



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CAMPUS DE POMBAL

ANA MARINHO DO NASCIMENTO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS DO PIMENTÃO
VERDE *IN NATURA* E DESIDRATADO**

**DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG**

Pombal - PB

2015

ANA MARINHO DO NASCIMENTO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS DO PIMENTÃO
VERDE *IN NATURA* E DESIDRATADO**

Monografia apresentada à Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

Pombal - PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

N244c Nascimento, Ana Marinho do.
Características físicas, químicas e bioquímicas do pimentão verde *in natura* e desidratado / Ana Marinho do Nascimento. – Pombal, 2015.
59 f. : il. color.

Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentar, 2015.

"Orientação: Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa".
Referências.

1. Secagem. 2. Caracterização. 3. Qualidade. 4. Microbiologia. I. Costa, Franciscleudo Bezerra da. II. Título.

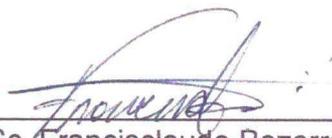
CDU 635.1(043)

ANA MARINHO DO NASCIMENTO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS DO PIMENTÃO
VERDE *IN NATURA* E DESIDRATADO**

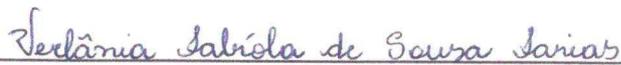
Monografia apresentada a Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em: 30/07/2015



Prof. D.Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa
Orientador

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Campina Grande



Me. Verlânia Fabíola de Sousa Farias
Examadora

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. D.Sc. Pahlevi Augusto de Souza
Examador Externo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
Campus Limoeiro do Norte

DEDICO

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir neste sonho. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre estar ao meu lado todos os dias desta jornada, durante as inúmeras viagens de ônibus, pelas inúmeras noites e madrugadas de estudos e pensamentos. Obrigada pela proteção.

Aos meus pais pelos ensinamentos e conselhos que me foram dados, suas presenças significaram segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

Aos meus irmãos pela alegria do convívio que por muitas vezes me deram força para continuar. Pela ajuda e conselhos no momento em que tudo contribuía para dá errado.

Ao meu namorado pela ajuda, dedicação e compreensão na fase de elaboração desse trabalho.

A meu orientador, pela paciência, dedicação e compartilhamento de todo seu vasto conhecimento. Por toda ajuda, tempo disponibilizado, paciência e incentivo para realização deste trabalho. Espero ter correspondido as suas expectativas.

Ao Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos (GPCTA) pela parceria, ajuda e momentos de descontração, durante a realização das análises do experimento.

A Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos do CCTA/UFCG, Campus de Pombal, pela oportunidade de formação. Ao Laboratório de Química Bioquímica e Análise de Alimentos, e Laboratório de Microbiologia de Alimentos obrigada pelo espaço cedido.

Aos meus colegas e amigos agradeço pela parceria, convívio e estudos, pelo incentivo nas horas de desânimo, pela paciência durante as dúvidas e risadas nos momentos de descontração. A todos que contribuíram positivamente na minha formação.

Obrigada.

“O único lugar aonde o sucesso vem
antes do trabalho é no dicionário”

(Albert Einstein)

NASCIMENTO, A. M. **Características físicas, químicas e bioquímicas do pimentão verde *in natura* e desidratado**. 2015. 59 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

RESUMO

O pimentão é uma hortaliça de grande importância econômica e sua desidratação seria um método alternativo de conservação. Sendo assim, o trabalho objetivou analisar características físicas, químicas e bioquímicas do pimentão verde *in natura* e desidratado. O experimento foi conduzido conforme delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (pimentão *in natura* e desidratado) e cinco repetições. Analisou-se características como umidade, cinzas, sólidos solúveis, pH, atividade de água, ácido ascórbico, acidez titulável, lipídios, proteínas, açúcares totais e redutores, clorofila, carotenoides, flavonóides antocianinas e compostos fenólicos. Os pimentões *in natura* iniciaram a senescência a partir do oitavo dia de armazenamento. O rendimento total da desidratação foi de 3,08% em 12 kg de pimentão verde. A perda de água ocorrida durante o processo de secagem, aumentou a concentração dos componentes químicos e bioquímicos da massa seca do pimentão verde, especialmente as de ácido ascórbico, açúcares, proteínas, pigmentos e compostos fenólicos. O aumento dos nutrientes favoreceu a realização da secagem, sendo uma alternativa durante o período de safra, para aproveitar as grandes produções.

Palavras-chave: Secagem. Caracterização. Qualidade. Microbiologia.

NASCIMENTO, A. M. **Physical, chemical and biochemical characteristics of green bell pepper fresh and dehydrated.** 2015. 59 f. Monograph (Graduation in Food Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2015.

ABSTRACT

The bell pepper is a vegetable of great economic importance and dehydration would be an alternative method of conservation. Thus, the study aimed to analyze physical, chemical and biochemical green pepper fresh and dehydrated. The experiment was conducted as a completely randomized design with two treatments (bell pepper fresh and dehydrated) and five replications. Analyzed characteristics such as moisture, ash, soluble solids, pH, water activity, ascorbic acid, acidity, fat, protein, total and reducing sugars, chlorophyll, carotenoids, anthocyanins, flavonoids and phenolic compounds. Bell peppers *in natura* initiated senescence from the eighth day of storage. The total income of dehydration was 3,08% in 12 kg of green peppers. The loss of water occurring during the drying process increased the concentration of chemical and biochemical components of the dry mass of the green bell pepper, especially ascorbic acid, sugars, proteins, pigments and phenolic compounds. The increase in nutrients favored the completion of drying, as an alternative during the harvest period, to enjoy the great productions.

Keywords: Drying. Characterization. Quality. Microbiology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Morfologia do fruto de pimentão verde. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....16
- Figura 2.** Ilustração dos principais grupos de pimentão (A) cônico, (B) blocky, (C) retangular, (D) quadrado.....16
- Figura 3.** Etapas para o processamento do pimentão desidratado. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....25
- Figura 4.** Regiões de medição da firmeza no pimentão. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....27
- Figura 5.** Curva de secagem de pimentão verde na temperatura de 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....29
- Figura 6.** Pimentão com pele lisa, bonita e cor verde brilhante. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....39
- Figura 7.** Pimentão enrugado com cor verde e marrom. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....39
- Figura 8.** Pimentão com senescência com cor verde e marrom. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....41
- Figura 9.** Perda de massa fresca do pimentão verde *in natura*, armazenados por 15 dias. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015..... 41
- Figura 10.** Curva de calibração da glicose. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....58
- Figura 11.** Curva de calibração da glicose. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....58
- Figura 12.** Curva de calibração do ácido gálico. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....59

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Variáveis físicas dos pimentões *in natura* e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....37
- Tabela 2.** Coloração dos frutos de pimentões *In natura*, da polpa processada e seco a 60°C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....38
- Tabela 3.** Análise visual ao longo do armazenamento dos pimentões verdes. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....40
- Tabela 4.** Rendimento do pimentão seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....42
- Tabela 5.** Resultados para obtenção do MF, IU e DGM das partículas da amostra dos pimentões secos à 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....43
- Tabela 6.** Números de partículas granulométricas dos pimentões seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....44
- Tabela 7.** Qualidade dos pimentões verdes *in natura* e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....45
- Tabela 8.** Variáveis bioquímicas dos pimentões verdes *in natura* e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....48
- Tabela 9.** Parâmetros microbiológicos dos pimentões verdes *in natura* e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.....49

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Origem e evolução do pimentão.....	14
2.2 Classificação botânica e características do pimentão.....	14
2.3 Os grupos dos pimentões.....	16
2.4 O cultivo do pimentão.....	17
2.5 Alterações pós-colheita do pimentão.....	18
2.6 A importância econômica dos pimentões.....	19
2.7 Benefícios do Pimentão para a saúde.....	20
2.8 A desidratação.....	21
2.9 Temperos.....	23
3 MATERIAL E MÉTODO	24
3.1 Matéria-prima.....	24
3.2 Seleção para o preparo das amostras.....	24
3.3 Preparo das amostras.....	26
3.4 Delineamento experimental.....	26
3.5 Análises físicas e químicas	26
3.5.1 Massa fresca.....	26
3.5.2 Comprimentos longitudinal e transversal	26
3.5.3 Coloração.....	27
3.5.4 Firmeza da polpa.....	27
3.5.5 Análises visual.....	28
3.5.6 Perda de massa.....	28
3.5.7 Curva de secagem.....	28
3.5.8 Rendimento.....	29
3.5.9 Granulometria por peneiras.....	29
3.5.10 Umidade.....	30
3.5.11 Cinzas.....	30

3.5.12 Sólidos solúveis.....	31
3.5.13 Potencial hidrogeniônico.....	31
3.5.14 Densidade.....	31
3.5.15 Atividade de água.....	31
3.5.16 Solubilidade.....	32
3.5.17 Ácido ascórbico.....	32
3.5.18 Acidez titulável.....	32
3.5.19 Lipídios	33
3.5.20 Proteínas	33
3.5.21 Açúcares totais	34
3.5.22 Açúcares redutores.....	34
3.6 Análises bioquímicas.....	34
3.6.1 Clorofilas e carotenóides totais.....	34
3.6.2 Flavonóides e antocianinas totais.....	35
3.6.3 Compostos Fenólicos	35
3.7 Análises microbiológicas.....	36
3.8 Análise estatística.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Caracterização física.....	37
4.7 Qualidades do pimentão <i>in natura</i> e desidratado.....	44
4.8 Bioquímica do pimentão <i>in natura</i> e desidratado.....	47
4.9 Resultados microbiológicos.....	49
5. CONCLUSÃO.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
7. APÊNDICE.....	58

1 INTRODUÇÃO

O pimentão é uma hortaliça tipicamente de clima tropical. No Brasil é cultivado em todo o território nacional, sendo uma das dez hortaliças de maior importância econômica no mercado de frutas e hortaliças, podendo ser consumidos sob a forma de frutos verdes, maduros e mesmo industrializados (SERRA; SILVA, 2005).

As hortaliças são altamente perecíveis, que se estragam facilmente e com índices de perdas elevadas. Alguns dos problemas que estão relacionados com a conservação, ocorrem desde o início quando as hortaliças são separadas da planta. Outros problemas estão associados à falta de transporte adequado e uso de embalagens impróprias que influenciam na qualidade física, química e bioquímica desses alimentos (ANUÁRIO, 2012).

Outras dificuldades à conservação de hortaliças envolvem a distâncias entre os centros de produção e o setor de consumo, principalmente quando se utilizam transportes de uma cidade para outra percorrendo longas distancias; o manuseio inadequado do produto nas etapas de carga e descarga e no momento de exposição e comercialização do alimento. Neste cenário, faz-se necessário a aplicação de métodos de conservação para estender a vida útil dos alimentos perecíveis, evitando que se deteriore com mais facilidade (ORNELLAS, 2001).

Dentre os métodos de conservação a secagem é um dos métodos mais antigos e tem motivado investimentos na industrialização de frutas e hortaliças. É uma técnica de remoção de água na forma de vapor pela transferência de calor que conserva os alimentos pelo controle de umidade (BEZERRA, 2007).

Em geral, a secagem provoca poucas alterações sendo algumas delas desejáveis, como a perda de água, com a consequente concentração de nutrientes, sendo também um eficiente método de controle do desenvolvimento de microrganismos (SILVA, 2000). Desse modo a secagem pode ser utilizada como uma alternativa para aproveitar a produção, diminuindo custos com o transporte e disponibilizando no mercado, produtos estáveis e seguros durante o ano todo.

Diante deste contexto, o trabalho objetivou estudar as características físicas, químicas e bioquímicas do pimentão verde *in natura* e desidratado, identificando sua qualidade de forma a oferecer um produto com características desejadas pelo consumidor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e evolução do pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é um fruto que tem como origem o sul do México e América Central, sendo uma das hortaliças de maior importância econômica e social no Brasil (HENZ et al., 2007). As Espécies de *Capsicum* são representadas por pimentas e pimentões, o surgimento dos pimentões provavelmente foi devido a uma mutação espontânea das pimentas (SILVA, 2002).

