



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BIOFILMES COMESTÍVEIS

Natália Guilherme Graebin

Porto Alegre
2011/2



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BIOFILMES COMESTÍVEIS

Natália Guilherme Graebin

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Rio Grande do Sul como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Alessandro de
Oliveira Rios

Co-orientadora: Prof. Dra. Simone
Hickmann Flôres

Porto Alegre

2011/2

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BIOFILMES COMESTÍVEIS

Natália Guilherme Graebin

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Alessandro de Oliveira Rios
Doutor em Ciência de Alimentos
ICTA/UFRGS

Simone Hickmann Flôres
Doutora em Engenharia de Alimentos
ICTA/UFRGS

Florencia Cladera Olivera
Doutora em Engenharia Química
ICTA/UFRGS

André Gabriel Tedesco
Engenheiro de Alimentos
UFRGS

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Elisa, pela amizade e por ser meu exemplo de força.

Ao meu pai, Alberto, pelo apoio e por ser meu exemplo de dedicação.

À minha irmã, Rafaela, pelas palavras de incentivo e pelas risadas compartilhadas.

Ao Rafael pela compreensão e pelo carinho.

Aos meus orientadores, Alessandro e Simone, pela atenção e pela confiança.

Às minhas amigas pelos momentos de alegria e diversão.

À Universidade e ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos pelos conhecimentos e desafios proporcionados.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo geral.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 Compostos bioativos	3
3.2 Ação antioxidante ou benéfica à saúde	4
3.3 Compostos bioativos na manga.....	7
3.4 Compostos bioativos na acerola.....	7
3.5 Compostos bioativos no cacau	9
3.6 Compostos bioativos no café.....	10
3.7 Biofilmes: atualidades, vantagens, aplicações	11
3.8 Métodos de elaboração de biofilmes comestíveis	14
3.9 Legislação específica	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1 Materiais	16
4.2 Métodos.....	17
4.2.1 Elaboração dos biofilmes comestíveis de manga e acerola	17
4.2.2 Elaboração dos biofilmes comestíveis de cacau e café.....	18
4.2.3 Análise sensorial.....	19
4.2.4 Análises estatísticas	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Testes preliminares	21
5.2 Análise sensorial.....	21
5.2.1 Biofilmes adicionados de polpas de manga e de acerola	22
5.2.1.1 Aparência.....	22
5.2.1.2 Cor	24
5.2.1.3 Sabor	25
5.2.1.4 Sabor residual.....	26
5.2.1.5 Aceitação global	26
5.2.1.6 Comparativo de atributos.....	28
5.2.2 Biofilmes adicionados de cacau e café	30
5.2.2.1 Aparência.....	30

5.2.2.2	Cor.....	31
5.2.2.3	Sabor.....	32
5.2.2.4	Sabor residual.....	33
5.2.2.5	Aceitação global.....	34
5.2.2.6	Comparativo de atributos.....	35
5.2.3	Conhecimento dos provadores.....	37
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
7	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIAS.....	42
	ANEXO 1 – Ficha de análise sensorial de biofilmes comestíveis.....	51
	ANEXO 2 – Tabelas de cálculos necessários à elaboração da ANOVA.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores das diferentes concentrações das polpas de manga e de acerola.	17
Tabela 2. Valores das diferentes concentrações de extrato seco de café e da massa de cacau.....	18
Tabela 3. Médias do atributo “aparência” dos biofilmes de manga e acerola.	22
Tabela 4. Médias do atributo “cor” dos biofilmes de manga e acerola.....	24
Tabela 5. Médias do atributo “sabor” dos biofilmes de manga e acerola.....	25
Tabela 6. Médias do atributo “sabor residual” dos biofilmes de manga e acerola.	26
Tabela 7. Médias do atributo “aceitação global” dos biofilmes de manga e acerola.	27
Tabela 8. Médias do atributo “aparência” dos biofilmes de cacau e café.	30
Tabela 9. Médias do atributo “cor” dos biofilmes de cacau e café.	31
Tabela 10. Médias do atributo “sabor” dos biofilmes de cacau e café.	33
Tabela 11. Médias do atributo “sabor residual” dos biofilmes de cacau e café.....	33
Tabela 12. Médias do atributo “aceitação global” dos biofilmes de cacau e café.	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Amostra MA1 – Biofilme adicionado de polpas de manga e de acerola (2,9% de ambas as polpas).	23
Figura 2. Amostra MA4 – Biofilme adicionado de polpas de manga e de acerola (17,1% de polpa de manga e 2,9% de polpa de acerola).	23
Figura 3. Gráfico comparativo das médias dos atributos dos biofilmes de manga e acerola.	29
Figura 4. Amostra CC1 – Biofilme de cacau e café (0,3% de cacau e 0,07% de café).	30
Figura 5. Amostra CC1 – Biofilme de cacau e café (0,3% de cacau e 0,07% de café).	32
Figura 6. Amostra CC2 – Biofilme de cacau e café (0,3% de cacau e 0,39% de café).	32
Figura 7. Gráfico comparativo das médias dos atributos dos biofilmes de cacau e café.	36
Figura 8. Parcela de provadores conhecedora de biofilmes comestíveis em geral.	37

RESUMO

As novas exigências dos consumidores por embalagens que não agridam o meio ambiente e que não somente sirvam como proteção ao produto, mas que também tragam benefícios, têm surgido de modo curioso e impactante na indústria de alimentos. Os biofilmes comestíveis biodegradáveis são alternativas às embalagens convencionais visto que possuem boas características tecnológicas, como barreira à troca de gases e oxigênio, resistência mecânica e alongamento, bem como, se adicionados de compostos antioxidantes, ocasionam interação positiva no retardamento de reações de deterioração do alimento. O objetivo desse trabalho foi avaliar sensorialmente dois tipos de biofilmes comestíveis à base de fécula de mandioca: um incorporado com polpas de manga e de acerola e outro, com cacau em pó e café. Os provadores foram questionados quanto a aceitação dos atributos sensoriais de aparência, cor, sabor, sabor residual e aceitação global, através da escala hedônica de 9 pontos e quanto ao conhecimento prévio sobre essa nova tecnologia de embalagens. Ambos os biofilmes foram preparados a partir da técnica de "casting". Para os biofilmes acrescidos de polpas de manga e de acerola, as concentrações dessas variaram de 2,9% a 17,1% (g/100g). Já para os revestimentos de cacau e café, o extrato de café foi obtido em concentrações de 0,07% a 0,39% (g/100g) e as concentrações de cacau em pó estiveram entre 0,3 a 1,7% (g/100g). O resultado da análise sensorial demonstrou que, para os biofilmes de manga e acerola, aquele com menor concentração (2,9%) de ambas as polpas, foi mais aceito pelos provadores (79,5% de aceitação). Já para os biofilmes incorporados com cacau e café, a amostra com maiores notas foi aquela que continha 0,3% de cacau em pó e 0,39% de extrato de café (76,7% de aceitação). Dentre os parâmetros sensoriais indicados pelos provadores como importantes, destacam-se transparência, brilho, homogeneidade, ausência de rugosidade e ausência de aspereza. Os atributos "sabor" e "sabor residual" para as diferentes formulações dos dois biofilmes não apresentaram diferença significativa a 95% de confiança. 72,5% dos provadores relataram ter conhecimento prévio sobre biofilmes comestíveis, o que demonstra que ainda há uma parcela significativa que desconhece a embalagem em questão, suas vantagens e aplicações.

Palavras-chave: biofilme comestível, compostos bioativos, aceitação global.

INTRODUÇÃO

A constante mudança das exigências do mundo moderno cria nichos na indústria de alimentos. O desejo por produtos saudáveis, convenientes, atrativos, práticos faz com que haja adaptação dos empresários e colaboradores desse setor, para que sejam atendidos tais consumidores tão ávidos e rigorosos pelas novidades. Em prol do desenvolvimento sustentável do planeta, é essencial a incorporação de métodos e práticas que não prejudiquem o meio ambiente, já que, hoje em dia, tal idéia tornou-se básica para a produção e comercialização de quaisquer alimentos.

Como alternativa às embalagens não degradáveis, biofilmes comestíveis e biodegradáveis, constituídos de ingredientes naturais, vêm sendo desenvolvidos com o intuito de minimizar o impacto à natureza e desenvolver um novo conceito de envoltórios alimentícios. Essas novas embalagens são capazes de interagir benéficamente com os alimentos, a partir da incorporação de compostos antioxidantes.

Tais metabólitos estão relatados na literatura como precursores na prevenção e no combate de inúmeras doenças, como câncer e diabetes, no envelhecimento, nas doenças neurodegenerativas (YOUNG e WOODSIDE, 2001; AZIZOVA, 2002), na inibição da peroxidação lipídica da membrana e na proteção do DNA (GEY, 1998). Além disso, apresentam características tecnológicas que podem garantir maior qualidade aos alimentos, bem como maior vida de prateleira (SOUZA *et al.*, 2011).

Com base no exposto acima, percebe-se que existe a necessidade do desenvolvimento de mais estudos relacionados à aplicação e aos benefícios proporcionados pelos biofilmes comestíveis e biodegradáveis, objetivando a inserção dessas embalagens em alguns setores da indústria de alimentos e da indústria farmacêutica.

A proposta desse trabalho foi avaliar sensorialmente dois tipos de biofilmes à base de fécula de mandioca: um com polpas de manga e de acerola, e outro, com cacau e café. Ainda, foi de interesse desse estudo, averiguar o conhecimento e o interesse dos provadores, quanto à nova tecnologia de embalagens proposta.

2 OBJETIVOS

As tendências à substituição de materiais que causam danos ao meio ambiente, assim como ao desenvolvimento de novas embalagens, criaram um nicho na indústria de alimentos: biofilmes comestíveis e biodegradáveis. Neste contexto, esse trabalho tem como objetivos:

2.1 Objetivo geral

Elaborar e avaliar sensorialmente os biofilmes comestíveis à base de fécula de mandioca incorporados com compostos antioxidantes provenientes de manga, acerola, cacau e café.

2.2 Objetivos específicos

- Adaptar a técnica de “casting” para a elaboração dos revestimentos;
- Verificar a aceitabilidade dos biofilmes comestíveis dos potenciais consumidores através dos parâmetros de aparência, cor, sabor, sabor residual;
- Verificar a aceitação global dos diferentes biofilmes comestíveis;
- Analisar o conhecimento e os levantamentos dos provadores da análise sensorial quanto à nova embalagem apresentada pelo presente estudo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Compostos bioativos

Estas substâncias bioativas ou metabólitos secundários de origem vegetal, também são conhecidos como fitoquímicos ou fitonutrientes. Devido as suas importantes propriedades, efeitos biológicos e seus atributos sensoriais (KING e YOUNG, 1999; BELNSTEIN, 2001), são muito estudados e, especialmente em frutas e hortaliças, dá-se atenção às substâncias terpênicas e fenólicas.

Os carotenóides são pigmentos amplamente distribuídos na natureza, que possuem como estrutura química básica um esqueleto tetraterpênico (40 átomos de carbono em 8 cadeias de isopreno), sendo responsáveis pela coloração amarela, alaranjada e vermelha dos tecidos vegetais. São divididos em dois grandes grupos, carotenos e xantofilas (QUIRÓS e COSTA, 2006), dentre os quais destacam-se o licopeno e β -caroteno por serem os mais potentes absorvedores de oxigênio singlete (DAMODARAN *et al.*, 2008).

O sistema conjugado e rico em elétrons do polieno é responsável pela atividade antioxidante dos carotenóides: tanto na absorção do oxigênio singlete quanto de radicais livres (SIKORA *et al.*, 2008). Aqueles carotenóides que apresentam a estrutura cíclica β -ionona em suas moléculas são também responsáveis por serem precursores de vitamina A (β -caroteno e β -criptoxantina) (QUIRÓS e COSTA, 2006).

