



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE AMIDO E
DE ANTIOXIDANTE NA CONSERVAÇÃO DE INHAME
(*DIOSCOREA* SPP.) MINIMAMENTE PROCESSADO

Mateus de Carvalho Furtado

SÃO CRISTOVÃO-SE

Janeiro/2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE AMIDO E
DE ANTIOXIDANTE NA CONSERVAÇÃO DE INHAME
(*DIOSCOREA SPP.*) MINIMAMENTE PROCESSADO

Mateus de Carvalho Furtado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi

Co-Orientador: Dr^a. Alessandra Almeida Castro Pagani

Agência financiadora: CAPES

SÃO CRISTOVÃO-SE

Janeiro/2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

F992a Furtado, Mateus de Carvalho
Ação de revestimento comestível a base de amido e de antioxidante na conservação de inhame (*Dioscorea* spp.) minimamente processado / Mateus de Carvalho Furtado ; orientador Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi. – São Cristóvão, 2013.

60 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)
– Universidade Federal de Sergipe, 2013.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Alimentos – Conservação. 3. Revestimentos comestíveis. 4. Inhame. I. Carnelossi, Marcelo Augusto Gutierrez, orient. II. Título.

CDU 664.833.038:633.496



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

AÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE AMIDO E
DE ANTIOXIDANTE NA CONSERVAÇÃO DE INHAME
(DIOSCOREA SPP.) MINIMAMENTE PROCESSADO

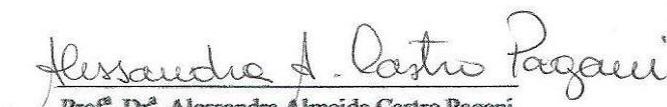
Autor: Mateus de Carvalho Furtado

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi

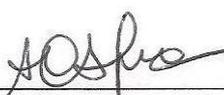
Banca examinadora:



Prof. Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi
Orientador/ PROCTA – UFS



Prof. Dr. Alessandra Almeida Castro Pagani
Co-Orientadora/PROCTA - UFS



Dr.ª Ana Veruska Cruz da Silva
Examinador Externo - EMBRAPA



Prof. Dr. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Examinador Interno - UFS

DEDICATÓRIA

Às minhas mães, Lúcia e Janice (Didinha), com todo amor.

VITAE DO CANDIDATO

Mateus de Carvalho Furtado, filho de Maria Lúcia de Carvalho Leite e José Geraldo Furtado, nasceu em 23 de agosto de 1985, em Aracaju-SE.

Em março de 2010, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) em São Cristóvão-SE e em abril de 2012 obteve o título de especialista em Gestão da Segurança de Alimentos pelo SENAC em Aracaju-SE.

Em março de 2011, iniciou o mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Sergipe em São Cristóvão-SE.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida e por permitir a realização dos meus sonhos.

Ao meu orientador, Dr. Marcelo Augusto G. Carnelossi, pela amizade, paciência, compreensão e incentivo para conquistar meus objetivos. O senhor é um exemplo que levarei por toda vida!! Muito obrigado, Marcelo!

Aos professores, Dra. Nilda Soares, Dr. Éber Medeiros e Dr. Rolf Puschmann da Universidade Federal de Viçosa pelo auxílio nos experimentos.

As minhas mães, Lúcia e Janice (Didinha), pela paciência, apoio, carinho e amor em todos os momentos da minha vida. Amo muito vocês!

A minha irmã e sobrinha, pelo simples fato de fazerem parte da minha vida.

A minha namorada, Rebeca, pelo amor, companheirismo, incentivo e principalmente pela compreensão nos momentos em que mais precisei. Amo muito você!

Aos amigos, Julianna, Patrícia, Hyrla, Mônica e Rejane pela amizade e o grande auxílio na realização do experimento.

Aos amigos conquistados em Viçosa pela amizade e em especial Kelem, Aline, Camilla, Stephania, Anderson e Wellington pelo auxílio e muitas risadas na realização do experimento.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos - UFS, pela amizade e incentivo.