A região da Amazônia é reconhecida como importante centro secundário de espécies domesticadas do gênero *Capsicum*. A bacia Amazônica é a área de maior diversidade, sendo os indígenas desta região os responsáveis pela domesticação da espécie (REIFSCHNEIDER, 2000).

A domesticação resultou em mudanças nos frutos, particularmente, que eram pequenos, eretos, decíduos e vermelhos que tornaram maiores, pendentes, não decíduos e com uma grande diversidade de cores. Frutos “doces” só assumiriam maior importância posteriormente (LUZ, 2007).

Existe uma grande variedade de pimentões em todas as regiões do Brasil, com alterações quanto ao formato, tamanho e cores dos frutos. O pimentão verde continua sendo o mais utilizado em volume comercializado, mas os pimentões vermelhos e amarelos, com sabor mais delicado e melhor digestibilidade, também possui seu mercado (REIFSCHNEIDER, 2000).

2.2 Classificação botânica e características do pimentão

O gênero *Capsicum* pertence à família *Solanaceae* e possui aproximadamente 31 espécies (MOSCONE et al., 2007). A taxonomia que pertence a esse gênero é muito complexa, isto porque existe uma grande variabilidade de espécies cultivadas, juntamente com a diversidade de critérios empregados na sua classificação (SANTOS, 2001).

O tamanho dos pimentões pode variar de acordo com a espécie e as condições de cultivo, suas folhas podem alterar quanto ao formato, coloração e tamanho. As flores são caracteristicamente hermafroditas e preferencialmente autógamas. Os frutos são do tipo baga e oco, com espessura da polpa variando

entre as variedades (CARVALHO et al., 2003). As características morfológicas constituem de fenótipos de fácil identificação que normalmente são determinados por um único alelo possuidores de alta herdabilidade (RAMALHO et al., 2004).

As espécies do gênero *Capsicum* são preferencialmente autógamas, ou seja, o pólen e o óvulo que é fecundado pertencem a uma mesma flor, o que facilita a sua reprodução, embora a polinização cruzada também possa ocorrer entre indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies do gênero. A polinização cruzada pode variar em taxas de 2 a 90% e, pode ser facilitada por alterações morfológicas na flor, pela ação de insetos polinizadores, por práticas de cultivo (local, adensamento ou cultivo misto), entre outros fatores (EMBRAPA, 2015).

A mais recente descrição taxonômica das pimentas e pimentões é a seguinte (NATURDATA, 2015).

Reino: *Plantae*

Filo: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

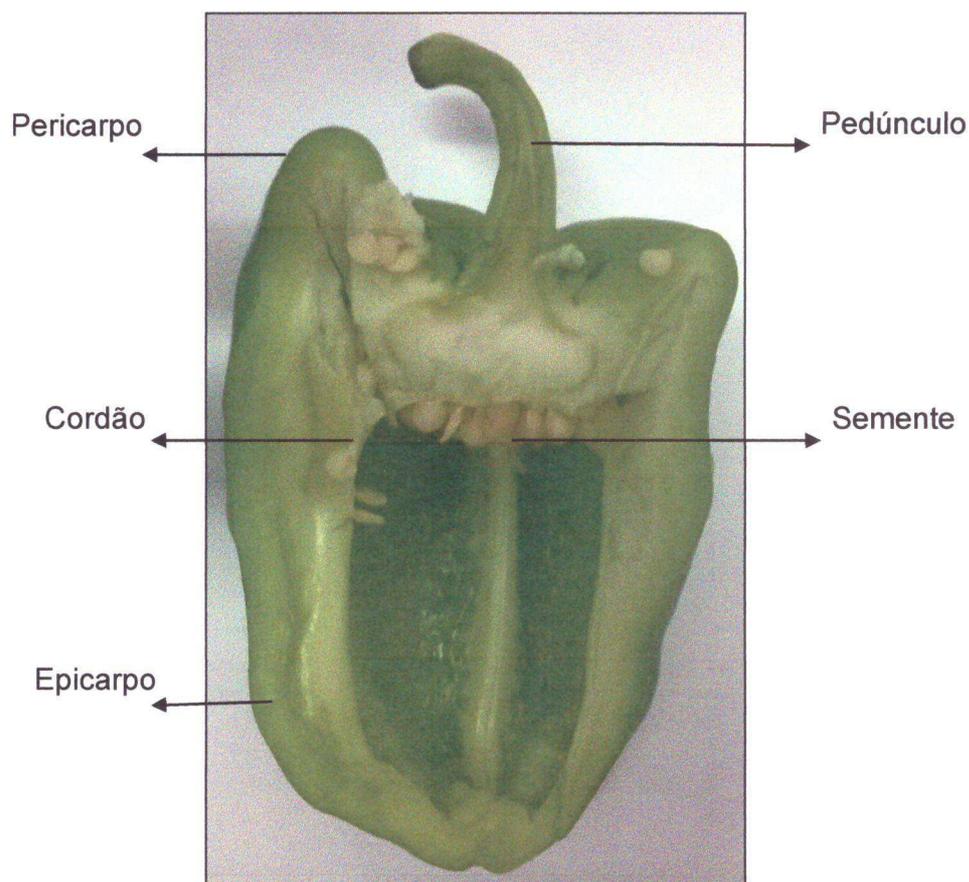
Ordem: *Solanales*

Família: *Solanaceae*

Gênero: *Capsicum*

O pimentão pode ser classificado como um fruto tipo baga, com um pericarpo carnoso que constitui a parte comestível, seu epicarpo possui cor verde escura que se torna colorido após amadurecimento, é um fruto oco, que possui sementes brancas e achatadas, com o comprimento variando de 3 a 5 mm, que estão ligadas a um cordão existente no interior do fruto (FILGUEIRA, 2003).

Figura 1. Morfologia do fruto de pimentão verde. UATA/CCTA/UFCEG, Pombal-PB, 2015.

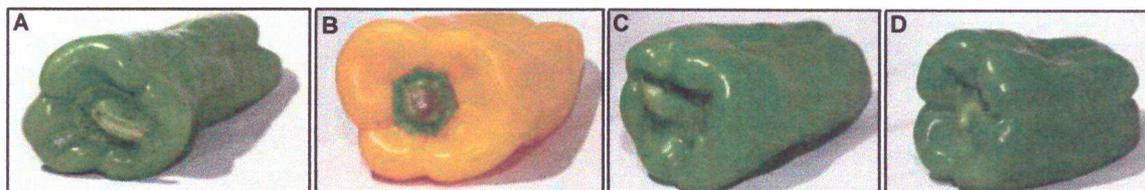


Fonte: AUTORA, 2015

2.3 Grupos dos pimentões

Existem diversos grupos de pimentão com diferentes formatos, tamanhos e cores, no mercado brasileiro. Os principais são cônico, blocky, retangular e quadrado (MATOS et al., 2011).

Figura 2. Ilustração dos principais grupos de pimentão (A) cônico, (B) blocky, (C) retangular, (D) quadrado.



Fonte: MATOS et al. (2011)

Segundo Matos et al. (2011), o pimentão cônico apresenta frutos de formato cônico para consumo *in natura*, com diferentes pesos e colorações. É o preferido no mercado brasileiro sendo o mais apropriado para plantio em campo aberto. Já o pimentão blocky, apresenta frutos com tamanhos e cores exóticos para crescentes mercados específicos.

O pimentão retangular apresenta frutos de formato retangular, com coloração verde, vermelha e amarela quando maduro e um nicho crescente de mercado. É mais apropriado para plantio em cultivo protegido e o pimentão quadrado apresenta frutos de formato quadrado, com coloração verde, vermelha e amarela quando maduro e representa um nicho crescente de mercado. É mais apropriado para plantio em cultivo protegido (MATOS et al., 2011).

O Brasil possui uma grande variabilidade de pimentões que possui formato, tamanho, cores e sabores diferentes que podem ser observadas pela preferência local nos diferentes centros consumidores (SANTOS et al., 2013).

As preferências do mercado consumidor é quem determina os tipos de pimentão a serem plantados em cada região. Alguns mercados preferem pimentões pequenos, daí se planta os pimentões curtos, muito comuns nas regiões Norte e Nordeste do país. Já os pimentões cônicos são responsáveis pela mais importante área de cultivo. Ultimamente o consumidor tem escolhido um pimentão de formato mais retangular, ou seja, um formato intermediário entre curto e cônico longo (MALDONADO, 2001).

2.4 Cultivo do pimentão

A área de pimentão cultivada anualmente no Brasil é em torno de 13 mil hectares, com produção aproximada de 290 mil toneladas de frutos, sendo São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro os principais estados produtores (MAROUELLI; SILVA, 2012). Seu cultivo pode se dar tanto em campo aberto quanto em estufas, sendo o cultivo em campo aberto responsável pela grande maioria da área ocupada com essa hortaliça no Brasil (MALDONADO, 2001).

Na região Sudeste do Brasil o pimentão é normalmente cultivado em torno da primavera e outono, podendo também ser cultivado no inverno nas regiões de baixa altitude. Em ambiente protegido, é possível produzir o pimentão durante o ano todo (FONTES et al., 2005).

O pimentão se desenvolve bem em uma faixa de temperatura que varia entre 16-23 °C, quando estas atingem níveis inferiores a 15 °C podem estacionar o desenvolvimento da planta. Já temperaturas noturnas superiores a 24 °C e diurnas acima de 35 °C ocasionam o abortamento de flores, principalmente se o ambiente for de baixa umidade relativa e com pouca luminosidade (NASCIMENTO, 2007).

2.5 Alterações pós-colheita do pimentão

Durante o amadurecimento ocorrem mudanças na taxa de respiração dos frutos. Geralmente a taxa de respiração é alta quando eles são jovens por ser um período caracterizado pelo rápido crescimento. A taxa de respiração então decresce e mantém-se aproximadamente constante durante a maturação. Os frutos não-climatéricos como o pimentão amadurecem nas plantas, mas quando eles são colhidos, apresentam um declínio lento e constante de sua taxa respiratória, independentemente do estágio de amadurecimento em que foram colhidos, pois produzem baixas quantidades de etileno (FRUTIFICAÇÃO, 2015).

Com a maturação ocorre alterações na composição e nas propriedades texturais dos frutos fazendo com os mesmos entrem no processo de senescência (CARMO, 2004). A maturação tem início antes do final do crescimento e envolve diferentes alterações fisiológicas e bioquímicas nos diferentes vegetais. Nos frutos o amadurecimento corresponde ao período final da maturação e vai até o início da senescência. A atividade metabólica de um tecido vegetal pode ser medida pela taxa respiratória do vegetal, ou seja, quando ele absorve oxigênio ou quando ele elimina o dióxido de carbono. O conhecimento da taxa respiratória é importante para avaliação da vida de prateleira dessa matéria prima (AMARANTE et al., 2009).

À medida em que o fruto amadurece e vai havendo degradação da clorofila, oxidação de substratos, hidrólise do amido e o rompimento de membranas, o fruto é conduzido à senescência e à morte dos tecidos. O amadurecimento corresponde, basicamente, às mudanças nos fatores sensoriais de sabor, odor, cor e textura que tornam o fruto aceitável para o consumo. Algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação das transformações físicas visíveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As condições inadequadas de manuseio e armazenagem das hortaliças fazem com que elas sofram diversos tipos de danos após a colheita. No Brasil as perdas iniciam-se no campo, por ocasião da colheita, e no preparo do produto para a comercialização, prosseguindo na rede de transporte, nas centrais de abastecimento e em outros atacadistas, e finalmente na rede varejista e por consumidores intermediários (VILELA et al., 2003).