Os compostos fenólicos constituem uma das principais classes de antioxidantes naturais. Eles são largamente distribuídos em frutos, legumes, grãos, sementes, folhas, raízes, cascas. Possuem composição quantitativa e qualitativa variada em cada alimento e, ainda, possuem ação antioxidante de acordo com a sua estrutura química e a sua concentração (MELO *et al.*, 2008). A biodisponibilidade desses fitoquímicos está relacionada à matriz alimentícia, tipo de planta, período de crescimento das plantas, estação, grau de luminosidade e maturação, preparação e processamentos dos alimentos (AHERNE e O'BRIEN, 2002).

São classificados em dois grupos: os flavonóides (polifenóis) e os não flavonóides (fenóis simples ou ácidos) (BURNS *et al.*, 2001; MELO e GUERRA, 2002). Esses têm a estrutura química C6-C3-C6, sendo que as duas partes da molécula com seis carbonos são anéis aromáticos interligados via carbono heterocíclico do pirano (BOBBIO e BOBBIO, 1995). Como classes do grupo de tais antioxidantes naturais, antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavanonas e flavanas (CHEYNIER, 2005) são listados, dos quais, a antocianina é a mais estudada.

Tal substância trata-se de compostos heterosídeos formados pela combinação de uma aglicona (antocianidina) e de um açúcar, geralmente glicose (GIOVANNINI e MANFROI, 2009). Em alimentos, há destacada importância para os metabólitos: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina (FRANCIS, 2000).

Outro grupo de fitoquímicos é as vitaminas. Essas são substâncias orgânicas de pequeno peso molecular, que agem em pequenas doses, sem qualquer valor energético intrínseco (GUILLAND e LEQUEU, 1995). Uma vitamina que tem grande importância é a vitamina C, que ocorre naturalmente em alimentos sob duas formas: a forma reduzida (geralmente designada como ácido ascórbico) e a forma oxidada (ácido desidroascórbico) (ANDERSON *et al.*, 1988).

A vitamina C atua no metabolismo humano, agindo na reação de óxido-redução, na qual incorpora ou retira átomos da molécula. É uma substância quiral, constituída dos seguintes grupamentos químicos: anel pentagonal ligado a um átomo de carbono na parte inferior esquerda, um átomo de hidrogênio, um átomo de carbono e outro de oxigênio dentro da estrutura anelar, e um grupo lateral de nove átomos, sendo cinco de hidrogênio, dois de carbono e dois de oxigênio. Esses quatro últimos elementos unidos ao átomo de carbono (PAULING, 1988).

3.2 Ação antioxidante ou benéfica à saúde

O estresse oxidativo imposto por espécies reativas de oxigênio desempenha um papel importante em muitas doenças crônicas e degenerativas, como as

doenças cardiovasculares, o câncer, o diabetes, o envelhecimento e as doenças neurodegenerativas (YOUNG e WOODSIDE, 2001; AZIZOVA, 2002).

As formas mais comuns dessas espécies de oxigênio incluem superóxido, peróxido, radical de hidrogênio, radical hidroxila livre, oxigênio singlete e óxido nítrico, que têm atividades biológicas significativamente elevadas. Tais combinações desses elementos podem mutar o DNA, alterar a expressão do gene, modificar células, influenciar na apoptose celular, na peroxidação lipídica e na degradação de proteínas (NORDBERG e ARNÉR, 2001). Sendo assim, é de extrema importância o sequestro e, conseqüente, anulação desses radicais livres através dos compostos antioxidantes.

Presentes em frutas e vegetais, esses fitoquímicos, tais como as vitaminas e os polifenóis são vistos como essenciais no combate a tais danos (BARTOSZ, 1997; LEJA *et al.*, 2003). Os compostos fenólicos, comumente presentes em plantas, são considerados benéficos por sua alta capacidade antioxidante, caracterizada pela inibição das enzimas responsáveis pela produção do oxigênio reativo, bem como pela redução desses mesmos metabólitos já altamente oxidados (ROBARDS *et al.*, 1999; KÄHKÖNEN *et al.*, 2001). Ainda, há relatos da capacidade de quelação de metais de transição, que interrompem a eficácia da conversão dos radicais livres e do comportamento positivo desses antioxidantes, já que seus intermediários formados são relativamente estáveis, em razão da ressonância do anel aromático presente na estrutura dessas substâncias (FARAH e DONANGELO, 2006; SOUSA *et al.*, 2007).

Entre os antioxidantes não-enzimáticos, que têm recebido maior destaque por sua possível ação benéfica ao organismo, estão a vitamina C (ácido ascórbico), a vitamina E (tocoferol) e os carotenóides (BARREIROS *et al.*, 2006). Tais compostos encontram-se presentes em frutas, vegetais e hortaliças “in natura”, mas também, em produtos elaborados, tais como compotas e geléias. Vale ressaltar que, algumas frutas podem conter maior teor de compostos antioxidantes nas sementes e cascas do que na polpa, ou ainda, o perfil dos fitoquímicos antioxidantes ser diferenciado nestas partes do vegetal (GUO *et al.*, 2003).

O ácido ascórbico atua na manutenção e integridade das paredes capilares, na formação dos glóbulos vermelhos do sangue, no metabolismo de aminoácidos, na formação de ossos e dentes, na resistência às infecções, bem como favorece a produção de colágeno e conseqüente, cicatrização. A solubilidade em água desta

vitamina protege o organismo contra superdosagens, à medida que todo excesso é excretado pela urina (BANA *et al.*, 2005). A ingestão diária recomendada para adultos é de 75 mg para mulheres e 90 mg para homens (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000).

O tocoferol, também conhecido como vitamina E, é amplamente encontrado em lipídeos. Evidências recentes indicam que esse composto antioxidante inibe e/ou minimiza danos provocados pelos radicais livres associados a doenças específicas, como câncer, artrite, catarata e degeneração das células (BIANCHI e ANTUNES, 1999). Há, ainda, efeito sinérgico entre as vitaminas C e E, o qual é efetivo na inibição da peroxidação lipídica da membrana e na proteção do DNA (GEY, 1998).

Dentre os carotenóides, alguns se destacam pela constante presença em alimentos e por sua importância à saúde humana. β -caroteno, luteína, licopeno, zeaxantina e α -criptoxantina são relatados por sua eficaz atividade antioxidante e seu papel como moduladores em mecanismos relacionados com a mutagênese, diferenciação e proliferação celular (REZA e CLEMENS, 2001).

Além disso, esses metabólitos podem reduzir a peroxidação lipídica, bem como os danos enzimáticos, protéicos e do DNA (HÜSNÜ, 2003). Mais especificamente, o β -caroteno ainda atua como precursor da vitamina A, a qual é extremamente necessária na prevenção da degeneração macular e da desnutrição em crianças (MI *et al.*, 2009). Aparentemente, a atividade antioxidante dos carotenóides é devido à presença de duplas ligações conjugadas, às quais estão presentes em mais de 10 ligações para os compostos anteriormente citados (PALACE *et al.*, 1999).

Os flavonóides representam outro grupo de compostos antioxidantes. Comumente presentes em plantas, apresentam mais de 4000 conformações capazes de trazer benefícios (BRUNETON, 1999). Muitas atividades biológicas são atribuídas aos flavonóides, tais como sua capacidade antioxidante (DUGAS JR *et al.*, 2000; LEENEN *et al.*, 2000), anticarcinogênica (WÄRNGÅRD *et al.*, 1987), vasoprotetora (ROGHANI *et al.*, 2004; WOODMAN e CHAN, 2004) e antiinflamatória (BOOTS *et al.*, 2008). Tantos outros estudos relatam a dieta com fontes de flavonóides – isoflavonas e antocianinas, por exemplo – essencial, já que esses metabólitos previnem doenças neurodegenerativas (ZHU *et al.*, 2009; HOU *et al.*, 2010), diabetes (SOOBRAATTEE *et al.*, 2005; LEE *et al.*, 2009) e agregação plaquetária (WATSON *et al.*, 2005).

3.3 Compostos bioativos na manga

A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto de aroma e cor agradáveis, pertencente à família *Anacardiaceae*, que integra o elenco das frutas tropicais de importância econômica (BRANDÃO *et al.*, 2003). O Brasil, com uma produção anual de quase 1 milhão e 300 mil toneladas, no ano de 2007, da qual, 970 mil toneladas foram produzidas na região nordeste, ocupa posição de destaque entre os principais países em função do volume de produção e exportação (IBGE, 2009).

Esse fruto, muito apreciado, é caracterizado como importante fonte de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam os polifenóis, os carotenóides e a vitamina C (GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA, 1989; FRANKE *et al.*, 2004; KIM *et al.*, 2007). Esses metabólitos presentes no fruto “in natura”, como também em preparados do mesmo, apresentam concentrações diferenciadas, de acordo com a variedade e grau de maturação do fruto e com as condições de cultivo (SCALZO *et al.*, 2005).

Tais fitoquímicos por possuírem propriedades antioxidantes atuam no retardamento da velocidade de reação de oxidação, por ação sinérgica ou não, protegendo o organismo contra os radicais livres tão nocivos à saúde humana (KAUR e KAPOOR, 2001).

MA *et al.* (2011) relataram variações de $19,79 \pm 3,71$ a $34,59 \pm 4,41$ de vitamina C (mg/100g de fruto fresco (FF)) em diferentes variedades do fruto. Os valores de polifenóis totais, expressos em ácido gálico, diferiram de $8,71 \pm 3,69$ a $193,36 \pm 3,21$ mg ácido gálico/100g (FF) descritos no mesmo estudo. Os teores de vitamina C para a variedade Tommy oscilaram entre $17,5 \pm 7,1$ mg/100g (FF) e de β -caroteno entre $1557,1 \pm 180,2$ mg/100g (FF) (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

3.4 Compostos bioativos na acerola

O Brasil é um país produtor, consumidor e exportador de acerola (*Malpighia glabra* L.). Há plantios comerciais em inúmeros estados brasileiros, contudo, é na região nordestina, por suas condições de solo e clima, o local onde a acerola melhor se adapta (PAIVA *et al.*, 1999).

A acerola é um fruto especialmente rico em vitamina C, com concentrações de até 1790mg/100g da parte comestível (VISENTAINER *et al.*, 1997), além de ser também fonte de pró-vitamina A, possuir ferro e cálcio. Pode ser ingerido na forma natural, mas também em preparações como sucos, compotas, geléias, doces, entre outras (DE CARVALHO COSTA *et al.*, 2001). O ácido ascórbico – vitamina C – possui funções benéficas e protetoras à saúde, devido ao seu fator antioxidante e pelo fato de ser hidrossolúvel (BARREIROS *et al.*, 2006). Contudo, também é relatada a presença de carotenóides, tais como neoxantina, violaxantina, luteína, β -criptoxantina, α -caroteno e β -caroteno, sendo o último o predominante (PORCU e RODRIGUEZ-AMAYA, 2003), além de significativa presença de antocianinas (LIMA *et al.*, 2003).

O teor de vitamina C e outras características atribuídas à qualidade da acerola, tais como coloração, peso e tamanho dos frutos, teor de sólidos solúveis e pH do suco, além de serem afetadas pela não uniformidade genética dos pomares, sofrem influência de vários outros fatores, como precipitações pluviais, temperatura, altitude, adubação, irrigação e a ocorrência de pragas e doenças (NOGUEIRA *et al.*, 2002).

MELO *et al.* (2008) relataram potente capacidade antioxidante em acerola, caracterizando tal fruto como boa fonte de compostos bioativos. Se comparada ao uso de suplementos dietéticos, a ingestão desses constituintes se faz mais benéfica na proteção do organismo contra os danos oxidativos, visto que esses são mais efetivos. SOUSA *et al.* (2011) apresentaram um estudo sobre resíduos de polpas de acerola e destacaram essa como fonte potencial de carotenóides totais, de fenólicos totais e de ácido ascórbico.

Inúmeros estudos relatam os benefícios à saúde humana em decorrência da ingestão de acerola e, por conseguinte, de seus compostos antioxidantes. Dentre tantos efeitos positivos destacam-se a prevenção de enfermidades cardiovasculares e circulatórias (NESS e POWLES, 1997; STOCLET *et al.*, 2004), cancerígenas (WANG e MAZZA, 2002; KATSUBE *et al.*, 2003), do diabetes e do mal de Alzheimer (HERTOG *et al.*, 1997; ISHIGE *et al.*, 2001; ABDILLE *et al.*, 2005).

