendo que hidrocoloides são definidos como polímeros de cadeia longa de polissacarídeos e proteínas, apresentando como característica total ou parcial solubilidade em água. Na indústria de alimentos são utilizados como aditivos alimentares, com o objetivo de espessar e/ou gelificar soluções aquosas, estabilizar espumas, substituir gordura, entre outros (SAHA; BHATTACHARYA, 2010).

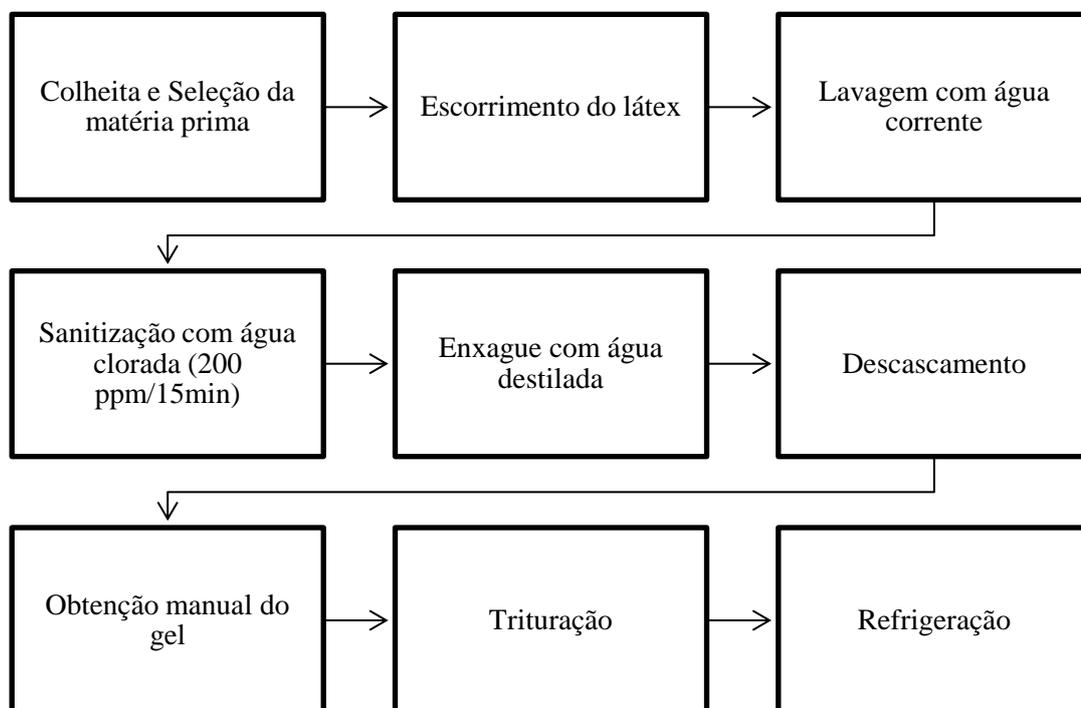
3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado nos laboratórios do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, sendo dividido em três etapas: 1) obtenção e caracterização do gel liofilizado de *Aloe vera*; e 2) pesquisas de mercado e intenção de compra e 3) aplicação do gel obtido na formulação de hambúrgueres.

3.1 Obtenção do gel de *Aloe vera*

Coletaram-se as folhas de *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil (latitude 21° 14' 43" sul e longitude 44° 59' 59" oeste, altitude de 919 metros). Os espécimes vegetais foram colhidos aleatoriamente durante a primavera e o verão de 2020/2021 em três épocas distintas, com o objetivo de representar as alterações da composição química que podem ocorrer naturalmente nas plantas.

Inicialmente as folhas frescas da *Aloe vera* (AV) foram lavadas em água corrente (para eliminar sujidades) e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio 200 ppm. Para escorrer o látex, foram cortadas e posicionadas verticalmente em um béquer por 1 hora. Em seguida, as folhas de AV foram descascadas, o gel foi retirado manualmente com auxílio de uma faca, triturado por 5 min (à temperatura ambiente) em um processador de alimentos convencional (Turbo Juicer CF-06; M.K. Mondial Eletrodomésticos SA, Barueri, SP, Brasil) para obter o gel de *Aloe vera* (AVG), que foi mantido em refrigerador (~ 4 ° C) por 30 minutos e a espuma removida com auxílio de uma escumadeira. (Figura 4).

Figura 4 - Fluxograma de obtenção do gel de *Aloe vera*.

Fonte: Do autor (2021).

Visando estabilizar o AVG para as etapas experimentais posteriores, uma parte do gel obtido foi liofilizado. O gel fresco foi acondicionado em potes de plásticos com capacidade para 40 mL, nos quais 50% do volume estava ocupado. Em seguida, foram submetidos ao congelamento em ultracongelador com sistema de ar estático (Coldlab, modelo CL120-86V, Piracicaba, SP, Brasil) a $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após o congelamento, foram liofilizados (Edwards, modelo L4KR, São Paulo, Brasil) a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressão de vácuo de 0,998 mbar por 48 horas. Os produtos em pó foram retirados do liofilizador, embalados hermeticamente e armazenados em dessecadores a vácuo contendo sílica gel até o momento das análises fitoquímicas e tecnológicas.

3.2 Caracterização do gel de *Aloe vera*

3.2.1. Polifenóis totais

Duas soluções de trabalho foram obtidas para a realização dessa análise: Solução 1 (15 g de liofilizado de *Aloe vera* em 25 mL metanol 80%) e Solução 2 (15 g de gel *in natura* em 25 mL metanol 80%). As soluções foram mantidas em repouso por 60 min à temperatura ambiente e centrifugadas (Hettich-EBA 21; Nova Analítica Importação e Exportação Ltda., São Paulo, Brasil) a 3820xg por 15 min e, então, filtradas em papel-filtro Whatman n.1, com intuito de obter uma melhor extração. O volume do filtrado foi completado para 50 mL com água destilada e uma alíquota diluída (1:10, v/v) com água destilada para preparo da solução de trabalho.

A determinação dos compostos polifenólicos foi realizada com o reagente Folin-Ciocalteu, de acordo com o descrito por Singleton e Rossi (1965). Uma alíquota de 0,5 mL da solução de trabalho foi diluída em 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10% e 2,0 mL de solução de carbonato de sódio 4% (m/v) em um tubo de ensaio envolto com papel alumínio. Os tubos foram agitados e colocados em repouso por 2 horas, em ambiente escuro. Posteriormente, foi realizada a leitura da absorvância a 750 nm (Genesys 10 UV; Thermo Scientific Varian, São Paulo, Brasil). Como branco, foi utilizado álcool metílico absoluto.

Com soluções de ácido gálico (EAG) de diferentes concentrações de 5, 10, 15, 20, 30 e 40 $\mu\text{g/mL}$ foi construída uma curva analítica. Os resultados da análise foram expressos como mg equivalente de ácido gálico (EAG)/100 g.

3.2.2. Atividade antioxidante

A análise da atividade antioxidante foi conduzida pelo teste ABTS, que se baseia na captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), utilizando a metodologia adaptada por Rufino et al. (2007). A solução de trabalho foi a mesma utilizada na determinação dos polifenóis totais (item 3.2.1.). Como padrão de referência, utilizou-se Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), variando as concentrações entre 100 $\mu\text{mol/L}$ e 2000 $\mu\text{mol/L}$.

Uma amostra de 30 μL da diluição do padrão, Trolox, foi homogeneizada com 3,0 mL da solução 7 mmol L^{-1} do radical ABTS^{•+}, mantida em repouso por 6 minutos em

ambiente escuro (à temperatura ambiente), e a absorvância lida a 734 nm. Como branco, empregou-se o álcool metílico. Os resultados foram expressos em consumo do radical ABTS^{•+} pelo Trolox, sendo que a equação resultante da curva analítica utilizada para os cálculos.

A partir das soluções de trabalho preparadas no item 3.2.1, Solução 1 (15 g AVL em 25 mL metanol 80%) e Solução 2 (15 g de AVG em 25 mL metanol 80%), foram realizadas diluições consecutivas, em metanol, nas proporções 1:1, 1:2 e 1:3. Dessa forma, as novas diluições do extrato de AVL (Solução 1) corresponderam a concentrações de 20000 mg/L, 13300 mg/L e 6666,67 mg/L e para o extrato de AVG (Solução 2) 300000 mg/L, 200000 mg/L e 100000 mg/L. Uma amostra de 30 µL de cada diluição foi homogeneizada, em agitador, com 3,0 mL do radical ABTS^{•+}. Após seis minutos ao abrigo da luz, mediram-se as absorvâncias (734 nm) e com os resultados determinou-se uma curva analítica e uma equação correspondente, a qual foi empregada nos cálculos da atividade antioxidante. Os resultados foram expressos em µM trolox/g de liofilizado de gel de *Aloe vera*.

3.2.3. Solubilidade

A quantidade de pó que se dissolve foi determinada conforme o método adaptado por Dacanal e Menegalli (2010). Em triplicata, 1 g de amostra foi adicionada em 100 mL de água destilada e agitada em agitador magnético por 5 minutos. Em seguida, a mistura foi centrifugada (Hettich-EBA 21; Nova Analítica Importação e Exportação Ltda., São Paulo, Brasil) a 3000 g por 5 minutos. Alíquotas de 25 mL de sobrenadante foram transferidas para béqueres e mantidas em estufa a 105 °C por 24 h para evaporação da água. Os béqueres foram então pesados para obtenção da massa final. A solubilidade das amostras será calculada pela Equação 3.1.

$$\% \text{ solubilização} = \frac{mf.A}{mi} \cdot 100 \quad (3.1)$$

Em que:

mi = massa inicial

mf = massa final

3.2.4. Capacidade de retenção de água e óleo

A determinação da capacidade de retenção de água (CRA) e de óleo (CRO) foi realizada pelo método de Segura-Campos et al. (2014). Em tubos de centrífuga, 0,1 g de amostra foi agitada com 20 mL de água destilada ou óleo de soja durante 30 s em homogeneizador Turrax (Turratec TE 102; TECNAL, Piracicaba, SP, Brasil) e centrifugado (Hettich-EBA 21; Nova Analítica Importação e Exportação Ltda., São Paulo, Brasil) a 2200 g por 30 minutos. A capacidade de retenção de água e óleo foram mensurados no resíduo pela quantidade de água ou óleo retido pela amostra, expressa em gramas de água ou óleo retido por grama de amostra, segundo a Equação 3.1, onde “R” corresponde a quantidade de água ou óleo retido (g) e “m” a massa de amostra (g). A densidade da água utilizada para os cálculos foi de 1,00 g/mL e do óleo de soja foi de 0,92 g/mL.

$$\text{CRA ou CRO (g/g)} = \frac{R}{m} \quad (3.1)$$

3.2.5. Capacidade e estabilidade de emulsão

A capacidade de formação de emulsão foi determinada de acordo com Chau et al. (1997), com algumas modificações. Em cada um dos seis tubos de centrífuga 0,1 g de *Aloe vera* liofilizado foi diluído em 10 ml de água e homogeneizado em turrax (Turratec TE 102; TECNAL, Piracicaba, SP, Brasil) por 30 segundos. Em seguida, 5 mL de óleo de soja foram adicionados ao liofilizado hidratado e homogeneizado também em turrax por 2 minutos. Anotou-se o volume do fluido antes da homogeneização e após a formação de emulsão. A capacidade de formação de emulsão foi calculada pela Equação 3.2.

$$\text{CE (\%)} = \frac{\text{Volume emulsão}}{\text{Volume total do fluido}} \times 100 \quad (3.2)$$

A partir das emulsões preparadas duas análises foram conduzidas, metade das amostras foram deixadas em repouso por 30 min em temperatura ambiente e as demais foram colocadas em banho termostático à temperatura de 80 °C. Posteriormente, as amostras foram levadas a uma centrífuga (Hettich-EBA 21; Nova Analítica Importação e Exportação Ltda., São Paulo, Brasil) com rotação programada em 1271 g por 10 min, em seguida foi mensurado volume final. A estabilidade de emulsão foi calculada pela Equação 3.3 (ALVES, 2011).

$$EE (\%) = \frac{\text{Volume de emulsão final}}{\text{Volume total de fluido}} \times 100 \quad (3.3)$$

3.2.6. Comportamento reológico

As medidas reológicas foram obtidas conforme descrito por Alves (2011). Foram realizadas utilizando um viscosímetro rotacional de cilindros concêntricos da marca BROOKFIELD DVIII Ultra (Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, USA), usando um adaptador para pequenas amostras 13R/RP (19,05 mm de diâmetro e 64,77 mm de profundidade) e o sensor de cisalhamento coaxial SC4-18 (17,48 mm de diâmetro e 31,72 mm de comprimento). Primeiramente as amostras foram preparadas, diferentes quantidades de liofilizado de *Aloe vera* (0,1 g; 0,5 g; 0,25 g; 0,75 g e 1 g) foram hidratados com 50 ml de água e o gel *in natura* apenas homogeneizado no liquidificador. Todas as amostras foram submetidas inicialmente a mesma velocidade de 200 rpm por trinta segundos para a retirada da tixotropia.

Foram realizadas cinco leituras de cada amostra. A viscosidade foi dada em mPa.s. As amostras foram submetidas a uma rampa crescente de taxa de deformação. Com os valores de tensão de cisalhamento (τ) e taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) foram calculados os parâmetros reológicos índice de consistência (k) e índice de comportamento do fluido (n) e tensão inicial (τ_0) e viscosidade plástica (η_p). Os parâmetros reológicos foram obtidos usando o software Reocalc (Versão V.3.1, Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, USA).

3.2.7. Textura

A textura do gel *in natura* de *Aloe vera* foi mensurada através de amostras cúbicas com 2 cm de aresta, as quais foram cisalhada transversalmente por uma lâmina tipo Warner-Bratzler com velocidade de 3,33 mm/s e intervalo = 0,6 segundos acoplada a um texturômetro TA.XTplus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK), de modo que fosse aferido a força máxima (N) necessária para provocar uma na deformação amostra de 50%. A análise foi realizada em cinco repetições.

3.3. *Aloe vera*: nível de compreensão, percepção dos benefícios e influência no comportamento de compra

O estudo de natureza quantitativa foi realizado por meio da aplicação de um questionário estruturado, com questões de múltipla escolha, sem identificação dos respondentes, sendo previamente aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Lavras (CAAE 33045120.8.0000.5148). A pesquisa sobre a percepção de uma amostra da população envolvendo os propriedades e aplicações da *Aloe vera* foi intitulada “*Aloe vera*: propriedades e aplicações industriais”, sendo conduzida online, utilizando “Formulários *Google*”. Inicialmente, apresentou-se aos participantes o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e apenas após o consentimento a pesquisa foi iniciada.

De acordo com o objetivo deste trabalho, o questionário foi estruturado a fim de obter informações relacionadas ao perfil do respondente (Tabela 1); ao nível de nível de compreensão do respondente a respeito da *Aloe vera* e suas propriedades funcionais (Tabela 2); à percepção dos benefícios da *Aloe vera* e à influência no comportamento de compra (Tabela 3), totalizando 15 questões.

Tabela 1 - Perguntas direcionadas a caracterização do respondente.

Caracterização do respondente	
Sexo	Feminino
	Masculino
	Prefiro não responder
Idade	Entre 18 e 25 anos
	Entre 26 e 45 anos
	Entre 46 e 65 anos
	Mais de 66 anos
Renda	Menos que 1 salário mínimo (Abaixo de R\$1045)
	Entre 1 e 3 salários mínimos (R\$1045 - R\$3135)
	Entre 4 e 6 salários mínimos (R\$4180 - R\$6270)
	Entre 7 e 9 salários mínimos (R\$7315 - R\$9405)
	Mais de 10 salários mínimos (Acima de R\$10450)
Número de pessoas dependentes dessa renda	Apenas eu
	2 pessoas
	3 pessoas
	4 pessoas
	5 pessoas
	Mais de 6 pessoas
Nacionalidade	Brasileiro (a)
	Outro (citar)
Local onde reside	Lista suspensa com todos os estados brasileiros
	Outro país (citar)

Tabela 2 - Perguntas direcionadas à compreensão do nível de conhecimento dos respondentes envolvendo *Aloe vera*.

<i>Aloe vera</i> : nível de compreensão	
Você já ouviu falar de <i>Aloe vera</i> , também conhecida como babosa ?	Sim
	Não
Já utilizou algum produto com <i>Aloe vera</i> /Babosa? Quais?	Produtos para cabelo
	Produtos para a pele
	Produtos de higiene pessoal
	Produtos de higiene do ambiente
	Vitaminas e/ou suplementos alimentares
	Produtos alimentícios
	Nunca usei
Quais propriedades da <i>Aloe vera</i> /Babosa você já conhece ou ouviu falar?	Nenhuma
	Hidratante
	Cicatrizante
	Antibacteriano
	Antifúngico
	Antiviral
	Antioxidante
Anti-inflamatória	
Você já viu algum produto alimentício que utilizasse <i>Aloe vera</i> /Babosa na composição?	Nunca vi
	Sucos
	Iogurtes / Bebidas lácteas
	Conservas
	Chocolates
	Biscoitos
Você já consumiu algum produto alimentício que utilizasse <i>Aloe vera</i> /Babosa na composição?	Nunca
	Sucos
	Iogurtes / Bebidas lácteas
	Conservas
	Chocolates
	Biscoitos

Tabela 3 - Perguntas direcionadas à percepção dos benefícios e à influência no comportamento de compra dos respondentes.