Um dos principais fatores que contribui para uma comercialização bem-sucedida e para a redução das perdas pós-colheita de frutas e hortaliças é a escolha da embalagem, pois ajuda na manutenção da qualidade em decorrência da redução de danos físicos, contribuindo assim para a redução das perdas durante a comercialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.6 A importância econômica dos pimentões

O pimentão é uma hortaliça de grande importância para o Brasil tanto pelo aspecto social quanto econômico, gerando emprego e renda para pequenos, médios e grandes produtores de hortaliças. O pimentão juntamente com a berinjela e o tomate, são considerados as três mais importantes hortaliças no mercado nacional (PALANGANA et al., 2012).

A cultura do pimentão é uma das mais importantes frações de produção do país, acontece em quase todas as regiões agrícolas nacionais sendo um dos melhores exemplos de agricultura familiar e integração dos pequenos produtores com a produção nacional (RIBEIRO et al., 2006). O cultivo de hortaliças é bastante explorado em nosso país, sendo de grande importância econômica. Dentre as hortaliças cultivadas no Brasil pode-se destacar o pimentão como uma das mais admiráveis, por possuir características alimentares bastante atrativas do ponto de vista nutritivo (ALVES, 2006).

O cultivo de pimentas e pimentões, desde o preparo do solo até a colheita, oferece de três a quatro empregos diretos, com uma renda bruta que oscila entre 4 e 12 milhões por ano. Como boa parte da produção é processada em pequenas e médias agroindústrias, esses valores tendem a ser bem maiores, tanto em termos de emprego de mão-de-obra quanto de geração de renda (PANORAMA RURAL, 2006).

Pesquisa realizada pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM) revela que o setor de hortaliças é um dos ramos do agronegócio que mais crescem no Brasil. Em 2012, o volume total produzido (pelas 18 principais espécies) foi de 19,62 milhões de toneladas. Outro dado importante foi o montante de empregos gerados pelo setor, que no ano de 2012, chegou a 2 milhões de empregos no campo, utilizando em média 65.783 milhões de homens por dia, número bastante considerável quando comparado a outras culturas. O segmento de hortaliças, por suas características de cultivo, é muito dependente de mão de obra e formada principalmente pela agricultura familiar (SCHAEFER, 2015).

2.7 Benefícios do pimentão para a saúde

O crescimento do consumo de frutas e hortaliças vem acontecendo em consequência do seu valor nutritivo e de seus efeitos terapêuticos. Nas frutas e hortaliças existem compostos antioxidantes, onde algumas apresentam elevadas concentrações de determinados grupos (DUARTE, 2006).

Entre os antioxidantes presentes nos vegetais os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos. As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de sequestrar os radicais livres. Os compostos fenólicos, constituintes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, o que possibilita atuarem como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o “stress” oxidativo (FOOD, 2015).

O pimentão é uma das hortaliças que colaboram para dar ao prato um visual vibrante, sem deixar de lado seu papel como fonte de vitaminas e nutrientes ao consumidor. Os vários fitonutrientes obtidos do pimentão têm propriedades anti-inflamatórias, que ajudam na prevenção do câncer e outras doenças, também protege o coração e podem reduzir o risco de condições decorrentes de inflamação crônica, como a artrite. Por ser uma excelente fonte de Vitamina C ajuda no reforço no sistema imunológico contêm uma boa quantidade de Vitamina B₆, que estimula reações químicas vitais em todo o corpo (SAÚDE, 2014).

2.8 A desidratação

A desidratação é o mais antigo e um dos mais importantes métodos de conservação. Também é importante nas indústrias químicas e de alimentos. A desidrataação é a técnica de remoção da água na forma de vapor pela transferência de calor, ou seja, é a conservação do alimento pelo controle da umidade nele presente (BEZERRA, 2007).

A secagem além de ser utilizada como um método de conservação evitando a deterioração e perda do valor comercial, também ajuda na conservação do alimento, tendo-se como consequência a oferta de um novo produto no mercado, o que frequentemente vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que resultam da transformação do produto (SOARES, 2001).

As hortaliças desidratadas podem originar muitos produtos dentre eles as sopas e pós-comestíveis, possuindo um elevado consumo no Brasil. A desidrataação de hortaliças além de diminuir o preço dos produtos também aumenta a sua conservação, mantendo suas características organolépticas e nutritivas (MOTA, 2005).

Segundo Dionello et al. (2007) a secagem envolve custos e volumes menores de acondicionamento, armazenagem e transporte. A desidrataação em alguns casos proporciona vantagem adicional, porque colocar ao alcance do consumidor um grande número de produtos alimentícios que podem estar disponíveis fora da safra, como é o caso das frutas e hortaliças (PARK et al., 2002).

A qualidade dos alimentos desidratados sofre alterações no decorrer do armazenamento devido a várias reações que continuam a ocorrer mesmo após o processamento. Deve-se ressaltar que a vida de prateleira dos produtos desidratados está intimamente relacionada com a embalagem e as condições de armazenamento. É importante evitar a passagem de oxigênio, luz e umidade para essa categoria de alimentos devido estes fatores afetarem a sua composição (BEZERRA, 2007).

A desidrataação dos alimentos acarreta poucas alterações, sendo algumas delas desejáveis, como a perda de água, com a consequente concentração dos nutrientes por unidade de peso (OLIVEIRA et al., 2011).

As propriedades do alimento como a textura, o valor nutritivo e as vitaminas, são afetadas negativamente quando expostas a elevadas temperaturas por um tempo prolongado, entretanto as perdas são pequenas. A remoção de água é um excelente método utilizado no controle do desenvolvimento de microrganismos, isto porque este constituinte é essencial para as atividades metabólicas de todas as formas de vida (SILVA, 2000).

Segundo Jardim (2015) a quantidade de água presente em um alimento pode se encontrar na forma de água ligada e não-ligada. A relação entre o teor de água não-ligada ou disponível é denominada de atividade de água. Esse teor é designado como A_w que varia de 0 a 1.

Os microorganismos não podem se desenvolver em sistemas de alimentos desidratados quando a atividade de água está abaixo de 0,600, mas outras reações enzimáticas ou não enzimáticas continuam atuando no processo de armazenagem. A atividade de água tem sido um parâmetro usado para determinar o ponto final da secagem visando diminuir o crescimento microbiológico (ANTONIO, 2002). Vários processos de secagem de alimentos vêm sendo desenvolvidos, visando aperfeiçoar o aproveitamento da qualidade do serviço, tanto para matéria prima como para a fonte de energia empregada na secagem (GLABERT, 2001)

O aumento da temperatura do ar de secagem, além de acelerar o processo de secagem também pode ocasionar danos ao produto, cada tipo de produto a ser secado possui um certo limite de temperatura. Na secagem de produtos alimentícios muitas indústrias têm evitado a secagem em temperaturas elevadas. Produtos secos em baixa temperatura podem apresentar melhores qualidades em termos de cor e textura (FERREIRA, 2004).

A secagem em estufa consiste em uma câmara de isolamento térmico apropriado e com sistemas de aquecimento e ventilação do ar circulante sobre bandejas. Neste tipo de secador o produto é colocado em bandejas ou outros acessórios similares sendo exposto a uma corrente de ar quente em ambiente fechado. O ar circula sobre a superfície do produto a uma velocidade relativamente alta, os secadores de bandeja operam de modo descontínuo e têm a desvantagem de não secar o produto uniformemente, havendo a necessidade de girar as bandejas durante o processo de secagem para obter-se uma maior uniformidade no processo (FELLOWS, 2006).

2.9 Temperos

Os temperos têm um papel claro dentro da história, não só por seu uso em diversas culturas, mas também pelas viagens ao redor do mundo que inspiraram. Quando os povos cansavam de seus condimentos nativos, eles geralmente exploravam terras ainda não descobertas (GASTRONOMIA, 2015).

Temperos, condimentos e especiarias são aqueles produtos constituídos de uma ou diversas substâncias saborosas, de origem natural, com ou sem valor nutritivo, empregados nos alimentos para ressaltar ou modificar o seu sabor, podendo ainda ser utilizados como medicamentos. A maior parte dos condimentos e especiarias possui qualidades culinárias e medicinais e são ingredientes essenciais numa alimentação saudável e equilibrada, pois além de realçarem o sabor dos alimentos, ajudam na digestão, melhoram a estética do alimento e possuem qualidades terapêuticas (SÓ NUTRIÇÃO, 2015).

Os temperos (conjunto de condimentos) são utilizados pelas características sensoriais que proporcionam aos alimentos e bebidas, como aromas, cores e sabores desejados (CALDEIRA et al., 2011).

Atualmente, os temperos estão amplamente disponíveis em supermercados e mercearias. A maioria das despensas possuem sal, pimenta e diversas outras especiarias. Historicamente, no entanto, eles eram de difícil acesso e somente os nobres podiam apreciá-los. Embora essa realidade tenha mudado, é interessante observar como os condimentos inspiraram muitas atividades do comércio, enquanto sua popularidade continua a crescer (GASTRONOMIA, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 matéria-prima

Foram utilizados cerca de 20 kg (Figura 3A) de pimentões verde provenientes no Centro Econômico de Abastecimento Sociedade Anônima (CEASA), localizada na cidade de Patos-PB.

Os pimentões foram acondicionados em caixas plásticas (Figura 3B), e transportados (Figura 3C) para o Laboratório de Química Bioquímica e Análise de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal.

3.2 Seleção para o preparo das amostras

Os pimentões foram selecionados visualmente (Figura 3D), descartando-se aqueles com injúrias e os frutos defeituosos atacados de pragas e com podridões. Posteriormente, foram lavados em água corrente para remoção de sujidades superficiais (Figura 3E).

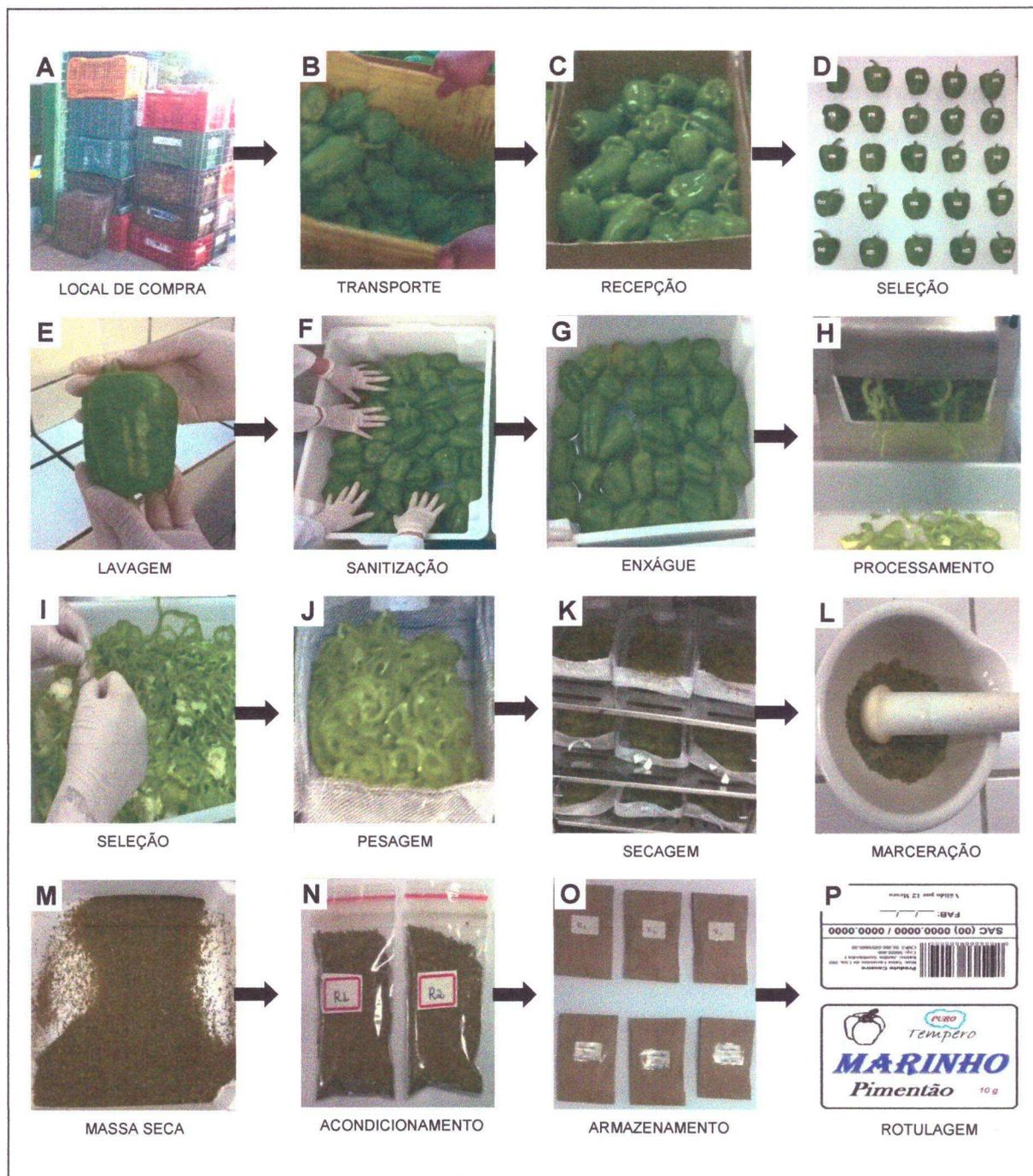
A sanitização (Figura 3F), foi realizada com uma solução de Sumaveg a 200 ppm, imergindo-se durante 10 minutos em seguida, foi efetuado o enxague com solução de Sumaveg a 5 ppm (Figura 3G).