3.5 Compostos bioativos no cacau

Basicamente, o cacau (*Theobroma cacao*) é um fruto que possui duas partes distintas: a polpa e as sementes. Em cada fruto, estão presentes aproximadamente, de 35 a 50 sementes e estas são aquelas que atribuem valor ao alimento (CUATRECASAS, 1964). Para aplicação na indústria, as sementes são fermentadas naturalmente e posteriormente são secas e enviadas ao processamento final de destino (CROZIER *et al.*, 2011).

Produtos que contêm grande quantidade de cacau, como o cacau em pó e o chocolate amargo, contêm altas concentrações de compostos polifenólicos, mais notavelmente, os flavonóides. Dentre estes metabólicos bioativos, se destacam o monômero epicatequina e os polímeros de flavonóides, denominados proantocianinas, fortes antioxidantes (BECKETT, 1988). WOLLGAST e ANKLAM (2000) dividem os compostos fenólicos do grão de cacau em três grandes grupos: proantocianidinas (58%), flavan-3-óis (37%) e antocianinas (3%).

Estudos demonstram que os flavonóides tanto dos grãos de cacau quanto do pó de cacau atuam benéficamente na prevenção da oxidação do colesterol LDL, pela neutralização dos radicais livres e pelo seqüestro de íons metálicos (MOREL *et al.*, 1994; SALAH *et al.*, 1995). Devido a suas características bioativas outros produtos oriundos do cacau como o chocolate amargo e o líquido de cacau têm sido descritos como atuantes na supressão do desenvolvimento de lesões ateroscleróticas (KUROSAWA *et al.*, 2005), no aumento do fluxo cutâneo de sangue (NEUKAM *et al.*, 2007), na inibição da proliferação de células cancerígenas em mamas humanas (RAMLJAK *et al.*, 2005) e no controle de níveis glicêmicos (TOMARU *et al.*, 2007).

A ação benéfica destes metabólitos é dependente da biodisponibilidade, particularmente da ligação deste às lipoproteínas (VINSON *et al.*, 1995). Do mesmo modo o conteúdo e a concentração dos antioxidantes estão relacionados ao genótipo da planta, grau de maturação, processamento e armazenamento dos mesmos (NAZARUDDIN *et al.*, 2006). A fermentação do grão de cacau a partir da microbiota natural da planta é considerada a principal operação que afeta significativamente os compostos bioativos e as características organolépticas do futuro produto (COOPER *et al.*, 2007).

3.6 Compostos bioativos no café

O café é uma das bebidas mais aceitas e apreciadas em diversos países no mundo, pelos aromas e sabores distintos e, mais recentemente, por seus potenciais efeitos benéficos na saúde humana (TRUGO, 2003). O Brasil é o maior exportador de café do mundo, contudo tal alimento não fica restrito somente ao país, sendo este difundido por várias regiões do planeta, com as maiores importações para União Européia, Estados Unidos e Japão (PAY, 2009).

As duas espécies mais conhecidas de café – *Coffea canephora* e *Coffea arabica* – são ricas fontes de compostos bioativos. Dentre as substâncias mais importantes tem-se o ácido nicotínico, ácido quinolínico, ácido tânico, ácido pirogálico, trigonelina, diterpenos, polifenóis e, aquela mais abundante, a cafeína (MINAMISAWA *et al.*, 2004). O café também contém sais minerais, como cromo e magnésio (SANTOS *et al.*, 2004).

Fatores como safra, variedade, cultivo, cuidados pré e pós-colheita, grau de torrefação influenciam a concentração e a biodisponibilidade dos metabólitos bioativos do grão de café. Tais componentes além de contribuírem para o sabor e o aroma da bebida, possuem propriedades fisiológicas e farmacológicas que beneficiam a saúde humana (DE SOUZA *et al.*, 2010).

No processo de torrefação do café, há perdas de alguns compostos polifenólicos, contudo, novos compostos como as melanoidinas são formados após a reação de Maillard, e assim, o conteúdo antioxidante do fruto é mantido ou até mesmo, é enriquecido (NICOLI *et al.*, 1997; DEL CASTILLO *et al.*, 2002).

A cafeína possui ação benéfica ao organismo já que exerce efeitos farmacológicos sobre sistema nervoso central, sistema renal, sistema gastrointestinal e sistema respiratório (LAWRENCE, 1986). Da mesma forma, ainda há correlação da cafeína, bem como da trigonelina e dos ácidos clorogênicos na redução do risco de doenças crônicas degenerativas, além do efeito benéfico sobre a diabetes tipo 2. Os diterpenos cafeol e cafestol são descritos como benéficos pelos efeitos hepatoprotetor e anticarcinogênico, entretanto também são responsáveis pela hipercolesterolemia em seres humanos (HIGDON e FREI, 2006; SRIDEVI *et al.*, 2010).

3.7 Biofilmes: atualidades, vantagens, aplicações

A embalagem é um componente essencial na indústria de alimentos. Para que o alimento mantenha suas características organolépticas, possua qualidade e segurança, é necessário avaliar qual embalagem é a mais adequada para cada tipo de matéria-prima. Embalagens sintéticas são as mais utilizadas, devido a sua grande disponibilidade, baixo custo, boas características mecânicas e boa barreira aos gases e aos aromas (THARANATHAN, 2003).

Entretanto, tais materiais são poluentes e para tal, novas tendências surgem a fim de minimizar o impacto que essas embalagens causam ao meio ambiente. A indústria de alimentos se vê obrigada a evoluir com a utilização de fontes renováveis e com produções ambientalmente corretas, a fim de atender os novos desejos do consumidor.

O uso de filmes e coberturas comestíveis torna viável a solução desse problema. Há relatos de que essa tecnologia é utilizada desde os séculos XII e XIII. Na China, a população conseguia garantir o retardamento da desidratação e a melhora da aparência das frutas cítricas, a partir da aplicação de ceras (DEBEAUFORT *et al.*, 1998).

Recentemente, tem havido grande interesse pelo desenvolvimento de biofilmes biodegradáveis e/ou comestíveis, filmes finos preparados a partir de materiais biológicos, que agem como um impedimento a elementos externos, visto que esses são capazes de deterioração rápida e não poluente, ao contrário dos materiais não renováveis das embalagens para alimentos (HENRIQUE *et al.*, 2008). Além disso, é possível a inibição ou redução da migração de umidade e de dióxido de carbono, bem como a não alteração dos componentes lipídicos e de aromas, já que os biofilmes podem possuir em sua formulação ingredientes antioxidantes e antimicrobianos, além de serem barreiras semipermeáveis a essas perdas e trocas (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

Biofilmes à base de amido apresentam baixa resistência mecânica e baixa proteção ao vapor d'água se comparados aos plásticos provindos do petróleo, entretanto se adicionados de alguns aditivos, essas características podem ser melhoradas (VEIGA-SANTOS *et al.*, 2008).

Especialmente, o amido extraído da mandioca apresenta boas características para formação de biofilmes que, além de serem comestíveis, são de baixo custo

quando comparadas às ceras comerciais (CEREDA *et al.*, 1995). Esses, quando aplicados diretamente ao alimento, ainda proporcionam bom aspecto e brilho intenso (DAMASCENO *et al.*, 2003).

Diversos antioxidantes naturais como terpenos, tocoferóis, carotenóides e vitaminas têm sido destinados à aplicação em embalagens com o intuito de melhorarem a estabilidade à oxidação lipídica bem como o prolongamento da vida de prateleira dos produtos (BROINIZI *et al.*, 2007). Como vantagens dos biofilmes comestíveis, é possível citar boas características sensoriais compatíveis com diversos alimentos, barreira ao vapor d'água e vapores orgânicos, baixo custo, tecnologia simples e não poluente, estabilidade bioquímica, físico-química e microbiológica, e ausência de componentes tóxicos para a saúde humana. Além disso, pode-se enaltecer as propriedades mecânicas que facilitam o manuseio e o transporte de alguns alimentos, a possibilidade de separação do produto em porções individuais para consumo ou, até mesmo, para produção de "blends", adicionados em processos industriais (DARABA, 2008).

A aplicação destes biofilmes vem sendo estudada para que seja avaliada a real interação da embalagem com o alimento. SOUZA *et al.* (2011) destinam tais embalagens para uso em diversos alimentos e aplicações farmacêuticas, como cápsulas e pastilhas. Aplicações em amendoim e nozes (LEE *et al.*, 2002; BALDWIN e WOOD, 2006), carne de peixe (DUAN *et al.*, 2010), damasco, pimentão verde, maçã e mamão (AYRANCI e TUNC, 2004; PEREZ-GAGO *et al.*, 2006; TAPIA *et al.*, 2008) são relatadas na literatura.

Quatro diferentes formulações de biofilmes à base de proteína de soro de leite foram utilizadas em amendoins a fim de verificar a influência destes no controle da oxidação lipídica. O armazenamento das amostras ocorreu a 0, 5, 15 e 45 dias sob temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C. Os resultados demonstraram que os amendoins envoltos pelos biofilmes comestíveis foram menos suscetíveis à oxidação lipídica quando comparados àqueles não envoltos. LEE *et al.* (2002) obtiveram tais resultados a partir da avaliação sensorial das sementes, confirmada pela medição do teor de hexanal das amostras por cromatografia gasosa.

DUAN *et al.* (2010) avaliaram as características físico-químicas e microbiológicas, bem como a qualidade dos lipídeos presentes em filés de peixe da espécie *Ophiodon elongates* cobertos com biofilmes à base de quitosana incorporados com óleo de peixe com ou sem adição de vitamina E. As amostras

foram armazenadas por até três semanas sob refrigeração e por até três meses sob congelamento para posterior estudo. Os filés de peixe revestidos com biofilmes tiveram seus teores de lipídeos totais e ômega-3 aumentados cerca de três vezes quando comparados à amostra controle (sem cobertura). Ainda, houve benefícios por parte da aplicação dos biofilmes comestíveis, visto que a contagem microbiológica para contagens totais foi reduzida em 0,37 log UFC/g para amostras refrigeradas e 1,19 log UFC/g para amostras congeladas, além de reduzir em 0,27 e 1,55 log UFC/g, a contagem de microrganismos psicrófilos, para as respectivas amostras, possibilitando, assim, maior vida de prateleira ao produto.

AYRANCI e TUNC (2004) estudaram a influência de revestimentos comestíveis à base de metilcelulose e polietileno glicol em damascos e pimentões verdes quanto à perda de água e vitamina C. Ácido esteárico, ácido ascórbico e ácido cítrico foram incorporados às formulações com o objetivo de controlar as barreiras ao oxigênio e ao vapor d'água. Damascos e pimentões verdes frescos revestidos por biofilmes tiveram menores perdas de água se comparados àqueles não cobertos. A formulação mais efetiva no controle de água foi com metilcelulose, polietileno glicol e ácido esteárico. Ácido ascórbico e ácido cítrico, utilizados como antioxidantes, reduziram a perda de vitamina C.

Fatias de maçã revestidas com biofilmes à base de proteína concentrada de soro de leite e cera de abelha foram submetidas à análise sensorial e às análises de perdas de peso e cor durante o armazenamento. Como antioxidantes, ácido ascórbico, cisteína e 4-hexilsorcinol foram utilizados com o intuito de reduzir o escurecimento do fruto. A incorporação de ácido ascórbico e cisteína apresentou a melhor combinação, reduzindo o escurecimento das amostras revestidas. O tratamento mais efetivo foi aquele com biofilme à base de proteína concentrada de soro de leite e cera de abelha, contendo 1% de ácido cítrico e 0,5% de cisteína. A aplicação dos biofilmes não se mostrou eficaz na redução da perda de peso para fatias de maçã, provavelmente, devido à alta umidade relativa do produto (PEREZ-GAGO *et al.*, 2006).

