



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS
CAMPUS POMBAL

ANA MARINHO DO NASCIMENTO

**PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE DIFERENTES
FORMULAÇÕES DE EXTRATOS DE PIMENTÕES**

POMBAL - PB

2017

ANA MARINHO DO NASCIMENTO

**PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE DIFERENTES
FORMULAÇÕES DE EXTRATOS DE PIMENTÕES**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre. Linha de pesquisa: Sistemas Agroalimentares.

Orientador: D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

Orientadora: D. Sc. Adriana Ferreira dos Santos

POMBAL - PB

2017

N244p Nascimento, Ana Marinho do.
Processamento e qualidade de diferentes formulações de extratos de pimentões / Ana Marinho do Nascimento. - Pombal-PB, 2018.
65 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa, Profa. Dra. Adriana Ferreira dos Santos".

Referências.

1. *Capsicum annuum* L.. 2. Compostos Bioativos. 3. Composição Centesimal. I. Costa, Franciscleudo Bezerra da. II. Santos, Adriana Ferreira dos. III. Título.

CDU 635.649(043)

ANA MARINHO DO NASCIMENTO

PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE EXTRATOS DE PIMENTÕES

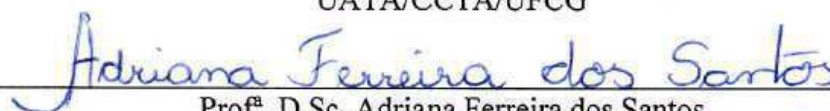
Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre. Linha de pesquisa: Sistemas Agroalimentares.

APROVADA EM: 08 / 03 / 2017

EXAMINADORES



Prof. D.Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa
- Orientador -
UATA/CCTA/UFCG



Profª. D.Sc. Adriana Ferreira dos Santos
- Orientadora -
UATA/CCTA/UFCG



Prof. D.Sc. Osvaldo Soares da Silva
- Examinador Interno -
UATA/CCTA/UFCG



Profª. D.Sc. Morgana Fabíola Cunha Silva Canuto
- Examinador Externo -
UATA/CCTA/UFCG

POMBAL - PB

2017

A Francisca Gadelha Marinho, pelo apoio e incentivo. Obrigada mãe essa conquista também é sua.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido a realização deste trabalho, Senhor agradeço por ter me dado força, determinação e dedicação durante esse percurso.

Aos meus pais, Francisca Gadelha Marinho e João Marinho do Nascimento, que me incentivaram no decorrer dessa conquista e sempre me deram a oportunidade de estudar.

A minha irmã, Tatiana Marinho Gadelha, pelo apoio demonstrado durante essa trajetória.

Ao meu namorado, Walter Paulino da Silva que sempre esteve disposto a me ajudar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais Acadêmico (PPGSA) da Universidade Federal de Campina Grande.

Ao meu orientador, prof. Franciscleudo Bezerra da Costa, pela confiança, incentivo, instruções e contribuições dadas durante a realização deste trabalho.

A minha orientadora prof. Adriana Ferreira dos Santos, pelo incentivo e colaboração durante essa jornada.

Aos professores Osvaldo Soares da Silva e Morgana Fabíola Cunha Silva Canuto, pelas contribuições como examinadores.

Aos professores do PPGSA, que cooperaram de forma fundamental no acréscimo de conhecimentos.

A minha amiga, Jéssica Leite da Silva pelo apoio e incentivo durante todo o curso, e a ajuda na fase experimental e organização de dados desse trabalho.

Aos amigos, Anderson Formiga, Chintia Rodrigues e Angélica Farias. Em especial, a Mahyara Melo, Larissa Santiago, Bren Carla Medeiros, Álvaro Gustavo, Kalinne Passos e Thaisa Cidarta pela ajuda e momentos de descontração durante a realização do experimento.

Aos técnicos, Wélida, Climene, Everton e Jeane pela cooperação e disponibilidade dos laboratórios.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, cooperaram de alguma forma ao longo da pós-graduação.

Muito obrigada!

NASCIMENTO, A. M. **Processamento e qualidade de diferentes formulações de extratos de pimentões**. 2017. 65 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça muito cultivada em ambiente protegido. Nesses locais podem ser utilizados pimentões de diferentes cores como verde, amarelo, laranja, vermelho e roxo. Na busca de reduzir o desperdício pós-colheita, o extrato de pimentão é um alimento que permite a utilização dessa hortaliça na culinária com mais praticidade. Diante do exposto, o objetivo foi avaliar a qualidade de diferentes formulações de extratos de pimentões verdes, amarelos e vermelhos após o processamento. Foram utilizados cerca de 6 kg de cada tipo de pimentão (verde, amarelo e vermelho). Os frutos foram selecionados, lavados e sanitizados. Em seguida, foram cortados, desintegrados, formulados, concentrados e acondicionados em recipientes plásticos. Foram avaliadas características físicas como rendimento, densidade, solubilidade, atividade de água e coloração; as características químicas foram pH, concentração de íons hidrogênio, sólidos solúveis, acidez titulável, razão sólidos solúveis e acidez; para a composição centesimal foi verificado os teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, açúcares totais, açúcares redutores e valor calórico; nos compostos bioativos foram determinados os teores de ácido ascórbico, clorofila total, carotenoides, flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos. A coloração diferiu entre os tipos de pimentões em função da cor específica. Os teores de sólidos solúveis e açúcares dos extratos de pimentões concentrados foram maiores em relação aos extratos de pimentões crus. Os teores de proteínas, lipídios e carboidratos nos extratos de pimentões concentrados foram próximos aos extratos de pimentões crus. Foi observado um aumento nos teores de cinzas dos extratos concentrados. Os compostos bioativos não sofreram alterações após a concentração dos extratos. Houve correlações significativas entre as características físicas, químicas, composição centesimal e compostos bioativos nos extratos de pimentões crus e concentrados. Em ambos os extratos de pimentões, cru e concentrado, principalmente no amarelo e no vermelho verificou-se uma melhor qualidade. Os extratos desenvolvidos servem como alternativa para agregação de valor do pimentão, uma vez que os frutos são perecíveis e geram desperdícios durante a comercialização. Sendo assim, uma forma prática de disponibilizar essas hortaliças em diferentes épocas e localidades durante o ano.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., compostos bioativos, composição centesimal.

NASCIMENTO, A. M. **Processing and quality of different formulations of pepper extracts.** 2017. 65 f. Dissertation (Master in Agroindustrial Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2017.

ABSTRACT

The pepper (*Capsicum annuum* L.) is a vegetable very cultivated in protected environment. Peppers of different colors such as green, yellow, orange, red and purple can be used in these places. In the search to reduce the post-harvest waste the pepper extract is a food that allows the use of this vegetable in the cooking with more practicality. In view of the above, the objective was to evaluate the quality of different formulations of extracts of green, yellow and red peppers after processing. About 6 kg of each type of pepper (green, yellow and red) were used. The fruits were selected, washed and sanitized. They were then cut, disintegrated, formulated, concentrated and packed in plastic containers. For the analyzes, the physical characteristics were used: yield, density, solubility, water activity and color; The chemical characteristics were pH, hydrogen ion concentration, soluble solids, titratable acidity, soluble solids and acidity ratio, total and reducing sugars; For the centesimal composition the moisture, ash, lipids, proteins, total sugars, reducing sugars and caloric values were verified; And in the bioactive compounds the ascorbic acid, total chlorophyll, carotenoids, flavonoids, anthocyanins and phenolic compounds were determined. The coloration differed between the pepper types depending on the specific color. The soluble solids contents and sugars of the concentrated pepper extracts were higher in relation to the extracts of raw peppers. Protein, lipid and carbohydrate contents in the extracts of concentrated peppers were close to extracts of raw peppers. An increase in the ash content of the concentrated extracts was observed. The bioactive compounds did not change after the extract concentration. There were significant correlations between the physical, chemical, centesimal and bioactive compounds characteristics in the extracts of raw and concentrated peppers. The extracts of yellow and red peppers presented better quality. The extracts developed serve as an alternative for aggregation of the sweet pepper value, since the fruits are perishable and generate wastes during the commercialization. Thus, a practical way to make these vegetables available at different times and places during the year.

Keywords: *Capsicum annuum* L., bioactive compounds, centesimal composition.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Grupos de pimentões cônico (A), blocky (B), retangular (C) e quadrado (D)..... 17
- Figura 2. Pimentões do grupo quadrado na cor verde no estágio imaturo. 18
- Figura 3. Pimentões do grupo blocky na cor amarela no estágio maduro..... 19
- Figura 4. Pimentões do grupo cônico na cor vermelha no estágio maduro..... 19
- Figura 5. Fluxograma de processamento dos extratos de pimentões.....25
- Figura 6. Rendimento (A), densidade (B), solubilidade (C) e atividade de água (D) das formulações dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; NS: não significativo 35
- Figura 7. Luminosidade L (A), variação da intensidade de cor verde-vermelho a^* (B), cromaticidade (C), variação da intensidade de cor amarela b^* (D), ângulo de cor Hue (E) e índice de cor (F) dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação 37
- Figura 8. Potencial hidrogeniônico (A), concentração de íons hidrogênio (B), sólidos solúveis (C), acidez titulável (D) e razão sólidos solúveis e acidez titulável (E) das formulações dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação 40
- Figura 9. Umidade (A), cinzas (B), proteínas (C) e lipídios (D) das formulações dos extratos de pimentões (F). A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação..... 42
- Figura 10. Açúcares totais (A), açúcares redutores (B), teores de carboidratos (C) e valores calóricos (D) das formulações dos extratos de pimentões.. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação 43
- Figura 11. Ácido ascórbico (A), compostos fenólicos (B), flavonoides (C), antocianinas (D), clorofilas totais (E) e carotenoides totais (F) das formulações dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. VC: Coeficiente de variação..... 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulações utilizadas no processamento dos extratos de pimentões	26
Tabela 2. Coeficientes da correlação de Pearson (r) das características físicas dos tratamentos avaliados	48
Tabela 3. Coeficientes da correlação de Pearson (r) das características químicas dos tratamentos avaliados	49
Tabela 4. Coeficientes da correlação de Pearson (r) da composição centesimal e valor calórico dos tratamentos avaliados.....	49
Tabela 5. Coeficientes da correlação de Pearson (r) dos compostos bioativos dos tratamentos avaliados	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 PIMENTÃO ASPECTOS GERAIS	15
3.1.1 Origem e evolução do pimentão	15
3.1.2 Classificação botânica	16
3.1.3 Grupos de pimentões	16
3.1.4. As cores dos pimentões	17
3.2 OS EXTRATOS VEGETAIS	20
3.3 PROCESSAMENTO E CONSERVAÇÃO	22
3.4 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E COMPOSTOS BIOATIVOS	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 PROCESSAMENTO DOS EXTRATOS DE PIMENTÕES	24
4.2 FORMULAÇÕES DOS EXTRATOS DE PIMENTÕES	26
4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	27
4.5 ANÁLISES FÍSICAS-QUÍMICAS	27
4.5.1 Rendimento	27
4.5.2 Densidade real	27
4.5.4 Atividade de água	28
4.5.5 Coloração e índice de cor	28
4.5.6 Potencial Hidrogeniônico	29
4.5.7 Sólidos solúveis	29
4.5.8 Acidez titulável	29
4.5.9 Razão sólidos solúveis e acidez titulável	29
4.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR CALÓRICO	29
4.6.1 Umidade	29
4.6.2 Cinzas	30
4.6.3 Proteínas	30
4.6.4 Lipídios	31
4.6.5 Carboidratos	31
4.6.6 Açúcares totais	31
4.6.7 Açúcares redutores	32
4.6.8 Valor energético	32

4.7 COMPOSTOS BIOATIVOS	32
4.7.1 Ácido ascórbico	32
4.7.2 Compostos fenólicos	33
4.7.3 Clorofila e carotenoides totais	33
4.7.4 Flavonoides e antocianinas	33
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	35
5.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR CALÓRICO.....	42
5.4 COMPOSTOS BIOATIVOS	45
5.5 COEFICIENTES DA CORRELAÇÃO DE PEARSON.....	48
6 CONCLUSÕES	50
REFERENCIAS	51
Apêndice	58

1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça bastante cultivada em ambiente protegido. Nesse tipo de espaço, são plantados pimentões que geram frutos verdes, amarelos, laranjas, vermelhos e roxos. Esses diferentes híbridos do pimentão são comercializados com elevados preços. Isto acontece devido ao custo de produção ser maior, porque o fruto permanece mais tempo no campo para completar sua maturação (CERQUEIRA-PEREIRA al., 2007). Durante o período de maturação acontecem alterações que ocasionam degradação da clorofila, hidrólise do amido e rompimento das membranas, esses acontecimentos aceleram o processo de senescência e provoca a morte dos tecidos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O pimentão está entre as hortaliças de maior relevância econômica do país, onde as maiores áreas de produção estão concentradas no Sudeste (SOUZA et al., 2009). É uma das 10 hortaliças mais cultivadas no Brasil sendo plantada em todo território nacional, o mesmo ocupa uma área equivalente à 13 mil hectares e tem uma produção que gera em torno de 350 mil toneladas por ano (MATOS et al., 2012).

Durante a produção ocorre as perdas pós-colheita que se iniciam no campo e se dissemina pelos setores de embalagens, transporte, armazenamento e distribuição. Para amenizar esse problema o produtor precisa observar os principais fatores que intervêm na qualidade do produto, como: manuseio inadequado, falta de higiene, injúrias mecânicas e exposição em altas temperaturas. Uma hortaliça de qualidade exibe aspectos que chamam a atenção do consumidor, o frescor, a cor, a firmeza, o sabor, o aroma e o valor nutricional são as principais características observadas durante a comercialização (CENCI, 2006).

Para reduzir o desperdício pós-colheita, a indústria de alimentos tem investido no processamento de frutos, uma vez que os alimentos industrializados fazem parte do cotidiano das pessoas e ocupam um grande espaço no comércio. Existe uma vasta disponibilidade de produtos alimentícios que apresentam atributos de qualidade específica. Esses alimentos são disponibilizados em pequenas porções com o preparo fácil e rápido, além disso, possuem uma vida útil superior ao produto *in natura*. Sendo assim, o extrato de pimentão vem a ser um alimento de simples acesso, que possibilita a utilização dessa hortaliça na culinária de forma rápida e prática.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a qualidade de diferentes formulações de extratos de pimentões verde, amarelo e vermelho após o processamento.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Verificar as características físico-químicas dos extratos de pimentões crus e concentrados por cocção.
- ✓ Avaliar a composição centesimal e valores calóricos dos extratos de pimentões crus e concentrados por cocção.
- ✓ Analisar os compostos bioativos dos extratos de pimentões crus e concentrados por cocção.
- ✓ Realizar a correlação existente entre as características físico-químicas, composição centesimal e compostos bioativos de pimentões crus e concentrados por cocção.
- ✓ Identificar entre os extratos processados qual formulação apresenta melhor qualidade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PIMENTÃO ASPECTOS GERAIS

O pimentão é uma das hortaliças de maior importância econômica para o mercado brasileiro, ele se encontra entre as espécies vegetais mais populares do país. No Brasil a demanda por esse produto é crescente e na busca de abastecer o mercado consumidor o cultivo desse vegetal é feito principalmente em estufas (CHARLO et al., 2009). É uma hortaliça que produz frutos com variação estacional de oferta e preço o ano todo. Para aprimorar a qualidade e aumentar a produção, grande parte dos produtores tem cultivado o pimentão em ambiente protegido, principalmente nas regiões Sul e Sudeste (OLIVEIRA et al., 2009).