O processamento mínimo (Figura 3H) foi executado em um processador industrial de alimentos. Em seguida foi realizada uma segunda seleção (Figura 3I) eliminando pêndulos e sementes e logo após efetuou-se as pesagens (Figura 3J). A secagem (Figura 3K) foi efetuada em estufa de circulação de ar na temperatura de 60 °C.

A trituração (Figura 3L) foi realizada com o auxílio de um almofariz previamente sanitizado e logo após foi feito o peneiramento. O acondicionamento (Figura 3N) da massa seca do pimentão foi efetuado em embalagens plásticas de polietileno e em seguida, foram colocados dentro do papel embrulho.

O armazenamento (Figura 3O) foi realizado na temperatura ambiente. O rótulo (Figura 3P) foi elaborado de acordo com o modelo já existente no mercado para temperos secos.

Figura 3. Etapas para o processamento do pimentão desidratado. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.



Fonte: AUTORA, 2015

3.3 Preparo das amostras

Foram separados 25 frutos de pimentão para fazer a caracterização física e posteriores análises químicas e bioquímicas, 5 frutos para análise visual, 12 kg de frutos para a composição do processamento mínimo com posterior secagem, 3 kg para granulometria.

As amostras *in natura* foram processadas em liquidificador e armazenadas em 5 recipientes plásticos protegidos da luz para posteriores análises. Para as amostras desidratadas, separou-se em 5 sacos plásticos para realizações das análises físicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas.

3.4 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido conforme delineamento inteiramente casualizado, com 2 tratamentos (pimentão *in natura* e pimentão desidratado) e cinco repetições, contendo em torno de 50 g cada. Analisando valores de teor de umidade, cinzas, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, vitamina C, colorações, atividade de água, proteína, lipídios, açúcares totais, açúcares redutores, clorofila, carotenóides flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos.

3.5 Análises físicas e químicas

3.5.1 Massa fresca

Foi medida utilizando-se balança semi-analítica da marca Bel com capacidade de 600 g e resolução 0,1 g.

3.5.2 Comprimentos longitudinal e transversal

Os comprimentos dos pimentões foram realizados em 25 repetições utilizando paquímetro digital com escala de precisão de 0,01. Os resultados foram expressos em cm.

3.5.3 Coloração

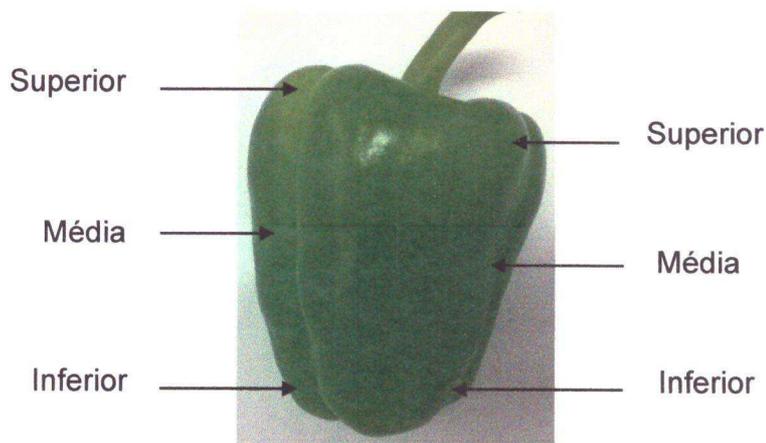
A cor do pimentão foi determinada no sistema CIELAB utilizando-se um colorímetro Konica Minolta, modelo CR 300 Tokyo. As leituras dos valores foram feitas em triplicata nos dois lados opostos do pimentão, totalizando 6 leituras por repetição.

A coordenada L^* representa o quão claro ou escuro é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a^* pode assumir a intensidade de cor vermelha, que varia de verde (-60) a vermelho (+60) e b^* a intensidade de cor amarela que varia. O procedimento foi executado de acordo com Minolta (1998).

3.5.4 Firmeza da polpa

A firmeza foi realizada em 25 frutos em três pontos diferentes (Figura 4) nos dois lados opostos dos frutos, em cada repetição totalizando seis leituras por repetição. O aparelho utilizado foi o Texturômetro Digital de Bancada, modelo PCE-PTR 200, com ponteira de número 8. A firmeza da polpa foi expressa em Newton (N).

Figura 4. Regiões de medição da firmeza no pimentão. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.



Fonte: AUTORA, 2015

3.5.5 Análise visual

Os frutos foram armazenados em bandeja de poliestireno, sem revestimento a 23 °C. Os mesmos foram avaliados quanto as seguintes características: Aparência, cheiro, cor e perda de massa. O procedimento foi interrompido, quando os pimentões já não apresentavam condições de consumo, ou seja, quando iniciaram o processo de senescência.

3.5.6 Perda de massa fresca

Foi calculada pela diferença entre a massa inicial dos frutos e a obtida em cada intervalo de tempo, utilizando balança semi-analítica da marca Bel com capacidade de 600 g e resolução 0,1 g.

$$\text{Perda de massa fresca \%} = \left[\left(\frac{\text{Massa inicial} - \text{Massa final}}{\text{Massa inicial}} \right) \times 100 \right]$$

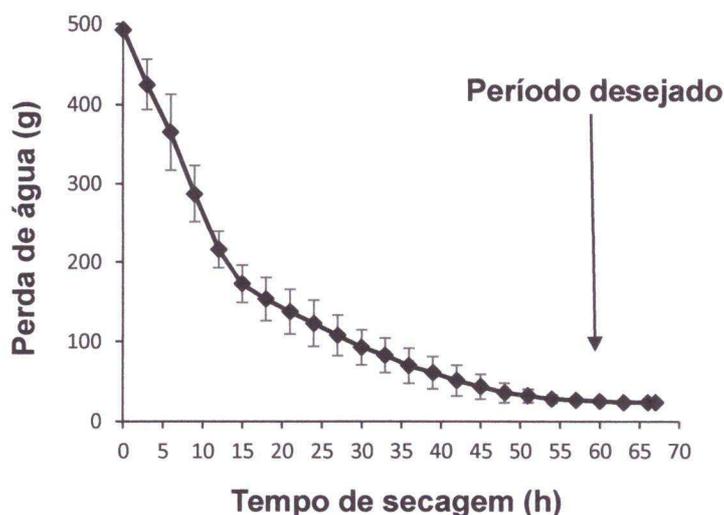
3.5.7 Curva de secagem

Para o acompanhamento da perda do teor de água durante o processo de secagem, foram realizadas pesagens a cada três horas até que o peso permanece constante. Essa curva permitiu encontrar o período no processo em que o teor de umidade era desejado.

Na secagem do pimentão utilizou-se temperatura de 60°C, isto porque, em teste com temperatura mais elevada, ocorreu mudanças nas propriedades físicas, químicas e bioquímicas na massa seca do pimentão, essa temperatura também ofereceu uma coloração, mas atrativa no produto em relação as demais do teste.

Na secagem do pimentão (Figura 5), ocorreu o balanço entre a transferência de calor da corrente de ar para a superfície do pimentão e a transferência de umidade da superfície do pimentão para a corrente de ar, onde as amostras foram reduzindo os teores de umidade até o peso constante.

Figura 5. Curva de secagem de pimentão verde na temperatura de 60 °C. UATA/CCTA/UFCEG, Pombal-PB, 2015.



3.5.8 Rendimento

O rendimento foi determinado através da diferença do peso dos pimentões verdes *in natura* com os pimentões verdes desidratados. Os resultados foram expressados em percentagem.

3.5.9 Granulometria por peneiras

A granulometria foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Zanotto et al. (1996). Primeiramente secou-se a amostra em estufa e em seguida, realizou-se a trituração em moinho de facas. Montou-se o conjunto de peneiras sobre o equipamento vibrador, sobrepondo-as em ordem crescente de abertura das malhas.

Pesou-se aproximadamente 200 g, transferiu-se para o topo do conjunto de peneiras, colocou-se a tampa e prendeu-se firmemente o conjunto de peneiras ao equipamento vibrador. Ajustou-se o reostato do equipamento na posição 8 e realizou-se o peneiramento por um período de 10 minutos. Pesou-se individualmente as peneiras com as respectivas frações retidas e anotou-se o peso, calculando-se o peso da fração do ingrediente retido em cada peneira.

Logo após, realizou-se os cálculos da percentagem retida em cada peneira (%R) multiplicando-se por fatores convencionados e constantes, que decrescem de seis a zero com o decréscimo dos furos das peneiras.

Em seguida calculou-se o índice de uniformidade (IU) que foi determinado somando-se os valores de percentagem retidas (%R) das peneiras grossas, médias e finas. Posteriormente foi calculado o módulo de finura (MF) que foi dado pelo cálculo do produto total obtido dividido pelo total retido.

$$MF = \frac{PTO}{TR}$$

O diâmetro geométrico médio (DGM) foi calculado pela equação de Handerson adaptada para expressar o resultado em mm:

$$DGM = 104,14 X 2^{MF}$$

3.5.10 Umidade

Pesou-se as amostras em cadinho previamente tarado, posteriormente, colocou-se na estufa a 105 °C por 24 horas, resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente e pesou-se novamente. O procedimento foi executado segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

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

3.4.11 Cinzas

Pesou-se as amostras em cadinho previamente tarado e em seguida, carbonizou-se até 550 °C. Resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente e pesou-se novamente. O procedimento foi efetuado segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

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

3.5.12 Sólidos solúveis

Pesou-se 1 g das amostras desidratadas e dissolveu-se em 2 mL de água destilada. Em seguida, macerou-se em almofariz e logo após, envolveu-se a amostra em algodão e gotejou-se no refratômetro uma quantidade suficiente para cobrir superfície. Para as amostras *in natura* gotejou-se diretamente no refratômetro sem fazer diluições. O aparelho utilizado foi o refratômetro portátil digital na temperatura automática a 25 °C.