TAPIA *et al.* (2008) investigaram a influência de revestimentos comestíveis à base de alginato e à base de gelatina em fatias de mamão "in natura" quanto a sua capacidade à resistência ao vapor d'água e aos gases, bem como a sua capacidade de interação com o produto no transporte de agentes que mantêm a qualidade nutricional do mesmo. Diferentes concentrações de glicerol e ácido ascórbico foram

adicionadas aos biofilmes e atribuíram melhores propriedades de barreira ao vapor d'água, em relação às amostras sem revestimento. Esta propriedade também foi beneficiada, através da incorporação de óleo de girassol nos biofilmes de alginato e de gelana, com aumentos de 16% e 66% respectivamente. A taxa respiratória e a produção de etileno não sofreram modificações substanciais devido à barreira aos gases originada pelas coberturas comestíveis. A adição de ácido ascórbico como antioxidante preservou o teor de vitamina C natural das fatias de mamão, garantindo qualidade nutricional.

Biofilmes comestíveis à base de pectina, incorporados com diferentes concentrações de cera de abelha, sorbitol e monoglicérides, foram aplicados em mangas (*Mangifera indica* L.), a fim de avaliar características de qualidade, como aparência, cor, textura, perda de peso, pH, taxa de respiração, sólidos solúveis e acidez titulável. Os frutos com revestimentos comestíveis tiveram menores perda de peso, cor e textura, além de possuírem melhor aparência e menores concentrações de dióxido de carbono e de produção de ácido, quando comparados à amostra controle. Além disso, essa apresentou vida de prateleira de não mais que uma semana enquanto que as amostras revestidas com os biofilmes estiveram sãs e atrativas por duas semanas (MOALEMIYAN *et al.*, 2011).

Para avaliação da cor, perda de umidade, sólidos solúveis e acidez titulável em cerejas (*Prunus avium* L.), LIM *et al.* (2011) estudaram três diferentes biofilmes comestíveis à base de gelatina, à base de carboximetilcelulose e à base de isolado protéico de soja, verificando significativo benefício nestes parâmetros com a aplicação dos biofilmes, além de agregar maior atratividade ao consumidor.

3.8 Métodos de elaboração de biofilmes comestíveis

Na literatura, os métodos de elaboração dos revestimentos comestíveis pouco diferem. O método de “casting” é, majoritariamente, aquele mencionado nos estudos. Esse consiste no preparo da mistura dos ingredientes da formulação e posterior aquecimento da mesma até a gelatinização do amido – tal temperatura de aquecimento varia de acordo com a fonte de amido, como por exemplo, sorgo, batata, milho, mandioca.

LEE *et al.* (2002), DUAN *et al.* (2010), AYRANCI e TUNC (2004), PEREZ-GAGO *et al.* (2006), TAPIA *et al.* (2008), MOALEMIYAN *et al.* (2011), LIM *et al.* (2011) elaboraram os biofilmes comestíveis a partir da técnica de “casting” bem como SOUZA *et al.* (2011), contudo a forma de recobrimento nos alimentos é distinta. SOUZA *et al.* (2011) além de aquecer a solução filmogênica, a secou a fim de obter biofilmes comestíveis com aparência semelhante à descrita no presente trabalho, diferentemente dos demais autores citados, os quais aplicaram os revestimentos como cobertura.

3.9 Legislação específica

No Brasil, não existe no âmbito da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) uma legislação específica para filmes e revestimentos comestíveis, mas eles são considerados como ingredientes ou aditivos e devem obedecer ao Decreto 55.871, de 26 de março de 1965, sobre normas reguladoras de emprego de aditivos para alimentos, e à Portaria nº 540 – SVS/MS, de 27 de outubro de 1997, que trata sobre o Regulamento Técnico de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação, além das considerações do Codex Alimentarius e do FDA (VILLADIEGO *et al.*, 2005; ANVISA, 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de avaliar sensorialmente os biofilmes comestíveis à base de fécula de mandioca incorporados com compostos antioxidantes provenientes de manga, acerola, cacau e café, 10 formulações foram propostas a fim de verificar diferença entre essas e de averiguar o grau de aceitabilidade dos seguintes parâmetros sensoriais: aparência, cor, sabor, sabor residual e aceitação global.

Primeiramente, testes preliminares foram desenvolvidos no Laboratório de Análise de Alimentos, com o objetivo de adaptação da técnica de elaboração dos biofilmes encontrada na literatura, conforme disponibilidade de materiais e de tecnologia. A partir desses, os biofilmes comestíveis foram preparados e avaliados sensorialmente nas cabines de análise sensorial do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na cidade de Porto Alegre, no período de setembro a novembro de 2011.

4.1 Materiais

Os materiais para a elaboração dos biofilmes comestíveis, tais como fécula de mandioca, polpa congelada de manga, polpa congelada de acerola, cacau em pó e café em pó, foram adquiridos em supermercados de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. O açúcar invertido foi gentilmente doado pela empresa AlimenTech (Porto Alegre, RS). A sacarose e as placas de Petri descartáveis (diâmetro = 14 cm) foram adquiridas de fornecedores especializados em produtos e equipamentos para laboratório.

4.2 Métodos

4.2.1 Elaboração dos biofilmes comestíveis de manga e acerola

Os biofilmes comestíveis foram elaborados através da técnica de “casting”, na qual as polpas congeladas de manga e de acerola foram dissolvidas em água destilada a fim de compor a base da solução filmogênica. A concentração dessas polpas variou de 2,9% a 17,1% (g/100g) conforme descrito na Tabela 1. A essa solução foram adicionados fécula de mandioca (4%, g/100g), sacarose (0,7%, g/100g) e açúcar invertido (1,4%, g/100g), utilizados como agentes plastificantes. Após, a mistura foi aquecida à temperatura de gelatinização do amido (70°C) e a solução final foi disposta em placas de Petri descartáveis na quantidade de 0,24g/cm². A secagem ocorreu em câmara de germinação Tecnal modelo TE – 401 dotada de controle de 24 horas no escuro com circulação de ar (45°C ± 2°C) por um período de 16 a 20 horas, conforme adaptação da metodologia de (SOUZA *et al.*, 2011). Os biofilmes comestíveis adicionados de polpas de manga e de acerola foram destinados à análise sensorial no dia posterior à elaboração. As formulações elaboradas correspondem às formulações que apresentaram melhores características físicas oriundas dos ensaios do delineamento composto central rotacional de duas variáveis utilizado por SOUZA *et al.* (2011). As mesmas foram preparadas somente uma vez para análise sensorial.

Tabela 1. Valores das diferentes concentrações das polpas de manga e de acerola.

Formulações	Valores (%m/m)	
	Polpa de manga	Polpa de acerola
MA1	2,9	2,9
MA2	2,9	17,1
MA3	10,0	10,0
MA4	17,1	2,9
MA5	17,1	17,1

4.2.2 Elaboração dos biofilmes comestíveis de cacau e café

Para a obtenção do extrato de café, necessário à composição da solução filmogênica, fez-se a percolação de dois litros de água destilada a 90°C (FAMÁ *et al.*, 2005) sob diferentes massas de pó de café, a fim de se obter extratos de concentrações de 0,07% a 0,39% (g/100g) conforme descrito na Tabela 2. Os biofilmes comestíveis foram preparados através da técnica de “casting”, sendo assim, os demais ingredientes – fécula de mandioca (4%, g/100g), cacau em pó (0,3 – 1,7%, g/100g – Tabela 2), sacarose (0,7%, g/100g) e açúcar invertido (1,4%, g/100g) – foram adicionados a esse extrato. A solução foi aquecida à temperatura de gelatinização do amido (70°C) sob agitação constante e logo após, distribuída em placas de Petri descartáveis. A massa da solução disposta nas placas foi de 0,24g/cm². Os biofilmes comestíveis foram submetidos à secagem em câmara de germinação Tecnal modelo TE – 401 dotada de controle de 24 horas no escuro com circulação de ar (45°C ± 2°C) por um período de 16 a 20 horas, conforme metodologia adaptada por (SILVA *et al.*, 2009). Os biofilmes comestíveis adicionados de cacau e café foram destinados à análise sensorial no dia posterior à elaboração. As formulações elaboradas correspondem aos ensaios da Tabela 2.

Tabela 2. Valores das diferentes concentrações de extrato seco de café e da massa de cacau.

Formulações	Valores (%m/m)	
	Cacau	Café
CC1	0,3	0,07
CC2	0,3	0,39
CC3	1,0	0,23
CC4	1,7	0,07
CC5	1,7	0,39

4.2.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS, nos meses de setembro a novembro, em Porto Alegre, RS. Cada uma das quatro análises sensoriais teve participação de 30 provadores não treinados, com idade entre 18 e 64 anos.

Cada provador foi convidado a avaliar, através do teste de escala hedônica, os atributos sensoriais (aparência, cor, sabor, sabor residual e aceitação global) de 5 formulações de biofilmes comestíveis à base de fécula de mandioca adicionados de manga e acerola e de 5 formulações de biofilmes comestíveis à base de fécula de mandioca adicionados de cacau e café, conforme o modelo de ficha presente no Anexo 1.

Por meio da escala hedônica de 9 pontos, o provador pode expressar sua aceitação das amostras em relação aos atributos específicos. Foi utilizada escala hedônica de 9 pontos que variou desde “Desgostei muitíssimo” (1) a “Gostei muitíssimo” (9), contendo ponto intermediário “Nem desgostei, nem gostei” (5) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2009).

Para ambos os biofilmes, os provadores foram questionados sobre o conhecimento ou não da embalagem apresentada nas análises, bem como sobre a opinião de cada um quanto à substituição das embalagens convencionais por biofilmes comestíveis. Ainda, foram interrogados quanto à aplicabilidade dos revestimentos em alimentos, dispondo na ficha para avaliação sensorial, a informação de que os mesmos continham antioxidantes.

As 5 amostras de cada tipo de biofilme foram oferecidas em duas sessões a fim de que não houvesse prejuízo na análise sensorial em decorrência da exaustão das papilas gustativas dos provadores. Esses receberam as amostras dispostas de modo aleatório, codificadas, juntamente com um copo de água, caneta e ficha para avaliação.

4.2.4 Análises estatísticas

Os resultados da análise sensorial foram submetidos à ANOVA e a diferença de médias por teste de Tukey a um nível de 95% de confiança, através do programa Statistica 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Testes preliminares

Para a elaboração dos biofilmes comestíveis, foram realizados testes preliminares para adequação da metodologia proposta por SOUZA *et al.* (2011) e SILVA *et al.* (2009). Assim, foi possível a decisão de qual equipamento de secagem – estufa ou câmara de germinação – seria mais viável ao preparo dos biofilmes, visto que esses apresentavam desidratação mais homogênea na câmara de germinação já anteriormente descrita.

5.2 Análise sensorial

Os dados coletados foram analisados estaticamente pela análise de variância (ANOVA) e comparação das médias das amostras pelo teste de Tukey. Para as amostras avaliadas nesse estudo, o biofilme comestível foi considerado aceito quando obteve 70% ou mais de aprovação, conforme (STONE e SIDEL, 1993).

A análise sensorial permitiu verificar se houve diferença significativa entre as amostras, bem como qual foi a formulação que apresentou melhor resultado nos atributos de aparência, cor, sabor e sabor residual dentre os dois biofilmes: manga e acerola, cacau e café.

5.2.1 Biofilmes adicionados de polpas de manga e de acerola

5.2.1.1 Aparência

Foi possível identificar que houve diferença significativa somente entre as amostras MA1 e MA4. Todas as demais amostras não diferiram estatisticamente umas das outras (Tabela 3).

Tabela 3. Médias do atributo “aparência” dos biofilmes de manga e acerola.