3.1.1 Origem e evolução do pimentão

Nas Américas antes da chegada dos europeus, a pimenteira do gênero *Capsicum* já era plantada por nativos da região. Essa hortaliça foi domesticada a partir das espécies selvagens descobertas pelos primitivos. A maioria das espécies do gênero *Capsicum* são originárias da América Tropical. Uma parte das pimentas do gênero *Capsicum* se originou em uma região da Bolívia, posteriormente esses frutos migraram para a região Amazônica do Brasil onde sofreram dispersão e especiação (VINALS et al., 1996; SILVA, 2002).

A domesticação gerou modificações nos frutos, primeiramente eles eram pequenos, eretos, decíduos e vermelhos, após a hortaliça ser plantada e replantada muitas vezes os frutos passaram a ser maiores, pendentes, não decíduos e coloridos. Os Frutos conhecidos como pimentão só adquiriram maior importância posteriormente (HEISER, 1979; LUZ, 2007).

Através de algumas particularidades morfológicas podem-se diferenciar as pimentas dos pimentões, as pimentas na maioria das vezes são menores e possuem uma característica predominantemente diferente que é a pungência, sendo frutos empregados principalmente como condimento. Já os pimentões são frutos que exibem diferentes formatos e tamanhos onde o seu comprimento pode variar de 10 a 20 cm, em sua composição não é encontrada a capsaicina substância responsável pela pungência de frutos, devido a essa característica o pimentão é conhecido como um fruto doce (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008).

3.1.2 Classificação botânica

Existe uma diversidade do gênero *Capsicum* no Brasil, onde pode ser encontrada espécies de todos os níveis de domesticação, entre elas: as domesticadas, as semidomesticadas e as silvestres (NASCIMENTO et al., 2006). De acordo com o sistema mundial de classificação de plantas APG III (2009) a taxonômica dos pimentões é a seguinte:

1. Reino: *Plantae*
2. Filo: *Magnoliophyta*
3. Classe: *Magnoliopsida*
4. Ordem: *Solanales*
5. Família: *Solanaceae*
6. Gênero: *Capsicum*
7. Espécie: *C. annum*

No geral o pimentão é definido como um fruto de baga, glabro e decíduo, que possui pedicelos frutíferos eretos e pendentes. Essas características ocorrem devido às espécies e formatos diferentes oriundos de sua domesticação (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008).

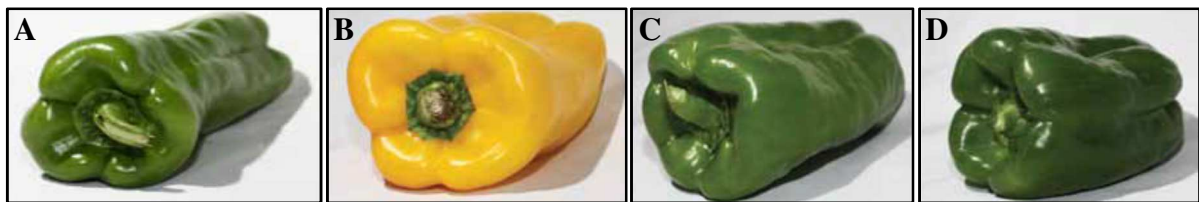
3.1.3 Grupos de pimentões

No Brasil são comercializados grupos de pimentões com diferentes tamanhos, formatos e cores, os principais são: cônico, blocky, retangular e quadrado (Figura 1). Entretanto, no comércio brasileiro prevalece o consumo do pimentão cônico, porque a sua produção é menos exigente e o seu plantio ocorre em campo aberto, apesar disso, a procura por outros tipos de pimentões com tamanhos e colorações exóticas vem crescendo em diferentes mercados. As características desses grupos de pimentões são apresentadas a seguir (MATOS et al., 2012).

1. Pimentões cônicos: São frutos que possuem o formato cônico com diferentes pesos, eles imaturos apresentam a cor verde e quando maduros atingem a cor vermelha. São frutos extremamente utilizados para o consumo *in natura* (Figura 1A).
2. Pimentões blocky: São frutos que possuem diferentes tamanhos, na fase imatura apresentam uma coloração verde e quando maduros atingem as cores creme, amarelo, laranja e roxo. Geralmente são procurados por mercados que demandam produtos diferenciados (Figura 1B).

3. Pimentões retangulares: São frutos que possuem o formato retangular, na fase imatura apresentam uma coloração verde e quando maduros atingem as cores amarela e vermelha. O seu plantio é mais apropriado em ambiente protegido (Figura 1C).
4. Pimentões quadrados: São frutos que possuem o formato quadrado, eles imaturos apresentam a cor verde e quando maduros apresentam as cores amarela, vermelha e roxo. O seu plantio é mais apropriado em ambiente protegido (Figura 1D).

Figura 1 Grupos de pimentões cônico (A), blocky (B), retangular (C) e quadrado (D).



Fonte: Matos et al. (2012).

3.1.4. As cores dos pimentões

No Brasil o pimentão começou a ser cultivado em escala comercial na década de 1920. Os frutos de formato cônico foram as primeiras cultivares plantadas, nos anos de 1920 a 1950 esses frutos foram fortemente espalhados por algumas regiões do País (CARVALHO, 2013).

A Embrapa é a grande responsável pelo programa de melhoramento do genético *Capsicum*, atuando no desenvolvimento de populações, linhagens e cultivares com resistência a doenças (BÜTTOW et al., 2010). O Brasil possui uma grande variabilidade de pimentões que possuem diferentes formatos, tamanhos e cores provenientes da domesticação e do melhoramento genético (SANTOS et al., 2013).

As cores dos pimentões é um dos principais fatores que influênciam na escolha do consumidor, através dessa característica os clientes fazem a avaliação de qualidade baseado na aparência geral do produto, isso ocorre, devido a relação direta que existe entre a cor e o sabor dos alimentos (BISCHOFF et al., 2012).

A modificação nas colorações dos frutos é marcada pela alteração da cor verde para a cor específica de cada espécie. A clorofila e os carotenoides são os pigmentos responsáveis pelas mudanças de cores ocorridas, seja ela amarela, laranja, vermelha ou roxo (BRAMLEY, 2002). As modificações de cor dos pimentões iniciam-se 39 dias após sua frutificação, ou seja, 10 dias antes do fruto obter seu tamanho final (SERRANO et al., 2010).

Para obter os frutos coloridos desejados o produtor necessita aguardar a maturação do pimentão na planta mãe, visto que essa hortaliça disponibiliza frutos não climatéricos e os mesmos não conseguem completar sua maturação após colhidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O pimentão verde pode ser definido como um fruto imaturo, ou seja, é aquele que foi colhido antes de completar sua maturação (Figura 2). Nesse fruto encontra-se a clorofila, pigmento natural presente nos cloroplastos das plantas responsáveis pela cor verde dos tecidos vegetais (STREIT et al., 2005). É uma hortaliça muito procurada pelos consumidores, que geralmente é consumida na forma *in natura*, sendo também muito utilizada na fabricação de alimentos industrializados como sopas, molhos e condimentos (CARMO, 2004).

Figura 2 Pimentões do grupo quadrado na cor verde no estágio imaturo.



Fonte: Autora, 2017.

O pimentão amarelo é uma hortaliça muito conhecida e procurada pelo consumidor devido alguns atributos específicos como: coloração, aroma e sabor (Figura 3). É um fruto que oferece alto valor nutricional e apresenta elevado teor de vitamina C, os valores proporcionados nessa variedade são superiores ao encontrado nos pimentões verdes e vermelhos. Além disso, o pimentão amarelo fornece vitamina A e minerais, como potássio e magnésio. Nos tecidos dessa hortaliça encontram-se os carotenoides, pigmento natural que fornece ações benéficas para a saúde, atuando como antioxidante impedindo que as reações de oxidação dos radicais livres se propaguem no organismo (MARÍN et al., 2004; NAVARRO et al., 2006).

Figura 3. Pimentões do grupo blocky na cor amarela no estágio maduro.



Fonte: Autora, 2017.

Os pimentões no estágio vermelho são encontrados facilmente no comércio, essa variedade é bem valorizada devido ao aroma e sabor característico que fornecem aos alimentos (Figura 4). As cores dessa hortaliça sofrem modificações, os frutos quando imaturo apresentam a cor verde e após completar a maturação tornam-se vermelhos. A faixa de cores apresentadas de cada variedade do gênero *Capsicum* está relacionada com a capacidade que os frutos têm em sintetizar os carotenoides e de reter pigmentos de clorofilas (COLLERA-ZUÑIGA et al., 2005).

Figura 4. Pimentões do grupo cônico na cor vermelha no estágio maduro.



Fonte: Autora, 2017.

3.2 OS EXTRATOS VEGETAIS

Os extratos são produtos concentrados que possuem diversas consistências e são adquiridos a partir do processamento de produtos vegetais (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010). São definidos como preparações líquidas ou em pó obtidas de plantas por vários métodos com o objetivo de concentrar as substâncias existentes (MARQUES, 2005). Os extratos vegetais podem ser obtidos por vários processos, como alguns exemplos descritos abaixo.

De acordo com a instrução normativa nº 18, de 19 de junho de 2013:

Extrato padronizado é o produto obtido por esgotamento, a frio ou a quente, a partir de vegetal, ou da fruta, devendo conter os princípios sápidos aromáticos naturais, voláteis e fixos, característicos da espécie de origem, e destinado à produção de preparado líquido e de xarope. Extrato aquoso: extrato obtido de espécies vegetais e suas partes, previstas em legislação específica da ANVISA, e obtidas por métodos físicos, utilizando água como único agente extrator.

Segundo a legislação CNNPA nº 14, de 28 de junho de 1978:

Extrato de soja é o produto obtido a partir da emulsão aquosa resultante da hidratação dos grãos de soja, convenientemente limpos, seguido de processamento tecnológico adequado, adicionado ou não de ingredientes opcionais permitidos, podendo ser submetido à desidratação, total ou parcial.

Segundo a resolução CNNPA nº 12, de 1978 o extrato de malte:

Extrato de malte é produto de consistência xaroposa obtido unicamente do malte de cevada e submetido a tratamentos adequados como: maceração, extração e concentração. Extrato seco de malte - produto sólido, em pó, obtido pela evaporação da água do extrato de malte. O malte deve ser preparado com grãos de cereais sãos e limpos, isentos de matéria terrosa, parasitos e em perfeito estado de conservação. Não pode conter substâncias estranhas à sua composição normal.

A resolução CNNPA nº 12, de 1978 define extrato de café como:

Café solúvel ou extrato de café desidratado é o produto resultante da desidratação do extrato aquoso de café (*Coffea arabica* e outras espécies do gênero *Coffea*) torrado e moído. O café solúvel deve ser preparado com café recentemente torrado e moído e água potável. Os grãos de café devem se apresentar sãos e limpos, estar isentos de matéria terrosa, parasitos, detritos vegetais e animais e em perfeito estado de conservação.

A resolução CNNPA nº 12, de 1978 define extrato de tomate como:

Um produto resultante da concentração da polpa de frutos maduros e sãos do tomateiro *lycoperaicum Solanum* por processo tecnológico adequado. O produto é designado por "Extrato de tomate", podendo também ser denominado "massa de tomate" ou "concentrado de tomate". O extrato de tomate deve ser preparado com frutos maduros, escolhidos, sãos, sem pele e sementes. É tolerada a adição de 1% de açúcar e de 5% de cloreto de sódio. O produto deve estar isento de fermentações e não indicar processamento defeituoso

A resolução CNNPA nº 12, de 1978 estabelece a seguinte classificação para os extratos de tomate:

1. Purê: Substância seca com uma menor quantidade de cloreto de sódio e no mínimo 9% de sólidos solúveis naturais de tomate.
2. Extrato simples concentrado: Substância seca com uma menor quantidade de cloreto de sódio e no mínimo 18% de sólidos solúveis naturais de tomate.
3. Extrato duplo concentrado: Substância seca com uma menor quantidade de cloreto de sódio e no mínimo 25% de sólidos solúveis naturais de tomate.
4. Extrato triplo concentrado: Substância seca com uma menor quantidade de cloreto de sódio e no mínimo 35% de sólidos solúveis naturais de tomate.

De acordo com o informe técnico nº 45, de 28 de dezembro de 2010:

A legislação de alimentos regulamenta o uso de extratos que possuem padrão de identidade e qualidade estabelecido, tais como extrato de tomate e aqueles utilizados como aromas previstos na legislação sanitária que regulamenta os aditivos aromatizantes.

Devido à crescente demanda por produtos naturais os extratos vegetais estão cada vez mais em alta, eles podem ser encontrados nos mais diversos tipos de produtos e geralmente são procurados por aqueles que buscam uma alimentação saudável (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Os extratos de frutas cítricas, por exemplo, são importantes fontes de ácidos fenólicos, como o ácido hidroxicinâmico e os flavonoides, esses compostos atuam como antioxidantes e interrompem as reações de oxidação pelos os radicais livres (DIMITRIOS, 2006; ECONOMOS; CLAY, 1999).

O extrato de pimentão é um produto que possibilita a disponibilidade do pimentão na cozinha com maior praticidade na elaboração de várias receitas. Através do processamento pode-se comercializar o pimentão fora dos períodos de safras, uma vez que essa técnica vai prolongar a vida útil dos frutos, sendo uma alternativa para o consumidor suprir suas necessidades no período de escassez.

3.3 PROCESSAMENTO E CONSERVAÇÃO

O processamento de alimentos é um termo empregado para designar as diversas operações unitárias conjugadas, cujo objetivo é prevenir as alterações indesejáveis que ocorrem nos produtos hortícolas após a colheita, sendo um método que retarda a deterioração e aumenta a vida útil dos alimentos no período de conservação (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

Entre os processos empregados na conservação de alimentos encontram-se a refrigeração, congelamento, desidratação, adição de açúcar e outros. Uma técnica bastante utilizada para aumentar a vida útil dos produtos é o processamento com uso de calor, por ser um processo que inibe o crescimento de microrganismos e a ação enzimática (ELES-MARTÍNEZ, 2007). Apesar dos benefícios citados, nos alimentos processados com o uso de calor ocorrem algumas modificações indesejáveis, entre elas a alteração do flavor, cor e textura (BUTZ, 2002).

Durante as operações de processamento e armazenamento de frutas, acontecem modificações que geram alterações no sabor, essas transformações muitas das vezes ocorrem devido as reações bioquímicas entre os constituintes dos alimentos. Devido a isso, a indústria de alimentos visa o alcance de produtos com qualidade sensorial e nutricional similares ao produto *in natura*, além de possuírem características microbiológicas seguras para os consumidores (GAVA, 1985).

3.4 ANALISES FÍSICAS E QUÍMICAS, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E COMPOSTOS BIOATIVOS

As análises físico-químicas exercem importante papel na qualidade dos alimentos e são primordiais para a biossegurança e credibilidade dos produtos comestíveis. O uso dessas análises é importante para solucionar problemas relacionados à saúde pública como também definir e estabelecer ações de vigilância sanitária. Sendo um método muito utilizado durante as pesquisas de inovações tecnológicas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Algumas propriedades físicas como a densidade, solubilidade e coloração são importantes de serem estudadas, porém, uma característica que necessita ser avaliada é a atividade de água, uma vez que a conservação do alimento está relacionada com a quantidade de água presente. Entre as características químicas mais empregadas na verificação de qualidade dos alimentos são, a acidez titulável, pH, sólidos solúveis, teores de açúcares e outros.