<i>Aloe vera</i>: percepção dos benefícios e influência no comportamento de compra	
	Sim, apenas por curiosidade
	Sim, acredito que essa planta possa ser benéfica para minha saúde
	Já consumi e/ou consumo essa planta
Você consumiria algum produto alimentício com <i>Aloe vera</i> /Babosa na composição? Qual o motivo?	Não, acredito que essa planta não seja comestível
	Não, acredito que essa planta possa apresentar riscos a minha saúde
	Não, apenas porque desconheço essa planta
	Não, porque não tenho vontade
Sabendo que a <i>Aloe vera</i> /Babosa apresenta propriedades antioxidantes, você consumiria um produto alimentício com essa planta?	Sim
	Não
	Talvez
Sabendo que a <i>Aloe vera</i> /Babosa apresenta propriedades anti-inflamatórias, você consumiria um produto alimentício com essa planta?	Sim
	Não
	Talvez
Sabendo que a <i>Aloe vera</i> /Babosa apresenta propriedades antimicrobiana, você consumiria um produto alimentício com essa planta?	Sim
	Não
	Talvez

3.4 Avaliação da intenção de compra de hambúrgueres com gel de *Aloe vera* baseada na análise conjunta (*conjoint analysis*)

A pesquisa sobre a intenção de compra de hambúrgueres adicionados de gel de *Aloe vera* foi previamente aprovada pelo comitê de ética (CAAE 33045120.8.0000.5148) e desenvolvida de forma *online*.

Foram avaliados os três fatores, com dois níveis cada fator: tipo de hambúrguer (*gourmet* e tradicional); presença de *Aloe vera* (com e sem) e a presença de informações nutricionais (com e sem avisos nutricionais), totalizando 8 tratamentos (2 x 2 x 2) que foram avaliados para estimar os efeitos principais (*part-worths*) do comportamento de compra dos participantes. Os tratamentos utilizados foram apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição dos tratamentos utilizados no estudo de pesquisa de mercado.

Tratamentos	Tipo de hambúrguer	<i>Aloe vera</i>	Informação nutricional
1	<i>Gourmet</i>	Sem	Sem
2	<i>Gourmet</i>	Sem	Com
3	<i>Gourmet</i>	Com	Sem
4	<i>Gourmet</i>	Com	Com
5	Tradicional	Sem	Sem
6	Tradicional	Com	Sem
7	Tradicional	Sem	Com
8	Tradicional	Com	Com

Para a condução do teste foram adaptadas embalagens tradicionais de hambúrguer, utilizando o programa CorelDRAW® 2019, de forma a apresentar os fatores de estudo, conforme apresentação na Figura 5.

Figura 5 - Fotografia dos tratamentos apresentadas aos participantes. (a) Hambúrguer gourmet, sem *Aloe vera* e sem informações nutricionais; (b) Hambúrguer gourmet, sem *Aloe vera* e com informações nutricionais; (c) Hambúrguer gourmet, com *Aloe vera* e sem informações nutricionais; (d) Hambúrguer gourmet, com *Aloe vera* e com informações nutricionais; (e) Hambúrguer tradicional, sem *Aloe vera* e sem informações nutricionais; (f) Hambúrguer tradicional, com *Aloe vera* e sem informações nutricionais; (g) Hambúrguer tradicional, sem *Aloe vera* e com informações nutricionais; (h) Hambúrguer tradicional, com *Aloe vera* e com informações nutricionais.



Fonte: Do autor (2021).

As fotografias dos produtos foram avaliadas por 355 participantes recrutados na internet, utilizando um formulário *online* para coleta de dados. O formulário foi dividido em nove seções, sendo a primeira composta pelo formulário de caracterização do consumidor e perfil de consumo de carne, e nas demais foram distribuídos os oito tratamentos aleatoriamente, com apresentação monádica. Os julgadores foram orientados quanto ao procedimento experimental e da situação proposta a fim de aumentar a validade dos resultados (JAEGER et al., 2017). Foi solicitado aos participantes que avaliassem os produtos no contexto de uma situação de escolha cotidiana em uma gôndola de um mercado. Aos painelistas foi solicitado mensurar a sua intenção de compra para cada produto, usando uma escala hedônica linear, variando de 1 a 5, em que nas extremidades tinham-se as seguintes expressões: a esquerda não compraria (1) e à direita compraria (5).

Os dados obtidos foram analisados através do modelo aditivo como regra de composição (STEENKAMP, 1986) e o modelo *clustering segmentation* como estratégia de análise (MOORE, 1980). A princípio, as *part-worths* foram estimadas por meio de regressão linear múltipla, com variáveis *dummy*, e com métodos de mínimos quadrados, para cada um dos respondentes. Em seguida, os respondentes que não se adequaram ao modelo ($P > 0,10$) foram excluídos, mas sem efeito significativo para nenhum fator avaliado. Os respondentes que se adequaram ao modelo ($P < 0,10$) foram agrupados pelo método *average linkage* com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade das *part-worths*. Os grupos foram formados por participantes que apresentaram comportamento de compra (*part-worths*) semelhante. Após a definição do número de grupos, a análise agregada foi realizada para cada grupo, estimando-se as *part-worths* e as importâncias relativas para cada grupo formado.

3.5 Avaliação do efeito do gel de *Aloe vera* em hambúrguer

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em um esquema fatorial (4x4) com 4 tratamentos e 4 tempos de estocagem, com três repetições.

Para o preparo dos hambúrgueres, a carne bovina (acém) e a gordura suína (toucinho) foram adquiridas refrigeradas no comércio local, procedentes de abatedouros com selo de inspeção federal (SIF). A carne foi limpa (remoção visual das aparas), moída em disco de 6 mm (moedor PB-22; Beccaro Ltda, Rio Claro, SP, Brazil) e a massa dividida entre quatro tratamentos. A formulação modelo apresentou 70% de acém

bovino, 10% de toucinho, 18,4% de água e 1,6% de sal refinado. Os produtos foram adicionados de 0, 2,5 e 5% de gel de *Aloe vera in natura*, AVG, em substituição a água. O controle, sem *Aloe vera*, foi adicionado de 0,7 g/kg de eritorbato de sódio e 3g/kg de tripolifosfato de sódio, visando a obtenção de uma referência com aditivos tradicionalmente utilizados na indústria alimentícia. Os tratamentos estudados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Tratamentos para avaliação do efeito do gel de *Aloe vera* em hambúrguer.

Ingrediente (g/100g)	CONT	AVG2.5	AVG5.0	CONT+
Carne bovina	70,00	70,00	70,00	70,00
Gordura bovina	10,00	10,00	10,00	10,00
Água	18,40	15,90	13,40	18,40
Gel de <i>Aloe vera</i> (AVG)	-	2,5	5,00	-
Sal	1,60	1,60	1,60	1,60
Tripolifosfato de sódio	-	-	-	0,30
Eritorbato	-	-	-	0,07

Fonte: Do autor (2021).

Após o processo de moagem, a carne bovina e a gordura suína foram adicionadas dos ingredientes e do AVG (obtido conforme descrito no item 3.1) e misturadas manualmente por 5 minutos, sendo a massa da carne obtida resfriada a < -1 °C, pesada em porções de 90-100g e moldada em prensa cilíndrica manual (100 mm de diâmetro x 15 mm de altura) para formar os hambúrgueres. Após a moldagem, dois hambúrgueres de cada tratamento foram distribuídos em bandejas de poliestireno expandido, embalados em uma única camada de filmes de cloreto de polivinila permeáveis ao oxigênio (PVC; TPO2 de 6000-8000 cm³ / m².dia a 25 °C e 760 mmHg), codificados e armazenados sob refrigeração (4 + 2 °C), ao abrigo da luz, e analisadas aos 0, 2, 4 e 6 dias de armazenamento.

Com o objetivo de avaliar os efeitos da incorporação do AVG no desempenho do processamento térmico em hambúrguer, foram monitorados os parâmetros de cor, pH, oxidação lipídica, retenção de umidade e gordura, redução de diâmetro e perdas por cocção. Assim, os modelos foram processados termicamente em uma grelha (modelo

SCGE, CROYDON®, Duque de Caxias, RJ, Brazil) pré-aquecida a 180 °C, sendo virados uma vez após 3 min, e mantidos sob aquecimento por mais 3 minutos.

3.5.1 pH

Os valores de pH foram determinados pela inserção direta do eletrodo de penetração de um pHmetro digital portátil (modelo HI 99163; Hanna Instruments, Woonsocket, RI, EUA) em três regiões centrais dos produtos.

3.5.2 Cor

Os hambúrgueres foram avaliados em relação a cor ao longo do armazenamento e após o processo de cocção. Os valores médios de L*, a* e b* foram coletados em três diferentes pontos da superfície dos produtos com o uso de um calorímetro Konica Minolta CM-700 (Konica Minolta Sensing Inc, Osaka, Japão), com porta de abertura de 8 mm, iluminante D65, ângulo de 10° para o observador padrão e luz especular excluída (SCE), de modo que L* indica a luminosidade, variando de branco (+L*) a preto (-L*) e a* e b* referentes às coordenadas de cromaticidade.

3.5.3 Oxidação lipídica

Para a avaliação da oxidação empregou-se o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) proposto por Pikul et al. (1989), com pequenas modificações. Para cada tratamento, pesou-se 5g de carne, triturou e homogeneizou com 15 mL de ácido perclórico 3,86% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15% em um homogeneizador e triturador TE-102 (*Tecnal*, Piracicaba, Brasil) por 1 min. Realizou-se a filtração do sobrenadante em filtro de papel qualitativo em um balão de 50 mL. Uma alíquota de 5 mL foi transferida para tubos de ensaio devidamente identificados, adicionada de 5 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02 M em água. Elaborou-se o branco com 5 mL de TBA 5% e 5 mL de ácido perclórico 3,86%. A incubação dos tubos em banho-maria fervente foi realizada por 30 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, retirou-se uma alíquota para leitura em absorvância de 532nm.

Para determinação da curva analítica, elaborou soluções de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP). Os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mg de MDA/kg).

3.5.4 Umidade

Com cadinhos de porcelana previamente incinerados, esfriados e tarados, pesou-se 5g de amostra em triplicata. O sistema foi colocado na estufa a 105 °C até a aquisição de peso constante.

$$\% \text{ Umidade} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (3.4)$$

Em que,

P_i= Peso inicial da amostra e

P_f= Peso final da amostra.

3.5.5 Retenção de umidade

A umidade remanescente nos produtos após grelhados foi medida de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ Retenção de Umidade} = \frac{\text{Umidade bife cru}}{\text{Umidade bife cozido}} \times 100 \quad (3.5)$$

3.5.6 Gordura total

Para a extração de gordura utilizou-se a amostra previamente dessecada, pois a água impede a penetração total do solvente. Após lavagem, os balões foram colocados na estufa a 105 °C por 1 hora e resfriados. Em seguida foram pesados separadamente, balão de fundo chato previamente seco e 5 g de amostra em um cartucho que foram depositados no aparelho *Soxhlet* juntamente com o solvente (90 mL) na placa aquecedora. O éter foi aquecido a 85 °C, por três horas. Em seguida, a temperatura foi elevada a 95 °C, deixando extrair por mais quatro horas. Por fim, aumentou-se ainda mais a temperatura para 130 °C para realizar a lavagem dos cartuchos, com as varetas suspensas e travando os condensadores, para que o solvente se acumulasse.

O cálculo foi realizado conforme equação a seguir, onde, P_i é o peso do balão vazio e P_f é o peso final do balão + amostra.

$$\% \text{ Gordura} = \frac{P_f - P_i}{g \text{ amostra}} \times 100 \quad (3.6)$$

3.5.7 Redução do diâmetro

O diâmetro de cada hambúrguer foi medido com uma régua milimetrada antes e depois de grelhados. Mudança no diâmetro dos hambúrgueres foi determinada a partir da Equação 3.7.

$$RD = \frac{(\text{Diâmetro bife cru} - \text{Diâmetro do bife cozido})}{\text{Diâmetro do bife cru}} \times 100 \quad (3.7)$$

3.5.8 Perdas por cocção

Consiste em determinar a capacidade da carne em reter água e está diretamente relacionada a suculência. Na determinação da perda por cozimento (PPC), as amostras foram pesadas e grelhadas a 160 °C – 180 °C até a temperatura interna atingir 71 °C. Após grelhadas as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente por 2 horas e pesadas novamente.

$$PPC = (P_i - P_f) \times 100 \quad (3.8)$$

Onde, p_i = Peso inicial e P_f = Peso após a cocção

3.5.9 Análise Estatística

Os resultados do efeito do gel sobre a qualidade dos hambúrgueres foram submetidos à análise de variância sendo as médias, quando significativas, comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do gel de *Aloe vera*

A Tabela 6 apresenta os resultados de caracterização do *Aloe vera* gel (AVG) e *Aloe vera* gel liofilizado (AVL) para teor de fenólicos e atividade antioxidante pelo método de ABTS. Além disso, são apresentados os valores encontrados para a capacidade de retenção de água e óleo de AVL.

Tabela 6 - Resultados para as análises de Teor de Fenólicos, ABTS, Capacidade de retenção de água e óleo.

Teor de fenólicos	
AVG	1,37 ± 0.17 mg de ácido gálico/100g
AVL	512,25 ± 97,12 mg de ácido gálico/100g
Atividade antioxidante (ABTS)	
AVG	-
AVL	15,34 µM trolox/g de liofilizado
Capacidade de retenção de água	
AVL	44,24 ± 3,12
Capacidade de retenção de óleo	
AVL	35,62 ± 4,399

Os valores de teor fenólico total registrados neste estudo foram de 1,37±0.17 e 512,25±97,12 mg de ácido gálico/100g, respectivamente, para AVG e AVL. López et al., (2013) registraram valores de 307,5 mg por 100 g de material liofilizado.

Nejatzadeh-Barandozi (2013) avaliou o extrato liofilizado de gel de *Aloe vera* de etanol a 95% e obteve valores de 413 ± 9.88 mg de ácido gálico/100 g de massa seca. Os resultados encontrados por Aldayel et al. (2020) para polifenóis totais no gel de *Aloe vera* foram de 97.5 ± 12.0 (mg ácido gálico/100 g). Já o extrato aquoso apresentou valores de 0,241 ± 0,014 mg/g ácido gálico (OZSOY et al., 2009).

O resultado encontrado nesse estudo para o extrato preparado a partir do liofilizado de *Aloe vera* (AVL) no teste de atividade antioxidante (ABTS) foi 15,34 µM trolox/g de liofilizado. Em relação ao extrato do gel *in natura* (AVG), os valores encontrados não foram significantes.

Franco-Quino et al., (2016) encontraram valores de $1,160 \pm 0,060 \mu\text{M}$ trolox/g extrato aquoso de *Aloe vera* liofilizada. Quispe et al., (2018) obtiveram para o gel *in natura* $2.06 \pm 0.06 \mu\text{M}$ trolox/g de gel. Os resultados encontrados por Aldayel et al., (2020) $30.0 \pm 1.0 \mu\text{M} /\text{g}$ de gel de *Aloe vera*.

Os valores da atividade antioxidante dos extratos metanólicos de *Aloe vera* encontrados por Kaparakou et al. (2020) variaram de 0,73 a 5,14 μM de Trolox/mL. De acordo com Hes et al., (2016), o extrato aquoso da folha de *A. vera* variou de 0,58 a 0,87 mg de Trolox/mL e indicando que a planta de *Aloe vera* apresenta baixa capacidade antioxidante. Ozsoy et al., (2009) verificaram que o extrato aquoso apresentou valores significativamente menores do que o ácido ascórbico e α -tocoferol.

As variações dos resultados estão relacionadas, provavelmente, às mudanças climáticas e às características do solo, as quais podem afetar a composição do extrato (YARON, 2006), além da idade da planta que também tem efeito direto na composição geral e de antioxidantes (HU et al., 2003).

Hu et al., (2003) sugerem que o estágio de crescimento desempenha um papel determinante na composição e atividade antioxidante da *Aloe vera*. As concentrações de polissacarídeos e flavonoides de *Aloe vera* de dois, três e quatro anos de idade foram determinadas e suas atividades antioxidantes foram avaliadas em comparação ao butil hidroxitolueno (BHT) e R-tocoferol pelo método de eliminação de radicais DPPH. Os resultados mostraram que *Aloe vera* com três anos de idade continha níveis mais altos de polissacarídeos e flavonoides do que *Aloe vera* de dois e quatro anos de idade. Todos os extratos mostraram atividade antioxidante. A atividade antioxidante seguiu a ordem: *Aloe vera* de três anos > BHT > *Aloe vera* de quatro anos > R-tocoferol > *Aloe vera* de dois anos de idade. O extrato de três anos exibiu atividade de eliminação de radicais de 72,19%, maior que a de BHT de 70,52% e aquela de R-tocoferol de 65,20%.

Foram obtidos os valores médios de $44,24 \pm 3,123$ e $35,62 \pm 4,399$ para a capacidade de retenção de água e retenção de óleo para o liofilizado de *Aloe vera*, respectivamente, o que indica um bom potencial tecnológico.

A capacidade de retenção de água é definida com a quantidade de água absorvida e mantida pela amostra hidratada após a aplicação de uma força externa (RAGAB et al., 2004). Sendo assim, uma boa capacidade de retenção de água consiste em uma característica importante para produção de determinados produtos alimentares, como salsichas, com o objetivo de reduzir as perdas de água durante o cozimento e consequentemente melhorar a sua estrutura. Além disso, a alta capacidade de retenção de

óleo indica capacidade de atuação como agente emulsificante (OLIVOS-LUGO et al., 2010).