Amostra*	Média
MA1	7,16 ^a
MA3	7,00 ^{ab}
MA5	6,50 ^{ab}
MA2	6,03 ^{ab}
MA4	5,90 ^b

*MA1 = 2,9% de ambas as polpas de fruta; MA2 = 2,9% de polpa de manga e 17,1% de polpa de acerola; MA3 = 10% de ambas as polpas de fruta; MA4 = 17,1% de polpa de manga e 2,9% de polpa de acerola; MA5 = 17,1% de ambas as polpas de fruta. Letras iguais indicam que não houve diferença estatística a um nível de 95% de confiança, através do Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para o atributo sensorial aparência, a amostra MA1, contendo as menores concentrações das polpas de manga e de acerola, obteve maior média (7,16). Uma possível explicação para tal resultado pode ser o fato de que esse biofilme apresentou homogeneidade e ausência de aspereza, diferente das demais amostras, as quais apresentaram menor uniformidade e maior aspereza, devido à utilização de maiores concentrações das polpas de fruta na formulação. Também é interessante observar que a amostra MA1 possuía menor quantidade de fibras provenientes da polpa de manga, o que pode ser notado se comparado ao biofilme MA4, com média 5,90, caracterizando menor aceitação por parte dos provadores, conforme pode ser visualizado nas figuras abaixo (Figuras 1 e 2).

PEREZ-GAGO *et al.* (2006) avaliaram a aparência de fatias de maçã revestidas com biofilmes comestíveis à base de proteína concentrada de soro de leite. A elevada viscosidade da solução prejudicou a aparência, a qual foi relatada como “ligeiramente esbranquiçada”, indicando que tal atributo é decisivo na escolha de produtos minimamente processados. Esses resultados sugerem a diminuição do teor de sólidos, assim como foi relatado no presente estudo, para o alimento/biofilme possuir maior aceitação por parte dos provadores.

Na avaliação sensorial, uvas Crimson cobertas com biofilmes compostos com gelatina e diferentes amidos nativos obtiveram aceitação igual ou maior que o controle quanto à aparência global (FAKHOURI *et al.*, 2007). Para tal avaliação foram considerados os atributos visuais de cor e brilho.



Figura 1. Amostra MA1 – Biofilme adicionado de polpas de manga e de acerola (2,9% de ambas as polpas).



Figura 2. Amostra MA4 – Biofilme adicionado de polpas de manga e de acerola (17,1% de polpa de manga e 2,9% de polpa de acerola).

5.2.1.2 Cor

A cor é um atributo muito importante para a aceitabilidade do consumidor e também para caracterização do biofilme.

Assim como no atributo “aparência”, a amostra com menores concentrações das polpas de fruta (MA1) obteve maior média (7,36) (Tabela 4). Pode-se relatar que tal aceitação é devido à maior transparência e brilho, conforme citado por alguns provadores na ficha sensorial. Essa melhor aceitação reforça ainda, a ideia de que os consumidores buscam a total visualização do produto que está embalado. A amostra MA2 (2,9 % e 17,1% de polpa de acerola) foi a menos aceita pelos provadores com média de 5,93, apresentando diferença significativa se comparada à amostra de maior média, provavelmente pelo fato de possuir coloração bem mais forte e apresentar menor transparência, característica desejável para aplicações em frutas e hortaliças minimamente processadas, por exemplo.

Tabela 4. Médias do atributo “cor” dos biofilmes de manga e acerola.

Amostra	Média
MA1	7,36 ^a
MA3	7,06 ^{ab}
MA5	6,73 ^{abc}
MA4	6,23 ^{bc}
MA2	5,93 ^c

A aplicação de revestimentos comestíveis à base de pectina em mangas foi efetiva na preservação da cor do fruto, bem como no retardamento da descoloração do mesocarpo (MOALEMIYAN *et al.*, 2011), indicando que esse atributo é importantíssimo para aceitabilidade do produto. Da mesma forma, PEREZ-GAGO *et al.* (2006) relataram que a incorporação de compostos antioxidantes em biofilmes comestíveis à base de proteína concentrada de soro de leite possibilitou menores perdas de coloração em fatias de maçã, inibindo, positivamente, o escurecimento do fruto.

5.2.1.3 Sabor

Para esse atributo, não houve diferença significativa entre as amostras (Tabela 5), porém observou-se que a maior nota foi atribuída para a amostra MA3 – 10% de ambas as polpas de fruta. A nota mínima de aceitação exigida para uma escala hedônica de 9 pontos é 6,3 (referente a 70% de aceitação) o que indica reprovação das amostras MA2 e MA4. Apesar da variação da concentração de 2,9 a 17,1% de polpa de fruta nas soluções filmogênicas, essas eram muito diluídas se comparadas a toda formulação. O sabor relatado pelos provadores foi de sabor doce, proveniente dos agentes plastificantes – sacarose e açúcar invertido. Acredita-se que a fécula de mandioca não tenha influenciado nesse atributo, uma vez que apresenta sabor insípido.

MENEGHEL *et al.* (2008) avaliaram sensorialmente o atributo “sabor” de amoras pretas (*Rubus ulmifolius*) revestidas com filmes de alginato de sódio, indicando que estes não apresentaram diferença significativa entre a amostra controle e às amostras cobertas com biofilmes comestíveis. Esse indicativo é positivo, à medida que o revestimento atribui benefícios nas características físico-químicas das amoras, sendo que não interfere nas características sensoriais.

Tabela 5. Médias do atributo “sabor” dos biofilmes de manga e acerola.

Amostra	Média
MA3	6,80 ^a
MA1	6,50 ^a
MA5	6,43 ^a
MA2	5,93 ^a
MA4	5,73 ^a

5.2.1.4 Sabor residual

Assim como o atributo “sabor”, para “sabor residual” não houve diferença significativa a um nível de 95% de confiança entre as amostras (Tabela 6). Como citado anteriormente, tal resultado corrobora o esperado. Todos os ingredientes utilizados para elaboração do biofilme não apresentavam sabores marcantes.

Tabela 6. Médias do atributo “sabor residual” dos biofilmes de manga e acerola.

Amostra	Média
MA1	7,16 ^a
MA3	6,56 ^a
MA2	6,46 ^a
MA5	6,46 ^a
MA4	6,40 ^a

Na degustação de uvas Crimson, foi possível verificar que a aplicação de diferentes biofilmes de gelatina com amidos nativos de sorgo, de trigo, de batata e de arroz, não influenciam na percepção do sabor do fruto, não apresentando, então, sabor residual. Tal resultado é positivo, visto que a aplicação das coberturas comestíveis agrega benefícios quanto à permeabilidade de gases e vapor d'água e perda de massa (FAKHOURI *et al.*, 2007).

5.2.1.5 Aceitação global

Com a análise estatística dos dados, foi possível verificar que houve diferença significativa entre as amostras quanto à aceitação global das mesmas.

Observou-se que, somente as amostras MA1 e MA4, tiveram diferença significativa entre si (Tabela 7).

Tabela 7. Médias do atributo “aceitação global” dos biofilmes de manga e acerola.

Amostra	Média
MA1	7,16 ^a
MA3	7,00 ^{ab}
MA5	6,50 ^{ab}
MA2	6,03 ^{ab}
MA4	5,90 ^b

Considerando um conjunto de características a ser analisado para esse atributo, pode-se citar a presença de fibras, cor, transparência e uniformidade, como importantes fatores na aceitação global dos biofilmes. A amostra MA1, com menores concentrações de polpas de fruta obteve maior média (7,16 – 79,5% de aceitação). Já a amostra MA4, contendo 2,9% de polpa de acerola e 17,1% de polpa de manga, apresentou a menor média (5,90 – aceitação de 65,5%). Acredita-se que essa elevada concentração de polpa de manga, prejudicou a aceitabilidade por parte das fibras insolúveis que influenciaram na homogeneidade. Da mesma forma, pode-se perceber que nas amostras MA2 e MA4, que continham maiores concentrações de polpas de acerola e de manga, respectivamente, os atributos cor e transparência foram afetados negativamente.

A aplicabilidade mais sugerida pelos provadores para esses biofilmes é em alimentos “in natura” e alimentos minimamente processados. É provável que os próprios ingredientes dos biofilmes sugestionem a aplicação em alimentos que contenham os mesmos.

MOALEMIYAN *et al.* (2011), MENEGHEL *et al.* (2008), FAKHOURI *et al.* (2007) relataram maior aceitabilidade daquelas amostras revestidas com biofilmes comestíveis quer seja pelos atributos sensoriais avaliados. É importante notar que poucos são os trabalhos que efetivamente descrevem os resultados estatísticos da análise sensorial, dificultando assim, a comparação entre os mesmos.

Como realizado no presente estudo, na literatura não há relatos sobre a avaliação sensorial dos biofilmes isoladamente, o que agrega valor à pesquisa, visto que a aceitação dos provadores foi acima de 70% de aprovação para 3 amostras dos biofilmes incorporados com polpas de manga e de acerola. Entretanto, é de

grande interesse verificar se esses influenciariam nos atributos sensoriais dos alimentos embalados.

5.2.1.6 Comparativo de atributos

A partir da Figura 3 é possível observar que a amostra MA1 contendo 2,9% das polpas de manga e de acerola foi aquela que apresentou maiores médias, conforme o esperado, para os atributos sensoriais: aparência, cor, sabor residual e aceitação global, se comparada às demais amostras. Somente para o atributo “sabor”, a amostra MA1 obteve menor média, para o qual, a amostra MA3 (10% de ambas as polpas de fruto) alcançou resultados mais satisfatórios.

Contudo, as amostras MA3 (10% de ambas as polpas de fruta) e MA5 (17,1% de ambas as polpas de fruta) não obtiveram diferença estatística, tornando-se opções à estudos futuros, à medida que apresentaram-se aceitáveis sensorialmente contendo maiores concentrações de polpas de frutas, o que, possivelmente, caracteriza maior poder antioxidante dos biofilmes comestíveis.

É importante ressaltar que os atributos “sabor” e “sabor residual” não apresentaram diferença significativa a 95% de confiança, o que indica a amostra MA1 como o biofilme comestível mais aceito, sendo esse o escolhido para possíveis análises futuras.

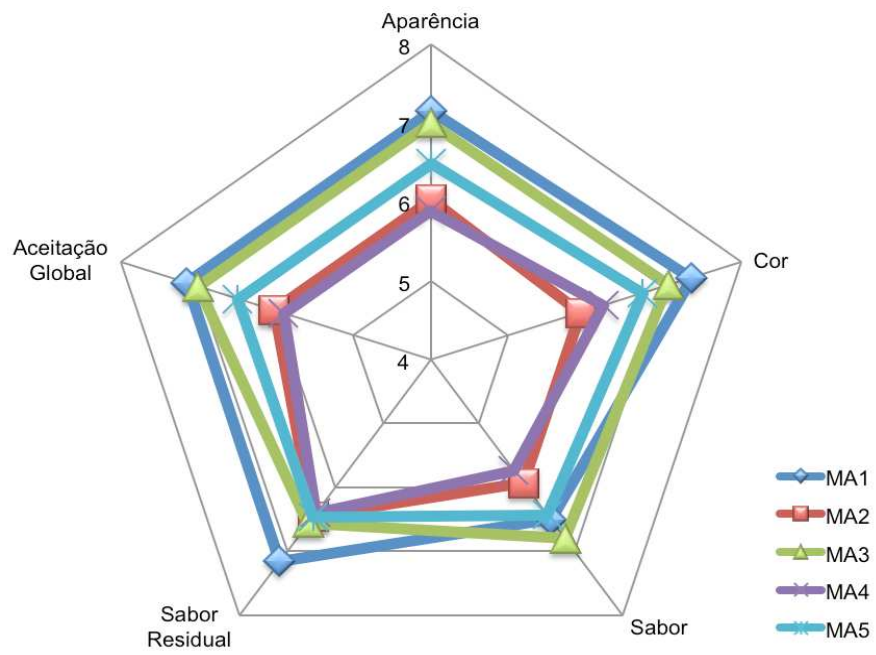


Figura 3. Gráfico comparativo das médias dos atributos dos biofilmes de manga e acerola.

5.2.2 Biofilmes adicionados de cacau e café

5.2.2.1 Aparência

Foi possível identificar que houve diferença significativa entre as amostras (Tabela 8). A amostra CC5 apresentou a maior média (6,93) e a amostra CC1, com notória diferença, obteve a menor média (4,90). Tal amostra pode ter tido pior aceitação devido a não uniformidade do biofilme, como pode visto na Figura 4.