3.5.13 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para amostras desidratadas pesou-se 1 g e diluiu-se em 10 mL de água destilada, agitou-se o conteúdo até que as partículas ficassem uniformemente suspensas e realizou-se as leituras. As amostras *in natura* foram determinadas diretamente PHmetro digital de bancada, modelo DM-22. O procedimento foi efetuado segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.5.14 Densidade

Colocou-se 5 ml de óleo em proveta, logo após transferiu-se 1 g do pimentão seco para uma proveta e observou-se o seu deslocamento. O procedimento foi realizado de acordo com Sampaio et al. (2007).

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

3.5.15 Atividade de água

A determinação de atividade de água foi realizada usando hidrômetro de ponto de orvalho AquaLab, decagom, modelo 3T, fabricado por decagon Devices. Colocou-se uma quantidade suficiente para cobrir o porta amostra, logo após, realizou-se as leituras diretamente no equipamento à temperatura de 25 °C.

3.5.16 Solubilidade

A solubilidade foi realizada de acordo com o método descrito por Cruz (2013). Primeiramente pesou-se 0,10 g da amostra e adicionou-se 10 mL de água destilada. Em seguida, realizou-se uma centrifugação a 2500 RPM por 5 minutos e logo após, colocou-se 2 mL do sobrenadante em uma placa de petri seca e vazia e levando-se para uma estufa a 105 °C por 2 horas. Posteriormente, deixou-se em dessecador por 30 minutos e pesou-se novamente.

$$\text{Solubilidade \%} = \left[100 - \left(\frac{\text{Massa seca} \times 100}{\text{Massa inicial}} \right) \right]$$

3.5.17 Ácido ascórbico

Os teores de ácido ascórbico foram determinados segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Pesou-se as amostras e transferiu-se para erlenmeyer juntamente com 50 mL com ácido oxálico 0,5% gelado. Em seguida titulou-se contra a solução de Tillmans até o ponto de viragem. Os resultados foram expressos em mg/100g de ácido ascórbico.

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

3.5.18 Acidez titulável

Determinou-se os teores de acidez segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Pesou-se a amostra, transferiu-se para erlenmeyer contendo 50 ml de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína, posteriormente, titulou-se contra a solução de Hidróxido de Sódio a 0,1 M. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico por fruto.

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

3.5.19 Lipídios

Pesou-se 5 g da amostra e colocou-se para secar em estufa a 105 °C por uma hora. Transferiu-se a amostra para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Acoplou-se os tubos previamente tarados ao aparelho extrator e adicionou-se Hexano em quantidade suficiente.

Foi deixado sob aquecimento para à extração contínua por 6, retirou-se o tubo transferindo-se para uma estufa a 105 °C deixando por uma hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se novamente. O procedimento foi realizado segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

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

3.5.20 Proteínas

Para a digestão pesou-se 0,2 g das amostras e colocou-se nos tubos de Kjeldahl, adicionou-se 1,5 g da mistura catalítica e 3 mL de ácido sulfúrico. Logo após, colocou-se para digerir no bloco digestor com a chapa a 100°C. A cada 30 minutos aumentou-se 50 °C até atingir 400 °C, deixando sob aquecimento até que o conteúdo do tubo ficasse límpido e transparente.

Deixou-se esfriar por 30 minutos. Para a destilação da amônia foi adicionado 5 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína. Posteriormente, foi inserido o tubo com a amostra digerida no destilador e em seguida, foi adicionado 10 mL de NaOH 63%.

Transferiu-se 10 mL de ácido bórico 2% para um erlenmeyer, 4 gotas de alaranjado de metila e 6 gotas de verde de bromocresol inserindo-o no aparelho. Deixou-se destilar um volume de 50 mL. Sem demora, retirou-se o erlenmeyer e realizou-se a titulação do borato de amônio contra solução de ácido clorídrico 0,1N. Todo o procedimento foi executado de acordo com a metodologia descrita por Cecchi (2003).

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

3.5.21 Açúcares totais

Pesou-se a amostra, macerou-se e diluiu-se em 50 mL de água destilada. Posteriormente, deixou-se em repouso e realizou-se uma filtração. Tomou-se em tubos de vidro os reagentes seguindo a ordem da curva padrão. Adicionou-se a amostra, água e antrona a 0,2%. Levou-se os tubos ao banho-maria a 100 °C por 3 minutos e deixou-se esfriar. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro na absorvância de 620 nm. A análise foi realizada seguindo o método de Yemm et al. (1954).

3.5.22 Açúcares redutores

Pesou-se a amostra, macerou-se e diluiu-se em 25 mL de água destilada. Deixou-se em repouso e realizou-se uma filtração. Tomou-se em tubos de vidro os reagentes seguindo a mesma ordem da curva padrão. Adicionou-se a amostra, a água e o DNS a 1%. Levou-se os tubos ao banho-maria a 100 °C por 5 minutos e deixou-se esfriar. As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro na absorvância de 540 nm. A análise foi executada seguindo o método de Miller (1959).

3.6 Análises bioquímicas

3.6.1 Clorofila e carotenoides totais

Foram determinados de acordo com o método de Lichtenthaler (1987). Pesou-se a amostra, colocou-se em um almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio juntamente com 3 mL de acetona 80% e macerou-se no cadinho com almofariz. Transferiu-se o extrato para um tubo de centrifuga completando-se o volume para 5 mL. Logo após, centrifugou-se por 10 minutos a 10 °C e 3000 rpm. Tomou-se uma alíquota numa cubeta e fez-se as leituras em espectrofotômetro nas absorvâncias de 470, 646 e 663 nm.

$$\text{Clorofila A} = [(12,21 \times \text{Abs}663) - (2,81 \times \text{Abs}646)]$$

$$\text{Clorofila B} = [(20,133 \times \text{Abs}646) - (5,03 \times \text{Abs}663)]$$

$$\text{Clorofila total} = \{[(17,3 \times \text{Abs646}) + (7,18 \times \text{Abs663})]\}$$

$$\text{Carotenoides Total} = \left\{ \frac{[(1000 \times \text{Abs470} - (1,82 \times \text{Ca}) - (85,02 \times \text{Cb}))]}{198} \right\}$$

3.6.2 Flavonóides e antocianinas

Foi utilizado o método de Francis (1982). Pesou-se as amostras e macerou-se em almofariz juntamente com 5 mL de etanol-HCL. Logo após, transferiu-se o extrato para um tubo de centrífuga completando-se o volume para 10 mL. Deixou-se na geladeira por 24 horas e no dia seguinte centrifugou-se por 10 minutos a 10 °C e 3000 rpm. Tomou-se uma alíquota numa cubeta e fez-se as leituras em espectrofotômetro nas absorvâncias de 374 nm para flavonóides e 535 nm para antocianinas.

$$\text{Flavonoides} = \left[\frac{(\text{Fd} \times \text{absorbância})}{76,6} \right]$$

$$\text{Antocianinas} = \left[\frac{(\text{Fd} \times \text{absorbância})}{98,2} \right]$$

3.6.3 Compostos fenólicos

A análise foi efetuada seguindo o método de Waterhouse (2015). Primeiramente pesou-se as amostras, macerou-se e diluiu-se em 50 mL de água destilada, posteriormente, deixou-se em repouso por 30 minutos e realizou-se uma filtração. Tomou-se em tubos de vidro os reagentes seguindo a mesma ordem da curva padrão.

Adicionou-se o extrato da amostra, água e Folin Ciocalteau, agitou-se e depois de 3 minutos adicionou-se o carbonato de sódio a 20%. Em seguida, os tubos repousaram por 30 minutos em banho-maria a 37 °C. As leituras foram feitas em espectrofotômetro na absorvância de 765 nm. O branco foi preparado da mesma maneira, mas sem a adição do extrato.

3.7 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal, de acordo com as diretrizes gerais da Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA. Foram estabelecidos, valores toleráveis para coliformes totais a 45 °C e ausência *Staphylococcus* spp, *Escherichia Coli*, Bolores e Leveduras.

3.8 Análise estatística

Os resultados 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 programa Assistat, versão 7.7 beta (2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização física

Os pimentões obtiverem média de 99,3 g de massa fresca, 8,5 cm de comprimento longitudinal e de 7,4 cm de comprimento transversal (Tabela 1). Os pimentões encontrados no comércio são muito variáveis, quanto ao seu peso e comprimento, isto devido aos vários métodos de produção, variando entre as diversas regiões, que envolve cultivares e grupos diferentes.

Ferreira et al. (2013) estudaram a caracterização físico-química de frutos de pimentão em diferentes acessos mercadológico, encontrando para a massa fresca 202,50 g, e para os comprimentos longitudinal e transversal 12,17 e 7,82 cm respectivamente. Já Rinaldi et al. (2008) informou que a massa do pimentão produzido em campo foi de 164,30 g, o comprimento transversal foi de 12,29 cm e comprimento longitudinal de 6,79 cm.

Tabela 1. Variáveis físicas dos pimentões *in natura* e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Caracterização	Tratamentos	
	<i>In natura</i>	Seco 60 °C
Massa fresca (g)	99,3 ± 8,3	-
Comp. Longitudinal (cm)	8,5 ± 0,6	-
Comp. Transversal (cm)	7,4 ± 0,7	-
Firmeza (N)	67,7 ± 0,6	-
Densidade (g/cm ³)	-	1 ± 0
Solubilidade (%)	-	81,4 ± 8,3

O valor médio da firmeza da polpa dos pimentões *in natura* foi de 67,7 N (Tabela 1). Botrel et al. (2014) trabalharam com pimentões produzidos em sistemas orgânicos e verificaram para a firmeza da polpa valores variando entre 58,7 a 49,27 N.

O resultado da densidade do pimentão seco foi de 1 g/cm³ (Tabela 1). Não foram encontrados na literatura valores de densidade para a massa seca do pimentão, sendo importante que esse estudo seja melhor explorado.

A solubilidade do pimentão seco foi de 81,4% (Tabela 1), não sendo encontrado na literatura valores de solubilidade para o pimentão seco. O estudo conduzido por Cruz (2013) mostrou que a solubilidade do pó da polpa de goiaba, foi de 88,80%. Estando o pimentão seco com valores próximos do citado pelo autor.

O primeiro tratamento diferiu estatisticamente dos demais e os dois últimos não diferiram entre si. Na variável L* (Tabela 2) destacou-se o pimentão *in natura* apresentando em média uma cor verde mais clara que se tornou mais escura à medida em que o pimentão sofreu o processamento e secagem.

Observa-se que todos os tratamentos diferiram estaticamente entre si. Para variável a* (Tabela 2) pode-se constatar que os dois primeiros valores indicaram um verde e o último tendenciou a um verde avermelhado.

Os dois primeiros tratamentos não diferiram estatisticamente entre si e o ultimo diferiu dos demais. Na variável b* (Tabela 2) todos os resultados indicaram uma cor verde amarelada.

Tabela 2. Coloração dos frutos de pimentões *In natura*, da polpa processada e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Coloração	Tratamentos			CV (%)	DMS
	<i>In natura</i>	Polpa	Seco 60 °C		
L*	37,9 a*	25,1 b	22,1 b	10,3	4,9
a*	-12,1 a	-8,4 b	+1,5 c	8,4	1,0
b*	+22,4 a	+22,5 a	+17,9 b	9,2	3,2

*As médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

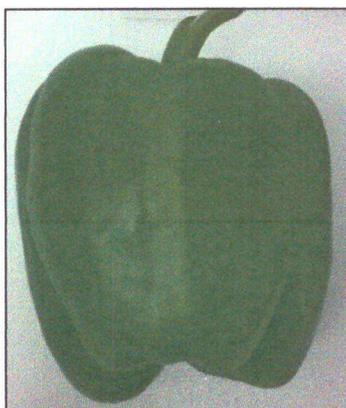
Segundo Leme (2012) os valores médios da coloração de pimentão cultivados em sistema orgânico, variaram de 45,70 a 34,15 para as coordenadas L* e de -15,92 a -13,37 na coordenada a*.