As informações sobre a composição centesimal dos diversos tipos de alimentos consumidos no Brasil é uma ferramenta básica para ações de orientação nutricional. Através das tabelas nutricionais, os consumidores podem conhecer melhor os produtos e avaliar a disponibilidade dos nutrientes presentes. Uma tabela nutricional confiável necessita ser atualizada e disponibilizar informações seguras sobre os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico. As análises devem ser realizadas com métodos validados e amostragens representativas para fornecer informações seguras ao consumidor (BRASIL, 2011).

Os compostos bioativos são nutrientes presentes em frutos que contém ação metabólica específica. Entre esses compostos estão os carotenoides, os fitoesteróis, os flavonoides e os polifenóis (BRASIL, 2013). Esses elementos possuem capacidade antioxidante, propriedade importante para a prevenção de processos degenerativos associados aos radicais livres presentes nos organismos (CANUTO et al., 2010).

São conhecidos como fitoquímicos e estão presentes em grande parte dos frutos e hortaliças (HORST; LAJOLO, 2017). A categoria de substâncias bioativas é regulamentada pela Resolução RDC n. 02/2002. Essa norma estabelece as definições de substâncias bioativas e a obrigatoriedade da comprovação, segurança de uso e comercialização.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PROCESSAMENTO DOS EXTRATOS DE PIMENTÕES

Foram utilizados cerca de 6 kg de pimentões verde, amarelo e vermelho provenientes do Centro Econômico de Abastecimento Sociedade Anônima (CEASA), localizada na cidade de Patos-PB. Os pimentões foram acondicionados em caixas de papelão e transportados (Figura 5A) para o Laboratório de Química Bioquímica e Análise de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal.

Os pimentões foram selecionados visualmente descartando-se aqueles com injúrias e podridões (Figura 5B). Posteriormente, foram lavados em água corrente para remoção de sujidades superficiais (Figura 5C). A sanitização foi realizada com uma solução de Sumaveg (Diversey-Lever) na concentração de 200 ppm imergindo-se por 10 minutos, esse procedimento foi realizado para reduzir a carga microbiana dos frutos (Figura 5D). Logo após, foi efetuado o enxague para remover o sanitizante dos frutos, nesse processo foi utilizado uma solução de Sumaveg na concentração de 5 ppm por 10 minutos (Figura 5E).

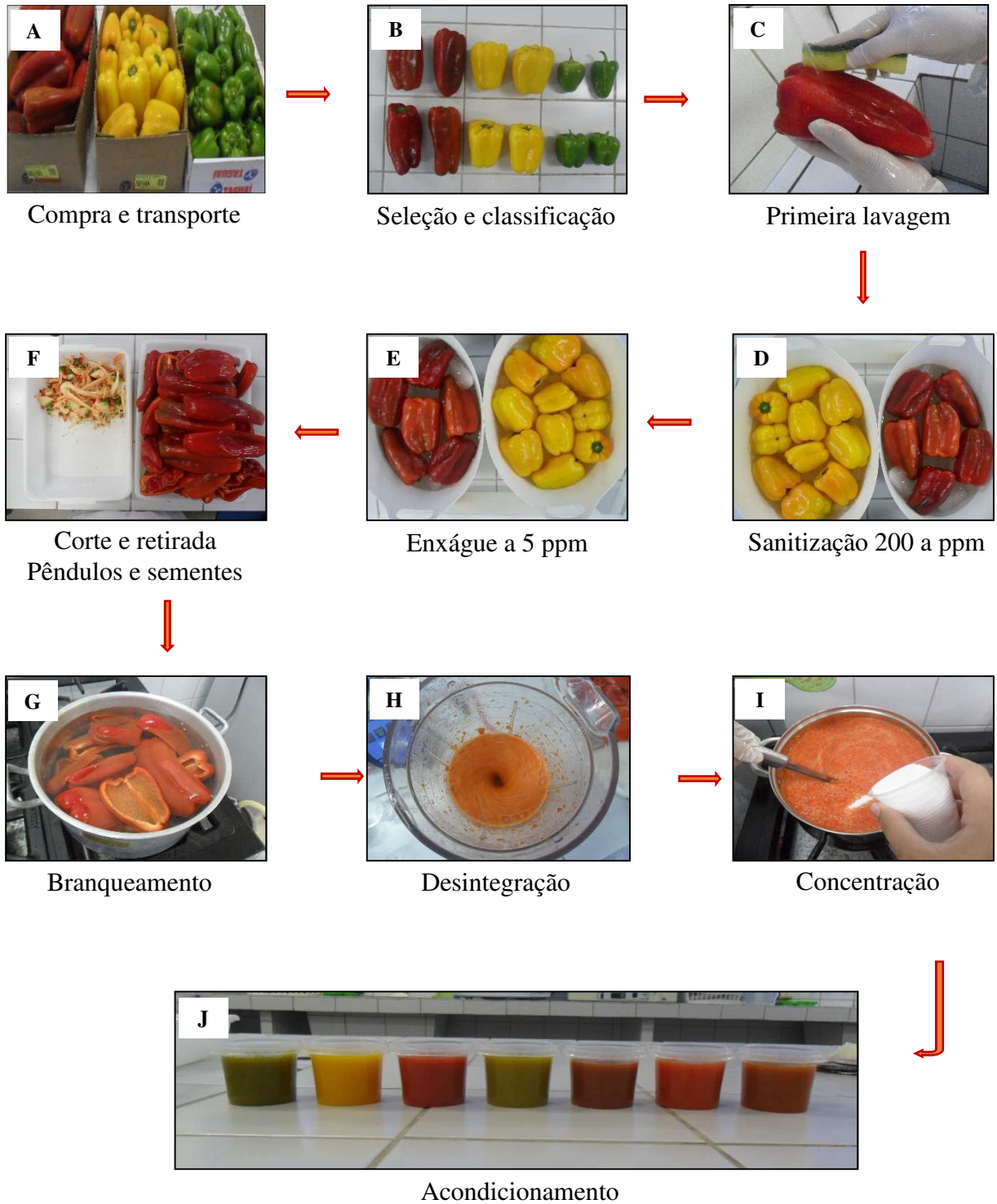
O Sumaveg foi utilizado porque é um produto que apresenta ação antimicrobiana comprovada, sendo especialmente desenvolvido para a desinfecção de frutas, legumes e verduras. O princípio Ativo do Sumaveg é o (Dicloroisocianurato de Sódio Dihidratado com teor de 3,5% de cloro ativo). No procedimento de sanitização e enxague foi utilizado água potável e gelo para evitar o estresse dos tecidos vegetais pela ação do cloro ativo.

Os pimentões foram cortados com o auxílio de facas de aço inox previamente higienizados eliminando pedúnculos e sementes (Figura 5F). Logo após, foram movidos para um pré-tratamento térmico por imersão em água a 95 °C por 10 minutos (Figura 5G), os mesmos foram desintegrados em liquidificador por 1 minuto (Figura 5H). Em seguida, extratos processados foram concentrados em fogão industrial onde foi adicionado 5% de cloreto de sódio e 1% de açúcar, deixando sob cocção até atingir a concentração de 18% sólidos solúveis (Figura 5I).

Os extratos concentrados foram acondicionados em recipientes plásticos esterilizados e fechados a quente (Figura 5J). As amostras foram resfriadas, rotuladas, envolvidas em papel alumínio e movidas para análises. A Figura 5 demonstra o fluxograma para a obtenção dos extratos pimentões.

Para a obtenção dos extratos crus os pimentões após os cortes foram desintegrados em liquidificador e acondicionados em recipientes plásticos, rotuladas, envolvidas em papel alumínio e movidas para análises.

Figura 5. Fluxograma de processamento dos extratos de pimentões.



4.2 FORMULAÇÕES DOS EXTRATOS DE PIMENTÕES

As formulações utilizadas para processamento dos extratos de pimentões estão descritas conforme Tabelas 1. Para o processamento das formulações foi utilizado como base a resolução CNNPA nº 12, de 1978.

Tabela 1. Formulações utilizadas na elaboração dos extratos de pimentões.

Formulações	Ingredientes	(%)
F1	Pimentão verde	100
	Açúcar	0
	Sal	0
F2	Pimentão amarelo	100
	Açúcar	0
	Sal	0
F3	Pimentão vermelho	100
	Açúcar	0
	Sal	0
F4	Pimentão verde	94
	Açúcar	1
	Sal	5
F5	Pimentão amarelo	94
	Açúcar	1
	Sal	5
F6	Pimentão vermelho	94
	Açúcar	1
	Sal	5
F7	Pimentão verde	47
	Pimentão amarelo	47
	Açúcar	1
	Sal	5
F8	Pimentão verde	47
	Pimentão vermelho	47
	Açúcar	1
	Sal	5
F9	Pimentão amarelo	47
	Pimentão vermelho	47
	Açúcar	1
	Sal	5
F10	Pimentão verde	31,3
	Pimentão amarelo	31,3
	Pimentão vermelho	31,3
	Açúcar	1
	Sal	5

Fonte: Autora, 2017.

Foram processadas diferentes formulações de extratos de pimentões (Tabela 1), onde F1 foi o extrato de pimentão verde sem adição de sal e açúcar, F2 o extrato de pimentão amarelo sem adição de sal e açúcar e F3 o extrato de pimentão vermelho sem adição de sal e açúcar. Nos extratos F1, F2, e F3 não houve pré-tratamento térmico e concentração por cocção.

Já nas formulações F4, F5, F6, F7, F8, F9 e F10 houve um pré-tratamento térmico por imersão em água a 95 °C por 10 minutos seguido de concentração por cocção (Tabela 1), onde F4 foi o extrato formulado com pimentão verde com adição de sal e açúcar, F5 o extrato formulado com pimentão amarelo com adição de sal e açúcar, F6 o extrato formulado com pimentão vermelho com adição de sal e açúcar, F7 o extrato formulado com pimentão verde e amarelo com adição de sal e açúcar, F8 o extrato formulado com pimentão verde e vermelho com adição de sal e açúcar, F9 o extrato formulado com pimentão amarelo e vermelho com adição de sal e açúcar e F10 o extrato formulado com pimentão verde, amarelo e vermelho com adição de sal e açúcar.

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido conforme delineamento inteiramente casualizado (DIC) simples, com 10 tratamentos, onde (F1, F2 e F3) são os pimentões verde, amarelo e vermelho processados cru e (F4, F5, F6, F7, F8, F9 e F10) as diferentes formulações de extratos de pimentões verde, amarelo e vermelho processados e concentrados por cocção, todos avaliados em 5 repetições, sendo cada repetição composta de uma embalagem contendo 150 mL do produto.

4.5 ANÁLISES FÍSICAS-QUÍMICAS

4.5.1 Rendimento

O rendimento foi calculado utilizando a massa inicial da matéria prima e a massa final do produto elaborado. O rendimento foi expresso em percentagem.

4.5.2 Densidade real

Foi colocado 5 mL de água em uma proveta, logo após foi transferido 1 g das amostras para a mesma e observou o seu deslocamento. O procedimento foi realizado de acordo com Sampaio et al. (2007) com adaptações. A densidade foi expressa de acordo com Equação 1.

$$Densidade\ da\ partícula = \frac{Massa\ (g)}{Volume\ (cm^{-3})} \quad (1)$$

4.5.3 Solubilidade

A solubilidade foi realizada de acordo com o método descrito por Cruz (2013) com adaptações. Primeiramente foi pesado 0,10 g da amostra e adicionou 10 mL de água destilada. Em seguida, realizou uma centrifugação a 2500 rpm por 5 minutos, logo após, foi colocado 2 mL do sobrenadante em uma placa de petri seca. Posteriormente, levou para uma estufa a 105 °C por 2 horas e deixou em um dessecador por 30 minutos. A solubilidade foi expressa em porcentagem de acordo com Equação 2.

$$Solubilidade\ \% = \left[\left(\frac{Massa\ seca\ x\ 100}{Massa\ inicial} \right) - 100 \right] \quad (2)$$

4.5.4 Atividade de água

A determinação de atividade de água foi realizada usando hidrômetro de ponto de orvalho AquaLab, decagon, modelo 3T, fabricado por decagon Devices. Foi colocado com uma espátula uma quantidade suficiente para cobrir o fundo do porta amostra, em seguida, a amostra foi colocada diretamente no equipamento à temperatura de 25 °C, onde foram realizadas as leituras, a atividade de água foi expressa em porcentagem de água livre presente.

4.5.5 Coloração e índice de cor

As amostras foram determinadas no sistema CIELAB utilizando-se um colorímetro Konica Minolta, modelo CR 300 Tokyo, foi analisado 5 parâmetros de coloração: L, a*, b*, C e h°. As leituras dos valores foram feitas em locais diferentes, totalizando 3 leituras por repetição. O índice de cor que indica a variação de cor entre o verde e o amarelo das amostras e foi calculado de acordo com a Equação 3 descrita por Camelo e Gomes (2004).

$$Índice\ de\ cor\ (IC) = \frac{200 \times a^*}{L \times \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}} \quad (3)$$

Onde:

L = Luminosidade variando de 0 a 100;

a* = Intensidade de cor que varia de verde a vermelho;

b* = Intensidade de cor amarela.

4.5.6 Potencial Hidrogeniônico

As amostras foram homogeneizadas e determinadas em potenciômetro digital de bancada, modelo DM-22. Os resultados também foram expressos em concentração de íons H⁺.

4.5.7 Sólidos solúveis

A amostra foi homogeneizada e filtrada em uma camada de algodão, o teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital modelo AR-200, Reichert com compensação automática de temperatura. O valor foi expresso em porcentagem de sólidos solúveis.

4.5.8 Acidez titulável

O teor de acidez foi determinado segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). A amostra foi pesada e transferida para erlenmeyer contendo 50 mL de água destilada, em seguida, foi colocado 2 gotas de fenolftaleína e titulado contra a solução de Hidróxido de Sódio a 0,1 M até pH 8,1. Para o cálculo da acidez foi considerado o fator do ácido. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico de acordo com Equação 4.

$$AT (\%) = \left[\frac{(\text{Volume NaOH gasto} \times \text{Normalidade} \times \text{Fator} \times \text{Equivalência})}{10 \times \text{peso da amostra}} \right] \quad (4)$$

4.5.9 Razão sólidos solúveis e acidez titulável

Foi obtida através da divisão dos valores de sólidos solúveis totais pelos valores da acidez titulável. O resultado foi expresso de acordo com a Equação 5.

$$\text{Razão} = \frac{\text{Sólidos solúveis}}{\text{Acidez titulável}} \quad (5)$$

4.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR CALÓRICO

4.6.1 Umidade

As amostras foram pesadas em cadinho previamente tarados, posteriormente, foram colocados na estufa a 105 °C por 24 horas, em seguida, foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e pesadas novamente. O procedimento foi realizado seguindo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade de acordo com a Equação 6.

$$Umidade (\%) = \left[\frac{(100 \times \text{Número de gramas de umidade})}{\text{Número de gramas da amostra}} \right] \quad (6)$$

4.6.2 Cinzas

As amostras foram pesadas em cadinho previamente tarado e carbonizadas em mufla até a temperatura 550 °C. Logo após, foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e pesadas novamente. Os resultados foram expressos em percentagens de cinzas de acordo com a Equação 7.

$$Cinzas (\%) = \left[\frac{(100 \times \text{Número de gramas de cinzas})}{\text{Número de gramas da amostra}} \right] \quad (7)$$

4.6.3 Proteínas

Para a digestão foi pesado 0,2 g das amostras e colocadas nos tubos de Kjeldahl, em seguida, foi colocado 1,5 g da mistura catalítica e 3 mL de ácido sulfúrico. Logo após, os tubos de Kjeldahl foram transferidos para o bloco digestor a 100 °C, a temperatura foi aumentada a cada 30 minutos até atingir 400 °C. As amostras foram deixadas sob aquecimento até que o conteúdo do tubo fique límpido e transparente, após o processo retirou-se as amostras deixou esfriar por 30 minutos.