Tabela 8. Médias do atributo “aparência” dos biofilmes de cacau e café.

Amostra	Média
CC5	6,93 ^a
CC2	6,56 ^{ab}
CC4	6,56 ^{ab}
CC3	5,76 ^{bc}
CC1	4,90 ^c



Figura 4. Amostra CC1 – Biofilme de cacau e café (0,3% de cacau e 0,07% de café).

Assim como na análise sensorial dos biofilmes de manga e de acerola, a aparência foi caracterizada pelos sentidos da visão e da gustação, no âmbito da percepção ao colocar-se a amostra na boca. As amostras CC2, CC4 e CC5, sem diferença significativa, foram relatadas com boa sensação no paladar, não sendo rugosas nem tão pouco, ásperas.

DAMASCENO *et al.* (2003) avaliaram o efeito da aplicação de películas à base de fécula de mandioca em tomates. Sensorialmente, os frutos recobertos apresentaram melhor aparência, impondo aspecto de melhor conservação, tornando esse mais atraente. Como citado no presente estudo, a sinergia da embalagem com os aditivos antioxidantes é muito importante, por beneficiar o produto, atribuindo maior interesse a esse.

5.2.2.2 Cor

Para o atributo “cor”, foi possível identificar diferença somente entre as amostras CC1 e CC3. As demais amostras não diferiram entre si (Tabela 9).

Tabela 9. Médias do atributo “cor” dos biofilmes de cacau e café.

Amostra	Média
CC2	6,70 ^a
CC5	6,66 ^a
CC4	6,63 ^a
CC1	5,90 ^{ab}
CC3	5,40 ^b

As amostras CC2 e CC5 foram aquelas elaboradas com a maior concentração de extrato de café e apresentaram maiores médias – 6,70 e 6,66, respectivamente. Uma possível explicação para tal resultado é a ideia de que os provadores possuem de um biofilme composto por cacau e café, ingredientes que apresentam coloração forte e característica. O fato de os biofilmes apresentarem coloração escura é positivo, à medida que essa pode ser barreira à oxidação lipídica, acelerada pela ação da luz (SILVA *et al.*, 1999). Possíveis aplicações, como chocolates, bombons, porções individuais de biscoitos, seriam beneficiadas por esse atributo bem aceito pelos provadores. A notória diferença para o atributo “cor”, pode ser visualizada nas Figuras 5 e 6.



Figura 5. Amostra CC1 – Biofilme de cacau e café (0,3% de cacau e 0,07% de café).



Figura 6. Amostra CC2 – Biofilme de cacau e café (0,3% de cacau e 0,39% de café).

LEE *et al.* (2002) estudaram a influência de biofilmes à base de proteína de soro de leite sobre diversos atributos sensoriais. Os resultados obtidos relatam que amendoins cobertos com a solução filmogênica em questão foram julgados como mais escuros e mais brilhantes, possivelmente considerados mais atrativos. Os biofilmes à base de fécula de mandioca incorporados com cacau e café do presente estudo, devido à coloração característica, podem ser sugeridos como possível aplicação para amendoins.

5.2.2.3 Sabor

Pode-se verificar que quanto ao atributo “sabor” houve diferença significativa entre as amostras (Tabela 10).

Tabela 10. Médias do atributo “sabor” dos biofilmes de cacau e café.

Amostra	Média
CC2	6,83 ^a
CC1	6,40 ^{ab}
CC4	6,03 ^{ab}
CC5	5,70 ^b
CC3	5,70 ^b

A amostra CC2 foi a que apresentou maior média (6,83) e as amostras CC3 e CC5, menor média (5,70). Acredita-se que o atributo “sabor” possuiu diferença significativa, pelo fato de que os dois ingredientes primordiais – cacau e café – para a caracterização do biofilme possuem sabores marcantes.

5.2.2.4 Sabor residual

Para esse atributo, não houve diferença significativa entre as amostras (Tabela 11).

Tabela 11. Médias do atributo “sabor residual” dos biofilmes de cacau e café.

Amostra	Média
CC2	6,60 ^a
CC5	6,33 ^a
CC1	6,00 ^a
CC4	5,90 ^a
CC3	5,86 ^a

Apesar dos sabores marcantes dos principais ingredientes da formulação dos biofilmes – cacau e café, o sabor residual observado pelos provadores foi somente de sabor doce. Foi relatado que após a degustação dos biofilmes não era possível a identificação de algum ingrediente em especial.

Revestimentos à base de hidrocolóides em queijos foram relatados como de grande importância para a indústria de laticínios, visto que podem beneficiar o produto quanto à perda de peso e ao prejuízo à aparência, após semanas de armazenamento. Tais revestimentos não influenciaram o sabor característico do sabor do queijo branco, estando apto para aplicação (KAMPF e NUSSINOVITCH, 2000). As embalagens comestíveis aqui apresentadas poderiam ser boas alternativas já que não apresentaram sabor residual e ainda, por apresentarem opacidade, possivelmente estariam reduzindo a oxidação lipídica de produtos gordurosos.

5.2.2.5 Aceitação global

Para a aceitação global das amostras, pode-se verificar diferença significativa somente entre as amostras CC2 e CC3. (Tabela 12).

Tabela 12. Médias do atributo “aceitação global” dos biofilmes de cacau e café.

Amostra	Média
CC2	6,90 ^a
CC4	6,36 ^{ab}
CC1	6,33 ^{ab}
CC5	6,33 ^{ab}
CC3	5,83 ^b

A amostra CC2 apresentou maior aceitação – média de 6,90 – aceitação de 76,7%, enquanto que a amostra CC3 foi a menos aceita (5,83 – aceitação de 64,8%). Os biofilmes de cacau e café estudados continham características distintas daquelas avaliadas nos biofilmes de polpas de manga e acerola, como opacidade e coloração escura, contudo possuíam fatores semelhantes, como homogeneidade e ausência de aspereza e rugosidade.

A aplicabilidade mais sugerida para esses biofilmes é em alimentos, nos quais não seja tão necessária a visualização dos mesmos para garantir qualidade e

inocuidade. Como opções, na indústria de alimentos, têm-se a embalagem de porções individuais, sachês, chocolates, queijos e, ainda, na indústria farmacêutica, cápsulas.

Poucos trabalhos relatam a avaliação sensorial de alimentos recobertos com biofilmes comestíveis (KAMPF e NUSSINOVITCH, 2000; DAMASCENO *et al.*, 2003; FAKHOURI *et al.*, 2007; MOALEMIYAN *et al.*, 2011; PEREZ-GAGO *et al.*, 2006). Tais trabalhos apontam que as coberturas interferem benéficamente nos atributos sensoriais “cor” e “aparência”, contudo raramente descrevem sobre a influência dessas no sabor dos produtos. Não foram encontradas referências com a avaliação sensorial dos envoltórios comestíveis isoladamente, como desenvolvido no presente estudo.

A avaliação isolada dos biofilmes permite obter conhecimento da percepção dos consumidores quanto às características sensoriais dos recobrimentos comestíveis. No caso em questão, no qual foram adicionados cacau e café à preparação, os atributos “sabor” e “sabor residual” são extremamente relevantes, a fim de avaliar se tais ingredientes interferem nos atributos gustativos do alimento. Futuramente, tal interação deverá ser estudada.

5.2.2.6 Comparativo de atributos

Na Figura 7 observa-se que a amostra CC2, que continha 0,3% de cacau em pó e 0,39% de café, obteve as maiores médias para os atributos sensoriais: cor, sabor, sabor residual e aceitação global. Ainda, é possível observar que a amostra CC4 não apresentou diferença significativa com a amostra CC2, sendo alternativa a demais estudos, contendo maior concentração de cacau (1,7%) e menor concentração de café (0,07%), a título de se avaliar qual seria o melhor biofilme quanto à concentração e biodisponibilidade dos metabólitos bioativos. Para o atributo “aparência”, a amostra a qual foi atribuída maior média foi aquela elaborada com 1,7% de cacau em pó e 0,39% de café (CC5). Estatisticamente a um nível de 95% de confiança, o atributo “sabor residual” não apresentou diferença significativa.

Assim, pode-se dizer que o biofilme comestível com os resultados sensoriais mais satisfatórios foi aquele com 0,3% de cacau em pó e 0,39% de café (CC2), sendo esse o escolhido para os próximos estudos.

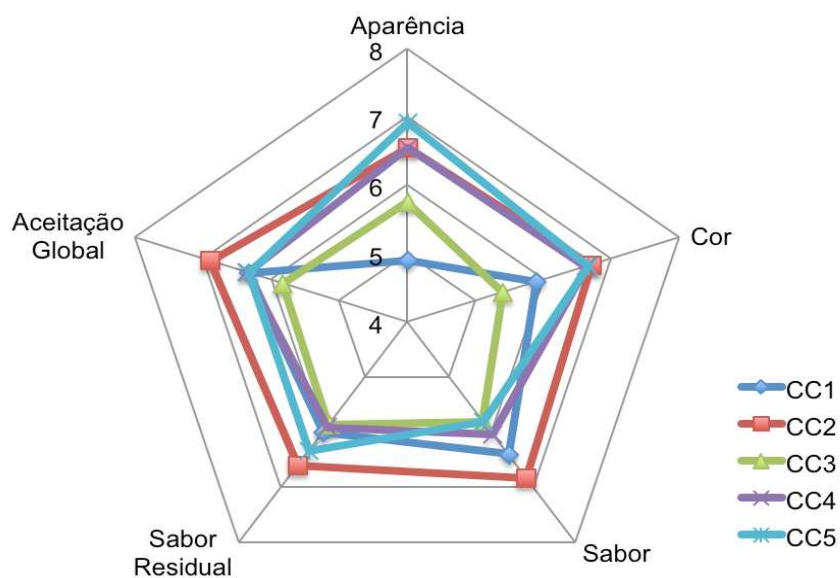


Figura 7. Gráfico comparativo das médias dos atributos dos biofilmes de cacau e café.

5.2.3 Conhecimento dos provadores

Concomitantemente com a análise sensorial dos atributos, os provadores foram questionados quanto ao conhecimento prévio sobre biofilmes comestíveis, opinião quanto à aplicabilidade do revestimento e à substituição das embalagens convencionais pelas embalagens apresentadas.

Em relação ao conhecimento prévio, pode-se perceber pela análise da Figura 8 que 28% dos provadores desconheciam tal tecnologia. É importante ressaltar que o questionamento dos provadores da análise sensorial em questão, foi realizado em um local onde há estudantes e professores da área de ciência e tecnologia de alimentos, os quais, possivelmente, teriam alguma ideia sobre o assunto. Mesmo assim, esse fato indica que seriam necessários maiores esclarecimentos com respeito à definição, vantagens, aplicações dos biofilmes comestíveis para que esses pudessem ser utilizados largamente nas indústrias farmacêutica e de alimentos.

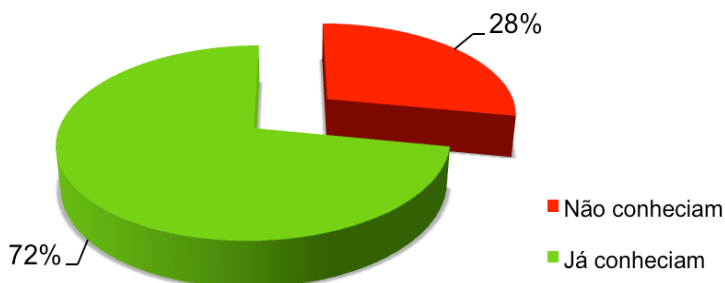


Figura 8. Parcela de provadores conhecedora de biofilmes comestíveis em geral.