Em relação à capacidade e à estabilidade emulsificantes, os resultados indicam propriedades promissoras. Os parâmetros não foram afetados significativamente ($p < 0,05$) quando a emulsão formada foi submetida ao processamento térmico, conforme apresentado na Tabela 7.

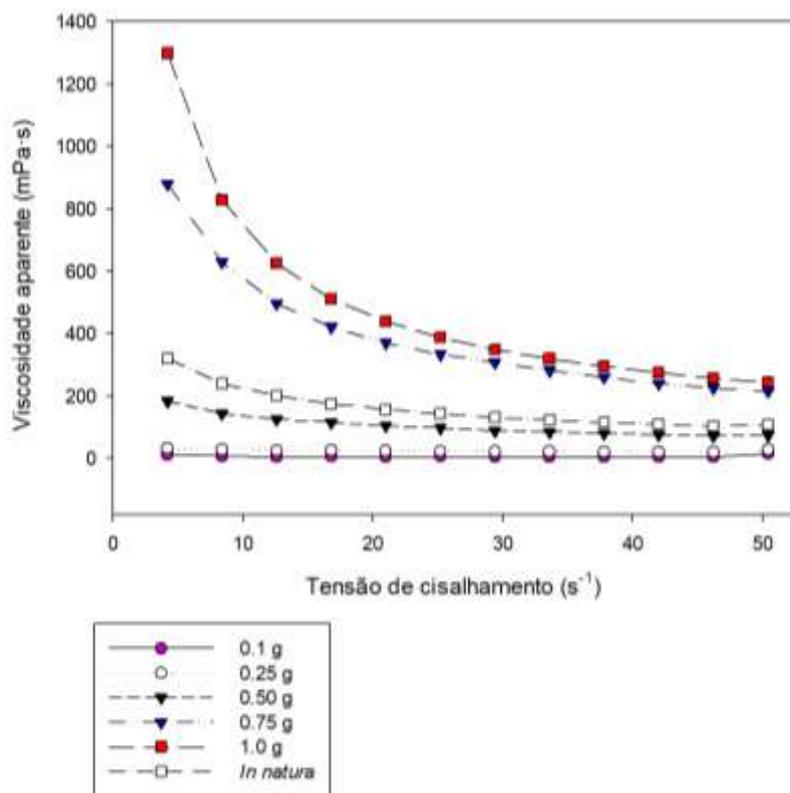
Tabela 7 - Avaliação das propriedades emulsificantes do liofilizado de *Aloe vera* em diferentes temperaturas*

Parâmetro	Temperatura	Aquecimento
	Ambiente	(80 °C)
Capacidade emulsificante (%)	87,28 ± 2,364	84,57 ± 2,599
Estabilidade da emulsão (%)	58,48 ± 1,803	60,13 ± 2,890
Liberação de óleo (%)	35,06 ± 1,357	31,51 ± 2,164

*Não houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre as temperaturas.

Na Figura 6 são representados os resultados da análise de viscosidade das diferentes amostras quantidades de liofilizado de *Aloe vera* (0,1 g; 0,5 g; 0,25 g; 0,75 g e 1 g) hidratadas com 50 mL de água e o *gel in natura* apenas homogeneizado no liquidificador. O eixo x apresenta a tensão de cisalhamento e o y a viscosidade aparente.

Figura 6 - Comportamento reológico de soluções de *Aloe vera* com diferentes concentrações.



Fonte: Do autor (2021).

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise de viscosidade em relação ao índice de consistência, índice de comportamento de fluxo, coeficiente de determinação e raiz quadrada do erro do quadrado médio.

Tabela 8 - Resultados da análise de viscosidade de AVL liofilizados reidratados e AVG *in natura*.

Tratamento	Índice de consistência, K (mPa·sⁿ)	Índice de comportamento de fluxo, n	R²	R MSE
0,1 g	0,0039	-	0,9694	0,0112
0,25 g	0,0225	-	0,9450	0,0846
0,5 g	0,3149	0,6249	0,9902	0,0962
0,75g	2,1121	0,4202	0,9978	0,1112
1g	3,6418	0,3156	0,9993	0,0602
<i>In natura</i>	0,6802	0,5149	0,9954	0,0842

Fonte: Do autor (2021).

Tratamentos: 0,1 g = 0,1 g de AVL hidratado com 50 mL de água; 0,25 g = 0,25 g de AVL hidratado com 50 mL de água; 0,5 g = 0,5 g de AVL hidratado com 50 mL de água; 0,75 g = 0,75 g de AVL hidratado com 50 mL de água; 1 g = 1 g de AVL hidratado com 50 mL de água; *In natura* = AVG homogeneizado em liquidificador. R²= coeficiente de determinação; R MSE = raiz quadrada do erro do quadrado médio

Os tratamentos com 0,1 g e 0,25 g de liofilizado de *Aloe vera* apresentaram viscosidade constante, independentemente da velocidade de deformação ou do tempo. Dessa forma, são classificados como fluidos newtonianos e o modelo que melhor se ajustou foi a lei de Newton (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

As demais amostras apresentaram aumento da taxa de cisalhamento à medida que diminuiu a viscosidade aparente, comportamento característico de fluidos pseudoplásticos (STEFFE, 1996). Além disso, possuem valores de índice de comportamento de fluxo (n) menores que 1 (um) e os valores de índice de consistência (K) maiores que 0 (zero), como observado na Tabela 8.

A redução da viscosidade com o aumento da taxa de cisalhamento acontece devido ao fato das moléculas em solução quando em repouso estão desordenadas e, em

consequência da tensão aplicada, começam a se ordenar. Dessa forma, quanto maior a tensão aplicada, maior é a ordenação e conseqüentemente menor é a viscosidade aparente (STEFFE, 1996).

O modelo que melhor se ajustou aos dados para esses tratamentos em questão foi o Lei da Potência, pois obtiveram-se maiores valores de R^2 e menores valores da raiz quadrada do erro do quadrado médio (RMSE).

Em uma análise de textura empregando o texturômetro, tenta-se representar a percepção humana de textura da amostra e através da curva gerada vários parâmetros podem ser estabelecidos (BOURNE et al., 1978).

Os valores médios encontrados para as amostras de gel de *Aloe vera in natura* estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 10 – Perfil de textura de gel de *Aloe vera in natura*.

Parâmetro	Resultados
Dureza (N)	36,76 ± 6,95
Coesividade	0,31 ± 0,05
Flexibilidade (mm)	3,03 ± 0,346
Adesividade (N.mm)	1,58 ± 0,15
Mastigabilidade (N.mm)	34,08 ± 4,427

Fonte: Do autor (2021).

Rahman e Al-Mahrouqi (2009) analisaram gelatinas bovinas e suínas e consideraram valores de dureza entre 29,49 e 40,99 N, os quais foram considerados elevados. O grupo das sobremesas comerciais tipo “pudim” analisadas por Morais (2016) apresentou dureza média de 0,292 N. Dessa forma, o gel de *Aloe vera*, com dureza de 36,76 ± 6,95 N, caracterizaria como sendo de alta dureza.

A coesividade é uma medida do grau ao qual a amostra deforma-se antes do rompimento e a flexibilidade ou elasticidade é o grau que ela retorna à forma original após a deformação (BOURNE, 2002). Se a flexibilidade é alta, requer maior energia de mastigação na boca (RAHMAN; AL-MAHROUQI, 2009). Morais (2016) avaliou a coesividade de amostras comerciais de pudim e obteve valores médios de 0,624 N.

Resultados para elasticidade de 0,90 a 0,97 foram considerados altos para amostras de gelatina produzidas a partir de pés de frango (ALMEIDA, 2016). Para pudins comerciais, os valores médios encontrados foram de 0,971 (MORAIS, 2016). Dessa

forma, o gel de *Aloe vera* apresenta-se como uma estrutura com alta capacidade de retornar a forma original, após a aplicação de força.

De acordo com Bourne (2002) a adesividade consiste na força necessária para remover o material que adere à boca (geralmente o palato), durante o processo normal de alimentação. Foram encontrados valores médios de adesividade para pudins comerciais de 1,741 N (MORAIS, 2016). Scala et al., (2013) avaliaram amostras frescas de *Aloe gel* e encontraram adesividade de $4,00 \pm 0,67$ N/mm, valores um pouco superiores aos encontrados neste estudo.

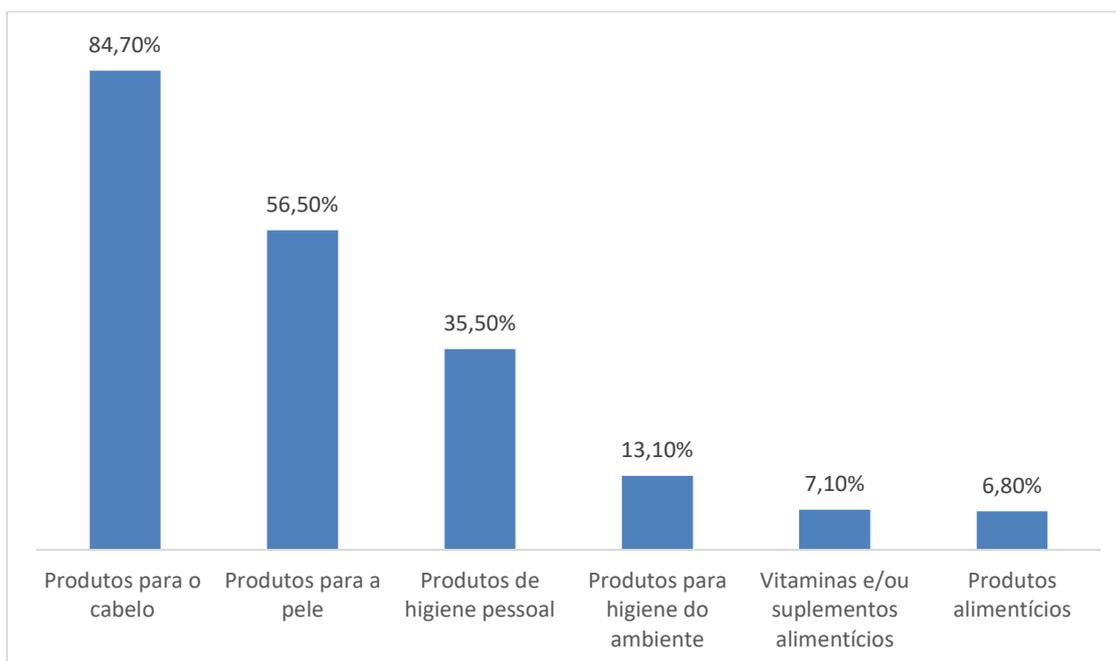
A mastigabilidade é um parâmetro que está relacionado com o período de tempo necessário para mastigar um alimento sólido com velocidade constante de aplicação de força, com o objetivo de alcançar uma consistência adequada para a deglutição (BOURNE, 2002). Gelatinas produzidas a partir de pés de frango apresentaram variações desse parâmetro de 5,88 a 20,25 N.mm, os quais foram considerados altos. Além disso, foi verificado que esse produto se comportou como um sólido (ALMEIDA, 2016). O gel de *Aloe vera* apresentou mastigabilidade de $34,08 \pm 4,427$ N.mm, ou seja, alta.

4.2 *Aloe vera*: nível de compreensão, percepção dos benefícios e influência no comportamento de compra

O questionário online obteve 718 respostas, sendo 98,5% dos participantes brasileiros, 81,5% do sexo feminino, 57,5% com idade entre 18 a 25 anos e 33% de 26 a 45 anos. Todos os respondentes concordaram em participar, mediante aceitação do Termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE.

Em relação ao conhecimento sobre *Aloe vera* (babosa), 99,3% já ouviram falar dessa planta, sendo que, conforme apresentado no gráfico a seguir, 84,7% dos respondentes já utilizaram produtos para o cabelo com *Aloe vera*, 56,5% produtos para a pele, 35,5% produtos de higiene pessoal, 13,1% produtos para higiene do ambiente, 7,1% vitaminas e/ou suplementos alimentícios e apenas 6,8% produtos alimentícios. 7,9% nunca usaram nenhum produto com essa planta.

Figura 7 - Porcentagem de resposta dos avaliadores em relação a utilização de produtos com *Aloe vera* na composição.



Fonte: Do autor (2021).

Esses resultados corroboram com a realidade brasileira, na qual o uso industrial de *Aloe vera* está restrito aos segmentos de produtos cosméticos e de higiene. A *Aloe vera* é muito difundida como matéria-prima na indústria cosmética, uma vez que existem diversos produtos utilizando essa planta na composição, como xampus, condicionadores, cremes, hidratantes, produtos antiacne, loções pós-sol, sabonetes, entre diversos outros (PEREIRA; FRASSON, 2013). Esses produtos com *Aloe vera* possuem algumas propriedades amplamente conhecidas, como hidratantes, umectantes, calmantes, analgésicos, regeneradores, entre outros. São comercializados com a proposta de acalmar e tratar a pele. Essa utilização está diretamente relacionada a capacidade do gel em regenerar as células e estimular a produção de colágeno (ESHUN; HE, 2004; HAMMAN, 2008).

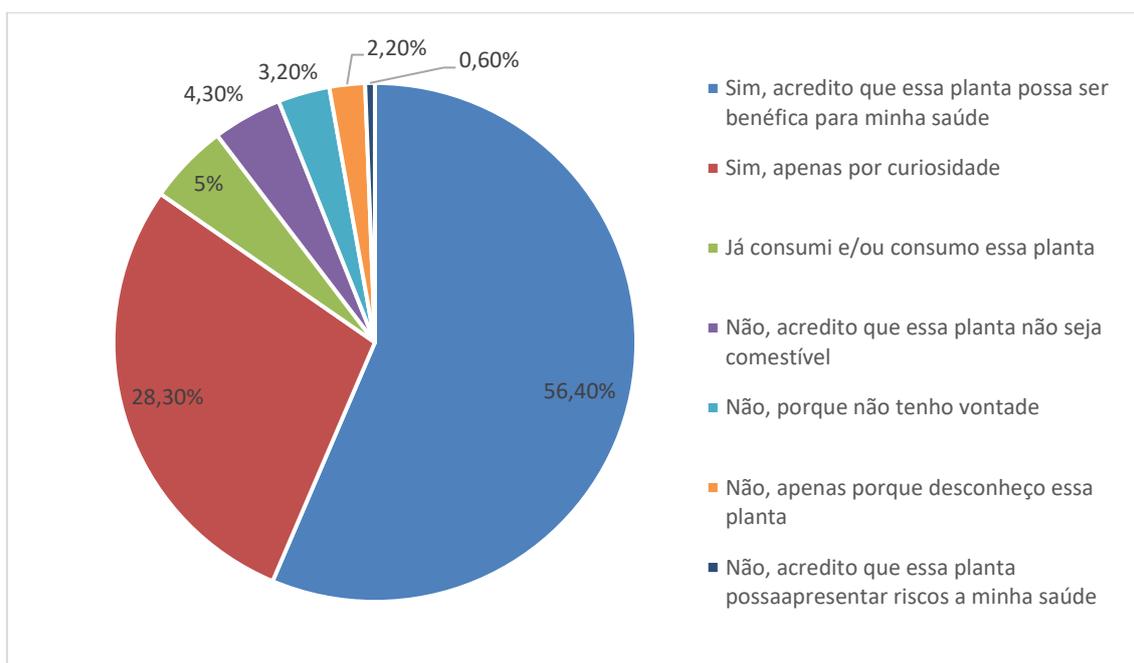
Envolvendo as propriedades da *Aloe vera*, 92,9% conhecem sua capacidade hidratante, 65,7% a cicatrizante, 43,6% a anti-inflamatória, 33,7% a antioxidante, 32,6% a antibacteriana, 17,3% a antifúngica, 7% a antiviral e apenas 1,8% afirmaram não ter conhecimento de nenhuma propriedade. Tais resultados reforçam que o gel da *Aloe vera* é muito popular pela sua ação hidratante (CHANG et al., 2006).

Quando indagados sobre produtos alimentícios que utilizam *Aloe vera* na composição, 82,3% nunca viram nenhum, 13% já viram sucos, 2,1% iogurtes e bebidas

láticas, 2,4% conservas, 0,8% chocolates e 0,7% biscoitos. Com relação ao consumo de algum produto que utilizasse essa planta com ingrediente, 87,7% nunca consumiram. Essas informações refletem a realidade do mercado brasileiro, pois não são comumente encontrados produtos alimentícios com *Aloe vera* na composição. Dessa forma, grande parte da população não conhece/nunca consumiu esse tipo de produto.

Conforme o gráfico a seguir, quando questionados “Você consumiria algum produto alimentício com *Aloe vera/Babosa* na composição? Qual o motivo?”, 56,4% afirmaram que sim, pois acreditam que essa planta possa ser benéfica para saúde, 28,3% consumiriam apenas por curiosidade e 5% já consomem. Apenas 9,7% não consumiriam. Sendo assim, 84,7% dos respondentes consumiriam esse tipo de produto alimentício, o que demonstra que existe interesse por parte dos avaliadores em conhecer tal categoria de alimentos.