Para a destilação da amônia foi adicionado 5 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína. Posteriormente, o tubo com a amostra digerida foi inserido no destilador, logo após, foi adicionado 10 mL de NaOH 63%.

Em erlenmeyer foi colocado 10 mL de ácido bórico 2%, 4 gotas de alaranjado de metila e 6 gotas de verde de bromocresol, o mesmo foi transferido para o destilador onde deixou completar um volume de 50 mL. O erlenmeyer contendo o borato de amônio foi retirado para proceder a titulação contra solução de ácido clorídrico 0,1 N. Todo o procedimento foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Cecchi (2003). Os resultados foram expressos em percentagem de proteínas conforme a Equação 8.

$$Proteínas (\%) = \left[\frac{(\text{Volume de HCL} \times 0,14 \times \text{Fator de conversão})}{\text{Número de gramas da amostra}} \right] \quad (8)$$

4.6.4 Lipídios

Foram pesadas 5 g das amostras em porções de algodão e papel de filtro duplo que foram colocados para secar em estufa a 105 °C por uma hora. Em seguida, os papéis de filtro foram transferidos para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Logo após, foram adicionados Hexano em quantidade suficiente em Soxhlet previamente tarados que foram acoplados no aparelho extrator, em seguida, foram deixados sob aquecimento para à extração contínua por 6 horas. Em seguida, os tubos com o resíduo extraído foram transferidos para uma estufa a 105 °C por uma hora. As amostras foram resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente e foram pesadas novamente. O procedimento foi realizado segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em percentagem de lipídios de acordo com a Equação 9.

$$\text{Lipídios (\%)} = \left[\frac{(100 \times \text{Número de gramas de lipídios})}{\text{Número de gramas da amostra}} \right] \quad (9)$$

4.6.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado pela a diferença entre 100 e a soma das percentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas. Os valores foram expressos em percentagem conforme Equação 10 descrita por Brasil (2011).

$$\text{Carboidratos (\%)} = [100 - (\text{Umidade} + \text{Proteínas} + \text{Lípidios} + \text{Cinzas})] \quad (10)$$

4.6.6 Açúcares totais

A análise foi determinada conforme o método da Antrona descrito por Yemm et al. (1954). Foi pesado 1 g das amostras, maceradas e diluídas em 50 mL de água destilada. Posteriormente, foram deixados em repouso e realizou uma filtração. Os reagentes foram colocados nos tubos de ensaio seguindo a mesma ordem da curva padrão. Em seguida, foi adicionado a amostra, água e antrona a 0,2%. Os tubos foram levados ao banho-maria a 100 °C por 3 minutos, deixou esfriar e realizou as leituras. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro na absorbância de 620 nm.

4.6.7 Açúcares redutores

A análise foi realizada conforme o método do ácido dinitrosalicílico proposto por Miller (1959). Foi pesado 1 g das amostras, maceradas e diluídas em 50 mL de água destilada. Em seguida, as amostras foram deixadas em repouso para proceder a filtração. Os reagentes foram colocados nos tubos de ensaio seguindo a mesma ordem da curva padrão. Foram adicionados a amostra, a água e o ácido dinitrosalicílico a 1%. Os tubos foram levados ao banho-maria a 100 °C por 5 minutos, deixou-se esfriar e realizou as leituras. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro na absorvância de 540 nm.

4.6.8 Valor energético

O valor energético foi calculado por meio da Equação 11, onde foi multiplicado os valores de proteínas, carboidratos e lipídios pelos fatores atwater propostos por Brasil (2011). Os valores foram expressos em percentagem.

$$\text{Valor energético (Kcal/100 g)} = [(P (\%) \times 4) + (C (\%) \times 4) + (L (\%) \times 9)] \quad (11)$$

Onde:

P (%) = Percentual de proteínas;

C (%) = Percentual de carboidratos;

L (%) = Percentual de lipídeos.

4.7 COMPOSTOS BIOATIVOS

4.7.1 Ácido ascórbico

Os teores de ácido ascórbico foram determinados segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras foram pesadas e transferidas para erlenmeyers juntamente com 50 mL de ácido oxálico 0,5% gelado. Em seguida foram tituladas contra a solução de Tillmans até o ponto de viragem. Os resultados foram expressos em mg/100g de ácido ascórbico de acordo com a equação 12.

$$AA \text{ mg/100g} = \left[\frac{(\text{Volume DFI gasto} \times \text{Fator do DFI} \times 100)}{\text{Gramas da amostra}} \right] \quad (12)$$

4.7.2 Compostos fenólicos

A análise foi realizada conforme o método descrito por Waterhouse (2006). Foram pesados 1 g das amostras e maceradas em almofariz e diluídas em 50 mL de água destilada, logo após, foram deixadas em repouso por 30 minutos. Alíquotas dos extratos foram transferidas para tubos de ensaio, onde foram adicionados de água e Folin ciocalteau. As misturas permaneceram em repouso por 5 minutos e logo após, foi adicionado o carbonato de sódio a 20%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 40 °C, por 30 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido gálico e as leituras foram medidas em espectrofotômetro a 765 nm. Os valores de polifenóis foram expressos em mg/100 g.

4.7.3 Clorofila e carotenoides totais

Foram determinados de acordo com o método de Lichtenthaler (1987) e calculado conforme as Equações 13 e 14. Foram pesados 1 g das amostras e maceradas em almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio e 5 mL de acetona a 80%. O extrato foi transferido para tubos falcon e centrifugados a 10 °C e 3.000 rpm por 10 minutos. Alíquotas dos sobrenadantes foram colocados em cubeta e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro nas absorvâncias de 470, 646 e 663 nm. Todos os procedimentos foram realizados em ambiente escuro. Os teores de clorofila e carotenoides foram expressos em mg/100 g.

$$\text{Clorofila total (mg/100 g)} = (17,3 \times \text{Abs. 646}) + (7,18 \times \text{Abs. 663}) \quad (13)$$

$$\text{Carotenoides (mg/100 g)} = (1000 \times \text{Abs. 470}) - (1,82 \times Ca) - (85,02 \times Cb) \quad (14)$$

Onde:

$$Ca = (12,21 \times \text{Abs. 663} - 2,81 \times \text{Abs. 646}) / \text{massa (g)};$$

$$Cb = (20,13 \times \text{Abs. 646} - 5,03 \times \text{Abs. 663}) / \text{massa (g)};$$

Abs. = absorvância

4.7.4 Flavonoides e antocianinas

Foram determinados de acordo com o método de Francis (1982) e calculados conforme as Equações 15 e 16. Foram pesados 1 g das amostras e maceradas em almofariz com 10 mL de etanol-HCL. Os extratos foram transferidos para tubos falcon e deixados na geladeira por 24 horas.

No dia seguinte, os extratos foram centrifugados a 10 °C e 3.000 rpm por 10 minutos. Alíquotas dos sobrenadantes foram colocadas em cubeta e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro nas absorvâncias de 374 nm para flavonoides e 535 nm para antocianinas. Todos os procedimentos foram realizados em ambiente escuro. Os valores de flavonoides e antocianinas foram expressos em mg/100 g.

$$\text{Flavonoides (mg/100 g)} = \left[\frac{(Fd \times \text{abs. 374})}{76,6} \right] \quad (15)$$

$$\text{Antocianinas (mg/100 g)} = \left[\frac{(Fd \times \text{abs. 535})}{98,2} \right] \quad (16)$$

Onde:

Fd = fator de diluição;

Abs. = absorvância.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando-se o *software* Assitat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016). Também foram determinados os coeficientes de correlação de Pearson entre as características físico-químicas, composição centesimal e compostos bioativos dos produtos. Os gráficos foram elaborados a partir do *software* Microsoft Excel 2013.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para 5,6 kg de pimentão verde foi obtido 4,2 kg de extrato, em 5,6 kg de pimentão amarelo foi adquirido 3,9 kg de extrato e 5,4 kg de pimentão vermelho foi obtido 3,6 kg de extrato. Comparando os extratos processados crus, com os concentrados sob cocção nota-se que o rendimento foi alto, sendo de 95,3% para o extrato de pimentão verde, 86,1% para o extrato de pimentão amarelo, 87,7% para o extrato de pimentão vermelho (Figura 6A). A rentabilidade do produto é uma característica importante, visto que quanto maior o rendimento maior será lucro com o processamento. A retirada do pedúnculo e sementes dos frutos reduziu a quantidade de matéria prima, o que já era esperado, tendo em vista que se torna necessário a retirada de partes não comestíveis dos frutos.

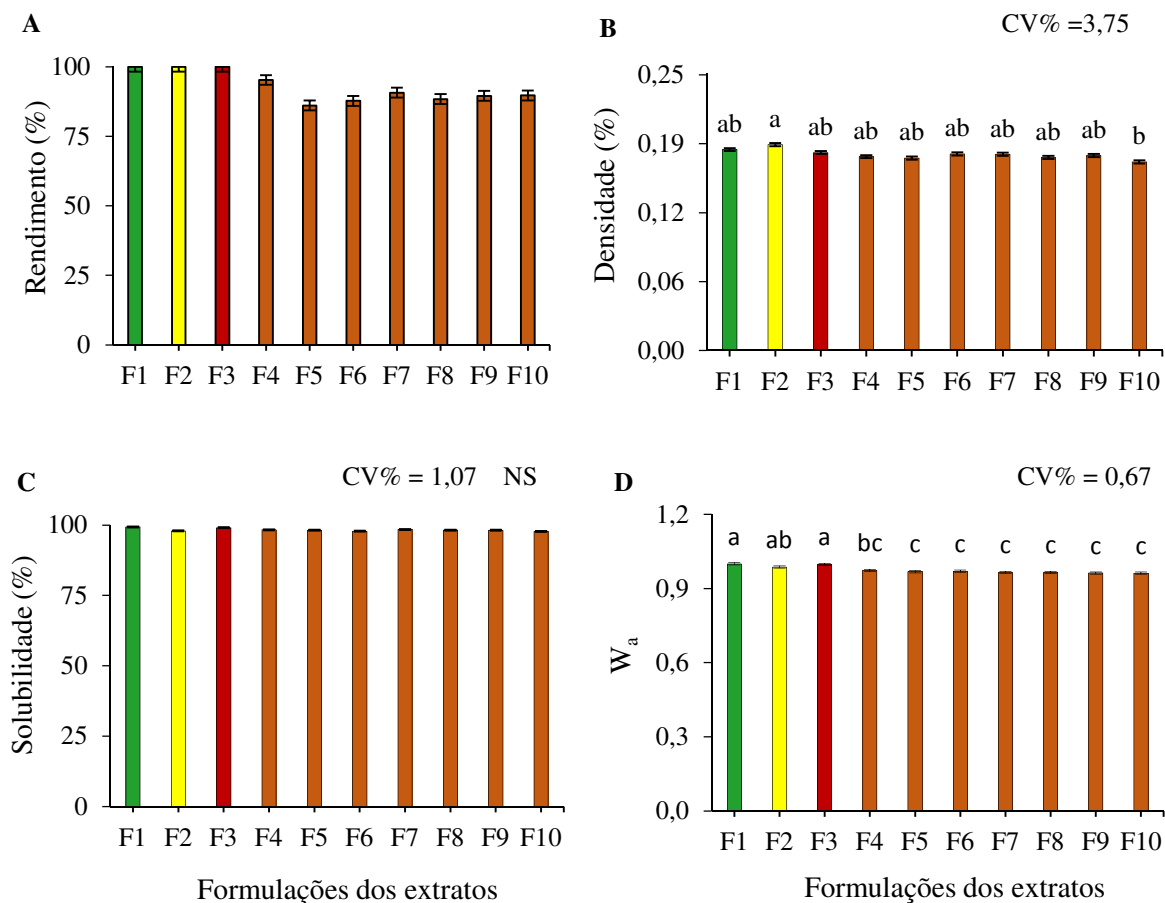


Figura 6. Rendimento (A), densidade (B), solubilidade (C) e atividade de água (D) das formulações dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; NS: não significativo.

Houve diferença significativa entre os valores de densidade dos extratos obtidos, tendo em vista que no processamento foi utilizado diferentes tipos de pimentões. Os resultados das densidades dos extratos formulados foram entre 0,17 a 0,19 g/cm³, respectivamente (Figura 6B). Sendo importante que essa característica seja melhor explorada, uma vez que o conhecimento da densidade dos alimentos auxilia na detecção de qualidade da matéria-prima.

Não houve diferença significativa entre os valores de solubilidade dos extratos obtidos. A solubilidade dos extratos formulados foram de 97,8 a 98,2%, respectivamente (Figura 6C). Sabe-se que o coeficiente de solubilidade é a quantidade máxima de soluto que se pode misturar com determinada quantidade de solvente. Portanto, é necessário que os extratos vegetais sejam solúveis para atribuir a consistência necessária nos alimentos. Observou-se que os extratos de pimentões são extremamente solúveis em água, essa característica indica que o extrato pode ser utilizado em receitas culinárias.

Os teores de atividade de água dos extratos formulados diferiram estatisticamente entre si (Figura 6D). Verificou-se uma diferença significativa entre os extratos de pimentões crus e os extratos obtidos por cocção, com valores entre 0,96 a 1,0, respectivamente. Observou-se que as formulações dos extratos que passaram pelo processo de cocção reduziram a água livre, isso sobreveio da evaporação ocorrida durante a concentração do produto. Nascimento et al. (2016) estudando a qualidade do pimentão verde *in natura* e desidratado, encontrou no pimentão verde um valor de 1,0 W_a. Já Araújo et al. (2010) estudando fibras alimentares em frutas e hortaliças, informou que os valores de W_a em diferentes hortaliças *in natura* foi de 0,99. O resultado encontrado neste trabalho está próximo dos valores citados na literatura, isso indica que o pimentão possui alta atividade de água.

Houve diferença significativa nos valores de luminosidade nas formulações dos extratos (Figura 7A). Esse comportamento já era esperado, visto que a matéria prima utilizada no processamento possui cores diferentes. A luminosidade dos pimentões verde e vermelho cru não diferiram entre si. Porém, houve uma diferença significativa entre as formulações que passaram pelo processo de concentração por cocção, como também entre as formulações dos extratos crus.