Entretanto, à medida que os provadores eram informados sobre o produto, mostraram-se curiosos e positivos. A substituição dos plásticos convencionais, e consequente redução do impacto ambiental, e a interação embalagem/alimento em prol do retardamento das reações de deterioração dos alimentos foram mencionados como fatores atrativos desse envoltório. Como sugestões à aplicabilidade dos biofilmes comestíveis incorporados com antioxidantes foram relatados tais alimentos:

frutas “in natura”, produtos minimamente processados, embutidos, peixes frescos com alto teor de gordura, doces de confeitaria.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como alternativa às embalagens convencionais, os biofilmes comestíveis e biodegradáveis, foram bem aceitos pelos provadores. Dentre os revestimentos constituídos de polpas de manga e de acerola, obteve-se a maior aceitação global (79,5%) para a amostra que continha concentrações de 2,9% de ambas as polpas de fruta. Essa, também, apresentou as maiores notas para os atributos “aparência” e “cor”. Transparência, homogeneidade e brilho foram fatores citados pelos provadores que direcionaram a escolha para tal amostra. Ainda, foi possível verificar que não houve diferença significativa a 95% de confiança para os atributos “sabor” e “sabor residual” para tais biofilmes, provavelmente, em decorrência dos ingredientes da formulação que não possuíam sabores marcantes.

Já para os biofilmes incorporados de cacau e café, a amostra que obteve maior aceitação global (76,7%) foi aquela que possuía 0,3% de cacau e 0,39% de café. Acredita-se que esse revestimento foi preferido aos demais por caracterizar mais fielmente a ideia de um biofilme composto por tais ingredientes. Para os atributos “aparência” e “cor”, essa amostra esteve entre as primeiras opções, o que sugere coloração escura, uniformidade e opacidade como indicativos de qualidade desses biofilmes. Quanto ao atributo “sabor” houve diferença significativa entre as amostras, provavelmente devido ao sabor marcantes dos principais ingredientes dos biofilmes. Para o atributo “sabor residual”, como nos biofilmes constituídos de polpas de manga e acerola, não houve diferença significativa entre as amostras.

Vê-se necessário a exploração dessa nova tendência na indústria de alimentos. Conforme foi verificado na análise sensorial, a ideia de substituição das embalagens convencionais pelos biofilmes comestíveis e biodegradáveis agrada os provadores, à medida que tal medida poderia solucionar muitos problemas ambientais, além de facilitar o consumo, por ser conveniente e agregar maior qualidade ao produto, tendo em vista suas características tecnológicas devido à incorporação dos aditivos antioxidantes.

Para estudos futuros, propõe-se a aplicação desses biofilmes em alimentos, a fim de verificar se há influência dos componentes básicos da solução filmogênica na percepção dos atributos sensoriais dos mesmos. Da mesma forma, sugere-se um

estudo de viabilidade produtiva e econômica sobre a aplicação dos biofilmes comestíveis e biodegradáveis em larga escala.

7 CONCLUSÃO

Dentre os biofilmes comestíveis constituídos de polpas de manga e de acerola, a amostra que continha concentrações de 2,9% de ambas as polpas obteve maior aceitação global (79,5%). Os atributos “sabor” e “sabor residual” não apresentaram diferença significativa a 95% de confiança para essas amostras.

Já para os biofilmes comestíveis incorporados com cacau e café, a aceitação global de 76,7% foi atribuída à amostra que possuía 0,3% de cacau e 0,39% de café. Somente para o atributo sensorial “sabor residual” não houve diferença significativa entre as formulações a 95% de confiança.

Uma parcela de 28% dos provadores disse desconhecer essa tendência. Contudo, todos se mostraram interessados após serem informados sobre as características deste tipo de embalagem que pode diminuir o impacto ambiental e trazer benefícios à produção de alimentos.

REFERÊNCIAS

- ABDILLE, M. H. et al. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 891-896, 2005.
- AHERNE, S. A.; O'BRIEN, N. M. Dietary flavonols: Chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002.
- ANDERSON, L. et al. **Nutrição**. v. 17. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação para alimentos, 2009. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 15 dez 2011.
- AYRANCI, E.; TUNC, S. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* L.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). **Food Chemistry**, v. 87, n. 3, p. 339-342, 2004.
- AZIZOVA, O. A. Role of free radical processes in the development of atherosclerosis. **Biologicheskie Membrany**, v. 19, n. 6, p. 451-471, 2002.
- BALDWIN, E. A.; WOOD, B. Use of edible coating to preserve pecans at room temperature. **HortScience**, v. 41, n. 1, p. 188-192, 2006.
- BANA, F. C.; MAGNONI, D.; CUKIER, C. **Acerola e Vitamina C na Alimentação**. 2005.
- BARREIROS, L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. **Química Nova**, v. 29, 2006.
- BARTOSZ, G. Oxidative stress in plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 19, n. 1, p. 47-64, 1997.
- BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use**. Glasgow: Blackie, 1988.
- BELNSTEIN, J. The protective factors of fruit and vegetables. **Food Science and Technology International**, v. 10, 2001.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, p. 123-130, 1999.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**. 2. São Paulo: Varela, 1995.
- BOOTS, A. W.; HAENEN, G. R.; BAST, A. Health effects of quercetin: From antioxidant tonutraceutical. **European Journal of Pharmacology**, v. 585, p. 325-337, 2008.

BRANDÃO, M. C. C. et al. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 38-41, 2003.

BROINIZI, P. R. B. et al. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 902-908, 2007.

BRUNETON, J. **Pharmacognosie Phytochimie Plantes Médicinales**. Paris: Tec & Doc, 1999.

BURNS, J. et al. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 12, p. 5797-5808, 2001.

CEREDA, M. P. et al. **Películas de almidón para la preservación de frutas**. Congreso de Polímeros Biodegradables: Avances Y Perspectivas 1995.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, n. 1 Suppl, p. 223S-229S, 2005.

COOPER, K. A. et al. Rapid reversed phase ultra-performance liquid chromatography analysis of the major cocoa polyphenols and inter-relationships of their concentrations in chocolate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 8, p. 2841-2847, 2007.

CROZIER, S. J. et al. Cacao seeds are a "Super Fruit": A comparative analysis of various fruit powders and products. **Chemistry Central Journal**, v. 5, n. 1, 2011.

CUATRECASAS, J. **Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma***. HERBARIUM, C. F. T. U. S. N. 35: 379-614 p. 1964.

DAMASCENO, S. et al. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 377-380, 2003.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144 p.

DARABA, A. Future trends in packing: Edible, biodegradable coats and films. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 9, n. 3, p. 652-664, 2008.

DE CARVALHO COSTA, M. J. et al. Efeito da suplementação com acerola nos níveis sanguíneos de vitamina C e de hemoglobina em crianças pré-escolares. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2001.

DE SOUZA, R. M. N. et al. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. **Química Nova**, v. 33, p. 637-641, 2010.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J. A.; VOILLEY, A. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 38, n. 4, p. 299-313, 1998.

DEL CASTILLO, M. D.; AMES, J. M.; GORDON, M. H. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 13, p. 3698-3703, 2002.

DUAN, J.; CHERIAN, G.; ZHAO, Y. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 524-532, 2010.

DUGAS JR, A. J. et al. Evaluation of the total peroxy radical-scavenging capacity of flavonoids: Structure-activity relationships. **Journal of Natural Products**, v. 63, n. 3, p. 327-331, 2000.

FAKHOURI, F. M. et al. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, 2007.

FAMÁ, L. et al. Mechanical properties of tapioca-starch edible films containing sorbates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 38, n. 6, p. 631-639, 2005.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 23-36, 2006.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. **Cereal Foods World**, v. 45, p. 208-213, 2000.

FRANKE, A. A. et al. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, n. 1, p. 1-35, 2004.

GEY, K. F. Vitamins E plus C and interacting conutrients required for optimal health. **BioFactors**, v. 7, n. 1-2, p. 113-174, 1998.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 344.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of commercial mangoes from Brazil. **LWT - Food Science and Technology**, v. 22, n. 3, p. 100-103, 1989.

GUILLAND, J. C.; LEQUEU, B. **As vitaminas: do nutriente ao medicamento**. São Paulo: Santos, 1995. 375 p.

GUO, C. et al. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. **Nutrition Research**, v. 23, n. 12, p. 1719-1726, 2003.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008.

HERTOG, M. G. et al. Antioxidant flavonols and ischemic heart disease in a Welsh population of men: the Caerphilly Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 1489-1494, 1997.

HIGDON, J. V.; FREI, B. Coffee and health: A review of recent human research. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 46, n. 2, p. 101-123, 2006.

HOU, Y. et al. Anti-depressant natural flavonols modulate BDNF and beta amyloid in neurons and hippocampus of double TgAD mice. **Neuropharmacology**, v. 58, n. 6, p. 911-920, 2010.

HÜSNÜ, C. B. K. **Industrial plants as source of dietary supplements. In dietary supplements of plant origin. A nutrition and health approach.** Nova York: M. Maffei, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 nov 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo, 2009. Disponível em: <www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=seect&orderby=1&Itemid=7>. Acesso em: 23 nov 2011.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes.** Washington: National Academy 2000.

ISHIGE, K.; SCHUBERT, D.; SAGARA, Y. Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 30, n. 4, p. 433-446, 2001.

KÄHKÖNEN, M. P.; HOPIA, A. I.; HEINONEN, M. Berry phenolics and their antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 8, p. 4076-4082, 2001.

KAMPF, N.; NUSSINOVITCH, A. Hydrocolloid coating of cheeses. **Food Hydrocolloids**, v. 14, n. 6, p. 531-537, 2000.

KATSUBE, N. et al. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 1, p. 68-75, 2003.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables - The millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

KIM, Y.; BRECHT, J. K.; TALCOTT, S. T. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. **Food Chemistry**, v. 105, n. 4, p. 1327-1334, 2007.

KING, A.; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 99, n. 2, p. 213-218, 1999.

KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, v. 51, p. 61-74, 1997.

KUROSAWA, T. et al. Suppressive effect of cocoa powder on atherosclerosis in Kurosawa and Kusanagi-hypercholesterolemic rabbits. **Journal of atherosclerosis and thrombosis**, v. 12, n. 1, p. 20-28, 2005.

LAWRENCE, E. L. **What you need to know about food and cooking for health.** COMPANY, V. 5: 254–258 p. 1986.

LEE, M. J. et al. Effect of flavonol glycosides from *Cinnamomum osmophloeum* leaves on adiponectin secretion and phosphorylation of insulin receptor- β in 3T3-L1 adipocytes. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 126, n. 1, p. 79-85, 2009.

LEE, S. Y. et al. Whey-protein-coated peanuts assessed by sensory evaluation and static headspace gas chromatography. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 3, p. 1212-1218, 2002.

LEENEN, R. et al. A single dose of tea with or without milk increases plasma antioxidant activity in humans. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 87-92, 2000.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; BEN, J. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. **Food Chemistry**, v. 80, n. 3, p. 303-307, 2003.

LIM, R.; STATHOPOULOS, C. E.; GOLDING, J. B. Effect of edible coatings on some quality characteristics of sweet cherries. **International Food Research Journal**, v. 18, n. 4, p. 1237-1241, 2011.

LIMA, V. L. A. G. D. et al. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 101-103, 2003.

MA, X. et al. Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 1, p. 102-107, 2011.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 36, p. 1-11, 2002.

MELO, E. D. A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MENEGHEL, R. F. de A. et al. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 609-618, 2008.

MI, FFI, USAID, GAIN, WHO, THE WORLD BANK, UNICEF. **Investing in the Future: A United Call to Action on Vitamin and Mineral Deficiencies: Global Report 2009**. Ottawa: The Micronutrient Initiative, 2009.

MINAMISAWA, M.; YOSHIDA, S.; TAKAI, N. Determination of Biologically Active Substances in Roasted Coffees Using a Diode-Array HPLC System. **Analytical Sciences**, v. 20, n. 2, p. 325-328, 2004.

MOALEMIYAN, M.; RAMASWAMY, H. S.; MAFTOONAZAD, N. Pectin-based edible coating for shelf-life extension of Ataulfo Mango. **Journal of Food Process Engineering**, 2011.

MOREL, I. et al. Role of flavonoids and iron chelation in antioxidant action. **Methods in Enzymology**, v. 234, p. 437-443, 1994.