Figura 8 – Resposta dos avaliadores em relação a pergunta: “Você consumiria algum produto alimentício com *Aloe vera/Babosa* na composição? Qual o motivo?”



Fonte: Do autor (2021).

Sabendo que *Aloe vera* apresenta propriedades antioxidantes, 80,8% dos respondentes afirmam que consumiriam produtos alimentícios com essa planta na composição. Em relação à propriedade anti-inflamatória 83,7% e antibacteriana 80,1%. Tais fatores são uma das justificativas para o desenvolvimento de novos produtos que sugerem que o

consumo pode conferir certos benefícios (STRIJBOS et al., 2016). A relação dos consumidores com a alimentação tem sido modificada nas últimas décadas, principalmente em relação ao impacto direto dessas escolhas na saúde. Dessa forma, a visão dos alimentos foi modificada, além da função primária de nutrir, aumentou-se a compreensão de grande parcela da população sobre a capacidade de prevenção de doenças e melhora da qualidade de vida (BIGLIARDI; GALATI, 2013). Assim, com base nas informações coletadas nesse questionário online, pode-se inferir que o consumo de produtos com *Aloe vera* no Brasil ainda é muito baixo, entretanto, existe o interesse em consumir tais produtos. Dessa maneira, consiste em uma alternativa viável a inserção desses produtos alimentícios no mercado brasileiro, devido a ampla gama de propriedades que essa planta apresenta.

4.3 Avaliação da intenção de compra utilizando *conjoint analysis*

Dos 355 participantes dessa etapa, 70,1% foram do gênero feminino e 29,3% do gênero masculino, sendo que apenas 2 (0,6%) respondentes preferiram não manifestar. Maior parte dos respondentes apresentam idades de 18 a 25 anos (46,5%), e 26 a 45 (41,7%). 44,2% informaram renda entre 1 e 3 salários-mínimos e 22,8% entre 4 e 6 salários. 45,4% sinalizaram que apenas uma pessoa depende dessa renda, 21,4% duas pessoas e 17,5% três dependentes. Em relação a nacionalidade, 99,4% eram brasileiros, sendo 67,6% de Minas Gerais, seguidos por 14,1% de São Paulo e 9% do Paraná. Envolvendo o consumo de hambúrgueres, 51,5% afirmaram que adquirem o produto todo mês, 35,2% a cada 2 ou 3 meses e apenas 13,2% não consomem. 60% dos participantes responderam que têm o hábito de ler rótulos de produtos alimentícios, 67,9% prezam por produtos sem aditivos químicos, 72,4% valorizam produtos com conservantes naturais e 75,5% pagariam mais caro em gêneros alimentícios com esse apelo.

Os resultados da intenção de compra obtidos através do questionário *online* foram analisados de acordo com o modelo *clustering segmentation* (MOORE, 1980), levando em conta os fatores: tipo de hambúrguer (*gourmet* e tradicional), presença de *Aloe vera* (com e sem) e informação nutricional (com e sem). Dos 355 consumidores que responderam ao questionário, 59 não se adequaram ao modelo (ANOVA's não indicaram efeitos significativos para os atributos avaliados) e foram excluídos. A partir da análise de agrupamento, com as *part-worths* dos 296 consumidores que se adequaram ao modelo, foram obtidos 5 grupos com *part-worths* semelhantes dentro de cada grupo, constituídos

respectivamente por 161, 48, 75, 9 e 3 consumidores. Devido aos dois últimos grupos serem formados por poucos consumidores, seus dados não serão discutidos. A Tabela 10 apresenta os descritores dos grupos de consumidores e seu perfil de consumo de hambúrguer.

Tabela 11 - Descritores dos grupos de consumidores e seu perfil de consumo de hambúrguer.

	Total (355)	Grupo 1 (n=161)	Grupo 2 (n=48)	Grupo 3 (n=75)
% do total de consumidores	100%	54,4	16,2	25,3
Descritores (%)				
Gênero				
Feminino	70,1	68,1	68,8	76,0
Masculino	29,3	31,3	31,3	22,7
Prefiro não responder	0,6	0,6	0,0	1,3
Idade				
Entre 18 e 25 anos	46,5	51,9	52,1	37,3
Entre 26 e 45 anos	41,7	39,4	43,8	45,3
Entre 46 e 65 anos	10,4	7,5	4,2	16,0
Mais de 66 anos	1,4	1,3	0,0	1,3
Renda				
< 1 salário-mínimo	13,2	11,9	10,4	14,7
1 a 3 salários-mínimos	44,2	42,5	52,1	40,0
4 a 6 salários-mínimos	22,8	27,5	18,8	20,0
7 a 9 salários-mínimos	8,5	8,8	8,3	8,0
> 10 salários-mínimos	11,3	9,4	10,4	17,3
Pessoas que dependem dessa renda				
Apenas eu	45,4	48,1	39,6	49,3
2 pessoas	21,4	22,5	29,2	14,7
3 pessoas	17,5	14,4	16,7	21,3
4 pessoas	10,7	10,6	4,2	10,7
5 pessoas	5,1	4,4	10,4	4,0
Mais de 6 pessoas	0,0	0,0	0,0	0,0

Nacionalidade				
Brasileiro (a)	99,4	99,4	100,0	98,7
Outros	0,6	0,6	0,0	1,3
Local onde reside:				
Minas Gerais (MG)	67,6	67,5	68,8	72,0
São Paulo (SP)	14,1	14,4	10,4	12,0
Outro	18,3	18,1	20,8	16,0
Você tem o hábito de comprar/consumir hambúrguer?				
Sim, regularmente (todo mês)	51,5	55,6	62,5	38,7
Sim, às vezes (a cada 2 ou 3 meses)	35,2	38,8	31,3	41,3
Não	13,2	5,6	6,3	20,0
Você tem hábito de ler os rótulos dos produtos alimentícios?				
Sim	60,0	60,6	56,3	61,3
Não	40,0	39,4	43,8	38,7
Você preza por produtos sem aditivos químicos?				
Sim	67,9	62,5	50,0	89,3
Não	32,1	37,5	50,0	10,7
Você preza por produtos que utilizem conservantes naturais?				
Sim	72,4	68,8	62,5	85,3
Não	27,6	31,3	37,5	14,7
Paga/pagaria mais caro por produtos que utilizam conservantes naturais?				
Sim	75,5	78,1	54,2	88,0
Não	24,5	21,9	45,8	12,0

Todos os grupos apresentaram maior porcentagem dos respondentes do sexo feminino (68,1 a 76%), brasileiros (99,4% a 100%) e de Minas Gerais (67,5% a 72%), com idade entre 18 e 25 anos (37,3% a 51,9%) e 26 a 45 anos (39,4% a 45,3%), renda média de 1 a 3 salários mínimos (40% a 52,1%), sendo apenas uma pessoa dependendo desse valor (39,6% a 49,3%).

A maioria dos respondentes de todos os grupos afirmaram consumir hambúrguer todo mês, grupo 1 (55,6%) com 161 respondentes, grupo 2 (62,5%) com 48 e grupo 3 (38,7%) com 75. Em relação ao hábito de ler o rótulo dos produtos, em todos os grupos a maioria dos respondentes disseram ter esse costume. Quando questionados a respeito de

alimentos sem aditivos químicos, no grupo 3 foram 89,3% dos respondentes que afirmaram prezar por esse tipo de produto, seguidos pelo grupo 1 (62,5%) e grupo 2 (50%). Envolvendo conservantes naturais, o grupo 3 continuou com maior porcentagem de respondentes que valorizam esse tipo de aditivo (85,3%), em seguida o grupo 1 (68,8%) e o grupo 2 (62,5%). Em relação a possibilidade de pagar mais caro por um produto com conservantes naturais, o grupo 3 mais uma vez apresentou maior taxa de respostas positivas (88%), seguido pelo grupo 1 (78,1%) e pelo grupo 2 (54,2%).

Outros trabalhos demonstram que mais de 50% da população leem as informações presentes nos rótulos, sendo a maioria mulheres, as quais demonstram maior preocupação com a saúde (CAMPOS et al., 2011). Os rótulos consistem no meio mais simples de acesso a informações durante o processo de decisão de compra (ASIOLI et al., 2017). Sendo assim, consumidores que apresentam preocupação em relação à alimentação saudável aparentemente utilizam mais as informações presentes nos rótulos e são mais influenciados por estas (BIALKOVA et al., 2016). O nível de interesse do consumidor em assuntos relacionados à saudabilidade também irá interferir no quão atentos os consumidores são aos rótulos (DUCROT et al., 2016).

Aspectos dos consumidores relacionados a idade, gênero e grau de escolaridade também impactam nas escolhas de alimentos que apresentam alguma característica funcional. No geral, homens mais jovens preferem os produtos à base de carne que tenham algum apelo. Mulheres, homens mais velhos e consumidores com ensino superior se interessam mais por produtos à base de cereais (KRAUS, 2015).

A Tabela 11 apresenta os resultados das análises agregadas para cada grupo formado.

Tabela 12 – Resultados das análises agregadas para os grupos formados (análise com 7 grupos).

	Grupo 1 (n=161)	Grupo 2 (n=48)	Grupo 3 (n=75)
% do total de consumidores	54,4	16,2	25,3
Atributos e níveis/ Importância relativa (IR)	part-worths		
Hambúrguer			
<i>Gourmet</i>	0,1070	0	1,1283
Tradicional	-0,1070	0	-1,1283
Importância relativa (%)	23,8	0	74,3
<i>Aloe vera</i>			
Com AV	-0,1617	-1,1823	-0,1883
Sem AV	0,1617	1,1823	0,1883
Importância relativa (%)	36,0	95,0	12,4
Informação nutricional			
Com IN	0,1805	0,0625	0,2017
Sem IN	-0,1805	-0,0625	-0,2017
Importância relativa (%)	40,2	5,0	13,3

No grupo 1, que representa a maior parte dos respondentes (N= 161), a informação nutricional apresentou maior importância relativa (40,2%) que a presença de *Aloe vera* (36%) e o tipo de hambúrguer (23.8%). Eles atribuíram menor intenção de compra para os hambúrgueres com *Aloe vera* (-01617), indicando que estão menos dispostos a adquirir esse tipo de produto, mas maiores intenções de compra para os hambúrgueres *gourmet* (0,1070) e com informações nutricionais (0,1805).

O grupo 2 (N= 48) apresentou o comportamento contrário, a presença de *Aloe vera* demonstrou maior importância relativa (95%) que a informação nutricional (5%). Os avaliadores também atribuíram menor intenção de compra para os hambúrgueres com *Aloe vera* (-1,1823), mas maiores intenções de compra para produtos com informações nutricionais (0,0625).

Para o grupo 3 (N=75) o tipo de hambúrguer foi o fator com maior importância relativa (74,3%) que a informação nutricional (13,3%) e a presença de *Aloe vera* (12,4%). Os avaliadores também atribuíram menor intenção de compra para os hambúrgueres com *Aloe vera* (-1,1883), indicando novamente que estão menos dispostos a adquirir esse tipo de processado, mas maiores intenções de compra para produtos com informações nutricionais (0,2017) e *gourmet* (1,1283).

Em todos os grupos a presença de *Aloe vera* demonstrou um impacto negativo na intenção de compra, o que é compreensível, visto que alimentos que utilizam essa planta na composição não são comuns no Brasil. A pesquisa anterior “Avaliação do conhecimento da população sobre as aplicações de *Aloe vera*” demonstrou exatamente isso, visto que os participantes (98,5% brasileiros) em sua grande maioria (82,3%) responderam que nunca viram nenhum produto com *Aloe vera* na composição e apenas uma pequena porcentagem teve a oportunidade de conhecer alimentos com esse ingrediente (13% já viram sucos, 2,1% iogurtes e bebidas lácteas, 2,4% conservas, 0,8% chocolates e 0,7% biscoitos). Além disso, com relação ao consumo, novamente a grande maioria (87,7%) nunca consumiu.

Embora em todos os grupos a maioria dos respondentes tenham mostrado interesse e valorização de conservantes naturais, grupo 3 (85,3%), grupo 1 (68,8%) e grupo 2 (62,5%), quando esse aditivo passou a ser *Aloe vera*, não houve uma boa aceitação, o que provavelmente pode ser atribuído ao uso dessa planta no país ser bastante restrito aos setores de higiene, limpeza, estética e fármacos.

4.4. Avaliação do efeito do gel de *Aloe vera* em hambúrguer

4.4.1 pH

Os resultados da análise de pH estão apresentados nas Tabelas 12 e 13. Houve diferença significativa entre os tratamentos e ao longo do armazenamento refrigerado.

Tabela 13 - Teste de Tukey para análise de pH dos hambúrgueres.

TRAT	pH cru	
CONT	5,99	a, b
AVG2.5	6,06	a, b
AVG5.0	5,92	a
CONT+	6,23	b

Tratamentos: **CONT:** Controle (sem AVG); **AVG2.5:** 2,5% de AVG; **AVG5.0:** 5% de AVG; **CONT+:** Sem AVG, com eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio.

*Médias seguidas por letras iguais, dentro de uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 14 - Teste de Tukey para análise de pH dos hambúrgueres.

TEMPO	pH cru		pH cozido	
0	5,87	a	6,16	a
2	5,96	a	6,25	a
4	6,06	a	6,30	a
6	6,41	b	6,59	b

*Médias seguidas por letras iguais, dentro de uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os valores gerais de pH aumentaram ($p > 0,05$) durante o tempo de armazenamento para todas as formulações avaliadas, o que pode ser atribuído ao filme permeável ao O_2 utilizado para embalar os hambúrgueres e ao crescimento microbiano aeróbico. As condições do sistema de embalagem e a composição gasosa da atmosfera em torno da carne influenciam muito o crescimento e a composição da microbiota relacionada ao processo de deterioração.

Geralmente, as bactérias que se desenvolvem na carne em temperaturas de refrigeração são psicrotróficas e incluem bactérias lácticas, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*,

Micrococcus, *Acinetobacter*, *Brochothrix*, *Flavobacterium*, *Psychrobacter*, *Moraxella Clostridium*, e representantes da família *Enterobacteriaceae* (DOULGERAKI et al., 2012).

Microrganismos psicrófilos e psicrotróficos são os principais causadores de deterioração em carne refrigerada. Dentre eles destacam-se *Pseudomonas spp.*, bactérias lácticas e *Brochothrix thermosphacta*. Em carnes embaladas com filmes que possuem alta permeabilidade ao oxigênio, a microbiota responsável pela deterioração são as *Pseudomonas sp.*, o que limita a vida de prateleira do produto de 2 a 4 dias, dependendo da temperatura de refrigeração. A população de *Pseudomonas* no nível de 10^7 UFC. g^{-1} , tem sido correlacionada a compostos de odores desagradáveis provenientes da metabolização de aminoácidos (VENTURINI et al., 2009).

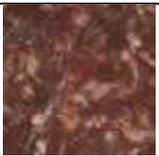
Ao final do armazenamento de 6 dias dos hambúrgueres, os valores de pH variaram de 6,27 a 6,53. A formulação CONT+ (adicionado de fostatos e eritorbato) apresentou os valores mais altos de pH ($p > 0,05$) durante os dias 0 a 4 de análise. A adição de fosfatos resultou em aumento do pH em 0,3-0,5 unidades. Quanto à adição de AVG, as amostras adicionadas de 2,5% e 5% apresentaram valores de pH mais baixos até 2 dias de armazenamento; como descrito anteriormente, a AVG tem um pH ácido, e reduz a de pH de hambúrgueres avaliados. Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani (2015) avaliaram a adição de 3 e 5% do extrato de AV (0,5% reconstituído) em hambúrgueres de carne bovina estendida e registraram valores iniciais de pH de 4,6-5,2.

Os tratamentos CONT e AVG2.5 não diferiram entre si, sendo que AVG5.0 não diferiu de CONT e AVG2.5, CONT+ também não diferiu de CONT e AVG2.5, entretanto, diferiu de AVG5.0, o que pode indicar que os conservantes utilizados nesse modelo apresentaram influência no pH dos hambúrgueres. O tripolifosfato de sódio (STPP) possui pH de 9,8, é substância alcalina e quando adicionada à carne aumenta o pH acima do ponto isoelétrico das proteínas (5,2 - 5,3) (YAMAZAKI et al., 2010).

4.4.2 Cor

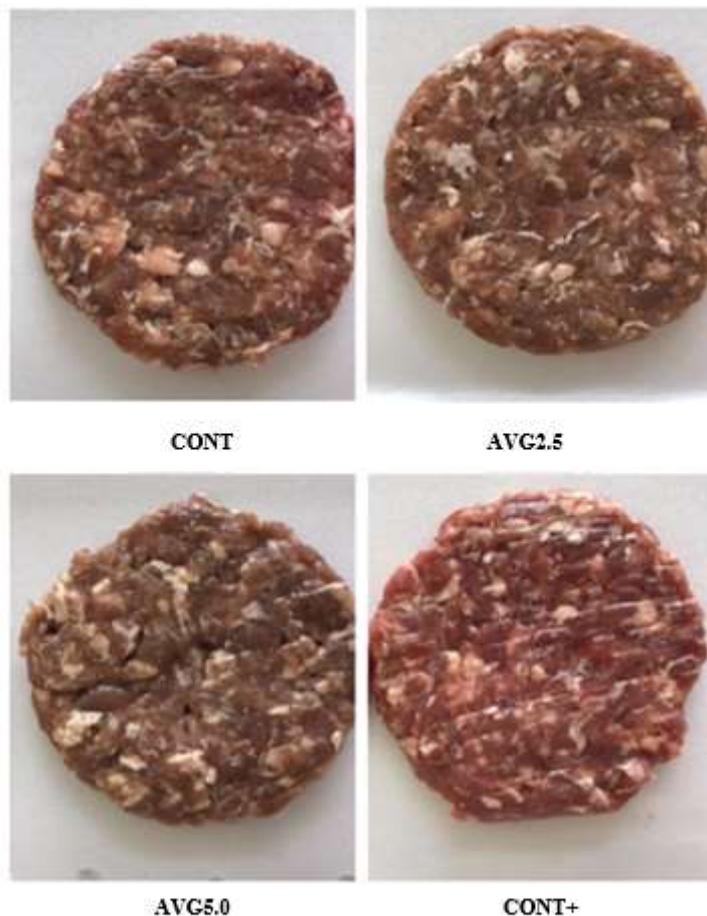
A Figura 9 apresenta imagens dos hambúrgueres nos diversos tratamentos durante o armazenamento refrigerado em embalagem permeável ao oxigênio. A Figura 10 apresenta o modelo cárneo ao final do tempo de estocagem avaliado (6 dias).