No estudo realizado por Botrel et al. (2015) os valores da coloração de pimentões verdes produzidos em sistema orgânico nas condições do cerrado, variaram de 43,63 a 22,14 para L*, -13,43 à -8,57 para a* e 34,45 a 14,16 para b*.

Para Arlindo et al. (2007) a coloração do pimentão seco foi de 41,70 para L*, +4,90 para a* e +28,27 para b*. Sabe-se que as colorações dos frutos são extremamente importantes pois indicam a presença de nutrientes, fitonutrientes e antioxidantes (SAÚDE, 2014).

No que diz respeito à aparência dos pimentões no período de armazenamento. Os mesmos mostraram-se inicialmente com perfeitas condições de consumo (Figura 6), com pele lisa e bonita (Tabela 3).

Figura 6. Pimentão com pele lisa, bonita e cor verde brilhante. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.



Notou-se que os pimentões começaram o processo de senescência a partir do sétimo dia, passando a apresentar rugas ficando murchos e com baixa firmeza sendo visualmente não atrativo para o consumidor (Figura 7).

Figura 7. Pimentão enrugado com cor verde e marrom. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

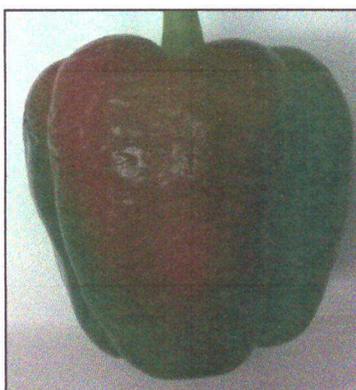


Tabela 3. Análise visual ao longo do armazenamento dos pimentões verdes. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Dias 23 °C	Características			
	Aparência	Cor	Aroma	Perda de massa (%)
0	Pele lisa e bonita	Verde brilhante	Forte	0,0 ± 0,0*
1	Pele lisa e bonita	Verde brilhante	Forte	1,8 ± 0,18
2	Pele lisa e bonita	Verde brilhante	Forte	3,7 ± 1,3
3	Pele lisa e bonita	Verde brilhante	Forte	4,9 ± 0,4
4	Poucas rugas	Verde opaco	Forte	7,2 ± 0,6
5	Poucas rugas	Verde opaco	Forte	8,6 ± 0,7
6	Poucas rugas	Verde opaco	Forte	11,0 ± 1,1
7	Enrugado	Verde e marrom	Forte	12,6 ± 1,3
8	Enrugado	Verde e marrom	Forte	14,9 ± 1,4
9	Enrugado	Verde e marrom	Fraco	18,1 ± 1,6
10	Murcho com rugas	Verde e marrom	Fraco	20,4 ± 1,9
11	Murcho com rugas	Verde e marrom	Fraco	23,3 ± 1,3
12	Murcho sem firmeza	Verde e marrom	Fraco	26,0 ± 2,1
13	Murcho sem firmeza	Verde e marrom	Fraco	29,0 ± 2,6
14	Entrando senescência	Verde e marrom	Fraco	32,7 ± 2,6
15	Entrando senescência	Verde e marrom	Fraco	36,3 ± 2,7

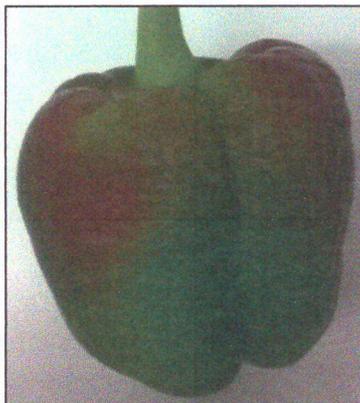
*Valores das médias de cinco repetições ± desvio-padrão.

Os pimentões mudaram a sua coloração no decorrer da análise (Figura 8), passando de verde brilhante para um marrom, ou seja, para metade verde e metade marrom (Tabela 3).

Isso pode ser explicado porque os pimentões são frutos não-climatéricos, ou seja, após a colheita os mesmos sofreram com a senescência, acontecendo a degradação das membranas, juntamente com o escurecimento enzimático, que influenciou na sua mudança de coloração.

Chitarra; Chitarra (2005) informaram que coloração é tida como o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, podendo variar entre cultivares. Modificações na coloração dos frutos com a maturação ocorrem tanto em razão dos processos degradativos, como dos processos sintéticos.

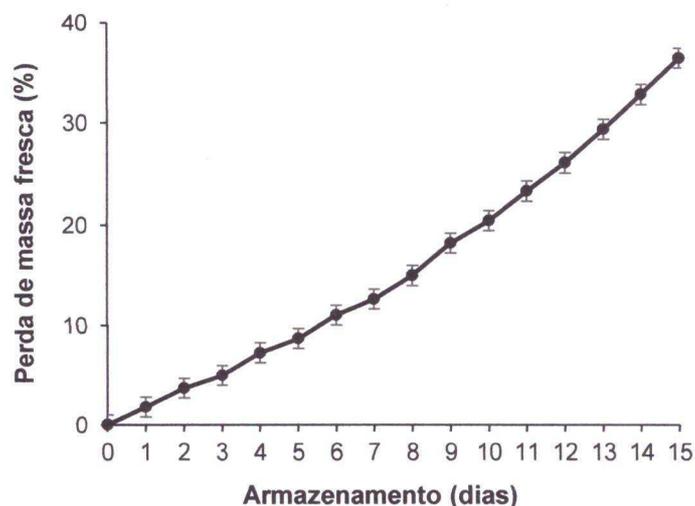
Figura 8. Pimentão com senescência com cor verde e marrom. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.



O aroma dos pimentões foram diminuindo com o passar dos dias das análises, inicialmente possuíam um aroma forte e atrativo (Tabela 3), a partir do nono dia o aroma tornou-se mais fraco, estando os pimentões menos atrativos para um possível comprador.

Houve perda de massa durante o período de armazenamento dos frutos de pimentão, atingindo um valor de 36,3% em um período de 15 dias (Tabela 3). Os pimentões foram colocados numa temperatura de 23 °C por ser a mais próxima do que era utilizada nos mercadinhos da região.

Figura 9. Perda de massa fresca do pimentão verde *in natura*, armazenados por 15 dias. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.



A figura 9 pode observar a representação da perda de massa fresca em função dos dias de armazenamento dos pimentões. Se analisarmos o gráfico é possível identificar houve uma perda de massa crescente em todos os dias de armazenamento.

Lemos (2006) observou que a perda de massa em pimentões verdes num período de 20 dias foi de 32,42%. Quando comparado com a (Tabela 3) nota-se que os valores encontrados foram próximos dos citados, indicando que a taxa de respiração pode ter sido semelhante.

Damatto et al. (2010) avaliaram a qualidade de frutos de pimentão colhidos em dois estádios de maturação e verificaram que frutos verdes sem embalagem apresentaram perdas de massa diárias de 1,41 g.

Os problemas relacionados a injúria nos frutos, faz com que, o produto não possua parâmetros visuais agradáveis para o consumidor, resultando em desperdício e custo.

Após o processamento foi constatado que houve uma perda de 3 kg de matéria-prima na forma de resíduos como sementes e talos, representando uma perda de 25%. Constatou-se que após o processo de secagem o pimentão perdeu 6,6 kg do seu peso inicial e rendeu 0,402 kg de massa seca (Tabela 4). Na secagem ocorreu uma perda de 94,28% na forma de água evaporada.

O rendimento total da desidratação do pimentão foi de 3,09% em 12 kg de frutos de pimentão. O baixo rendimento das amostras que passaram pelo processo de desidratação, pode ser explicado devido perda excessiva de água do fruto, devido o pimentão ser um alimento altamente perecível.

Tabela 4. Rendimento do pimentão seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Rendimentos	
Processamento (kg)	12
Rejeito (kg)	3
Secagem (kg)	7
Rendimento na secagem (kg)	0,402
Rendimento total (%)	3,09
Água evaporada (%)	94,28

Uma alternativa para aumentar o rendimento do extrato seco de pimentão verde é realizar a secagem do produto juntamente com partes de alimentos que normalmente são desprezadas no processamento mínimo, como talos e sementes.

Mesmo com o baixo rendimento vale ressaltar que o extrato seco pimentão verde tem uma vida de prateleira superior em relação ao *in natura*, já que a vida útil do pimentão *in natura* é de aproximadamente duas semanas.

Observa-se na tabela 5 que a porcentagem retida foi maior na primeira e última peneira. Nota-se que ocorreu uma variação no número de partículas do extrato seco de pimentão.

Tabela 5. Resultados para obtenção do MF, IU e DGM das partículas da amostra dos pimentões secos a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

ABNT	Furos (mm)	(PR)* g	(%R)	Ki	Ki . %R
7	2,80	41,7	23,4	6	140,4
14	1,40	22,7	12,7	5	63,7
18	1,00	32,3	18,1	4	72,4
20	0,85	11,1	6,2	3	18,6
32	0,50	32,5	18,2	2	36,4
60	0,25	38,1	21,4	1	21,4
Fundo	--	0	0	0	0
Total	--	-	100	0	353

*PR: Número de partículas retidas, %R: Porcentagem retida em cada peneira, K: Constantes.

Conforme os resultados obtidos na Tabela 6 o índice de uniformidade foi variável, sendo 36% de partículas grossas, 24% de partículas médias e 40% de partículas finas, somando 100% no total.

O tamanho das partículas influencia na qualidade do produto a ser comercializado, uma vez que está diretamente relacionada com a absorção e degradabilidade dos nutrientes (ZANOTTO et al., 1996).

O diâmetro geométrico médio das partículas do ingrediente triturado possibilitou correlacionar a granulometria do ingrediente com a dissolução dos componentes da massa seca do pimentão verde.

Tabela 6. Números de partículas granulométricas dos pimentões seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Partículas	Proporção relativa	
	IU*	%
Grossas	3,6	36
Médias	2,4	24
Finas	4,0	40
---	10,0	100

*IU: Índice de uniformidade, % Percentagem

4.2 Qualidade do pimentão *in natura* e desidratado

O valor médio da umidade do pimentão *in natura* conforme a tabela 7 foi de 93,4% diferindo do desidratado que foi de 11,1%. O pimentão *in natura* é extremamente úmido devido ser um alimento altamente perecível. Segundo Rinaldi et al. (2008) a umidade dos pimentões produzidos com campo em hidroponia variou de 92,59 a 93,88%. Já o resultado da umidade do pimentão seco de acordo com Arlindo et al. (2007) foi de 12,10%. Os resultados encontrados neste trabalho foram similares aos valores apresentados pelos autores.

O teor de cinzas dos pimentões *in natura* foi de 0,4%, (Tabela 7) sendo inferior ao desidratado que foi de 7,3%, mostrando diferença significativa. As cinzas se concentraram devido a perda de água corrida durante a secagem. O teor de cinzas dos pimentões *in natura* foi similar aos indicados por Rinaldi et al. (2008) que encontraram valores de 0,42 a 0,35%. Já os resultados da cinza do pimentão seco de acordo com Arlindo et al. (2007) foi de 5,13%.

Os resultados dos sólidos solúveis foram diferentes entre si como mostra a na tabela 7, com valor de 4,6% para o pimentão *in natura* e de 38,3% para a massa seca. Essa alteração pode ser explicada devido a perda de água ocorrida durante a secagem, aumentando a concentração dos sólidos presentes no pimentão desidratado. Os sólidos solúveis em frutos de pimentão em diferentes condições de armazenamento, encontrados por Lemos (2006) foi de 3,69%. De acordo com Leme (2012) os sólidos solúveis em diferentes variedades de pimentão, foram de 3,43 a 3,77%. O resultado do experimento mostrou-se superior em relação aos encontrados pelos autores.