NAZARUDDIN, R. et al. Effect of pulp preconditioning on the content of polyphenols in cocoa beans (*Theobroma cacao*) during fermentation. **Industrial Crops and Products**, v. 24, n. 1, p. 87-94, 2006.

NESS, A. R.; POWLES, J. W. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: A review. **International Journal of Epidemiology**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 1997.

NEUKAM, K. et al. Consumption of flavanol-rich cocoa acutely increases microcirculation in human skin. **European Journal of Nutrition**, v. 46, n. 1, p. 53-56, 2007.

NICOLI, M. C. et al. Loss and/or formation of antioxidants during food processing and storage. **Cancer Letters**, v. 114, n. 1-2, p. 71-74, 1997.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 463-470, 2002.

NORDBERG, J.; ARNÉR, E. S. J. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 31, n. 11, p. 1287-1312, 2001.

OLIVEIRA, D. S. et al. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum - Health Sciences**, v. 33, p. 89-98, 2011.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; BARROS, L. M. Melhoramento genético da aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) na Embrapa Agroindústria Tropical. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**, 1999.

PALACE, V. P. et al. Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 5-6, p. 746-761, 1999.

PAULING, L. **Como viver mais e melhor: o que os médicos não dizem sobre sua saúde**. São Paulo: Best Seller, 1988. 400.

PAY, E. **Increasing incomes and food security of small farmers in West and Central Africa through exports of organic and fair-trade tropical products**. NATIONS, F. A. A. O. O. U. Rome: 1-19 p. 2009.

PEREZ-GAGO, M. B.; SERRA, M.; RÍO, M. A. D. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, n. 1, p. 84-92, 2006.

PORCU, O. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. **Carotenóides de acerola: efeito de estágio de maturação e remoção de película**. Simpósio latino americano de ciências de alimentos - Desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação na indústria de alimentos. Campinas 2003.

QUIRÓS, A. R.; COSTA, H. S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 97-111, 2006.

RAMLJAK, D. et al. Pentameric procyanidin from Theobroma cacao selectively inhibits growth of human breast cancer cells. **Molecular Cancer Therapeutics**, v. 4, n. 4, p. 537-546, 2005.

REZA, W. A.; CLEMENS, M. R. **Effect of dietary phytochemicals on cancer development - In vegetables, fruits, and herbs in health promotion**. Nova York: R. R. Watson, 2001.

ROBARDS, K. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, v. 66, n. 4, p. 401-436, 1999.

ROGHANI, M. et al. Mechanisms underlying quercetin-induced vasorelaxation in aorta of subchronic diabetic rats: An in vitro study. **Vascular Pharmacology**, v. 42, n. 1, p. 31-35, 2004.

SALAH, N. et al. Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 322, n. 2, p. 339-346, 1995.

SANTOS, E. E.; LAURIA, D. C.; PORTO DA SILVEIRA, C. L. Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio de Janeiro city. **Science of the Total Environment**, v. 327, n. 1-3, p. 69-79, 2004.

SCALZO, J. et al. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SIKORA, E. et al. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 55-59, 2008.

SILVA, F. A. M.; BORGES, F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, 1999.

SILVA, L. T. et al. **Viabilidade da incorporação de cacau e café como aditivos antioxidantes em biofilmes de amido de mandioca**. XVI Congresso nacional e II Congresso latino-americano de analistas de alimentos. Belo Horizonte 2009.

SOBRATTEE, M. A. et al. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 579, n. 1-2, p. 200-213, 2005.

SOUSA, C. M. D. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, p. 351-355, 2007.

SOUSA, M. S. B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUZA, C. O. et al. Mango and acerola pulps as antioxidant additives in cassava starch bio-based film. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 6, p. 2248-2254, 2011.

SRIDEVI, V.; GIRIDHAR, P.; RAVISHANKAR, G. A. Free diterpenes cafestol and kahweol in beans and in vitro cultures of Coffea species. **Current Science**, v. 99, n. 8, p. 1101-1104, 2010.

STOCLET, J. C. et al. Vascular protection by dietary polyphenols. **European Journal of Pharmacology**, v. 500, n. 1-3 SPEC. ISS., p. 299-313, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. London: Academic Press, 1993.

TAPIA, M. S. et al. Use of alginate- and gellan-based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. **Food Hydrocolloids**, v. 22, n. 8, p. 1493-1503, 2008.

THARANATHAN, R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. **Trends in Food Science & Technology**, v. 14, p. 71-78, 2003.

TOMARU, M. et al. Dietary supplementation with cacao liquor proanthocyanidins prevents elevation of blood glucose levels in diabetic obese mice. **Nutrition**, v. 23, n. 4, p. 351-355, 2007.

TRUGO, L. C. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. London: Academic Press: London. 3: 1498 p. 2003.

VEIGA-SANTOS, P.; CEREDA, M. P.; SCAMPARINI, A. R. P. Cassava Starch-Gelatin Bio-Based Films: Structural Stability and Color During Storage. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, p. 123-134, 2008.

VILLADIEGO, A. M. D. et al. Filmes e revestimento comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v. 52, p. 221-244, 2005.

VINSON, J. A. et al. Plant polyphenols exhibit lipoprotein-bound antioxidant activity using an in vitro oxidation model for heart disease. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 11, p. 2798-2799, 1995.

VISENTAINER, J. V. et al. **Características físico-químicas da acerola (*Malpighia glabra* L.) produzida na região de Maringá.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Guatemala. 47: 70-72 p. 1997.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor α in LPS/IFN- γ -activated RAW 264.7 macrophages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 15, p. 4183-4189, 2002.

WÄRNGÅRD, L. et al. Interaction between quercetin, TPA and DTT in the V79 metabolic cooperation assay. **Carcinogenesis**, v. 8, p. 1201-1205, 1987.

WATSON, S. P. et al. GPVI and integrin α (II-b) β (3) signaling in platelets. **Journal of Thrombosis and Haemostasis**, v. 3, p. 1752-1762, 2005.

WOLLGAST, J.; ANKLAM, E. Review on polyphenols in Theobroma cacao: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. **Food Research International**, v. 33, n. 6, p. 423-447, 2000.

WOODMAN, O. L.; CHAN, E. C. H. Vascular and anti-oxidant actions of flavonols and flavones. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 31, n. 11, p. 786-790, 2004.

YOUNG, I. S.; WOODSIDE, J. V. Antioxidants in health and disease. **Journal of Clinical Pathology**, v. 54, n. 3, p. 176-186, 2001.

ZHU, J. T. T. et al. Hibifolin, a flavonol glycoside, prevents β -amyloid-induced neurotoxicity in cultured cortical neurons. **Neuroscience Letters**, v. 461, n. 2, p. 172-176, 2009.

ANEXO 1 – Ficha de análise sensorial de biofilmes comestíveis

Nome: _____ Idade: _____

Análise Sensorial de Biofilmes Comestíveis

Biofilmes são embalagens comestíveis e biodegradáveis. Tem como principais objetivos a interação positiva com o alimento e a substituição dos plásticos. Este biofilme é à base de fécula de mandioca e possui componentes antioxidantes.

Você está recebendo duas amostras de biofilmes. Experimente-as da esquerda para direita, bebendo água entre as amostras. Após, analise sensorialmente, os parâmetros segundo a escala abaixo.

Desgostei muitíssimo	1
Desgostei muito	2
Desgostei moderadamente	3
Desgostei levemente	4
Nem gostei nem desgostei	5
Gostei levemente	6
Gostei moderadamente	7
Gostei muito	8
Gostei muitíssimo	9

	Amostra 423	Amostra 206
Aparência		
Cor		
Sabor		
Sabor Residual		
Aceitação Global		

Você já possuía conhecimento sobre biofilmes comestíveis?

() Sim () Não

O que você acha da substituição de embalagens comuns por biofilmes comestíveis?
Comente sua resposta:

Sabendo que estes biofilmes possuem antioxidantes, para quais alimentos você sugeriria a aplicação?

ANEXO 2 – Tabelas de cálculos necessários à elaboração da ANOVA

RESUMO – Biofilme de manga e acerola: atributo “aparência”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
418	30	220	7,33	1,68
267	30	174	5,80	2,65
423	30	188	6,26	2,75
782	30	210	7,00	2,13
206	30	195	6,50	2,81

ANOVA – Biofilme de manga e acerola: atributo “aparência”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	43,70	4	10,93	4,54	0,0017	2,43
Dentro dos grupos	348,33	145	2,40			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de manga e acerola: atributo “cor”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
418	30	221	7,36	1,76
267	30	178	5,93	3,23
423	30	187	6,23	2,53
782	30	212	7,06	1,51
206	30	202	6,73	2,75

ANOVA – Biofilme de manga e acerola: atributo “cor”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	41,40	4	10,35	4,39	0,0022	2,43
Dentro dos grupos	341,93	145	2,36			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de manga e acerola: atributo “sabor”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
418	30	195	6,50	2,40
267	30	178	5,93	4,06
423	30	166	5,53	3,70
782	30	204	6,80	2,17
206	30	193	6,43	3,56

ANOVA – Biofilme de manga e acerola: atributo “sabor”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	30,36	4	7,59	2,39	0,0538	2,43
Dentro dos grupos	461	145	3,18			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de manga e acerola: atributo “sabor residual”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
418	30	215	7,16	2,35
267	30	194	6,46	3,43
423	30	192	6,40	3,49
782	30	197	6,56	2,05
206	30	194	6,46	2,67

ANOVA – Biofilme de manga e acerola: atributo “sabor residual”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	11,90	4	2,98	1,06	0,3766	2,43
Dentro dos grupos	405,66	145	2,79			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de manga e acerola: atributo “aceitação global”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
418	30	215	7,16	1,87
267	30	181	6,03	3,07
423	30	177	5,90	2,64
782	30	210	7,00	2,28
206	30	195	6,50	3,57

ANOVA – Biofilme de manga e acerola: atributo “aceitação global”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	38,11	4	9,53	3,55	0,0085	2,43
Dentro dos grupos	389,33	145	2,69			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de cacau e café: atributo “aparência”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
372	30	147	4,90	2,23
214	30	197	6,56	1,22
518	30	173	5,76	4,67
473	30	197	6,56	2,74
689	30	208	6,93	1,86

ANOVA – Biofilme de cacau e café: atributo “aparência”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	80,11	4	20,03	7,88	0,0000089	2,43
Dentro dos grupos	368,66	145	2,54			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de cacau e café: atributo “cor”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
372	30	177	5,90	2,51
214	30	201	6,70	1,73
518	30	162	5,40	4,80
473	30	199	6,63	1,89
689	30	200	6,66	2,29

ANOVA – Biofilme de cacau e café: atributo “cor”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	41,03	4	10,26	3,87	0,0050	2,43
Dentro dos grupos	383,83	145	2,65			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de cacau e café: atributo “sabor”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
372	30	192	6,40	2,73
214	30	205	6,83	1,66
518	30	174	5,80	2,86
473	30	181	6,03	2,65
689	30	174	5,80	1,68

ANOVA – Biofilme de cacau e café: atributo “sabor”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	23,56	4	5,89	2,54	0,0422	2,43
Dentro dos grupos	335,93	145	2,32			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de cacau e café: atributo “sabor residual”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
372	30	180	6,00	2,89
214	30	198	6,60	2,25
518	30	176	5,86	2,67
473	30	177	5,90	2,85
689	30	190	6,33	2,78

ANOVA – Biofilme de cacau e café: atributo “sabor residual”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	12,03	4	3,00	1,12	0,3504	2,43
Dentro dos grupos	390,03	145	2,69			
Total		149				

RESUMO – Biofilme de cacau e café: atributo “aceitação global”.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
372	30	186	6,20	2,23
214	30	207	6,90	0,99
518	30	175	5,83	2,49
473	30	191	6,36	2,17
689	30	190	6,33	1,54

ANOVA – Biofilme de cacau e café: atributo “aceitação global”.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F _{calculado}	Valor - p	F _{crítico}
Entre grupos	17,69	4	4,42	2,35	0,0572	2,43
Dentro dos grupos	273,30	145	1,88			
Total		149				