Figura 9 - Comportamento da cor durante o armazenamento (4°C) dos hambúrgueres.

Tratamento / Tempo de armazenamento (4°C)	CONT	AVG2.5	AVG5.0	CONT+
Dia 0 / 0 horas				
Dia 2 / 48 horas				
Dia 4 / 96 horas				
Dia 6 / 144 horas				

Fonte: Do autor (2021).

Figura 10 – Hambúrgueres após 6 dias de estocagem refrigerada em embalagem permeável a oxigênio.



Fonte: Do autor (2021).

Tratamentos: **CONT:** Controle (sem AVG); **AVG2.5:** 2,5% de AVG; **AVG5.0:** 5% de AVG; **CONT+:** Sem AVG, com eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio.

A Tabela 14 apresenta os valores de índice de vermelho (a^*) e ângulo de tonalidade (h) para os diferentes tratamentos estudados. Não houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de estocagem refrigerada. Também não foi observada diferença significativa entre os tratamentos em relação aos índices L^* , b^* e C^* .

Tabela 15 - Média dos valores dos índices de vermelho (a^*) e ângulo de tonalidade (h) da cor na superfície dos hambúrgueres (refrigerados) nos diferentes tratamentos.

TRAT	a^*	h (°)
CONT	14,57 a, b	42,47 a, b
AVG2.5	13,67 a, b	44,91 a, b
AVG5.0	13,12 a	46,84 b
CONT+	16,14 b	39,95 a

Fonte: Do autor (2021).

Tratamentos: **CONT**: Controle (sem AVG); **AVG2.5**: 2,5% de AVG; **AVG5.0**: 5% de AVG; **CONT+**: Sem AVG, com eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio.

^{a,b}Médias seguidas por letras iguais, dentro de uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A Tabela 15 apresenta as médias dos índices de cor dos hambúrgueres ao longo do tempo de estocagem. Os valores de luminosidade (L^*) não diferiram significativamente entre diferentes tratamentos avaliados; no entanto, o tempo de armazenamento afetou ($P < 0,05$) os valores de luminosidade para todas as formulações, sendo que no final do armazenamento notaram-se amostras mais escuras.

Tabela 16 - Teste de Tukey para análise de cor dos hambúrgueres.

TEMPO	L^*	a^*	b^*	C^*	h
0	48,02 a	19,98 a	16,59 a	26,05 a	39,90 a
2	43,62 b	14,42 b	13,71 b	19,99 b	43,85 a, b
4	43,35 b	11,45 c	11,84 c, b	16,68 c	47,07 b
6	43,02 b	10,75 c	10,05 c	14,85 c	43,27 a, b

*Médias seguidas por letras iguais, dentro de uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

No início do armazenamento (dia 0), o valor médio entre os tratamentos avaliados T1, T2, T3 e T4 foi de 48,02 e no final do armazenamento 43,02. Como esse parâmetro varia de branco ($+L^*$) a preto ($-L^*$), pode-se notar o escurecimento das amostras em questão.

Também foi observado um comportamento semelhante para o parâmetro de cor índice de amarelo (b^*). Para b^* os valores não diferem significativamente entre os

diferentes tratamentos de hambúrgueres, porém pode-se notar diferença significativa ($p < 0,05$) ao longo do armazenamento a 4 ± 2 °C em embalagem permeável ao oxigênio.

O índice de vermelho foi afetado significativamente pelo tempo de armazenamento ($p < 0,05$) para todas as formulações avaliadas CONT, AVG2.5, AVG5.0 e CONT+, sendo registrados valores mais baixos no final do armazenamento. No dia 0, os valores médios não diferiram significativamente entre as formulações avaliadas.

Em 48 horas de análise os hambúrgueres CONT+ (adicionado de fosfatos e eritorbato) apresentaram valores médios superiores aos demais tratamentos CONT, AVG2.5 e AVG5.0 até o final de 6 dias de armazenamento.

No dia 2, CONT, AVG2.5 e AVG5.0 demonstraram valores semelhantes, sendo que CONT+ apresentou valores de a^* ($p < 0,05$) de $17,79 \pm 0,921$. A partir de 4 dias, AVG2.5 e AVG5.0 apresentaram os menores valores até o final do armazenamento, sendo AVG5.0 o tratamento com menor intensidades de coloração vermelha, apresentando valores médios de $6,90 \pm 1,28$.

O ácido D-isoascórbico, também conhecido como ácido eritórbito, ou eritorbato, possui forte poder de redução e, conseqüentemente, atividade antioxidante, o que promove efeito de estabilização da cor, acarretando em colorações vermelhas vivas nos hambúrgueres (BEKHIT; FAUSTMAN, 2005).

Existem três formas de mioglobina, as quais podem coexistir: a deoximioglobina (Mb^+), a oximioglobina (O_2Mb) e a metamioglobina (MMb) (RAMOS; GOMIDE, 2007). Na carne fresca, exposta ao oxigênio, existe uma predominância da oximioglobina (O_2Mb), acarretando uma coloração vermelho-brilhante. Porém, se cerca de 60% dos pigmentos da superfície cárnea se oxidarem a MMb, ocorrerá alteração drástica da coloração, apresentando-se marrom (SEIDEMAN et al., 2007). A metamioglobina está associada a aceitabilidade, sendo rejeitada pelos consumidores quando a MMb encontra-se entre 20% ou 40% em relação ao total de pigmentos na carne (GREENE et al., 1971). A formação da MMb reduz os valores de a^* e b^* (MCKENNA et al., 2005), com perda da coloração vermelha, e de L^* (LINDAHL et al., 2001).

A incorporação de AVG afetou o ângulo da tonalidade (h) com efeitos significativos semelhantes, ao observado nos parâmetros a^* . O tempo de armazenamento afetou significativamente os tratamentos AVG2.5 e AVG5.0 que apresentaram valores médios altos de ângulo de tonalidade ($p < 0,05$) nas 48 horas de armazenamento. Em 6 dias de armazenamento, 2,5 e 5% de AVG adicionados apresentaram valores de, respectivamente, $46,06 \pm 2,864$ e $50,23 \pm 2,538$. CONT e CONT+ foram capazes de

manter os valores h^* estáveis durante o armazenamento (efeito de tempo $p>0,05$) e valores mais baixos de 39,67 e 37,11 foram registrados no dia 6 para essas formulações. O aumento do ângulo de tonalidade está correlacionado com as amostras de hambúrgueres que se tornaram menos vermelhas e mais amareladas e amarronzadas.

Os resultados observados confirmaram os efeitos de proteção/preservação da cor de aditivos como eritorbato de sódio em sistemas de embalagem contendo O_2 .

4.4.3 Oxidação lipídica TBARs

A oxidação lipídica representa um dos principais eventos relacionados a deterioração em carnes, sendo responsável pela perda da qualidade decorrente da alteração desagradável de sabor e odor, perdas nutricionais (vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais), além de acarretar na formação de compostos poliméricos com potenciais efeitos tóxicos (RAMALHO; JORGE, 2006). A Tabela 16 e as Figuras 11 e 12 apresentam os resultados encontrados para o índice TBARs (mg MDA/Kg) dos hambúrgueres antes e após o processamento térmico.

Tabela 17 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para TBAR's.

TRAT	CRU	COZ
CONT	1,51 a	1,25 a
AVG2.5	0,95 b	1,12 a
AVG5.0	0,91 b	1,04 a
CONT+	0,35 c	0,47 b

Tratamentos: **CONT:** Controle (sem AVG); **AVG2.5:** 2,5% de AVG; **AVG5.0:** 5% de AVG; **CONT+:** Sem AVG, com eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio.

*Médias seguidas por letras iguais, dentro de uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Figura 11 - Oxidação lipídica como índice TBARs (mg MDA/Kg) de modelo de carne moída reestruturada formulado com 2,5 e 5% de gel de *Aloe vera* AVG, e controle positivo adicionado de fosfatos sintéticos (STP 0,3%) e eritorbato (700ppm), durante 6 dias de armazenamento de embalagem permeável ao O_2 de EPS-PVC O_2 refrigerado ($4 \pm 2^\circ C$). Barras representam o erro padrão.

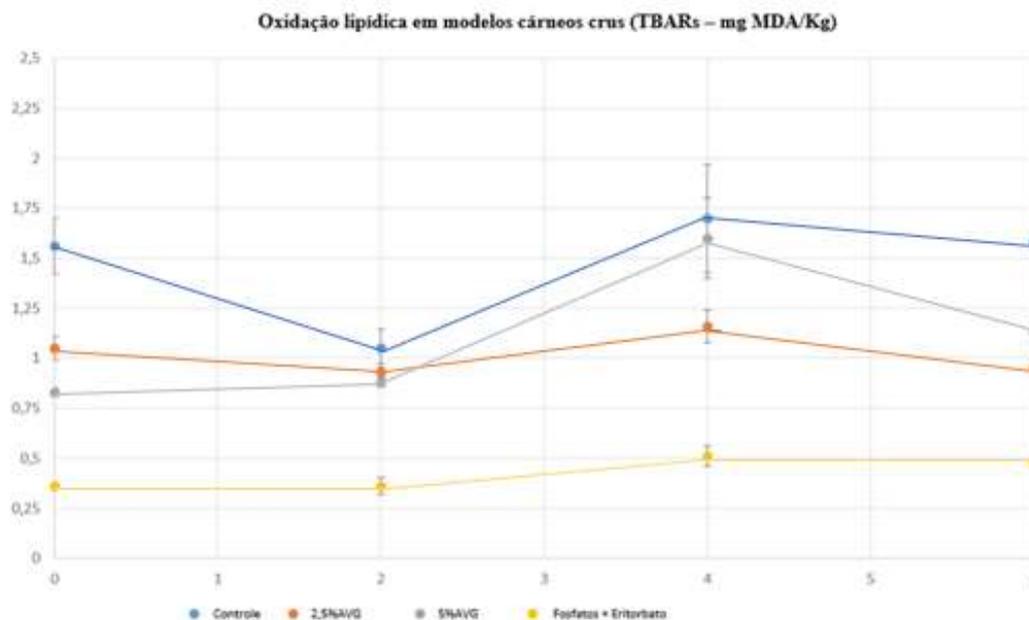
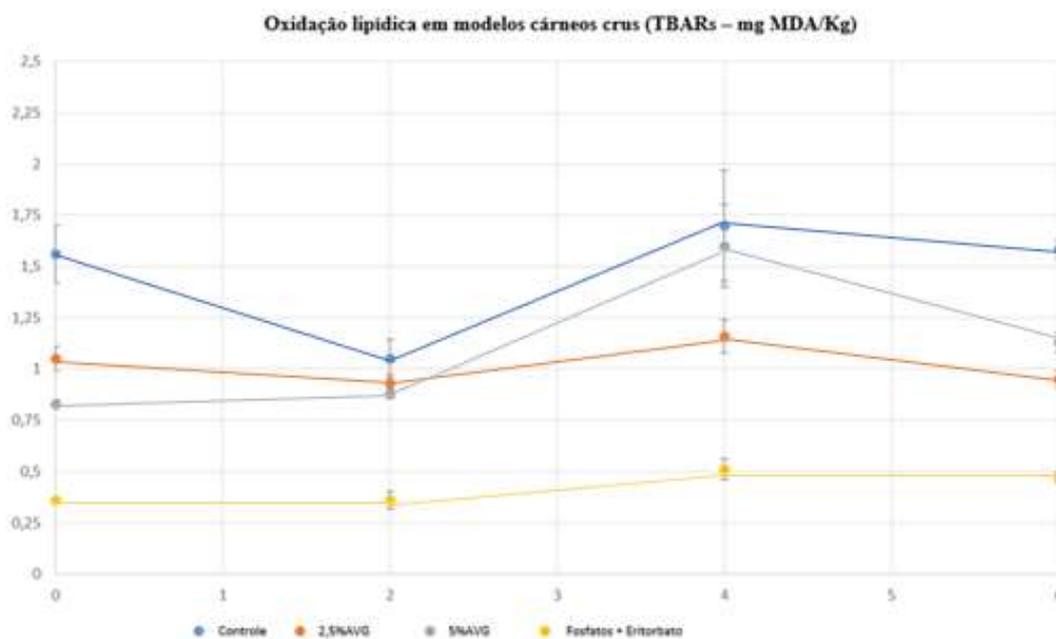


Figura 12 - Oxidação lipídica como índice TBARs (mg MDA/Kg) de modelo de carne moída reestruturada formulado com 2,5 e 5% de gel de *Aloe vera* AVG, e controle positivo adicionado de fosfatos sintéticos (STP 0,3%) e eritorbato (700ppm), durante 6 dias de armazenamento de embalagem permeável ao O₂ de EPS-PVC O₂ refrigerado ($4 \pm 2^\circ \text{C}$), obtidos após cozimento. Barras representam o erro padrão.



Fonte: Do autor (2021).

Os lipídios podem ser oxidados por diferentes caminhos: Reações hidrolíticas (catalisadas por lipase, temperatura ou umidade, formando ácidos graxos livres); Oxidação enzimática (lipoxigenases atuam sobre ácidos graxos poli-insaturados, catalisando a adição de oxigênio à cadeia hidrocarbonada poli-insaturada formando peróxidos e hidroperóxidos); Fotoxidação (promovida pela radiação UV em presença de

fotossensibilizadores, no caso de carne a mioglobina, que absorvem a energia luminosa de comprimento de onda na faixa do visível e a transferem para o oxigênio tripleto ($3O_2$), gerando o estado singlete ($1O_2$). Oxigênio singlete reage diretamente com as ligações duplas por adição, formando hidroperóxidos. Decorrentes de uma posterior degradação, formam aldeídos, álcoois e hidrocarbonetos.); Autoxidação (relacionada principalmente ao processo oxidativo de gorduras e óleos, acontece independentemente da exposição à luz. Pode ocorrer nas seguintes etapas: Iniciação, após a remoção de H, os radicais livres são formados em decorrência da cadeia de ácidos graxos; favorecidos por temperatura, sal e metais específicos Cu^{++} e Fe^{++} .) Propagação (é marcada pelo ataque do oxigênio a estes radicais de ácidos graxos formados; reação em cadeia contínua; formando produtos, como peróxidos.) Terminação (envolve a combinação e rearranjo de radicais primários, formando hidroperóxidos e subprodutos secundários, como aldeídos, cetonas e ésteres) (SILVA et al., 1999; RAMALHO; JORGE, 2006).

A oxidação pode ser evitada por meio do gerenciamento de vários fatores, como embalagem (atmosfera, proteção contra a luz, temperatura), técnicas de processamento e o uso de antioxidantes que atuam como inibidores de radicais, quelantes ou eliminadores de oxigênio. Além disso, os antioxidantes retardam a perda de cor da carne, pois os subprodutos da oxidação interagem com a mioglobina e tornam o ferro heme suscetível à oxidação (AMARAL et al., 2018).

Nas figuras 11 e 12 foram representados o índice TBARs (mg MDA / Kg) do modelo de carne moída reestruturada formulado com 2,5 e 5,0% de gel de *Aloe vera* AVG, e controle positivo adicionado de fosfatos sintéticos (STP 0,3%) e eritorbato (700ppm), durante 6 dias de armazenamento refrigerado ($4 \pm 2^\circ C$) em embalagem permeável a O_2 de EPS-PVC. As amostras de controle negativo (apenas com adição de sal) sofrem oxidação lipídica mais pronunciada ($p < 0,05$) do que os demais tratamentos avaliados, sendo registrados níveis médios de TBARs mais elevados para esse tratamento durante todos os 6 dias monitorados de armazenamento refrigerado. O controle positivo adicionado de compostos antioxidantes com eritorbato de sódio e fosfatos mostrou níveis significativamente mais baixos de TBARs entre as amostras avaliadas durante armazenamento. Um comportamento intermediário foi encontrado para amostras adicionadas de AVG, melhores que CONT, mas seu desempenho de estabilidade à oxidação foi inferior a amostras com conservantes tradicionais.

A melhor estabilidade de CONT+ pode ser atribuída à adição de fosfatos e eritorbato. O ácido D-isoascórbico, também conhecido como ácido eritórbito, ou

eritorbato, possui forte poder redutor (doadores de e-) e atividade sequestrante de espécies reativas do oxigênio, apoiando seu efeito antioxidante. Além disso, os polifosfatos podem atuar como antioxidantes devido a sua capacidade quelante. Agentes quelantes/sequestrantes íons metálicos complexos, principalmente cobre e ferro, os quais catalisam a oxidação de lipídios. Um par de elétrons não separados em sua estrutura molecular promove a ação de complexação. Os mais comuns são os ácidos cítricos e seus sais, fosfatos e sais de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (SHAH et al., 2014).