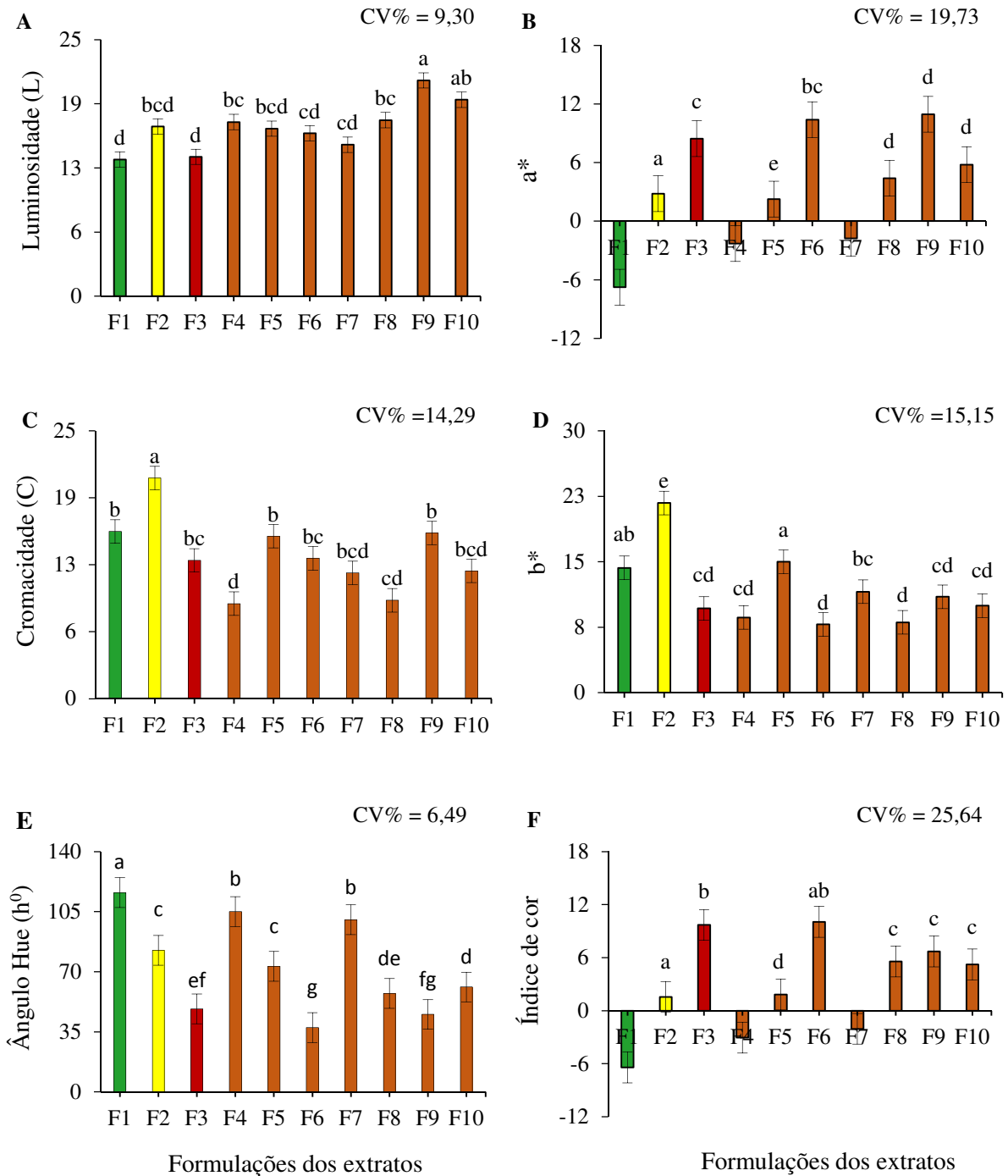


Figura 7. Luminosidade L (A), variação da intensidade de cor verde-vermelho a* (B), cromaticidade (C), variação da intensidade de cor amarela b* (D), ângulo de cor Hue (E) e índice de cor (F) dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

Os valores de luminosidade nos extratos obtidos variaram entre 13,3 a 21,0, respectivamente. No trabalho realizado por Lima et al. (2016) estudando a aplicação de revestimento comestível em pimentão, os valores de luminosidade no pimentão verde foi 45,5 a 46,6 L*. Já no trabalho de Vilas Boas et al. (2012) o valor luminosidade de pimentão verde minimamente processado foi de 37,7 L*. O resultado não está de acordo com a literatura, tendo em vista que o pimentão neste trabalho foi processado antes de verificar a coloração.

Observou-se que os valores da intensidade de cor a* diferiram estatisticamente entre si (Figura 7B). Na variável a* pode-se constatar que os valores indicaram uma variação de cores que tendeu do verde ao vermelho. Não houve diferença significativa entre as formulações F8, F9 e F10, essa particularidade ocorreu devido as misturas provenientes do processamento, tendo em vista que a matéria prima possui cores diferentes. No trabalho realizado por Lima et al. (2016) estudando a aplicação de revestimento comestível em pimentão, a intensidade de cor a* no pimentão verde foi entre -10,18 a -10,88, respectivamente. O valor encontrado neste trabalho foi de -6,8 a*, sendo maior que o citado pelo autor, esse comportamento ocorreu porque o pimentão foi processado antes de verificar a coloração, ou seja, o pimentão foi triturado por igual gerando uma alteração na cor, já que o fruto de pimentão no seu interior possui uma cor diferente de sua superfície.

Verificou-se uma diferença significativa da cromaticidade entre os tratamentos estudados (Figura 7C). Observou-se que os resultados de cromaticidade nos extratos F1, F5 e F9 não diferiram entre si. Esse comportamento já era esperado, visto que a cromaticidade representa à intensidade de cor e saturação em termos de pigmentos. No estudo de Cerqueira (2012) avaliando a conservação pós-colheita de pimentas-de-cheiro a cromaticidade foi de 40,7. Observou-se que esses valores são maiores em relação aos extratos de pimentão.

As variações da intensidade de cor amarela entre os tratamentos estudados diferiram estatisticamente entre si (Figura 7D). Observou-se que não houve diferença significativa entre os valores de F3, F4, F9 e F10, respectivamente. Lima et al. (2016) estudando a aplicação de revestimento comestível em pimentão, informou que a intensidade de b* do pimentão verde foi de 30,3. O resultado exposto neste trabalho foi 14,3 b* sendo inferior ao citado pelo autor, essa diferença foi decorrente do processamento do pimentão, tendo em vista que a trituração deixou as cores mais homogêneas.

Verificou-se uma diferença significativa nos valores do ângulo de cor (Hue), a variável apresentou valores distintos tanto para os extratos de pimentões crus, como para os extratos concentrados sob cocção (Figura 7E). É importante que o ângulo de cor (Hue) em pimentões seja melhor explorado, já que essa característica define a tonalidade de cores, sendo 0° para o

vermelho, 90° para o amarelo, 180° para o verde e 270° para o azul. Houve uma variação nos resultados obtidos, isso aconteceu devido à diferença de cores da matéria prima utilizada nesta pesquisa. Verificou-se que os valores encontrados não foram próximos ao ângulo de cor corresponde.

Houve diferença significativa no índice de cor dos tratamentos avaliados (Figura 7F). A variação entre os valores obtidos neste trabalho, foi proveniente da diferença de cores da matéria prima utilizada. De acordo com Jimenez-Cuesta et al. (1983) o índice de cor varia de -20 a +20, onde valores negativos representam a cor verde, valores positivos a cor laranja e próximos à zero a cor amarela. Não foi encontrado na literatura pesquisas que informassem o índice de cor em frutos de pimentão, sendo importante uma melhor exploração desta característica.

O pH dos extratos crus diferiu estatisticamente dos extratos concentrados submetidos ao processo de cocção (Figura 8A). Observou-se que os extratos crus apresentaram valores entre 4,7 a 5,7. Após o processamento os resultados do pH foram entre 4,6 a 4,8, respectivamente. Observou-se que houve uma leve redução nos valores de pH após o processamento, tendo em vista que houve perda de água durante a concentração e cocção do produto. Silva et al. (2016) estudando pimentão verde minimamente processado, informou que os resultados de pH no pimentão verde foi de 5,8. Já no trabalho de Kluge et al. (2014) os valores de pH em pimentões amarelos minimamente processados variaram de 4,3 a 4,6. Observou-se que o valor apresentado neste trabalho foi próximo do citado pelos autores. Nota-se que os extratos de pimentões estudados neste trabalho são ácidos.

A concentração de íons hidrogênio nos tratamentos avaliados diferiram estatisticamente entre si (Figura 8B). Os resultados do pH e da concentração de íons hidrogênio foram inversamente proporcionais. Observou-se que quanto maior o valor do pH (Figura 8A), menor a concentração de íons hidrogênio (Figura 8B). A diferença mínima do pH interferiu fortemente na concentração de íons tanto para os extratos crus como para os extratos concentrados. A diferença nos valores do pH possibilitou visualizar um aumento na concentração de íons H⁺, o que resultou em um acúmulo em mais de 100% da concentração de íons H⁺. Esse comportamento também pode ser visto pela correlação de Pearson (Tabela 3).

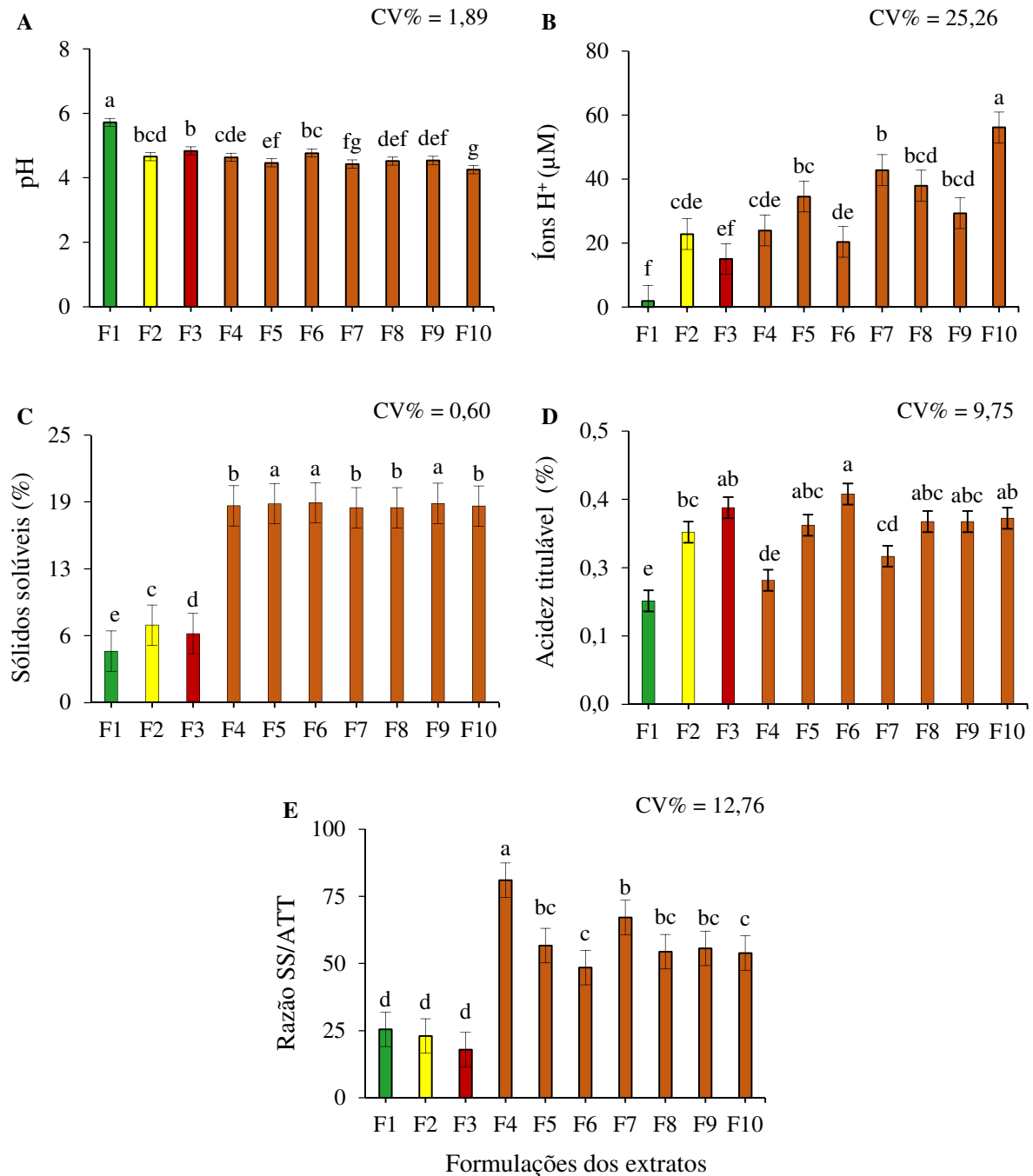


Figura 8. Potencial hidrogeniônico (A), concentração de íons hidrogênio (B), sólidos solúveis (C), acidez titulável (D) e razão sólidos solúveis e acidez titulável (E) das formulações dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

Os teores de sólidos solúveis dos extratos de pimentões crus e dos extratos concentrados foram estatisticamente diferentes entre si (Figura 8C). Observou-se que houve uma concentração de sólidos solúveis nos extratos devido à perda de água ocorrida no processamento. O teor de sólidos é importante durante a fabricação dos extratos, tendo em vista que dependendo dos valores apresentados na matéria-prima pode-se calcular a quantidade de cloreto de sódio e açúcar necessário para a formulação do produto. Silva et al. (2016) estudando pimentão verde minimamente processado, informou que o teor de sólidos solúveis do pimentão verde foi de 4,6%, sendo próximo do encontrado neste trabalho. Os sólidos solúveis estão relacionados com a rentabilidade industrial do produto, tendo em vista que quanto maior o valor dos sólidos solúveis maior é o rendimento no processamento, ou seja, a cada °Brix de aumento na matéria-prima ocorre um acréscimo de 20% no rendimento industrial (GIORDANO, 2000).

Houve diferenças significativas entre os extratos processados crus e os concentrados sob cocção (Figura 8D). Verificou-se que o processamento não afetou os teores de acidez do produto e que as formulações apresentaram valores próximos entre si. Oliveira (2016) estudando a conservação pós-colheita de pimentão revestido com película de fécula de mandioca, informou que o teor de ácido cítrico de pimentão verde foi de 0,10%, sendo inferior ao expresso neste trabalho. No trabalho de Kluge et al. (2014) os teores de acidez titulável em pimentões amarelos minimamente processados variaram entre 3,5 a 3,9%, sendo esse valor próximo ao deste estudo. Foi observado uma correlação negativa dos valores de acidez titulável com os de pH nos tratamentos avaliados neste trabalho (Tabela 3), isso indica que as variáveis se movem em direções opostas, ou seja, enquanto uma variável aumenta a outra diminui.

Houve diferenças significativas nos valores da razão sólidos solúveis e acidez titulável nos tratamentos avaliados (Figura 8E). Os resultados da razão é de extrema importância, uma vez que quanto maior essa característica mais suave é o alimento ao paladar (MATTEDI et al., 2011). Nascimento (2016) estudando a qualidade do pimentão verde *in natura* e desidratado, informou que a razão entre os sólidos solúveis e a acidez titulável de pimentão verde foi de 46. Já na pesquisa de Araújo et al. (2016) avaliado a qualidade de pimentão verde minimamente processado a razão foi de 35,4. Nota-se que os resultados citados na literatura diferem do deste trabalho. Verificou-se que os extratos processados crus, apresentaram baixos valores em relação aos extratos formulados concentrados sob cocção. Observou-se entre as formulações que os maiores valores para essa relação foi em F4 e F7, sendo esses extratos os que possivelmente agradariam os consumidores.