Tabela 7. Qualidade dos pimentões verdes *in natura* e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Qualidade	Tratamentos			
	<i>In natura</i>	Seco 60 °C	CV (%)	DMS
Umidade (%)	93,4 a*	11,1 b	1,0	0,8
Cinzas (%)	0,4 b	7,3 a	10,4	0,6
Sólidos solúveis (%)	4,6 b	38,3 a	2, 2	0,7
pH	6,0 a	6,0 a	9, 4	0,2
Atividade de água (Aw)	1 a	0,570 b	3,1	0,0
Ácido ascórbico (mg/100g)	3,0 b	135,1a	0,2	0,2
Acidez titulável (%)	0,1 b	1,9 a	5,7	0,1
Lipídios (%)	0,2 b	1,3 a	12,1	0,1
Proteínas (%)	1,5 b	19,6 a	6,0	0,9
Açúcares totais (g/100g)	3,8 b	33,8 a	8,0	2,2
Açúcares redutores (g/100g)	2,8 b	13,6 a	11,1	1,3

*As médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

Na tabela 7 observa-se que os valores de pH foram semelhantes, sendo de 6,0 não diferindo estatisticamente entre si. Mesmo após a secagem a concentração do pH manteve-se intacta. O pH encontrado por Lemos (2006) em frutos de pimentão submetidos a diferentes formas de armazenamento foi de 5,33. Já os valores médios de pH em diferentes variedades de pimentão, apresentados por Leme (2012) foram de 5,93 a 6,66. Segundo Arlindo et al. (2007) o pH apresentado no pimentão seco foi de 4,82.

Os teores de atividade de água Aw diferiram entre si, sendo a do pimentão *in natura*, de 1 e no pimentão seco de 0,570. Observa-se na tabela 7 que, a secagem do pimentão reduziu a quantidade de água disponível para possíveis deteriorações microbiológicas e enzimáticas.

De acordo com Araújo et al. (2010) os valores de Aw em diferentes hortaliças *in natura* variaram de 0,990 a 0,999. Na pesquisa realizada por Arlindo (2005) os teores de Aw do pimentão seco variou de 0,222 a 0,822. Observa-se na tabela 6 que os resultados encontrados no trabalho estão dentro dos valores citados na literatura.

O ácido ascórbico no pimentão *in natura* foi de 3,0 mg/100g e no desidratado de 135,1 mg/100g (Tabela 7). Verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos. Mesmo expondo o pimentão a temperatura elevada o ácido ascórbico manteve-se nas amostras, concentrando-se após a evaporação da água nela contida.

Segundo Leme (2008) o teor do ácido ascórbico de pimentões armazenados sob refrigeração foi de 190,80 mg/100g. Na pesquisa realizada por Maciel et al. (2003), o valor de ácido ascórbico do pimentão comum foi de 115,94 mg/100g. Já Leme (2012) informou que os valores de ácido ascórbico em diferentes variedades de pimentão, foram de 57,17 a 69,64 mg/100g. Os teores de ácido ascórbico do pimentão seco apresentado por Arlindo et al. (2007), foi de 333,84 mg/100g.

Nota-se que os resultados encontrados na literatura foram superiores se comparados com o descoberto no presente trabalho. Uma explicação para a diferença de ácido ascórbico entre os diferentes tipos de pimentões, pode ser devido as variedades do pimentão, o método de cultivo, a região e o solo de plantio.

Na acidez titulável houve diferença significativa, sendo os valores do pimentão *in natura* de 0,1% (Tabela 7) e do pimentão seco de 1,9%. Nota-se que houve um aumento da acidez após a secagem do pimentão devido a perda de água ocorrida no processo. De acordo com Ferreira et al. (2013) o valor médio de AT dos pimentões verdes em diferentes ambientes de venda foi de 0,19%.

Já os teores de AT do pimentão verde de diferentes condições de armazenamento segundo Lemos (2006) foi de 0,22%. Lemos et al. (2008) estudaram o processo de armazenamento de frutos de pimentão, verificando valores de 0,227%. Os valores de AT do pimentão seco citado por Arlindo et al. (2007), foi de 3,63%. Nota-se que o resultado encontrado no presente trabalho foi inferior se comparado com os valores citados pelos autores. Devido as variedades e grupos de pimentões existentes no mercado.

Os teores de lipídios entre os tratamentos diferiram entre si, apresentando valores de 0,2% para o *in natura* e 1,3% no desidratado (Tabela 7). O valor de lipídios do pimentão *in natura* foi inferior devido a quantidade de água nele presente. Segundo o trabalho citado por Rinaldi et al. (2008) a quantidade de lipídios em pimentões produzido em campo foi de 0,11 a 0,14%. Os teores de lipídios encontrado no presente trabalho foi superior se comparado com o do autor.

As proteínas também apresentaram diferença entre os tratamentos, com valores variando de 1,5% no *in natura* e 19,6% no desidratado. De acordo com Rinaldi et al. (2008) o teor de proteínas em pimentões verdes foi de 0,07% a 0,12%. O pimentão analisado apresentou valor superior de proteínas em relação ao citado. Observa-se na tabela 7 que houve uma concentração das proteínas após a secagem.

O açúcar total no pimentão *in natura* (Tabela 7) foi de 3,8 mg/100g, diferindo estatisticamente do desidratado, que foi de 33,8 mg/100g. A evaporação da água durante a secagem concentrou os açúcares do pimentão seco. Segundo Rinaldi et al. (2008) as quantidades de açúcares totais em pimentões foram entre 5,06 a 6,14%. No trabalho de Junior et al. (2010) os teores de açúcar em pimentão amarelo colhidos verde foi de 2,55%.

O açúcar redutor (Tabela 7) apresentou diferença significativa em relação aos tratamentos estudados, apresentando valores de 2,8 g/100g no *in natura* e 13,6 g/100g no desidratado. Também ocorreu a concentração do açúcar redutor com a perda de água durante a secagem. Não foi encontrado na literatura valores para açúcares redutores em pimentão.

4.3 Bioquímica do pimentão *in natura* e desidratado

A clorofila total do pimentão *in natura* foi de 6,5 mg/100g (Tabela 8) e no pimentão desidratado foi de 43,3 mg/100g, diferindo os seus valores entre si. De acordo com Hojo et al. (2007), o valor de clorofila total em polpa de pimentões em condição ambiente foi de 6,79 mg/100g.

Já segundo Leme (2008) os teores de clorofilas total em pimentão verde foi de 4,99 mg/100g. O resultado encontrado no presente experimento foi próximo dos citados pelos autores. Na pesquisa de Arlindo et al. (2007) mostrou que o valor médio de clorofila total do pimentão seco foi de 21,35 mg/100g. Nota-se, que o valor verificado pelo autor foi inferior, se comparado com os resultados do presente trabalho.

Na tabela 8 observa-se que o valor médio encontrado para carotenóides do pimentão *in natura* foi de 23,8 µg/g, apresentando diferença significativa em relação ao pimentão desidratado, que foi de 123,0 µg/g. Maciel et al. (2003) encontraram para carotenóides totais em pimentão comum um valor de 2,88 mg/100g, que

corresponde a 28,8 µg/g. O valor encontrado no presente trabalho está próximo do citado pelo autor. Já Nachtigall et al. (2007), informaram que o teor de carotenóides totais em pimentão verde foi de 0,51 mg/100g, que corresponde a 5,1 µg/g.

Tabela 8. Variáveis bioquímicas dos pimentões verdes *in natura* e seco a 60°C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Bioquímicas	Tratamentos			
	<i>In natura</i>	Seco 60 °C	CV (%)	DMS
Clorofila total (mg/100g)	6,5 b*	43,3 a	11,2	4,1
Carotenóides totais (µg/g)	23,9 b	123,0 a	11,6	12,5
Flavonóides (mg/100g)	17,3 b	277,5 a	2,1	4,5
Antocianinas (mg/100g)	0,4 b	11,2 a	7,6	0,6
Compostos fenólicos (mg/100g)	57,6 b	1816,4 a	7,9	108,4

*As médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação; DMS: Desvio mínimo significativo.

O valor médio dos flavonóides do pimentão *in natura* foi de 17,3 mg/100g e do pimentão seco de 277,5 mg/100g, os resultados diferiram estatisticamente entre si (Tabela 8). De acordo com Maciel et al. (2003), os valores de flavonóides para o pimentão comprido foi de 10,24 mg/100g, no pimentão amarelo de 8,46 mg/100g e no pimentão comum de 6,50 mg/100g. Nota-se que o teor de flavonoides desta pesquisa foi maior se comparado com o de Maciel et al. (2003).

A antocianina do pimentão *in natura*, apresentou valor médio de 0,4 mg/100g, diferindo do valor do pimentão seco, que foi de 11,2 mg/100g (Tabela 8). Segundo Maciel et al. (2003), o resultado de antocianinas apresentado em pimentão roxo foi de 5,64 mg/100g, no pimentão amarelo de 0,16 mg/100g. Não foram encontrados valores para antocianinas em pimentão verde na literatura.

Os teores de compostos fenólicos disponíveis na tabela 8 apresentaram valor médio de 57,6 mg/100g para o pimentão *in natura* e 1816,4 mg/100g no pimentão seco, mostrando diferença significativa entre si. Segundo Leme (2012), os valores médios de compostos fenólicos totais em diferentes variedades de pimentão, foram de 89,59 a 137,04 mg/100g para pimentão *in natura*. Já Maciel et al. (2003) mostraram valores para compostos fenólicos de 90 mg/100g.

Não foram encontradas pesquisas que informassem valores para carotenóides, flavonóides, antocianinas e compostos fenólicos do pimentão seco. Observa-se na tabela 8 que houve uma concentração dos componentes bioquímicos após a secagem, o que é explicado pela diminuição da quantidade de água disponível do pimentão desidratado.

4.4 Resultados microbiológicos

No presente trabalho a contagem de coliformes termotolerantes foi abaixo do limite máximo permitido. Constatou-se a ausência para *Staphylococcus spp*, *Escherichia Coli*, Bolores e Leveduras, estando de acordo com legislação. A partir dos resultados obtidos na tabela 9, notou-se que a sanitização e cuidados durante o processamento e secagem foram eficiente, estando as amostras aptas para o consumo e comercialização.

Tabela 9. Parâmetros microbiológicos dos pimentões verdes *in natura* e seco a 60 °C. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

Parâmetros	Padrão	<i>In natura</i>	Seco 60 °C
Coliformes a 30°C NMP* g/mL	-	0	0
Coliformes a 45°C NMP g/mL	10 ²	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus spp</i>	10 ²	Ausente	Ausente
<i>Escherichia Coli</i>	-	Ausente	Ausente
Bolores e Leveduras	-	Ausente	Ausente

*NMP: Número mais provável.

Segundo Silva (1997) os coliformes termotolerantes, abrangem pelo menos três gêneros, *Escherechia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, o que indicam contaminação fecal quando presente nos alimentos. O *Staphylococcus spp* destaca-se por ser considerado um patógeno humano oportunista e frequentemente está associado a infecções e intoxicações.

5 CONCLUSÃO

A perda de água ocorrida durante o processo de secagem, aumentou a concentração dos componentes químicos e bioquímicos da massa seca do pimentão verde, especialmente as de ácido ascórbico, açúcares, proteínas, pigmentos e compostos fenólicos. O aumento dos nutrientes favoreceu a realização da secagem, sendo uma alternativa durante o período de safra, para aproveitar as grandes produções.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS: **Brazilian Vegetable Yearbook**, Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2012.

ANTONIO, G. C. **Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de banana nanica (*Musa cavendishi*) e de mamão formosa (*Carica papaya* L.)**. 2002. 104.p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), UNICAMP, SP, 2002.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ESPÍNDOLA, B. P. **Preservação da qualidade pós-colheita de araçá vermelho através do tratamento com 1-metilciclopropeno e do acondicionamento em embalagens plásticas, sob refrigeração**. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v.31, n.4, 2009.

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, 2010.

ARLINDO, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. **Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.9, n.2, 2007.

ARLINDO, D. M. **Armazenamento de pó de pimentão**. 2005. 89.p. Dissertação (Mestrado em Engenharia agrícola) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, 2005.