Apesar da menor estabilidade de TBARs em comparação com a formulação com conservantes tradicionais, os resultados apresentados permitem concluir que as amostras adicionadas de AVG a 2,5 e 5,0% apresentaram melhor estabilidade à oxidação lipídica do que o controle (CONT). Os valores médios foram menores para AVG2.5 e AVG5.0 em comparação com o controle (CONT) durante todas as análises de armazenamento refrigerado. Diversas classes químicas, incluindo fenólicos e flavonoides presentes no AVG (ELBANDY et al., 2014), podem atuar como antioxidantes. Como antioxidantes primários, os compostos fenólicos promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a etapa de iniciação ou propagação da reação de oxidação lipídica, através da doação de átomos de hidrogênio, interrompendo a reação em cadeia; espécies inativas são formadas pela reação em cadeia e um radical inerte proveniente do antioxidante, sendo este radical estabilizado por ressonância (RAMALHO; JORGE, 2006; OLIVEIRA et al., 2012).

Em relação à aplicação de AVG para antioxidante voltado para carnes processadas, Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani (2015) em um estudo realizado no Irã, relataram que a aplicação de AV em pó em hambúrgueres em 3% e 5% promoveu proteção contra oxidação lipídica, sendo registrados valores de 0,05 e 0,02 mg MDA/kg durante os 7 dias de armazenamento. Sendo que o controle (sem adição de AV) atingiu valores de 0,74 mg MDA/kg. Bhat et al. (2015), na Índia, relataram que *nuggets* de frango enriquecidas com *Aloe vera* gel em 5%, 10% e 15% apresentaram valores significativamente ($p < 0,05$) mais baixos do que os controles, para oxidação de lipídica a partir do sétimo dia de armazenamento refrigerado. Rajkumar et al. (2016), também na Índia, avaliaram que *nuggets* de carne de cabra com AVG apresentaram menores valores de TBRAS quando comparados com o produto controle, durante todo o período de armazenamento. A oxidação lipídica atingiu valores de 0,75 mg de malonaldeído por kg nas amostras controle. O aumento dos valores em *nuggets* com 2,5%, e 5% de *Aloe vera*

gel fresco foi muito lento e permaneceu mais baixo (0,66 mg de malonaldeído por kg de amostra) até o final do armazenamento refrigerado de 9 dias.

Necessário salientar que plantas podem apresentar, dentro de uma mesma espécie, grandes variações nos níveis de metabólitos primários (os quais são essenciais para a vida da planta) e secundários (responsáveis pela defesa e atratividade, não necessariamente estão presentes em todos os vegetais), visto que a produção desses compostos depende de fatores intrínsecos e extrínsecos. A síntese desses metabólitos é influenciada por diversas condições, como manejo da plantação, sazonalidade, incidência de chuvas, radiação ultravioleta e a concentração de nutrientes no solo (CHAVES, 2012).

Além disso, embora inúmeros componentes ativos tenham sido identificados no gel, acredita-se que estas atividades biológicas devem ser atribuídas a ação sinérgica dos compostos presentes, em vez de única substância química ou classe. É de extrema importância ressaltar que as diferenças na composição da *Aloe vera*, decorrentes da localização geográfica, métodos de extração do gel e técnicas de preparação de amostras, têm contribuído para as discrepâncias nos resultados obtidos em muitos estudos em termos da composição química e atividades biológicas do gel (HAMMAN, 2008). Pode-se verificar que os trabalhos apresentados não são brasileiros, logo, apresentam a localização geográfica, conseqüentemente o clima e índice pluviométrico, que consistem em fatores de grande impacto na composição das plantas estudadas e nos resultados obtidos nos experimentos conduzidos.

4.4.4 Estabilidade ao processamento térmico

A Tabela 17 apresenta os dados relacionados a estabilidade do processamento térmico dos hambúrgueres.

Tabela 18 – Média dos resultados obtidos nas análises de retenção de umidade e redução de diâmetro para os diferentes tratamentos.

TRAT	Retenção de Umidade	Redução de diâmetro
CONT	90,03 a, b	23,87 a
AVG2.5	88,03 a	21,34 a

AVG5.0	87,87 a	21,02 a
CONT+	92,55 b	14,50 b

Tratamentos: **CONT:** Controle (sem AVG); **AVG2.5:** 2,5% de AVG; **AVG5.0:** 5% de AVG; **CONT+:** Sem AVG, com eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio.

*Médias seguidas por letras iguais, dentro de uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para a retenção de umidade foi destacado um melhor desempenho de CONT+, e os valores observados foram maiores ($p < 0,05$) do que obtidos para CONT, AVG2.5 e AVG5.0. Em relação a redução de diâmetro, CONT+ apresentou os menores valores, indicando menores perdas de cocção. Os demais tratamentos não diferiram entre si, indicando que o gel não apresentou efeitos positivos nos parâmetros de estabilidade ao tratamento térmico. De fato, a AVG *in natura* não foi capaz de atuar substituindo os aditivos convencionais, conforme indicado pelos parâmetros avaliados pela estabilidade do processamento térmico. Os fosfatos são amplamente utilizados em produtos cárneos devido à capacidade significativa de ampliar a retenção de água na carne. Os polifosfatos em adição de sal são conhecidos por aumentar tanto a quantidade de água ligada, quanto a força da ligação partícula-partícula em produtos de carne processada, principalmente devido ao aumento do pH e da força iônica, para extração de proteína miofibrilar. Além disso, fosfatos mostram capacidade de quelar íons metálicos bivalentes e dissociar o complexo de actomiosina. Assim, atuam favorecendo o rendimento do cozimento, textura e suculência, aumentando as propriedades de retenção de água e gordura na matriz de carne reestruturada (TROUT; SCHMIDT, 1983).

Silva (2013) mostrou que os hambúrgueres de carne bovina (8,5% de água, sal de 1,4% e 900ppm de sódio eritorbato) adicionados de 7,5% de farinha de linhaça apresentaram melhor estabilidade de processamento térmico ($p < 0,05$) em comparação com as formulações de controle, para o rendimento do cozimento ($86,59 \pm 0,01$), encolhimento ($8,70 \pm 0,01$), retenção de umidade ($90,08 \pm 0,01$) e retenção de gordura ($74,72 \pm 0,01$). Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani (2015) relatam boas propriedades tecnológicas de *Aloe vera* liofilizado em até 5% em hambúrgueres (30% de carne magra /30% água/12,5% proteína texturizada), sendo registrada redução na perda de cozimento e redução de diâmetro, além de melhorias nas propriedades de absorção de água e gordura.

O sal, cloreto de sódio, foi utilizado em todas as formulações, pois, além da função clara de conferir gosto salgado, apresenta a capacidade de realçar o sabor da carne; reduz a atividade de água e conseqüentemente aumenta a segurança microbiológica do produto (PIETRASIK; GAUDETTE, 2014). A atração forte entre os íons de cloro e as moléculas de proteína é a responsável pela capacidade do cloreto de sódio em reter água e reduzir a água livre na matriz alimentar. Tal reação ocorre, pois as proteínas presentes na carne tornam-se carregadas negativamente, acarretando na sua repulsão elétrica, o que ocasiona o aumento do espaço entre elas e solubilização parcial. A solubilização das proteínas miofibrilares está diretamente relacionada com a melhora da textura e da incorporação de gordura, o que promove massas cárneas mais estáveis e viscosas (DESMOND, 2006).

No controle positivo, o eritorbato de sódio foi utilizado como antioxidante, visando evitar a rancidez oxidativa. Para essa finalidade, deve ser aplicado em concentrações acima de 100 ppm, pois concentrações mais baixas podem apresentar o efeito indesejado de acelerar o desenvolvimento da rancidez (GRAY; GOMAA; BUCKLEY, 1996). Os fosfatos, principalmente os polifosfatos, foram utilizados com o objetivo de prevenir ou retardar a oxidação de gorduras insaturadas e inibir o crescimento de microrganismos causadores de deterioração (LEE; HENDRICKS; CORNFORTH, 1998).

Polifosfatos em conjunto com o sal são conhecidos por aumentar a ligação de água e a força de ligação partícula-partícula em produtos cárneos, principalmente devido a um aumento de pH e em força iônica. Além disso, os fosfatos mostram capacidade de quelar íons metálicos divalentes e de dissociar o complexo de actomiosina (TROUT; SCHIMIDT, 1983). Portanto, favorecem o rendimento, textura e suculência do cozimento, aumentando as propriedades de retenção de água e gordura na matriz de carne reestruturada.

5. CONCLUSÃO

O processo de liofilização mostrou-se um método eficaz para conservação do gel de *Aloe vera*, não havendo perda de suas propriedades e potencializando as propriedades antioxidantes do gel.

Embora a população tenha conhecimento das propriedades e aplicações cosméticas da *Aloe vera*, a grande maioria desconhece o uso na indústria alimentícia dessa

planta, porém apresenta certo interesse em consumir esse tipo de produto. Entretanto, o uso desse do gel de *Aloe vera* como aditivo em hambúrgueres apresentou um impacto negativo na intenção de compra dos consumidores.

Apesar das características promissoras do gel de *Aloe vera* identificadas em diversos trabalhos, como atividade antioxidante e antimicrobiana, capacidade de retenção de água e óleo, capacidade de emulsão e estabilidade, o uso do gel de *Aloe vera* como aditivo em hambúrgueres apresenta um desempenho inferior à formulação adicionada de aditivos convencionais (fosfato e eritorbato). Entretanto, quando comparado aos hambúrgueres controle, as amostras com AVG (2,5 e 5%) apresentam valores inferiores de oxidação lipídica, indicando capacidade antioxidante do AVG.

Os resultados deste trabalho, principalmente os relacionados à caracterização do gel e liofilizado de *Aloe vera*, podem fornecer direcionamento para futuras pesquisas envolvendo a implementação desse aditivo não convencional em diferentes matrizes alimentares.

6. REFERÊNCIAS

AGRA, M. D. F.; FREITAS, P. F. D.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, p. 114-140, 2007. ISSN 0102-695X.

AHMED, I.; QAZI, I. M.; JAMAL, S. Developments in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetables. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 34, p. 29-43, 2016/04/01/ 2016. ISSN 1466-8564. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856416000072> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.01.003>.

AHMED, M. J.; SINGH, Z.; KHAN, A. S. Postharvest Aloe vera gel-coating modulates fruit ripening and quality of ‘Arctic Snow’ nectarine kept in ambient and cold storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 44, n. 5, p. 1024-1033, 2009/05/01 2009. ISSN 0950-5423. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01873.x> >. Acesso em: 2019/08/05. doi: 10.1111/j.1365-2621.2008.01873.x.

ALDAYEL, T. S. et al. LC-MS characterization of bioactive metabolites from two Yemeni Aloe spp. with antioxidant and antidiabetic properties. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 13, n. 4, p. 5040-5049, 2020/04/01/ 2020. ISSN 1878-5352. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187853522030040X> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.02.003>.

ALMEIDA, P. F. **Aplicação de gelatina obtida de subproduto animal como substituto parcial de gordura em spread de chocolate**. 2016. 238 Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo

ALVES, F. Desenvolvimento de processos de extração de hidrocoloides do ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller). Dissertação (mestrado), 2011.

AMARAL, A. B.; SILVA, M. V. D.; LANNES, S. C. D. S. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 1-15, 2018. ISSN 0101-2061. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612018000500001&nrm=iso >. doi: 10.1590/fst.32518

ASIOLI, D. et al. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**, v. 99, p. 58-71, 2017/09/01/ 2017. ISSN 0963-9969. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917303435> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022>.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, p. 113-123, 2006. ISSN 0100-4042.

BEARA, I. N. et al. Plantain (*Plantago* L.) species as novel sources of flavonoid antioxidants. **J Agric Food Chem**, v. 57, n. 19, p. 9268-73, Oct 14 2009. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf902205m> >. doi: 10.1021/jf902205m.

BEKHIT, A. E. D.; FAUSTMAN, C. Metmyoglobin reducing activity. **Meat Science**, v. 71, n. 3, p. 407-439, 2005. ISSN 0309-1740. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005001701> >. doi: 10.1016/j.meatsci.2005.04.032.

BHAT, Z. F.; KUMAR, S.; KUMAR, P. Effect of Aloe vera on the lipid stability and storage quality of chicken nuggets. **Nutrition & Food Science**, v. 45, n. 1, p. 54-67, 2015. ISSN 0034-6659. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000213477000004 >. doi: 10.1108/nfs-04-2014-0034.

BIALKOVA, S.; SASSE, L.; FENKO, A. The role of nutrition labels and advertising claims in altering consumers' evaluation and choice. **Appetite**, v. 96, p. 38-46, 2016/01/01/ 2016. ISSN 0195-6663. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666315300040> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.030>.

BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 31, n. 2, p. 118-129, 2013/06/01/ 2013. ISSN 0924-2244. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224413000678> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.006>.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela: 2001

BOUDREAU, M. D.; BELAND, F. A. An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe barbadensis (miller), Aloe vera. In: (Ed.). **J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev**. United States, v.24, 2006. p.103-54. ISBN 1059-0501 (Print)
1059-0501 (Linking).

BOURNE, M. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. San Diego: Academic Press, 2002. 427.

BOURNE, M. C.; KENNY, J. F.; BARNARD, J. COMPUTER-ASSISTED READOUT OF DATA FROM TEXTURE PROFILE ANALYSIS CURVES¹. **Journal of Texture Studies**, v. 9, n. 4, p. 481-494, 1978/12/01 1978. ISSN 0022-4901. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1978.tb01219.x> >. Acesso em: 2021/02/03. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1978.tb01219.x>.

BOZZI, A. et al. Quality and authenticity of commercial aloe vera gel powders. **Food Chemistry**, v. 103, n. 1, p. 22-30, 2007/01/01/ 2007. ISSN 0308-8146. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606006066> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.061>.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutr Rev**, v. 56, n. 11, p. 317-33, Nov 1998. ISSN 0029-6643 (Print)0029-6643. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x> >. doi: 10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. São Paulo: ITAL/FIESP, 2010. 173 p. Disponível em: <www.brasilfoodtrends.com.br>.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de Março de 2017. Dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017.

Brasil. Instrução Normativa Nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. Brasília, DF, 2020.

CAMPOS, S.; DOXEY, J.; HAMMOND, D. Nutrition Labels on Pre-Packaged Foods: A Systematic Review. **Public health nutrition**, v. 14, p. 1496-506, 08/01 2011. doi: 10.1017/S1368980010003290.

CHANG, X. L. et al. Effects of heat treatments on the stabilities of polysaccharides substances and barbaloin in gel juice from Aloe vera Miller. **Journal of Food Engineering**, v. 75, n. 2, p. 245-251, 2006/07/01/ 2006. ISSN 0260-8774. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877405002463> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.04.026>.

CHAU, C.-F.; CHEUNG, P. C. K.; WONG, Y.-S. Functional Properties of Protein Concentrates from Three Chinese Indigenous Legume Seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 7, p. 2500-2503, 1997/07/01 1997. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf970047c> >. doi: 10.1021/jf970047c.

CHOI, S.; CHUNG, M.-H. A review on the relationship between aloe vera components and their biologic effects. **Seminars in Integrative Medicine**, v. 1, n. 1, p. 53-62, 2003/03/01/ 2003. ISSN 1543-1150. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S154311500300005X> >. doi: [https://doi.org/10.1016/S1543-1150\(03\)00005-X](https://doi.org/10.1016/S1543-1150(03)00005-X).

CHOI, S. W. et al. The wound-healing effect of a glycoprotein fraction isolated from aloe vera. **Br J Dermatol**, v. 145, n. 4, p. 535-45, Oct 2001. ISSN 0007-0963 (Print) 0007-0963. doi: 10.1046/j.1365-2133.2001.04410.x.

DACANAL, G. C.; MENEGALLI, F. C. Selection of operational parameters for the production of instant soy protein isolate by pulsed fluid bed agglomeration. **Powder Technology**, v. 203, n. 3, p. 565-573, 2010/11/25/ 2010. ISSN 0032-5910. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591010003220> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2010.06.023>.

DANG, K. T. H.; SINGH, Z.; SWINNY, E. E. Edible Coatings Influence Fruit Ripening, Quality, and Aroma Biosynthesis in Mango Fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 1361-1370, 2008/02/01 2008. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf072208a> >. doi: 10.1021/jf072208a.

DAS, S. et al. Isolation and characterization of novel protein with anti-fungal and anti-inflammatory properties from Aloe vera leaf gel. **International Journal of Biological**

Macromolecules, v. 48, n. 1, p. 38-43, 2011/01/01/ 2011. ISSN 0141-8130. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813010002904> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2010.09.010>.

DAVIS, R. H. et al. Anti-inflammatory and wound healing activity of a growth substance in Aloe vera. **J Am Podiatr Med Assoc**, v. 84, n. 2, p. 77-81, Feb 1994. ISSN 8750-7315 (Print) 1930-8264. doi: [10.7547/87507315-84-2-77](https://doi.org/10.7547/87507315-84-2-77).