5.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR CALÓRICO

Os teores de umidade nos tratamentos estudados diferiram estatisticamente entre si, com valores de 93,1 a 94,1% nos extratos crus e 87,9 a 88,5% nos extratos formulados concentrados (Figura 9A). Observou-se um decréscimo da umidade após o processamento, isso sobreveio da concentração do produto, porque o pimentão é um alimento altamente perecível. No trabalho realizado por Rinaldi et al. (2008), estudando as características físico-químicas e nutricionais de pimentão, o teor de umidade dos pimentões verde variou de 92,6 a 93,8%, sendo o resultado encontrado neste trabalho similar ao apresentado pelos autores, isso comprova a perecibilidade dos frutos.

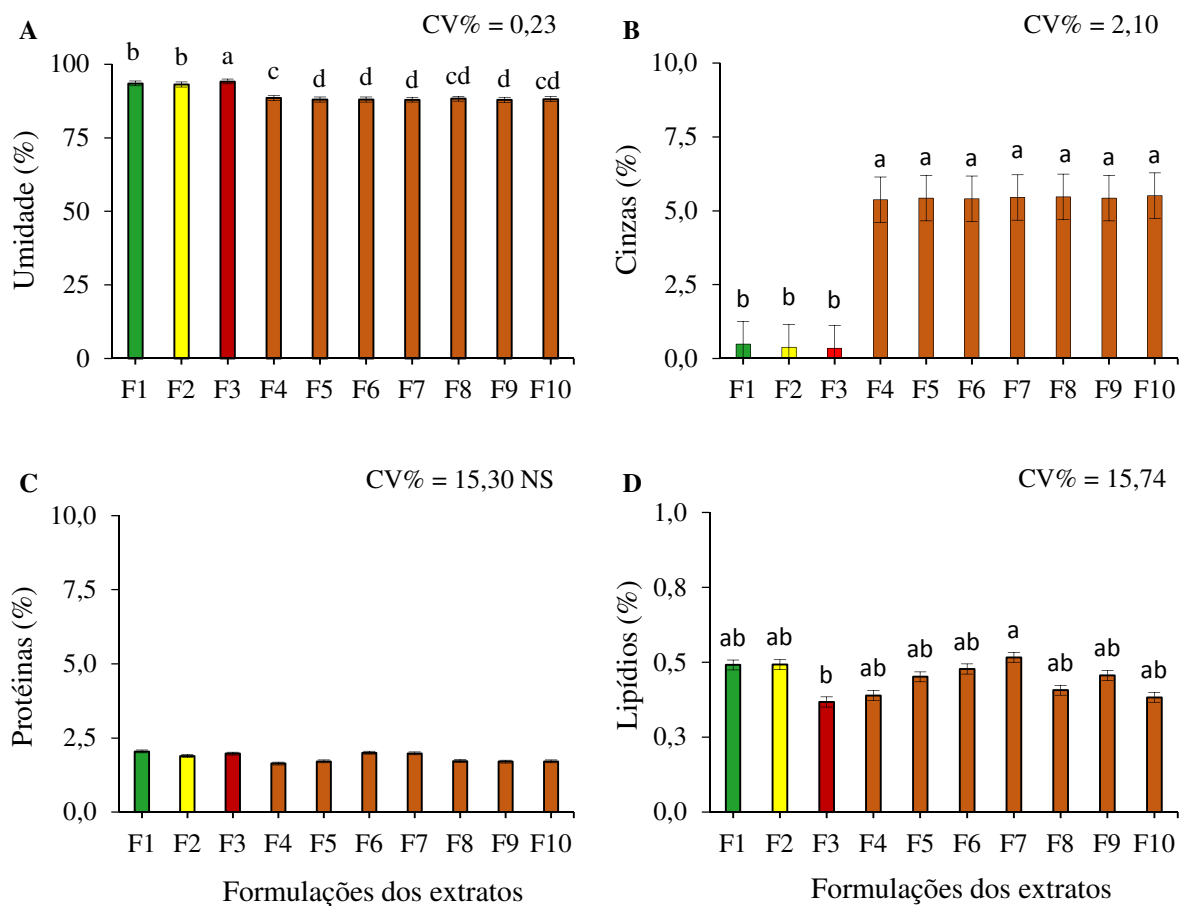


Figura 9. Umidade (A), cinzas (B), proteínas (C) e lipídios (D) das formulações dos extratos de pimentões (F). A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

Houve diferenças significativas nos teores de cinzas encontrados neste trabalho, onde os extratos crus obtiveram valores entre 0,4 a 0,5%, já nos extratos concentrados os valores foram de 5,4 a 5,5%, respectivamente (Figura 9B). Observou-se que não houve diferenças significativas entre os teores de cinzas dos extratos de pimentões formulados. Verificou-se que o conteúdo de cinzas foi maior nos extratos de pimentões F4 até F10, isso foi proveniente do processamento, uma vez que os minerais presentes foram concentrados. Os teores de cinzas nos extratos processados crus foram similares aos indicados no trabalho de Rinaldi et al. (2008), esse autor estudou as características físico-químicas e nutricionais de pimentão. Os conteúdos de cinzas determinados para os extratos concentrados foram bem significativos, sendo um atributo importante, uma vez que esses valores servem como indicativo da existência de propriedades, como também para caracterização da pureza e verificação das amostras.

Não houve diferenças significativas nos tratamentos avaliados, isso indica que o processamento dos extratos submetidos a concentração por cocção, não afetou a qualidade da proteína presente nos pimentões (Figura 9C). As proteínas obtidas em pimentão verde conforme tabela brasileira de composição de alimentos foi de 1,1% (BRASIL, 2011). Observou-se que os teores de proteínas encontrados neste trabalho foram superiores aos citados, isso é uma característica importante, uma vez que as proteínas fazem parte da composição nutricional dos alimentos.

Os teores de lipídios nos tratamentos avaliados diferiram entre si, apresentando valores entre 0,4 a 0,5%, respectivamente (Figura 9D). No trabalho de Rinaldi et al. (2008) estudando as características físico-químicas e nutricionais do pimentão verde, o teor de lipídios foi de 0,14%, sendo o valor encontrado neste trabalho superior. De acordo com Chitarra; Chitarra (2005) o teor de lipídeos nas hortaliças geralmente é próximo a 1%, sendo esse componente associado às camadas protetoras da superfície nas membranas celulares.

Os açúcares totais nos extratos processados crus foram de 3,0 a 4,4 g/100 g, respectivamente, diferindo estatisticamente dos extratos concentrados sob cocção, que foram de 5,3 a 6,6 g/100 g (Figura 10A). Observou-se um acréscimo no conteúdo de açúcares solúveis totais após o processamento, esse aumento pode ser procedente da perda de água ocorrida pelas trocas gasosas durante a cocção, gerando a concentração dos açúcares. Vale ressaltar que a diferença entre teores de açúcares solúveis totais nos extratos de pimentões foi proveniente da diferença dos estádios de maturação dos frutos, como também da adição de açúcar durante o processamento.

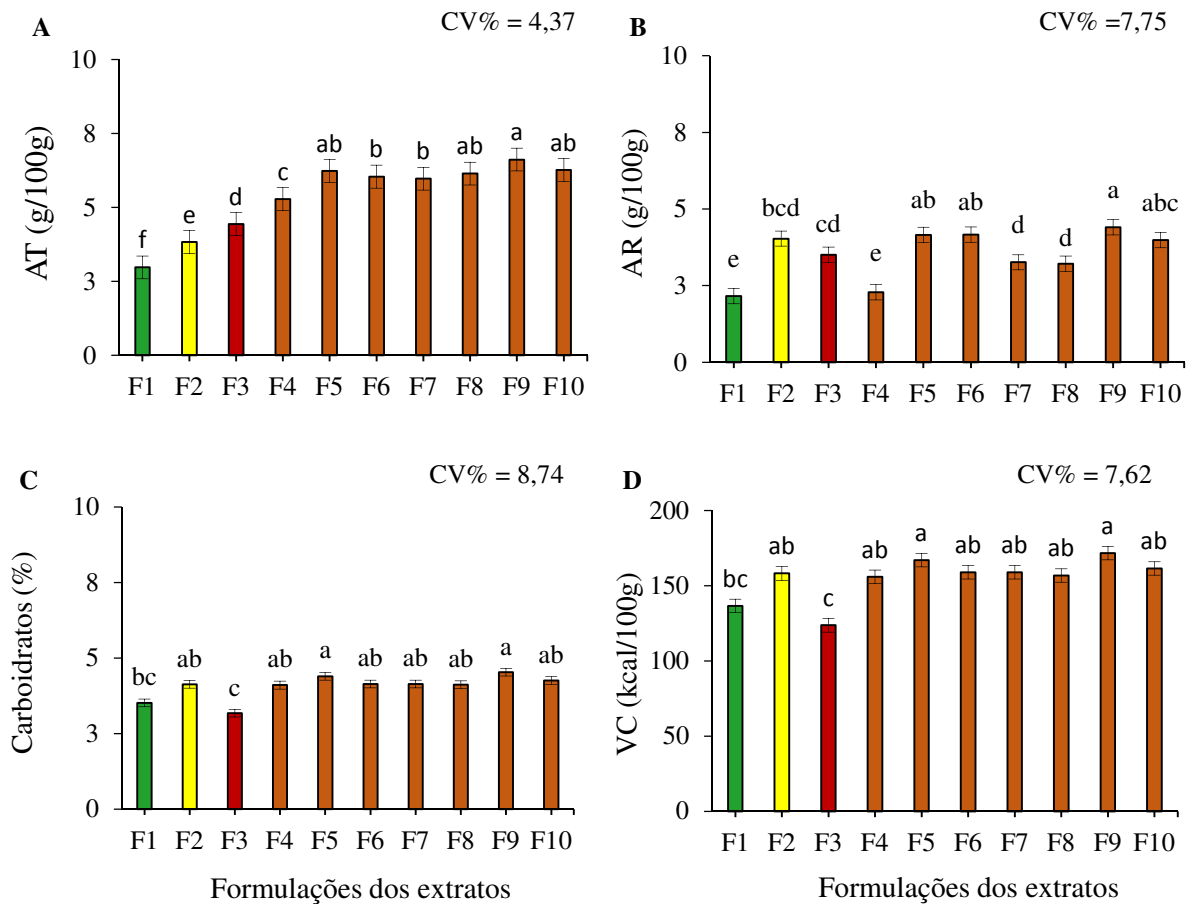


Figura 10. Açúcares totais (A), açúcares redutores (B), teores de carboidratos (C) e valores calóricos (D) das formulações dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação

Os açúcares redutores apresentaram diferenças significativas nos tratamentos avaliados (Figura 10B). Observou-se que não houve diferença entre F1 e F4, como também entre as formulações F5 e F6, respectivamente. Verificou-se que ocorreu uma concentração dos açúcares após o processamento, esse comportamento foi procedente tanto da concentração do produto como da adição de açúcar nas formulações. Observou-se que os pimentões no estágio maduro possuem um maior conteúdo de açúcares redutores, essa característica pode ser atribuída ao processo de hidrólise da sacarose, visto que durante a hidrólise da sacarose é liberada glicose e frutose, conhecidos como açúcares redutores que provavelmente aumentaram a quantidade desses açúcares (FONSÊCA, 2012).

Foi verificado diferenças significativas nos teores de carboidratos dos tratamentos avaliados (Figura 10C). Houve um discreto aumento do valor de carboidratos dos extratos concentrados em relação aos extratos processados crus. Observou-se uma pequena variação entre os teores de carboidratos nas formulações obtidas, esses valores variaram em função dos resultados adquiridos a partir dos percentuais de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas, ou seja, quanto maior o somatório dos constituintes, menor o valor encontrado para os carboidratos. Os valores de carboidratos obtidos neste trabalho foram similares ao citado pela tabela brasileira de composição de alimentos (BRASIL, 2011).

Para o valor energético, foi verificada diferenças significativas entre os tratamentos estudados (Figura 10D). Observou-se um leve aumento dos valores calóricos após os extratos serem submetidos à concentração por cocção, variando de 155,9 a 171,7 kcal/100 g, respectivamente. Esse aumento pode ser atribuído à concentração dos macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídeos), já que estes valores são empregados no cálculo do valor energético. O teor de calorias de pimentão encontrado neste trabalho foi superior ao disponibilizado pela tabela brasileira de composição de alimentos (BRASIL, 2011).

5.4 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os teores de ácido ascórbico nos extratos processados crus foram diferentes entre si, com valores entre 6,9 a 189,7 mg/100 g, respectivamente (Figura 11A). As formulações dos extratos concentrados também apresentaram diferenças significativas, com os valores entre 6,5 a 142,1 mg/100 g. Observou-se que houve uma redução nos teores de ácido ascórbico dos extratos formulados, isso foi decorrente da concentração por cocção. Leme (2012) avaliando os teores de ácido ascórbico em diferentes variedades de pimentão verde, encontrou valores entre 57,17 a 69,64 mg/100 g. O resultado encontrado na literatura foi inferior ao deste trabalho. A diferença de ácido ascórbico entre os tipos de pimentões utilizados nos extratos pode ser proveniente das variedades de pimentões utilizadas e dos estágios de maturação dos frutos.

Os teores de compostos fenólicos diferiram estatisticamente entre si, apresentando valores entre 775,8 a 1928,1 mg/100 g. Verificou-se que os extratos de pimentões amarelo e vermelho crus, indicaram resultados superiores ao extrato de pimentão verde (Figura 11B). Observou-se que os teores de compostos fenólicos foram mantidos nas amostras após a concentração por cocção, sendo uma característica importante, uma vez que os compostos fenólicos indicam capacidade funcional.