ALVES, L. P. **Crescimento e produção de pimentão, tipo páprica, sob diferentes níveis de adubação de nitrogênio e fósforo**. 2006. 53.p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acessado em: 12 junho 2015.

BEZERRA, T. S. **Desidratação de hortaliças: Aspectos teóricos**. 2007. 53.p. Monografia (Graduado em Tecnologia de Alimentos) Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

BOTREL, N.; RESENDE, F. V.; MORETTI, C. L. **Qualidade de cultivares de pimentão produzido em sistema orgânico nas condições do cerrado**. Associação brasileira de horticultura. Biblioteca virtual. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=6946>>. Acessado em: 15 de junho de 2015.

BOTREL, N.; RESENDE, F. V. **Qualidade de pimentões produzidos em sistema orgânico e armazenados com e sem refrigeração**. In: IV SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO, 3., 2014, Brasília. *Resumo*: Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2014.

CALDEIRA, K. A. V.; SILVA, S. F.; RIBEIRO, S. C. A.; RIBEIRO, C. F. A. **Aproveitamento da pimentão (brachyplatystoma vaillantii) desidratada na elaboração de temperos**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.1, 2011.

CARMO, S. A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo**. 2004. 127.p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola, (UEC), Campinas, São Paulo, 2004.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. S. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.)** da Embrapa Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003, 49p.

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

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

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

DAMATTO, J. E. R.; RUMY, G. R.; RODRIGUES, D. S.; VICENTINI, N. M.; CAMPOS, A. J. **Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça, v.17, n.1, 2010.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O.; QUEIROZ, V. A. V. **Desidratação por imersão-impregnação de abacaxi em soluções de sacarose e em xarope de açúcar invertido**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP, v.27, n.4, 2007.

DUARTE, A. J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. **Avaliação da atividade antioxidante utilizando o sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seuqestro de radical DPPH**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.26, n.2, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção**: Cultivo de pimenta. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Disponível em: < <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas.htm>>. Acesso em: 3 de junho de 2015.

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

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, L. L.; OLIVEIRA, F. S.; ALMEIDA, A. E. S.; LIMA, R. K. B.; LOIOLA, A. T.; SANTOS, E. C.; PORTO, V. C. N. **Caracterização físico-química de frutos de pimentão em diferentes acessos mercadológico**. Revista agropecuária científica no semiárido, Patos, v.9, n.1, 2013.

FERREIRA, A. G. **Estudo de viabilidade técnica da utilização de uma chaminé solar como secador de alimentos**. 2004. 172.p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas: **Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Viçosa, MG: UFV, 2003.

FRUTIFICAÇÃO. **Amadurecimento de frutos**. Disponível em: <<http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/APOSTILA/FRUTIFICACAO.pdf>>. Acessado em: 15 de julho de 2015.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E.N.; GRAÇA, R. N. **Acúmulo de nutrientes e métodos para estimar doses de nitrogênio e potássio na fertirrigação do pimentão**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.2, 2005.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Os antioxidantes**. Disponível: <<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>>. Acessado em: 10 de julho de 2015.

GASTRONOMIA. **A história dos temperos**. Disponível em: <http://www.ehow.com.br/historia-temperos-info_262288/>. Acessado em: 18 de julho de 2015.

GLABERT, M.; FILHO, N. P.; FÁVARO, S. P.; MUSIS, C. R. de. **Avaliação da qualidade sensorial de banana passa obtida em secador de frutas por convecção natural**. Revista Brasileira de Armazenagem. Viçosa, MG, v. 26, 2001.

HENZ, G. P.; COSTA, C. S. R.; CARVALHO, S.; BANCI, C. A. **Como cultivar pimentão: alta produtividade**. Cultivar Hortaliças e Frutas, Pelotas, v.7, n.42, 2007.

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**. Ciênc. agrotec., Lavras, v.31, n.1, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.

JARDIM, D. C. P. **Atividade de Água: Considerações Técnicas e Práticas.** FRUTHOTEC – ITAL. Disponível em: < <http://www.tecnovip.com/tendencias.asp>>. Acessado em: 22 junho de 2015.

JUNIOR, E. R. D.; GOTO, R.; RODRIGUES, D. S.; VICENTINI, N. M.; CAMPOS, A. J. **Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação.** Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça, v.17, n.1, 2010.

LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de pimentão. 'Magali R' 2006.** 115.p. Dissertação (mestrado em conservação e fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2006.

LEMOS, O. L.; REBOUÇAS, T. N. H.; JOSÉ, A. R. S.; VILA, M. T. R.; SILVA, K. S.; SILVA, D. S.; BARRETO, A. P. P.; BOMFIM, M. P. **Conservação do pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento associada à atmosfera modificada.** Magistra, Cruz das Almas, v.20, n.1, 2008.

LEME, S. C. **Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico.** 2012. 117.p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, (UFL), 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, 1987.

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

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.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, L. C. W. **Irrigação na cultura do pimentão.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012.

MALDONADO, V. **O cultivo do pimentão.** *Revista Cultivar Hortaliças e Frutas.* Pelotas, RS, 5.ed, jan. 2001. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos>>. Acessado em: 3 de junho de 2015.

MATOS, F. A. P.; BANCI, C. N.; GONTIJO G. M.; DIAS, G. M. **Saiba como cultivar hortaliças para colher bons negócios.** Brasília: Newman (Sebrae), 2011.

MINOLTA. **Precise color communication color control from perception to instrumentation.** Japan: Minolta Co., Ltd., 1998.

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of sugar.** *Analytical chemistry,* v.31, n.3, 1959.

MOTA, R. V. **Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêssego submetidas à desidratação osmótica.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.1, 2005.

MOSCONI, E. A.; SCALDAFERRO, M. A.; GRABIELE, M.; CECCHINI, N. M.; GARCÍA, Y. S.; JARRET, R.; DAVIÑA, J. R.; DUCASSE, D. A.; BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. (2007). **The Evolution of Chili Peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a Cytogenetic Perspective.** VI th International Solanaceae Conference. Acta Hort, 2007.

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, 2007.

NASCIMENTO, F. H. R.; BARBOSA, R. I.; LUZ, F. J. F. **Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia Brasileira. II. Hábitos e formas de uso.** Acta Amazônia, Roraima, v.37, n.4, 2007.

NATURDATA. **Biodiversidade online.** Disponível em: <http://naturdata.com/index.php?option=com_species&spid=4852:Capsicum-annuum&Itemid=66>. Acessado em: 15 de julho de 2015.

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. **Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado.** Revista Ciência Agronomia, Fortaleza, v.42, n.2, 2011.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética – Seleção e preparo de alimentos.** São Paulo: Atheneu, 8ª edição, 2001.

PANORAMA RURAL. **Pimenta um mundo de cores e sabores.** Panorama Rural, n. 84, 2006.

PARK, K. J.; VOHNIKOVA, Z.; BROD, F. P. R. **Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispata* L.).** Journal of Food Engineering. Oxford, v.51, n.3, 2002.

PALANGANA F. C.; SILVA E. S.; GOTO R.; ONO E. O. **Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.30, n.4, 2012.

RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J. B; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária.** Lavras: UFLA, 2004.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. ***Capsicum*, pimentas e pimentos no Brasil.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

RIBEIRO, C. S. C.; FREITAS, I. C.; CARVALHO, S. I. C. **Produção de pimentas diversas na região de Bico de Papagaio-TO.** Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v.24, n.2, 2006.

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, 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.

SAÚDE, D. **Os 7 Benefícios do pimentão para saúde.** Dicas de saúde, mar, 2014. Disponível em: <<http://www.saudedica.com.br/os-7-beneficios-pimentao-para-saude/>>. Acesso em: 3 de junho de 2015.

SANTOS, H. S. **Enxertia em plantas de pimentão (*capsicum annum* L.) no controle da murcha de fitóftora (*phytophthora capsici*) em ambiente protegido.** 2001. 86.p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu, SP, 2001.

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 DE 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.

SERRA, I. M. R. S.; SILVA, G. S. **Caracterização biológica e fisiológica de isolados de *Sclerotium rolfii* obtidos de pimentão no Estado do Maranhão.** Fitopatologia Brasileira, v.30, n.1, 2005.

SILVA, F. de A. S. **Software Assistat Versão 7.7.beta (2015) - Homepage** <<http://www.assistat.com>> - UFCG-Brasil, atualizado em 01 abril de 2015.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos.** São Paulo: Varela, 1997.

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

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 2000.

SOARES, E. C. **Desidratação da polpa de acerola (*malpighia emarginata* d.c.) Pelo processo "foam-mat.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v.21 n.2, 2001.

SÓ NUTRIÇÃO. **Ervas, condimentos e especiarias.** Disponível em: <<http://www.sonutricao.com.br/conteudo/artigos/ervas/>>. Acessado em: 15 de julho de 2015.

SCHAEFER. **Setor de hortaliças já produz mais de 19 milhões de toneladas.** Publicado em: 5 de junho de 2014. Disponível em: <<http://www.schaeferhidroponia.com.br/noticias/5/setor-de-hortali%C3%A7as-j%C3%A1-produz-mais-de-19-milh%C3%B5es-de-toneladas>>. Acessado em: 15 de julho de 2015.

VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MAKISHIMA, N. **Perdas na comercialização de hortaliças em uma rede varejista do Distrito Federal.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.20, n.3, 2003.

WATERHOUSE, A. **Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine.** American Journal of Enology and Viticulture, 2015.

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

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves.** EMBRAPA–CNPSA, 1996.

7 APÊNDICE

Figura 10. Curva de calibração da glicose. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

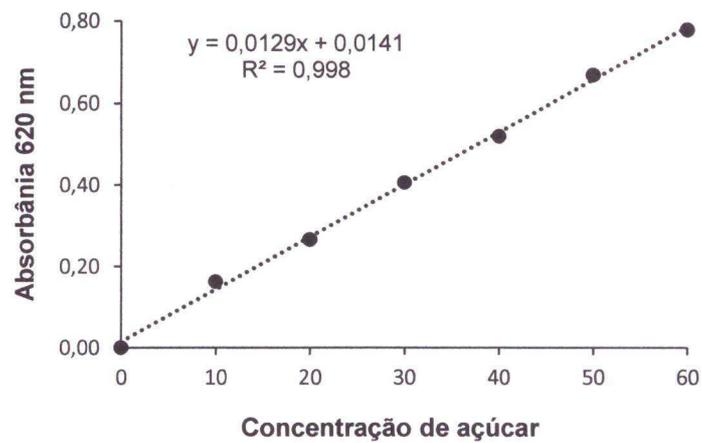


Figura 11. Curva de calibração da glicose. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

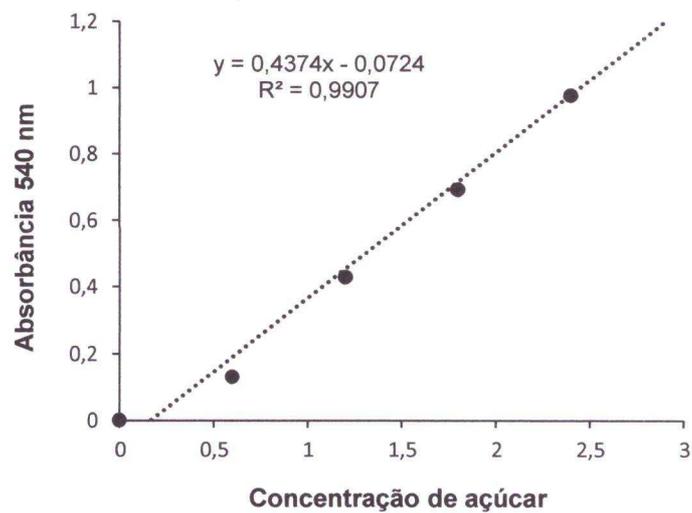


Figura 12. Curva de calibração do ácido gálico. UATA/CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