DAVIS, R. H.; LEITNER, M. G.; RUSSO, J. M. Aloe vera. A natural approach for treating wounds, edema, and pain in diabetes. **J Am Podiatr Med Assoc**, v. 78, n. 2, p. 60-8, Feb 1988. ISSN 8750-7315 (Print) 1930-8264. doi: [10.7547/87507315-78-2-60](https://doi.org/10.7547/87507315-78-2-60).

DHAR, M. L. et al. Screening of Indian plants for biological activity: I. **Indian J Exp Biol**, v. 6, n. 4, p. 232-47, Oct 1968. ISSN 0019-5189 (Print)0019-5189. Disponível em: < <http://dx.doi.org/> >.

DJERABA, A.; QUERE, P. In vivo macrophage activation in chickens with Acemannan, a complex carbohydrate extracted from Aloe vera. **International Journal of Immunopharmacology**, v. 22, n. 5, p. 365-372, 2000/05/01/ 2000. ISSN 0192-0561. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0192056199000910> >. doi: [https://doi.org/10.1016/S0192-0561\(99\)00091-0](https://doi.org/10.1016/S0192-0561(99)00091-0).

DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ, R. N. et al. El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. **Revista mexicana de ingeniería química**, v. 11, p. 23-43, 2012. ISSN 1665-2738. Disponível em: < http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&nrm=iso >.

DOULGERAKI, A. I. et al. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 157, n. 2, p. 130-141, 2012/07/02/ 2012. ISSN 0168-1605. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160512002814> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.05.020>.

DU PLESSIS, L. H.; HAMMAN, J. H. In vitro evaluation of the cytotoxic and apoptogenic properties of aloe whole leaf and gel materials. **Drug Chem Toxicol**, v. 37, n. 2, p. 169-77, Apr 2014. ISSN 0148-0545. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3109/01480545.2013.834356> >. doi: [10.3109/01480545.2013.834356](https://doi.org/10.3109/01480545.2013.834356).

DUCROT, P. et al. Impact of Different Front-of-Pack Nutrition Labels on Consumer Purchasing Intentions: A Randomized Controlled Trial. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 50, n. 5, p. 627-636, 2016/05/01/ 2016. ISSN 0749-3797. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749379715007242> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.10.020>.

ELBANDY, M. et al. Aloe vera Gel as a Functional Ingredient and Natural Preservative in Mango Nectar. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, v. 9, p. 191-203, 01/01 2014. doi: 10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.1139.

ESHUN, K.; HE, Q. Aloe Vera: A Valuable Ingredient for the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industries—A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, n. 2, p. 91-96, 2004/03/01 2004. ISSN 1040-8398. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/10408690490424694> >. doi: 10.1080/10408690490424694.

FRANCO-QUINO, C. et al. **Características fitoquímicas y capacidad antioxidante in vitro de Aloe vera, Plukenetia volubilis, Caiophora carduifolia, Cecropia membranacea** An Fac med. 2016.

GARCÍA-SEGOVIA, P. et al. Osmotic dehydration of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller). **Journal of Food Engineering**, v. 97, n. 2, p. 154-160, 2010/03/01/ 2010. ISSN 0260-8774. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877409005020> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.10.004>.

GREENE, B. E.; HSIN, I.-M.; ZIPSER, M. Y. W. RETARDATION OF OXIDATIVE COLOR CHANGES IN RAW GROUND BEEF. **Journal of Food Science**, v. 36, n. 6, p. 940-942, 1971/09/01 1971. ISSN 0022-1147. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb15564.x> >. Acesso em: 2021/04/16. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb15564.x>.

GUILLEN, F. et al. Aloe arborescens and Aloe vera gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 83, p. 54-57, 2013/09/01/ 2013. ISSN 0925-5214. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521413000859> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.03.011>.

HABEEB, F. et al. Screening methods used to determine the anti-microbial properties of Aloe vera inner gel. **Methods**, v. 42, n. 4, p. 315-320, 2007/08/01/ 2007. ISSN 1046-2023. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104620230700062X> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2007.03.004>.

HAMMAN, J. H. Composition and applications of Aloe vera leaf gel. **Molecules (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 8, p. 1599-1616, 2008. ISSN 1420-3049. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18794775> >. doi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6245421/> 10.3390/molecules13081599.

HE, Q. et al. Quality and safety assurance in the processing of aloe vera gel juice. **Food Control**, v. 16, n. 2, p. 95-104, 2005/02/01/ 2005. ISSN 0956-7135. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713503002056> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2003.12.001>.

HEŚ, M. et al. Aloe vera (L.) Webb.: Natural Sources of Antioxidants – A Review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 74, n. 3, p. 255-265, 2019/09/01 2019. ISSN 1573-9104.

Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00747-5> >. doi: 10.1007/s11130-019-00747-5.

HEŚ, M. et al. Antioxidant activity of true aloe (Aloe vera) extract in model systems. **Nauka Przyroda Technologie**, v. 10, 12/30 2016. doi: 10.17306/J.NPT.2016.4.53.

HU, Y.; XU, J.; HU, Q. Evaluation of Antioxidant Potential of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) Extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 26, p. 7788-7791, 2003/12/01 2003. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf034255i> >. doi: 10.1021/jf034255i.

JAEGER, S. R. et al. Future directions in sensory and consumer science: Four perspectives and audience voting. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 301-309, 2017/03/01/ 2017. ISSN 0950-3293. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316300507> >. doi: 10.1016/j.foodqual.2016.03.006.

JAIRATH, G.; CHATLI, M. K.; BISWAS, A. K. Comparative Study on In vitro and In vivo Evaluation of Antioxidant Potential of Apple Peel Extract and Aloe Vera Gel. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 40, n. 4, p. 607-614, Aug 2016. ISSN 0145-8892. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000381042900004 >. doi: 10.1111/jfpp.12639.

JASSO DE RODRÍGUEZ, D. et al. Antifungal activity in vitro of Aloe vera pulp and liquid fraction against plant pathogenic fungi. **Industrial Crops and Products**, v. 21, n. 1, p. 81-87, 2005/01/01/ 2005. ISSN 0926-6690. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669004000263> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2004.01.002>.

KANG, M.-C. et al. In vitro and in vivo antioxidant activities of polysaccharide purified from aloe vera (Aloe barbadensis) gel. **Carbohydrate Polymers**, v. 99, p. 365-371, 2014/01/02/ 2014. ISSN 0144-8617. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861713008060> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.07.091>.

KAPARAKOU, E. H. et al. Quantitative determination of aloin, antioxidant activity and toxicity of Aloe vera leaf gel products from Greece. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. n/a, n. n/a, 2020/07/09 2020. ISSN 0022-5142. Disponível em: < <https://doi.org/10.1002/jsfa.10650> >. Acesso em: 2020/07/28. doi: 10.1002/jsfa.10650.

KAUFMAN, T.; NEWMAN, A. R.; WEXLER, M. R. Aloe vera and burn wound healing. **Plast Reconstr Surg**, v. 83, n. 6, p. 1075-6, Jun 1989. ISSN 0032-1052 (Print) 0032-1052. doi: 10.1097/00006534-198906000-00037.

KRAUS, A. Factors influencing the decisions to buy and consume functional food. **British Food Journal**, v. 117, p. 1622-1636, 06/08 2015. doi: 10.1108/BFJ-08-2014-0301.

LAGARTO PARRA, A. et al. Comparative study of the assay of Artemia salina L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute

toxicity of plant extracts. **Phytomedicine**, v. 8, n. 5, p. 395-400, 2001/01/01/ 2001. ISSN 0944-7113. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944711304700574> >. doi: <https://doi.org/10.1078/0944-7113-00044>.

LAWRENCE, R.; TRIPATHI, P.; JEYAKUMAR, E. Isolation, Purification and Evaluation of Antibacterial Agents from Aloe vera. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, p. 906-915, 2009. ISSN 1517-8382.

LEE, J. K. et al. Acemannan purified from Aloe vera induces phenotypic and functional maturation of immature dendritic cells. **International Immunopharmacology**, v. 1, n. 7, p. 1275-1284, 2001/07/01/ 2001. ISSN 1567-5769. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567576901000522> >. doi: [https://doi.org/10.1016/S1567-5769\(01\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S1567-5769(01)00052-2).

LI, X. M.; LI, X. L.; ZHOU, A. G. Evaluation of antioxidant activity of the polysaccharides extracted from Lycium barbarum fruits in vitro. **European Polymer Journal**, v. 43, n. 2, p. 488-497, 2007/02/01/ 2007. ISSN 0014-3057. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014305706003715> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2006.10.025>.

LINDAHL, G.; LUNDSTRÖM, K.; TORNBERG, E. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. **Meat science**, v. 59, p. 141-51, 10/01 2001. doi: 10.1016/S0309-1740(01)00064-X.

LÓPEZ, A. et al. Phenolic constituents, antioxidant and preliminary antimycoplasmic activities of leaf skin and flowers of Aloe vera (L.) Burm. f. (syn. A. barbadensis Mill.) from the Canary Islands (Spain). **Molecules**, v. 18, n. 5, p. 4942-54, Apr 26 2013. ISSN 1420-3049. doi: 10.3390/molecules18054942.

MARTÍNEZ-ROMERO, D. et al. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, n. 1, p. 93-100, 2006/01/01/ 2006. ISSN 0925-5214. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521405001961> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.09.006>.

MBAJIUKA, C.; OBEAGU, E.; GODSON EZIOKWU, O. Antimicrobial effects of Aloe vera on some human pathogens. v. 3, p. 1022-1028, 03/15 2014.

MCKENNA, D. R. et al. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. **Meat science**, v. 70, p. 665-82, 08/01 2005. doi: 10.1016/j.meatsci.2005.02.016.

MIRANDA, M. et al. Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties, and antioxidant capacity of Aloe Vera (Aloe Barbadensis Miller) gel. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 2, p. 297-304, 2009/03/01/ 2009. ISSN 0260-8774. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877408004482> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.09.007>.

MISIR, J.; H. BRISHTI, F.; M. HOQUE, M. Aloe vera gel as a Novel Edible Coating for Fresh Fruits: A Review. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 2, n. 3, p. 93-97, 2014/06/18 2019. ISSN 2333-4835. Disponível em: < <http://pubs.sciepub.com/> >. Acesso em: 2019/08/05.

MODI, V. K. et al. Quality of buffalo meat burger containing legume flours as binders. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 143-149, 2004/01/01/ 2004. ISSN 0309-1740. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174003000780> >. doi: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00078-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00078-0).

MOORE, W. L. Levels of Aggregation in Conjoint Analysis: An Empirical Comparison. **Journal of Marketing Research**, v. 17, n. 4, p. 516-523, 1980/11/01 1980. ISSN 0022-2437. Disponível em: < <https://doi.org/10.1177/002224378001700410> >. Acesso em: 2020/09/14. doi: 10.1177/002224378001700410.

MORAIS, A. R. **Sobremesas gelificadas obtidas a partir de subprodutos da indústria do arroz**. 2016. 108 Engenharia Alimentar, Universidade de Lisboa

MOURA, C. **Potencial antioxidante de extratos hidroalcoólicos de mirtilo, polpa de açaí e goji berry: efeito na estabilidade oxidativa e sensorial em queijo Petit Suisse**. 2016. 109 Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica do Paraná

NASRIN, T. A. A. et al. Postharvest quality response of strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage. <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2017.1324326>, 22 May 2017 2017. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14620316.2017.1324326> >. doi: 10.1080/14620316.2017.1324326.

NEJATZADEH-BARANDOZI, F. Antibacterial activities and antioxidant capacity of Aloe vera. **Organic and medicinal chemistry letters**, v. 3, n. 1, p. 5-5, 2013. ISSN 2191-2858. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23870710> >. doi: 10.1186/2191-2858-3-5.

NI, Y. et al. Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. **International Immunopharmacology**, v. 4, n. 14, p. 1745-1755, 2004/12/20/ 2004. ISSN 1567-5769. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567576904002218> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2004.07.006>.

NINDO, C. I.; POWERS, J. R.; TANG, J. Thermal Properties of Aloe Vera Powder and Rheology of Reconstituted Gels. **Transactions of the ASABE**, v. 53, n. 4, p. 1193-1200, 2019. Disponível em: < <http://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=32576&confalias=&t=1&redir=&redirType=https://elibrary.asabe.org/azdez.asp?JID=3&AID=32576&CID=t2010&v=53&i=4&T=1> >. doi: 10.13031/2013.32576.

OLIVEIRA, D. F. D. et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, p. 163-174, 2013. ISSN 1981-6723.

OLIVEIRA, T. L. C. D. et al. Antioxidant effects of *Satureja montana* L. essential oil on TBARS and color of mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 204-212, 2012/03/01/ 2012. ISSN 0023-6438. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643811002933> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.09.006>.

OLIVOS-LUGO, B.; VALDIVIA, M.; TECANTE, A. Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.). **Food science and technology international = Ciencia y tecnología de los alimentos internacional**, v. 16, p. 89-96, 02/01 2010. doi: 10.1177/1082013209353087.

OZSOY, N.; CANDOKEN, E.; AKEV, N. Implications for degenerative disorders Antioxidative activity, total phenols, flavonoids, ascorbic acid, beta-carotene and alpha-tocopherol in Aloe vera. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2, n. 2, p. 99-106, Apr-Jun 2009. ISSN 1942-0900. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000271898300008 >. doi: 10.4161/oxim.2.2.8493.

PAES-LEME, A. A. et al. Assessment of Aloe vera (L.) genotoxic potential on *Escherichia coli* and plasmid DNA. **J Ethnopharmacol**, v. 102, n. 2, p. 197-201, Nov 14 2005. ISSN 0378-8741 (Print)0378-8741. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.06.013> >. doi: 10.1016/j.jep.2005.06.013.

PANDEY, R.; MISHRA, A. Antibacterial activities of crude extract of Aloe barbadensis to clinically isolated bacterial pathogens. **Appl Biochem Biotechnol**, v. 160, n. 5, p. 1356-61, Mar 2010. ISSN 0273-2289. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s12010-009-8577-0> >. doi: 10.1007/s12010-009-8577-0.

PEREIRA, D. C.; FRASSON, A. P. Z. USO DA ALOE VERA EM PRODUTOS FARMACÊUTICOS E ANÁLISE DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE CREME ANIÔNICO CONTENDO EXTRATO GLICÓLICO DESTA PLANTA. **Revista Contexto & Saúde**, v. 7, n. 12, p. 27-34, 06/07 2013. Disponível em: < <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/1400> >. Acesso em: 2021/07/27. doi: 10.21527/2176-7114.2007.12.27-34.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989/09/01 1989. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf00089a022> >. doi: 10.1021/jf00089a022.

PIRES, I. S. C. et al. Composição centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (*longissimus dorsi*) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. **Revista de Nutrição**, v. 15, p. 163-172, 2002. ISSN 1415-5273.

PUGH, N. et al. Characterization of Aloeride, a new high-molecular-weight polysaccharide from Aloe vera with potent immunostimulatory activity. **J Agric Food Chem**, v. 49, n. 2, p. 1030-4, Feb 2001. ISSN 0021-8561 (Print) 0021-8561.

QUISPE, C. et al. Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Aloe vera* from the Pica Oasis (Tarapacá, Chile) by UHPLC-Q/Orbitrap/MS/MS. **Journal of Chemistry**, v. 2018, p. 6123850, 2018/12/20 2018. ISSN 2090-9063. Disponível em: < <https://doi.org/10.1155/2018/6123850> >. doi: 10.1155/2018/6123850.

RAGAB, D. M.; BABIKER, E. E.; ELTINAY, A. H. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration. **Food Chemistry**, v. 84, n. 2, p. 207-212, 2004/02/01/ 2004. ISSN 0308-8146. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814603002036> >. doi: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00203-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00203-6).

RAHMAN, M.; AL-MAHROUQI, A. Instrumental texture profile analysis of gelatin gel extracted from grouper skin and commercial (bovine and porcine) gelatin gels. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 60 Suppl 7, p. 229-42, 07/01 2009. doi: 10.1080/09637480902984414.

RAJKUMAR, V. et al. Quality and Acceptability of Meat Nuggets with Fresh Aloe vera Gel. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 29, n. 5, p. 702-708, May 2016. ISSN 1011-2367. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000376249600014 >. doi: 10.5713/ajas.15.0454.

RAMACHANDRA, C. T.; RAO, P. S. Processing of Aloe Vera Leaf Gel: A Review. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 3, n. 2, p. 502, 2008-06-30 2008. Disponível em: < <https://thescpub.com/abstract/10.3844/ajabssp.2008.502.510> >. doi: doi:10.3844/ajabssp.2008.502.510.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, p. 755-760, 2006. ISSN 0100-4042.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. D. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV: 599 p. 2007.

REYNOLDS, T. The compounds in Aloë leaf exudates: a review. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 90, n. 3, p. 157-177, 1985/04/01 1985. ISSN 0024-4074. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1985.tb00377.x> >. Acesso em: 2019/07/22. doi: 10.1111/j.1095-8339.1985.tb00377.x.

RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, V. M. et al. Effects of pasteurization on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from Aloe barbadensis Miller. **Carbohydrate Polymers**, v. 86, n. 4, p. 1675-1683, 2011/10/15/ 2011. ISSN 0144-8617. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861711005558> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.06.084>.

RUFINO et al. **Metodologia**

científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.: Embrapa Agroindústria Tropical 2007.