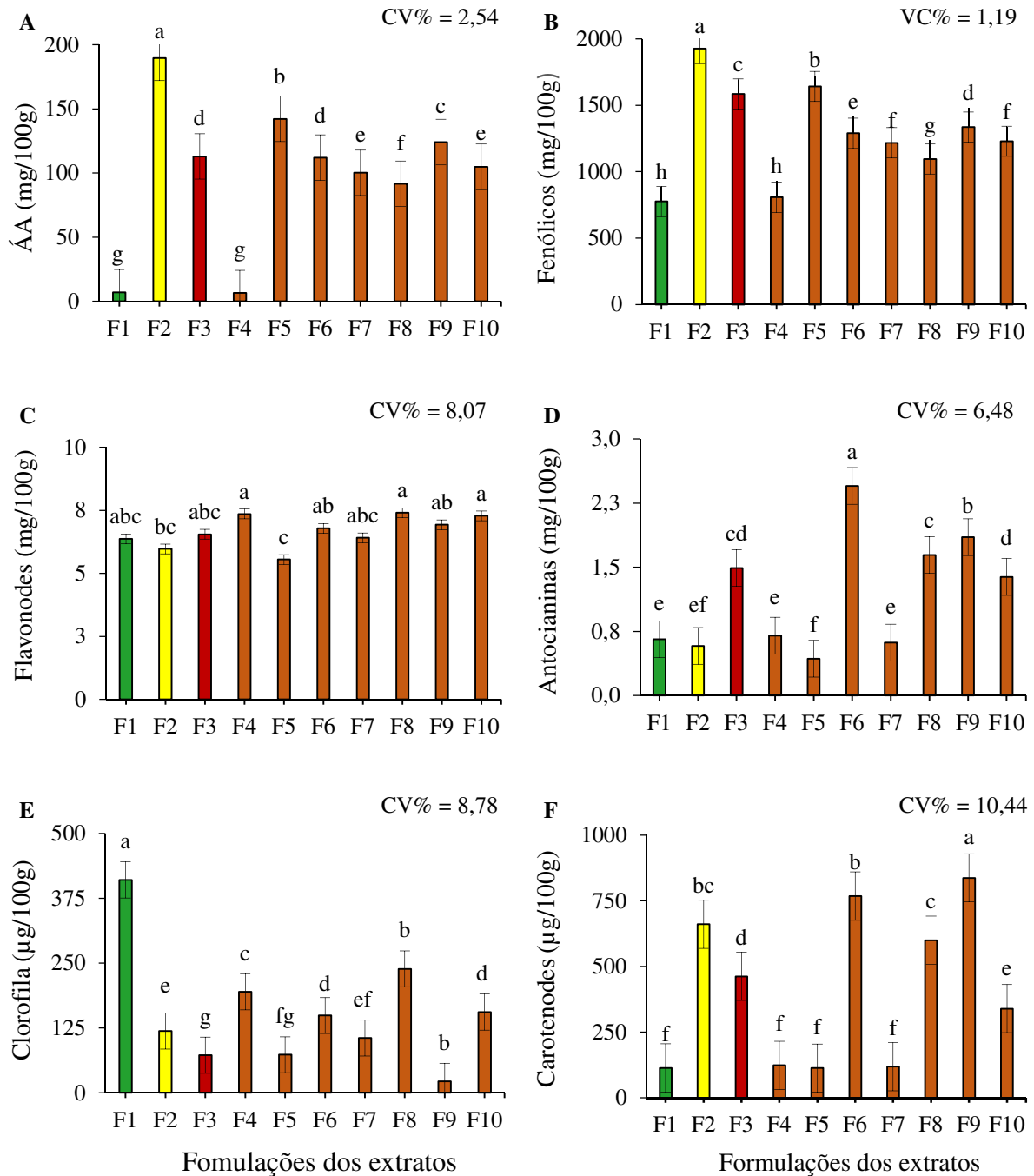


Figura 11. Ácido ascórbico (A), compostos fenólicos (B), flavonoides (C), antocianinas (D), clorofilas totais (E) e carotenoides totais (F) das formulações dos extratos de pimentões. A barra vertical representa o desvio padrão da média. As médias seguidas de mesma letra nas barras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

Leme (2012) avaliando a qualidade pós-colheita em diferentes variedades de pimentão verde, encontrou teores de compostos fenólicos entre 89,59 a 137,04 mg/100 g, sendo os resultados deste trabalho superiores aos citados pelo autor.

Os compostos fenólicos nos extratos de pimentões avaliados foram superiores aos de frutos conhecidos por sua capacidade funcional. O morango segundo Rocha et al. (2008) possui teores de 202,87 mg/100 g, já a quantidade apresentada no kiwi de acordo com Machado et al. (2013) foi de 98,41 mg/100 g. Isso indica que os extratos de pimentões possuem um potencial antioxidante.

O valor médio de flavonoides nos extratos de pimentões processados crus foram de 6,0 a 6,5 mg/100 g, já nos extratos formulados seguidos de concentração por cocção os valores foram de 5,6 a 7,4 mg/100 g. Verificou-se que os resultados foram próximos entre si, deferindo estatisticamente apenas entre alguns tratamentos (Figura 11C). Maciel et al. (2003) avaliando os bioativos em diferentes variedades de pimentão, informou que os teores de flavonoides de pimentão verde e amarelo foram de 6,5 a 8,4 mg/100 g, respectivamente. Nota-se que os teores de flavonoides encontrado nesta pesquisa está de acordo com os valores citados na literatura. Observou-se que o processamento não comprometeu a qualidade dos flavonoides presentes nos extratos de pimentões.

A antocianina do extrato de pimentão vermelho cru foi maior em relação aos extratos de pimentões verde e amarelo, com o valor médio de 1,49 mg/100 g, diferindo estatisticamente entre si, também houve diferença significativa entre os extratos de pimentões crus e os extratos submetidos a concentração por cocção (Figura 11D). Maciel et al. (2003) avaliando os bioativos em diferentes variedades de pimentão, informou que os teores de antocianinas apresentado em pimentão amarelo foi de 0,16 mg/100 g, sendo esse valor inferior ao deste estudo. Observou-se que esses fitoquímicos não foram afetadas pelo o processo térmico. Verificou-se que ocorreu uma concentração dos teores de antocianinas nas formulações F6, F8, F9 e F10, respectivamente, sendo essa característica importante visto que esses pigmentos fazem parte dos antioxidantes.

Observou-se que os tratamentos diferiram estatisticamente entre si (Figura 11E). A clorofila total do extrato de pimentão verde processado cru foi de 410,3 µg/100 g, sendo superior aos demais pimentões, esse comportamento já era esperado, tendo em vista que o pimentão no estágio imaturo possui altos teores de clorofila. Os extratos obtidos com a mistura dos diferentes pimentões apresentaram valores entre 73,5 a 239,0 µg/100 g, respectivamente. Hojo et al. (2007), estudando a conservação pós-colheita de pimentão revestido com fécula de mandioca, informou que o teor de clorofila total no pimentão foi de 6,79 mg/100 g. O resultado encontrado no presente trabalho foi superior aos citados pelos autores. Percebe-se que o processamento restringiu os teores de clorofilas, isso ocorreu devido à exposição do produto a

temperatura de cocção, porém mesmo com essa redução os extratos de pimentões apresentaram valores consideráveis desse pigmento.

O valor médio de carotenoides encontrado no extrato de pimentão amarelo cru, foi de 660,7 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, apresentando diferença significativa em relação aos demais extratos (Figura 11F). Observou-se que após o processamento seguindo de concentração por cocção, o teor de carotenoides do pimentão amarelo reduziu drasticamente. Já no extrato de pimentão vermelho o teor de carotenoides aumentou após a concentração, esse comportamento pode ser visto nas formulações F6, F8 e F9, respectivamente, essa característica pode ser proveniente do processamento térmico a qual o produto foi exposto. Nachtigall et al. (2007) avaliando a quantificação de luteína em hortaliças, informou que o teor de carotenoides totais em pimentão verde foi de 0,51 $\text{mg}/100\text{ g}$, sendo esse valor diferente do encontrado neste trabalho.

5.5 COEFICIENTES DA CORRELAÇÃO DE PEARSON

Os valores de atividade de água apresentaram uma correlação positiva com a densidade, solubilidade, luminosidade b^* e cromaticidade (Tabela 2). Observou-se que a luminosidade foi positivamente correlacionada com a intensidade de cor a^* , já a cromaticidade apresentou correlação positiva com a W_a , densidade e intensidade de cor b^* . Verificou-se que o índice de cor foi negativamente correlacionado com os valores de W_a , densidade, solubilidade, intensidade de cor b^* e ângulo Hue. Não houve correlação entre o índice de cor e a cromaticidade.

Tabela 2. Coeficientes da correlação de Pearson (r) entre as características físicas dos tratamentos avaliados.

CARACTERÍSTICAS	FÍSICO-QUÍMICAS								
	W_a	D	S	L	a^*	b^*	C	h°	Ic
Atividade de água (W_a)	1,000								
Densidade (D)	0,712	1,000							
Solubilidade (S)	0,761	0,360	1,000						
Luminosidade (L)	-0,717	-0,470	-0,698	1,000					
Intensidade (a^*)	-0,323	-0,220	-0,480	0,495	1,000				
Intensidade (b^*)	0,378	0,677	0,018	-0,127	-0,307	1,000			
Cromaticidade (C)	0,400	0,703	-0,001	-0,028	0,049	0,879	1,000		
Ângulo Hue (h°)	0,317	0,285	0,437	-0,418	-0,976	0,372	0,027	1,000	
Índice de cor (Ic)	-0,231	-0,233	-0,394	0,312	0,964	-0,380	-0,056	-0,983	1,000

O pH foi negativamente correlacionado com as características químicas avaliadas, observou-se que quanto menor o pH mais ácido é o fruto, logo maior será a concentração de açúcares (Tabela 3), já na concentração de íons hidrogênio a correlação foi positiva. Observou-se que o pH e a concentração de íons hidrogênio foram inversamente proporcionais. Acidez titulável foi negativamente correlacionada com razão SS/AT. Percebe-se que houve alta correlação entre os teores de sólidos solúveis, os açúcares totais e redutores. Nota-se que os atributos químicos obtiverem correlação significativa entre si, independentemente de ser positiva ou negativa.

Tabela 3. Coeficientes da correlação de Pearson (r) entre as características químicas dos tratamentos avaliados.

CARACTERÍSTICAS	FÍSICO-QUÍMICAS						
	pH	H ⁺	AT	SS	SS/AT	AT	AR
Potencial hidrogênio (pH)	1,000						
Concentração de Íons (H ⁺)	-0,877	1,000					
Acidez titulável (AT)	-0,554	0,348	1,000				
Sólidos solúveis (SS)	-0,725	0,706	0,293	1,000			
Razão (SS/AT)	-0,549	0,555	-0,150	0,880	1,000		
Açúcares solúveis (AS)	-0,804	0,753	0,537	0,937	0,701	1,000	
Açúcares redutores (AR)	-0,583	0,411	0,844	0,316	-0,097	0,540	1,000

Os teores de umidade apresentaram correlação negativa com os valores de cinzas (Tabela 4). Observou-se que não houve correlação entre os teores de lipídios, umidade e cinzas. Já as proteínas apresentaram correlação positiva com os teores de umidade e lipídios. O valor calórico obteve alta correlação com os carboidratos e baixa com os lipídios. Os valores da composição centesimal obtiveram uma correlação significativa entre si.

Tabela 4. Coeficientes da correlação de Pearson (r) da composição centesimal e valor calórico dos tratamentos avaliados.

CARACTERÍSTICAS	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL					
	U	C	L	P	C	VC
Umidade (U)	1,000					
Cinzas (C)	-0,994	1,000				
Lipídios (L)	-0,003	-0,090	1,000			
Proteínas (P)	0,571	-0,594	0,517	1,000		
Carboidratos (C)	-0,813	0,757	0,235	-0,630	1,000	
Valor calórico (VC)	-0,807	0,748	0,278	-0,593	0,999	1,000

Observou-se que houve uma correlação significativa entre os compostos bioativos (Tabela 5). Os teores de clorofilas se correlacionaram negativamente com os carotenoides, compostos fenólicos, antocianinas e ácido ascórbico. Verificou-se uma correlação positiva entre os carotenoides e os demais compostos. Nota-se que houve uma alta correlação entre o ácido ascórbico e os compostos fenólicos, isso reforça o potencial antioxidante que existe nas amostras.

Tabela 5. Coeficientes da correlação de Pearson (r) dos compostos bioativos dos tratamentos avaliados.

CARACTERÍSTICAS	COMPOSTOS BIOATIVOS					
	CL	CA	CF	FL	AN	AA
Clorofila (CL)	1,000					
Carotenoides (CA)	-0,364	1,000				
Compostos fenólicos (CF)	-0,690	0,393	1,000			
Flavonoides (FL)	0,192	0,230	-0,606	1,000		
Antocianinas (AN)	-0,186	0,765	-0,039	0,529	1,000	
Ácido ascórbico (AA)	-0,708	0,530	0,945	-0,464	0,119	1,000

6 CONCLUSÕES

- As características físicas dos extratos de pimentões crus e concentrados por cocção mantiveram-se próximas. A coloração diferiu entre os tipos de pimentões em função da cor específica de cada pimentão. Os teores de sólidos solúveis e açúcares dos extratos de pimentões concentrados foram maiores em relação aos extratos de pimentões crus, essa característica foi procedente da adição de açúcares durante o processamento.
- Os teores de proteínas, lipídios e carboidratos nos extratos de pimentões concentrados, foram próximos aos extratos de pimentões crus. Foi observado um aumento nos teores de cinzas dos extratos concentrados.
- Os compostos bioativos não sofreram alterações após a concentração dos extratos, indicando que os extratos de pimentões estudados possuem potencial antioxidante.
- Houve correlação significativa entre as características físico-químicas, composição centesimal e compostos bioativos nos extratos de pimentões crus e concentrados por cocção.
- Em ambos os extratos de pimentões, cru e concentrado, principalmente no amarelo e no vermelho verificou-se uma melhor qualidade do produto final.

- Os extratos desenvolvidos servem como alternativa para agregação de valor do pimentão, uma vez que os frutos são perecíveis e geram desperdícios durante a comercialização. Sendo assim, uma forma prática de disponibilizar essas hortaliças em diferentes épocas e localidades durante o ano.

REFERENCIAS

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** **16**.

ARAÚJO, A. M.; MENEZES, H. C. Estudo de fibras alimentares em frutas e hortaliças para uso em nutrição enteral ou oral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30, n. 1, p. 42-47, 2010.

ARAÚJO, C.; COSTA, F.; NASCIMENTO, A.; SOUSA, S.; SOARES, W.; CALADO, J. Qualidade De Pimentão Verde Minimamente Processado Conservado Sob Refrigeração. Desafios da Agroindústria no Brasil. 2ed. Campina Grande: **Instituto Bioeducação**, 2016. p. 1319-1320.

BISCHOFF, T. Z.; SCHOENINGER, V.; PRADO, N. V.; PRAMIU, P. V.; COELHO, S. R. M. Qualidade e aparência do tomate embalado com biofilme comestível e filme de pvc. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 5, n. 4, p. 1-7, 2012.

BRAMLEY, P. M. Regulation of carotenoid formation during tomato fruit ripening and development. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 2107-2113, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para Comprovação da Segurança de Alimentos e Ingredientes**. Brasília, 2013, 45p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395734/Guia+para+Comprova%C3%A7%C3%A3o+da+Seguran%C3%A7a+de+Alimentos+e+Ingredientes/f3429948-03db-4c02-ae9c-ee60a593ad9c>>. Acessado em: 06 de janeiro de 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 12, de 24 de julho de 1978. **Aprova o Regulamento Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, 30 de março de 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe técnico nº 45, de 28 de dezembro de 2010. **Esclarecimentos sobre a regulamentação de chás**. Disponível em: <<http://www.ivegetal.com.br/Anvisa/Informe%20Tecnico%20N%C2%BA%2045%20de%2028%20de%20dezembro%20de%202010%20-%20Anvisa.pdf>> acessado em 24 de março de 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. CNNPA nº 14, de 28 de junho de 1978. **Estabelecer o padrão de identidade e qualidade para farinha desengordurada de soja, proteína texturizada de soja, proteína concentrada de soja, proteína isolada de soja e extrato de soja**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 21 de outubro de 1969.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Instrução normativa nº 18, de 19 de junho de 2013. **Estabelecer em todo o território nacional a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as seguintes bebidas:** xarope; preparado líquido para refresco; preparado líquido para refrigerante; preparado líquido para bebida composta; e preparado líquido para chá. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 04 de junho de 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 2, de 7 de janeiro de 2002. **Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 9 de janeiro de 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília, DF: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008.