SACCÙ, D.; BOGONI, P.; PROCIDA, G. Aloe Exudate: Characterization by Reversed Phase HPLC and Headspace GC-MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4526-4530, 2001/10/01 2001. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf010179c> >. doi: 10.1021/jf010179c.

SAHA, D.; BHATTACHARYA, S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review. **Journal of food science and technology**, v. 47, p. 587-97, 12/01 2010. doi: 10.1007/s13197-010-0162-6.

SAKS, Y.; BARKAI-GOLAN, R. Aloe vera gel activity against plant pathogenic fungi. **Postharvest Biology and Technology**, v. 6, n. 1, p. 159-165, 1995/06/01/ 1995. ISSN 0925-5214. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092552149400051S> >. doi: [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(94\)00051-S](https://doi.org/10.1016/0925-5214(94)00051-S).

SALEEM, R. et al. Anthrones from Aloe barbadensis. **Phytochemistry**, v. 45, n. 6, p. 1279-1282, 1997/07/01/ 1997. ISSN 0031-9422. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942297001076> >. doi: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(97\)00107-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)00107-6).

SCALA, K. D. et al. Chemical and physical properties of aloe vera (Aloe barbadensis Miller) gel stored after high hydrostatic pressure processing. **Food Science and Technology**, v. 33, p. 52-59, 2013. ISSN 0101-2061. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612013000100009&nrm=iso >.

SEGURA-CAMPOS, M. et al. Whole and crushed nutlets of chia (Salvia hispanica) from Mexico as a source of functional gums. **Food Science and Technology**, v. 34, p. 701-709, 2014. ISSN 0101-2061.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Site Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>.

SEHGAL, I. et al. An in vitro and in vivo toxicologic evaluation of a stabilized aloe vera gel supplement drink in mice. **Food Chem Toxicol**, v. 55, p. 363-70, May 2013. ISSN 0278-6915. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2013.01.012> >. doi: 10.1016/j.fct.2013.01.012.

SEIDEMAN, S. et al. Factors associated with fresh meat color: A review. **Journal of Food Quality**, v. 6, p. 211-237, 05/31 2007. doi: 10.1111/j.1745-4557.1984.tb00826.x.

SERRANO, M. et al. Use of Aloe vera Gel Coating Preserves the Functional Properties of Table Grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 11, p. 3882-3886, 2006/05/01 2006. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf060168p> >. doi: 10.1021/jf060168p.

SHAH, M.; BOSCO, S.; MIR, S. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat science**, v. 98, p. 21-33, 04/24 2014. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.03.020.

SHAHREZAEE, M. et al. Use of Aloe vera gel powder to enhance the shelf life of chicken nugget during refrigeration storage. **Lwt-Food Science and Technology**, v. 95, p. 380-386, Sep 2018. ISSN 0023-6438. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000436217000053 >. doi: 10.1016/j.lwt.2018.04.066.

SILVA, C. E. D. **Elaboração e avaliação de hambúrgueres de carne bovina com substituições de toucinho por farinha de linhaça**. . 2013. (Mestrado). Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, p. 94-103, 1999. ISSN 0100-4042.

SILVA, H. et al. Effect of water availability on growth and water use efficiency for biomass and gel production in Aloe Vera (Aloe barbadensis M.). **Industrial Crops and Products**, v. 31, n. 1, p. 20-27, 2010/01/01/ 2010. ISSN 0926-6690. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669009001289> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.08.001>.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144, 1965. Disponível em: < <http://www.ajevonline.org/content/16/3/144.abstract> >.

SOLTANIZADEH, N.; GHIASI-ESFAHANI, H. Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. **Meat Science**, v. 99, p. 75-80, Jan 2015. ISSN 0309-1740. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000345488100011 >. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.09.002.

STEENKAMP, J.-B. E. M. Perceived quality of food products and its relationship to consumer preferences: theory and measurement. **Journal of Food Quality**, v. 9, n. 6, p. 373-373, 1986/12/01 1986. ISSN 0146-9428. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1986.tb00807.x> >. Acesso em: 2020/09/14. doi: 10.1111/j.1745-4557.1986.tb00807.x.

STEFFE, J. F. E. A. **Rheological Methods in Food Process Engineering**. Michingan: Freeman: 1996.

STRIJBOS, C. et al. Consumer awareness and credibility factors of health claims on innovative meat products in a cross-sectional population study in the Netherlands. **Food Quality and Preference**, v. 54, p. 13-22, 2016/12/01/ 2016. ISSN 0950-3293. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316301276> >. doi: 10.1016/j.foodqual.2016.06.014.

TAI-NIN CHOW, J. et al. Chemical characterization of the immunomodulating polysaccharide of Aloe vera L. **Carbohydrate Research**, v. 340, n. 6, p. 1131-1142, 2005/05/02/ 2005. ISSN 0008-6215. Disponível em: <

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008621505001023> >. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.carres.2005.02.016>.

TEPLICKI, E. et al. The Effects of Aloe vera on Wound Healing in Cell Proliferation, Migration, and Viability. **Wounds**, v. 30, n. 9, p. 263-268, Sep 2018. ISSN 1044-7946.

TIAN, B.; HUA, Y. Concentration-dependence of prooxidant and antioxidant effects of aloin and aloe-emodin on DNA. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 413-418, 2005/07/01/ 2005. ISSN 0308-8146. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604004686> >. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.018>.

TROUT, G. R.; SCHMIDT, G. R. **Utilization of Phosphates in Meat Products**. American meat Science association. Volume 36 1983.

TURNER, C. E. et al. Evaluation and comparison of commercially available Aloe vera L. products using size exclusion chromatography with refractive index and multi-angle laser light scattering detection. **International Immunopharmacology**, v. 4, n. 14, p. 1727-1737, 2004/12/20/ 2004. ISSN 1567-5769. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567576904002164> >. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.intimp.2004.07.004>.

VEGA-GALVEZ, A. et al. El Aloe Vera (Aloe Barbadensis Miller) como Componente de Alimentos Funcionales. **Revista chilena de nutrición**, v. 32, 12/01 2005. doi: 10.4067/S0717-75182005000300005.

VEGA-GÁLVEZ, A. et al. Mathematical modelling of mass transfer during rehydration process of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller). **Food and Bioproducts Processing**, v. 87, n. 4, p. 254-260, 2009/12/01/ 2009. ISSN 0960-3085. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960308508000874> >. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2008.10.004>.

VENTURINI, A.; CONTRERAS-CASTILLO, C.; FARIA, J. Revisão: SISTEMAS DE EMBALAGEM PARA CARNE BOVINA FRESCA EM ATMOSFERA MODIFICADA. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, p. 128-137, 07/01 2009. doi: 10.4260/BJFT20095508.

VIEIRA, J. M. et al. Effect of chitosan–Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 116, p. 88-97, 2016/06/01/ 2016. ISSN 0925-5214. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521416300102> >. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.01.011>.

VIRANI, S. et al. Aloe vera attenuates gentamicin-induced nephrotoxicity in wistar albino rats: Histopathological and biochemical changes. v. 9, p. 78-82, 01/01 2016.

VISUTHIKOSOL, V. et al. **Effect of Aloe vera gel to healing of burn wound– a clinical and histologic study**. 1995. 403-9.

WILLIAMS, L. D. et al. Safety studies conducted on a proprietary high-purity aloe vera inner leaf fillet preparation, Qmatrix. **Regul Toxicol Pharmacol**, v. 57, n. 1, p. 90-8, Jun 2010. ISSN 0273-2300. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.yrtph.2010.01.002> >. doi: 10.1016/j.yrtph.2010.01.002.

YAGI, A. et al. Isolation and characterization of the glycoprotein fraction with a proliferation-promoting activity on human and hamster cells in vitro from Aloe vera gel. **Planta Med**, v. 63, n. 1, p. 18-21, Feb 1997. ISSN 0032-0943 (Print) 0032-0943. doi: 10.1055/s-2006-957595.

YAGI A FAU - TSUNODA, M. et al. Immunochemical distinction of Aloe vera, *A. arborescens*, and *A. chinensis* gels. n. 0032-0943 (Print).

YAGI, A. et al. Immunochemical distinction of Aloe vera, *A. arborescens*, and *A. chinensis* gels. **Planta Med**, v. 64, n. 3, p. 277-8, Apr 1998. ISSN 0032-0943 (Print) 0032-0943. doi: 10.1055/s-2006-957427.

YAMAZAKI, M.; SHEN, Q. W.; SWARTZ, D. R. Tripolyphosphate hydrolysis by bovine fast and slow myosin subfragment 1 isoforms. **Meat Science**, v. 85, n. 3, p. 446-452, 2010/07/01/ 2010. ISSN 0309-1740. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010000483> >. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.014>.

YARON, A. Characterization of Aloe vera gel before and after autodegradation, and stabilization of the natural fresh gel. **Phytotherapy Research**, v. 7, p. S11-S13, 01/31 2006. doi: 10.1002/ptr.2650070706.

ZHOU, Y. et al. [90-day subchronic toxicity study of aloe whole-leaf powder]. **Wei Sheng Yan Jiu**, v. 32, n. 6, p. 590-3, Nov 2003. ISSN 1000-8020 (Print)1000-8020. Disponível em: < <http://dx.doi.org/> >.

7. ANEXOS

As tabelas a seguir apresentam os resultados das análises para os hambúrgueres durante todo o período de armazenamento refrigerado, sendo CONT o controle negativo, ou seja, sem *Aloe vera*, AVG2.5 com 2,5% de gel de *Aloe vera* in natura, AVG5.0 com 5% e CONT+ adicionado de fosfatos e eritorbato.

Tabela 19 – Resultados dos parâmetros de cor para os hambúrgueres

L* (Lightness)				
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6
CONT	42,58 ± 1,54	37,5 ± 3,67	37,81 ± 3,76	37,17 ± 3,65
AVG2.5	43,47 ± 3,36	39,90 ± 3,76	38,40 ± 4,57	37,78 ± 3,76
AVG5.0	42,33 ± 2,99	39,78 ± 3,48	39,64 ± 5,65	35,55 ± 3,24
CONT+	42,36 ± 1,85	37,93 ± 2,83	38,31 ± 2,51	36,99 ± 2,53
a* (Redness)				
CONT	17,51 ± 2,5	12,40 ± 1,89	10,59 ± 3,30	10,38 ± 1,73
AVG2.5	17,98 ± 3,55	12,04 ± 2,03	9,31 ± 2,96	8,01 ± 1,82
AVG5.0	18,69 ± 2,86	12,08 ± 2,07	8,37 ± 3,36	5,92 ± 2,76
CONT+	16,87 ± 2,42	14,75 ± 2,92	12,43 ± 4,08	12,54 ± 1,07
b* (Yellowness)				
CONT	14,75 ± 1,93	11,87 ± 1,11	10,49 ± 1,58	8,89 ± 3,42
AVG2.5	15,07 ± 1,60	11,56 ± 0,72	10,61 ± 1,48	8,55 ± 3,30
AVG5.0	15,39 ± 1,32	12,92 ± 0,94	10,22 ± 2,36	7,43 ± 4,65
CONT+	13,79 ± 1,53	12,39 ± 1,55	10,79 ± 1,00	9,59 ± 2,28

Tabela 20 – Resultados pH antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres

<i>pH cru</i>				
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6
CONT	4,64 ± 0,28	4,69 ± 0,15	4,84 ± 0,23	4,77 ± 0,20
AVG2.5	4,67 ± 0,37	4,76 ± 0,17	4,87 ± 0,29	4,87 ± 0,37
AVG5.0	4,60 ± 0,32	4,71 ± 0,26	4,70 ± 0,33	4,70 ± 0,18
CONT+	4,87 ± 0,28	4,90 ± 0,20	5,00 ± 0,35	4,9 ± 0,26
<i>pH cozido</i>				
CONT	4,90 ± 0,33	4,96 ± 0,20	5,07 ± 0,24	4,96 ± 0,11
AVG2.5	4,94 ± 0,35	5,00 ± 0,21	5,01 ± 0,25	4,94 ± 0,28
AVG5.0	4,88 ± 0,36	4,96 ± 0,21	4,98 ± 0,23	4,87 ± 0,21
CONT+	4,99 ± 0,35	5,06 ± 0,13	5,11 ± 0,23	5,00 ± 0,25

Tabela 21 – Resultados de oxidação lipídica pelo método TBARs antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres

<i>TBARs cru (MDA mg/Kg)</i>				
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6
CONT	1,47 ± 1,26	1,35 ± 0,85	1,38 ± 0,76	1,46 ± 0,19
AVG2.5	0,81 ± 0,48	0,96 ± 0,38	0,94 ± 0,33	1,04 ± 0,17
AVG5.0	0,59 ± 0,28	0,73 ± 0,29	1,13 ± 0,64	1,42 ± 0,53
CONT+	0,30 ± 0,07	0,31 ± 0,12	0,36 ± 0,21	0,43 ± 0,07
<i>TBARs cozido (MDA mg/Kg)</i>				
CONT	1,29 ± 0,72	1,26 ± 0,67	1,28 ± 0,50	1,26 ± 0,06
AVG2.5	1,07 ± 0,56	0,91 ± 0,26	1,26 ± 0,34	1,12 ± 0,36
AVG5.0	0,89 ± 0,44	0,88 ± 0,22	1,14 ± 0,43	1,16 ± 0,16
CONT+	0,32 ± 0,12	0,43 ± 0,17	0,52 ± 0,35	0,56 ± 0,05

Em relação a estabilidade ao tratamento térmico, as tabelas em sequência apresentam os resultados dos hambúrgueres antes e após o processo de grelha, dos parâmetros de umidade, retenção de umidade, gordura, redução de diâmetro e perdas por cocção.

Tabela 22 – Resultados de umidade antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres

<i>Umidade cru (%)</i>				
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6
CONT	73,93 ± 1,58	73,87 ± 1,55	74,36 ± 1,79	54,60 ± 4,45
AVG2.5	74,11 ± 2,61	74,22 ± 2,24	73,62 ± 1,78	55,39 ± 3,21
AVG5.0	59,14 ± 0,57	59,81 ± 1,07	58,66 ± 1,19	54,61 ± 1,45
CONT+	73,74 ± 1,40	74,18 ± 1,79	74,06 ± 1,47	73,80 ± 3,21
<i>Umidade cozido (%)</i>				
CONT	65,95 ± 2,06	67,58 ± 1,68	64,96 ± 0,59	50,60 ± 3,95
AVG2.5	64,18 ± 2,01	65,62 ± 1,31	64,99 ± 2,10	49,26 ± 2,41
AVG5.0	50,96 ± 1,30	51,77 ± 1,58	51,33 ± 1,73	50,37 ± 4,04
CONT+	68,20 ± 1,87	68,00 ± 2,53	68,44 ± 2,70	69,31 ± 2,41
<i>Retenção de umidade (%)</i>				
CONT	89,21 ± 2,02	91,52 ± 3,17	87,39 ± 1,79	69,51 ± 1,51
AVG2.5	86,62 ± 2,06	88,44 ± 1,59	88,33 ± 4,20	66,71 ± 0,72
AVG5.0	86,17 ± 1,86	86,57 ± 2,08	87,51 ± 2,24	69,25 ± 7,47
CONT+	93,38 ± 3,07	90,67 ± 2,28	91,57 ± 2,17	94,03 ± 5,01

Tabela 23- Resultados análise antes e após tratamento térmico dos hambúrgueres

<i>Gordura cru (%)</i>				
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6
CONT	25,37 ± 7,59	27,19 ± 5,63	19,15 ± 5,29	19,54 ± 11,12
AVG2.5	17,45 ± 13,78	11,64 ± 16,88	18,88 ± 10,74	20,73 ± 4,54
AVG5.0	24,92 ± 9,88	21,61 ± 9,70	22,30 ± 9,54	16,39 ± 8,22
CONT+	18,25 ± 10,36	10,97 ± 5,28	13,49 ± 5,64	11,30 ± 8,78
<i>Gordura cozido (%)</i>				
CONT	19,26 ± 2,43	24,88 ± 9,82	24,79 ± 2,67	26,70 ± 8,87
AVG2.5	15,03 ± 9,10	12,62 ± 8,31	17,07 ± 9,58	23,62 ± 3,07
AVG5.0	19,59 ± 8,00	22,68 ± 1,43	22,54 ± 2,46	21,14 ± 3,14
CONT+	20,59 ± 3,98	19,55 ± 5,28	17,99 ± 3,17	16,73 ± 4,04
<i>Redução de diâmetro (%)</i>				
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6

CONT	22,58 ± 6,37	23,01 ± 9,36	23,03 ± 4,24	24,02 ± 3,41
AVG2.5	18,17 ± 7,93	22,14 ± 9,80	17,82 ± 8,71	19,50 ± 5,05
AVG5.0	20,99 ± 4,20	21,86 ± 4,84	21,58 ± 5,02	19,21 ± 2,38
CONT+	16,02 ± 3,44	14,66 ± 3,61	12,92 ± 2,68	14,38 ± 2,79
<i>Perdas por cocção (%)</i>				
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6
CONT	31,03 ± 3,88	29,39 ± 2,21	31,26 ± 2,47	28,12 ± 1,17
AVG2.5	34,48 ± 1,64	31,84 ± 4,01	33,92 ± 2,62	30,52 ± 0,88
AVG5.0	34,16 ± 2,42	32,98 ± 3,39	33,72 ± 2,59	31,62 ± 1,58
CONT+	21,41 ± 4,03	21,08 ± 4,07	18,47 ± 1,75	14,86 ± 2,63