BRASIL. Tabela brasileira de composição de alimentos – Taco. 4 ed. Campinas: **NEPA-UNICAMP**, 2011. 161 p.

BÜTTOW, M. V.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; HEIDE, G.; CARVALHO, F. I. F. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1264-1269, 2010.

BUTZ, P.; TAUSCHER, B. Emerging technologies: chemical aspects. **Food Research International**, v. 35, p. 279-284, 2002.

CAMELO, A. F. L., GOMES, P. A. Comparison of color indexes for tomato ripenings. **Horticultura Brasileira** v. 22, n. 3, p. 534-537, 2004.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade antiradical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CARMO, S. A. Conservação pós-colheita de pimentão amarelo ‘Zarco HS’. 2004. 127.p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CARVALHO, R. C. Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a múltiplos patógenos. 3013. 59 f. Dissertação (Genética e melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica e recursos genéticos. In: Ribeiro, C. S. C.; Lopes, C. A.; Carvalho, S. I. C; Henz, G. P.; Reifschneider, F. J. B. Pimentas Capsicum. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, p. 39-53, 2008.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2^oed. rev. Campinas, SP: **Editora Unicamp**, 2003.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: Fenelon do nascimento neto. Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar. 1.ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 67-80, 2006.

CERQUEIRA, A. P. Conservação pós-colheita de pimentas-de-cheiro (*Capsicum chinense*) armazenadas sob atmosfera modificada e refrigeração. 2012. 80 f. Dissertação em (Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2012.

CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; PEREIRA, M. A.; MELLO, S. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; DIAS, C. T. S. Efeito da aplicação de etileno na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão vermelhos e amarelos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 590-583, 2007.

CHARLO, H. C. O; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P. F; BRAZ, L. T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 155-159, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: **UFLA**. 2005. 785 p.

COLLERA-ZUNIGA, O.; JIMENEZ, F. G.; GORDILLO, R. M. Comparative study of carotenoid composition in three mexican varieties of *Capsicum annum* L. **Food Chemistry**, v. 90, n. 1, p. 109-114, 2005.

CRUZ, W. F. Obtenção de polpa de goiaba em pó pelo método de secagem em camada de espuma. 2013. 78 f. Disertação (Mestrado em ciências e tecnologia de alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2013.

DIMITRIOS, B. Sources of natural phenolics antioxidants. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 9, p. 505-512, 2006.

ECONOMOS, C.; CLAY, W. D. Nutritional and health benefits of citrus fruits. **Food, Nutrition and Agriculture**, v. 24, n. 1, p. 8-11, 1999.

ELES-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high intensity pulsed electric field processing conditions on vitamin C and antioxidant capacity of orange juice and gazpacho, a cold vegetable soup. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 201-209, 2007.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Extratos vegetais. **Revista-fi**, v. 120, n. 11, p. 1-5, 2010. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/120.pdf>>. Acessado em 24 de fevereiro de 2017.

FONSÊCA, P. A. Q. Análises físico-químicas de polpas de frutas e avaliação dos seus padrões de identidade e qualidade. 2012. 62 f. Dissertação. (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2012.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.) anthocyanins as food colors. New York: **Academic Press**, 1982.

GAVA, A. J. Processamento asséptico de suco de frutas. **Alimentação**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 32-37, 1985.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. (Org.). Tomate para processamento industrial. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: **Embrapa Hortaliças**, p. 36-59, 2000.

HEISER, C. B. Jr. Peppers – *Capsicum (Solanaceae)*. IN: SIMMONDS, N. W. Evolution of crop plants. **Longman**, p. 265-273, 1979.

HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; BOAS, E. V. B. V.; MARCO ALVARENGA, A. R. Uso de películas de fécula de mandioca e pvc na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 184-190, 2007.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. Disponível em: <<https://nutrisaude14.files.wordpress.com/2014/09/biodisponibilidade-1.pdf>> acessado em: 06 de janeiro de 2017.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLACAYUELA, J. & MARTINEZ-JAVEGA, J. M. Teoría y practicca de la desverdización de los cítricos. Madrid: INIA, 1983. 22p. (INIA. Hoja técnica, 46.)

KLUGE, R. A.; GEERDINK, G. M.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; GUASSI, S. A. D.; ZORZETO, T. Q.; SASAKI, F. F. C.; MELLO, S. C. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 801-812, 2014.

LEME, S. C. Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico. 2012. 117 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2012.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Eds.). Methods in Enzymology. **London**, v. 148, p. 350-352, 1987.

LIMA, J. C. B.; SOUSA, S. F.; LEMOS, D. M.; GURJÃO, F. F.; OLIVEIRA5, J. M. G.; JUNIOR, J. B. S. Aplicação de revestimento comestível à base de gelatina na conservação de pimentão verde (*capsicum annuum l.*) em concentrações distintas. Desafios da Agroindústria no Brasil. 2ed. Campina Grande: **Instituto Bioeducação**, 2016. p. 411-415.

LUZ, F. J. F. Caracterizações morfológica e molecular de acessos de pimenta (*Capsicum chinense Jacq.*). 2007. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2007.

MARQUES, L. C. Preparação de extratos vegetais. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, v. 3, n. 2, p. 76-74, 2005.

- MACHADO, W. M.; PEREIRA, A. D.; MARCON, M. V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Ciências Exatas e da Terra, Agrária e Engenharia**, Ponta Grossa, v. 19, n. 1, p. 17-30, 2013.
- MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, V. L. A. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S.; SILVA, M. V. Fitoquímicos bioativos em diferentes variedades de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003.
- MARÍN, A.; FERRERES, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GIL, M. I. Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Davis, v. 52, n. 12, p. 3861-3869, 2004.
- MATOS, F. A. P.; BANCI, C. N.; GONTIJO G. M.; DIAS, G. M. Saiba como cultivar hortaliças para colher bons negócios. **Sebrae**, Brasília, 2012.
- MATTEDI, A. P.; GUIMARÃES, M. A.; SILVA, D. J. H.; CALIMAN, F. R. B.; MARIM, B. G. Qualidade dos frutos de genótipos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Ceres**. v. 58, n. 4, p. 525-530, 2011.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of sugar. **Analytical chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- MINOLTA. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. Japão, 1994. 49 p.
- NACHTIGALL, A. M.; STRINGHETA, P. C.; FIDELIS, P. C.; NACHTIGALL, F. M. Determinação do teor de luteína em hortaliças. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 181-192, 2007.
- NASCIMENTO, A. M.; COSTA, F. B.; SIIVA, J. L.; FORMIGA, A. S.; SOUSA, F. F.; PEREIRA, M. M. D. Qualidade física e química de pimentão verde comercializados no interior da paraíba. Desafios da Agroindústria no Brasil. 2ed. Campina Grande: **Instituto Bioeducação**, 2016. p. 1220-1223.
- NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F. S.; FREITAS, R. A. Produção de sementes de pimentas: cultivo da pimenta. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 30-39, 2006.
- NAVARRO, J.; FLORES, P.; GARRIDO, C.; MARTINEZ, V. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. **Food Chemistry**, London, v. 96, n. 1, p. 66-73, 2006.
- OLIVEIRA, C. D.; BRAZ, L. T.; SANTOS, J. M.; BANZATTO, D. A.; OLIVEIRA, P. R. Resistência de pimentas a nematóides de galha e compatibilidade enxerto/porta-enxerto entre híbridos de pimentão e pimentas. **Horticultura brasileira**, v. 27, n. 4, 2009.
- OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças. 1ed. Natal: **IFRN**, 2015, 234 p.

OLIVEIRA, V.; VASCONCELOS, A.; SANTOS, S.; DAMACENO, M. Conservação pós-colheita de pimentão 'Dahra' revestido com película de fécula de mandioca, glicerol e óleo essencial de cravo-da-índia. *Gastronomia: da tradição à inovação*. 2ed. Fortaleza: **Monferrer**, 2016. p. 1326-1327.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; RIBEIRO, M. O.; AMARAL, A. G. Características físico-químicas e nutricionais de pimentão produzido em campo e hidroponia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 558-563, 2008.

ROCHA, D. A.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; FONSECA, E. W. N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 2008.

SAMPAIO, J. S.; ARRUDA N. A.; SILVA, G. Determinação das densidades de sólidos e de polpa. Comunicação Técnica elaborada para o Livro Tratamento de Minérios: **Práticas Laboratoriais**, 2007.

SANTOS, P. S.; MOURA, F. M.; NETO, J. G.; SILVA, F. S.; LIMA, A. M. S.; COSTA, I. J. N.; MELO, R. A. Produtividade precoce de linhagens e cultivares de pimentão em cultivo protegido. XIII Jornada Ensino, Pesquisa e Extensão, **JEPEX**, 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0133-2.pdf>>. Acessado em: 10 de julho de 2015.

SERRANO, M.; ZAPATA, P. J.; CASTILLO, S.; GUILLÉN, F.; MARTÍNEZROMERO, D.; VALERO, D. Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. **Food Chemistry**, v. 118, n. 3, p. 497-503, 2010.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software versão 7.7. and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.** v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acessado em: 19 dezembro de 2016.

SILVA, K.; COSTA, F.; FORMIGA, A.; BRASIL, Y.; LIRA, R.; SILVA, A. Processamento Mínimo de Pimentão Verde 'Otto' Produzido no Sertão da Paraíba. *Gastronomia: da tradição à inovação*. 2ed. Fortaleza: **Monferrer**, 2016. p. 1199-1200.

SILVA, L. L. Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de Pimentão-Piracicaba. 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

SOUZA, M. J. R.; MELO, D. R. M.; FERNANDES, D., SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R. Crescimento e produção do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista verde**, v. 4, n. 4, p. 42-48, 2009.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

VINALS, F. N.; ORTEGA, R. G.; GARCIA, J. C. El cultivo de pimientos, chiles y ajies. Madrid: **Ediciones Mundi-Prensa**, 1996. 607 p.

VILAS BOAS, B. M.; SIQUEIRA, H. H.; LEME, S. C.; LIMA, L. C. O.; ALVES, T. C. Conservação de pimentão verde minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens plásticas. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 34-39, 2012.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, 2006.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.

Apêndice – Tabelas de análise de variância das características físicas e químicas, composição centesimal, valor calórico e compostos bioativos dos tratamentos avaliados.

1. Quadro de análise de variância da densidade real dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	0.00084	0.00009	2.1279 *
Resíduo	40	0.00175	0.00004	
Total	49	0.00259		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

2. Quadro de análise de variância da solubilidade dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	12.35168	1.37241	1.2398 ns
Resíduo	40	44.27849	1.10696	
Total	49	56.27849		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

3. Quadro de análise de variância da atividade de água dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	0.00941	0.00105	24.2658 **
Resíduo	40	0.00172	0.00004	
Total	49	0.01114		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

4. Quadro de análise de variância da luminosidade dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	250.91091	27.87899	11.8846**
Resíduo	40	93.83201	2.34580	
Total	49	344.74293		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

5. Quadro de análise de variância da intensidade de cor verde e vermelho a* dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	2273.35266	252.59474	282.4743**
Resíduo	40	35.76889	0.89422	
Total	49	2309.12154		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

6. Quadro de análise de variância da intensidade de cor verde e vermelho b* dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	544.54820	60.50536	27.0426 **
Resíduo	40	89.49648	2.23741	
Total	49	634.04468		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

7. Quadro de análise de variância da cromaticidade dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	623.29219	69.25469	18.3876 **
Resíduo	40	150.65483	3.76637	
Total	49	773.94702		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

8. Quadro de análise de variância do ângulo hue dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	33863.91634	3762.65737	169.1942 **
Resíduo	40	889.54765	22.23869	
Total	49	34753.46399		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

9. Quadro de análise de variância do índice de cor dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	1762.73893	195.85988	189.2457 **
Resíduo	40	41.39800	1.03495	
Total	49	1804.13693		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

10. Quadro de análise de variância do pH dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	7.25243	0.80583	103.1462 **
Resíduo	40	0.31250	0.00781	
Total	49	7.56493		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

11. Quadro de análise de variância da concentração de íons hidrogênio dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	9906.45519	1100.71724	23.5574 **
Resíduo	40	1868.44777	46.72481	
Total	49	11775.44777		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

12. Quadro de análise de variância de sólidos solúveis dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	1596.40680	177.37853	22871.1505 **
Resíduo	40	0.31022	0.00776	
Total	49	1596.71702		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

13. Quadro de análise de variância da acidez titulável dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	0.16780	0.01864	20.6005 **
Resíduo	40	0.03620	0.00091	
Total	49	0.02401		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

14. Quadro de análise de variância da razão sólidos solúveis e acidez titulável dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	19176.62404	2130.73600	54.8837 **
Resíduo	40	1552.91008	38.82275	
Total	49	20729.53412		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

15. Quadro de análise de variância de umidade dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	318.11840	35.34649	849.0107 **
Resíduo	40	1.66530	0.04163	
Total	49	319.78370		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

16. Quadro de análise de variância de cinzas dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	266.16296	29.57366	4337.1998 **
Resíduo	40	0.027274	0.00682	
Total	49	266.43571		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

17. Quadro de análise de variância de proteínas dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	1.06884	0.11765	1.4853 ns
Resíduo	40	3.16837	0.07921	
Total	49	4.22721		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

18. Quadro de análise de variância de lipídios dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	0.12557	0.01395	2.8647 *
Resíduo	40	0.19482	0.00487	
Total	49	0.32039		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

19. Quadro de análise de variância de açúcares totais dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	67.53401	7.50378	135.7599 **
Resíduo	40	2.21090	0.05527	
Total	49	69.74490		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

20. Quadro de análise de variância de açúcares redutores dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	29.40364	3.26707	43.9713 **
Resíduo	40	2.97200	0.07430	
Total	49	32.37565		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

21. Quadro de análise de variância de carboidratos dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	7.36481	0.81831	6.5354 **
Resíduo	40	5.00851	0.12521	
Total	49	12.373332		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

22. Quadro de análise de variância do valor calórico dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	9128.65550	1014.29506	7.2850 **
Resíduo	40	5569.19425	139.22986	
Total	49	14.697.84976		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

23. Quadro de análise de variância do ácido ascórbico dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	14980.32106	15664.48012	2473.9908 **
Resíduo	40	253.26658	6.33166	
Total	49	141233.58764		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

24. Quadro de análise de variância das clorofilas dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	561795.36496	62421.70722	324.0655 **
Resíduo	40	7704.82619	192.62065	
Total	49	569500.19114		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

25. Quadro de análise de variância dos carotenóides dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	14199176.01467	1577686.22385	222.2001 **
Resíduo	40	284011.73452	7100.29336	
Total	49	14483187.74919		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

26. Quadro de análise de variância dos flavonóides dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	16.81659	1.86851	6.4626 **
Resíduo	40	11.56508	0.28913	
Total	49	28.38166		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

27. Quadro de análise de variância das antocianinas dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	20.75817	2.30646	393.7414 **
Resíduo	40	0.23431	0.00586	
Total	49	20.99248		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

28. Quadro de análise de variância de compostos fenólicos dos extratos processados de pimentões verde, amarelo e vermelho.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	5742772.07620	638085.78624	2707.1634 **
Resíduo	40	9428.10890	235.70272	
Total	49	5752200.18510		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)