A CAPES, pela bolsa de mestrado.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado a todos vocês!

AÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL E DE ANTIOXIDANTE NA CONSERVAÇÃO DE INHAME (*DIOSCOREA* SPP.) MINIMAMENTE PROCESSADO

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a ação do revestimento comestível a base de fécula de mandioca associado à incorporação de ácido ascórbico na conservação de inhame (*Dioscorea* spp.) minimamente processado. Os produtos minimamente processados foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido e envoltas em filme de polivinilcloreto (PVC). Os inhames foram armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); com revestimento (T2); com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento e 1% ácido ascórbico (T4); revestimento e 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). Foram avaliadas as mudanças físico-químicas (perda de massa, índice de escurecimento, compressão máxima, teor de sólidos solúveis totais, pH e acidez), as alterações bioquímicas (fenóis totais e atividade da polifenol oxidase) e as respostas fisiológicas (concentração de CO_2 , concentração de etileno, taxa respiratória e evolução de etileno). Os produtos dos tratamentos com revestimento comestível obtiveram menor perda de massa no final do armazenamento, no entanto os cinco tratamentos obtiveram valores próximos e abaixo dos 2%. Em relação às análises de compressão máxima, teor de sólidos solúveis, pH e acidez, os cinco tratamentos estudados não apresentaram efeitos significativos. O tratamento com 1% de ácido ascórbico (T3) apresentou o menor índice de escurecimento e foi eficiente no controle dos fatores bioquímicos, obtendo os maiores teores de fenóis totais e os menores valores da atividade da enzima polifenol oxidase durante os 12 dias de conservação. Em relação às análises fisiológicas, verificou-se que o revestimento comestível foi eficaz em retardar o metabolismo respiratório e que ácido ascórbico influenciou o sistema respiratório do inhame. Não foi detectada a presença de etileno, indicando uma baixa produção deste gás no inhame minimamente processado. O tratamento com 1% de ácido ascórbico (T3), associado ao adequado processamento mínimo e ao controle das condições de armazenamento (temperatura e umidade), foi eficiente na conservação do inhame minimamente processado. Uma vez que o aumento

do metabolismo respiratório após o processamento mínimo não influenciou os parâmetros físico-químicos avaliados e o T3 obteve os melhores resultados em relação aos fenóis totais, atividade da PPO e IE durante os 12 dias de armazenamento.

Palavras Chaves: antioxidante, inhame, revestimento comestível.

ACTION OF EDIBLE COATING AND ANTIOXIDANT IN CONSERVATION YAM (*DIOSCOREA* SPP.) MINIMALLY PROCESSED

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of edible coating of cassava starch associated with the incorporation of ascorbic acid in the conservation of yam (*Dioscorea* spp.) minimally processed. The minimally processed products were packed in polystyrene trays and wrapped in film polyvinylchloride (PVC). The yams were stored for 12 days at $8 \pm 1^\circ\text{C}$ and subjected to different treatments: control (T1); coated (T2); with 1% ascorbic acid (T3); coating and 1% ascorbic acid (T4); coating 1% ascorbic acid and 1% citric acid (T5). We evaluated the physicochemical changes (weight loss, browning index, maximum compression, total soluble solids, pH and acidity), biochemical changes (total phenols and polyphenol oxidase activity) and physiological responses (CO_2 concentration, ethylene concentration, respiration rate and ethylene evolution). The products of the treatments with edible coating had lower mass loss at the end of storage, however the five treatments reached values near and below 2%. Regarding the analysis of maximum compression, soluble solids, pH and acidity, the five treatments studied showed no significant effects. Treatment with 1% ascorbic acid (T3) had the lowest browning index and was efficient in control of biochemical factors, obtaining the highest total phenolic content and the lowest values of the activity of the enzyme polyphenol oxidase during the 12 days of storage. Regarding physiological analyzes, it was found that the edible coating was effective in slowing the respiratory metabolism and ascorbic acid influenced the respiratory system of yams. We did not detect the presence of ethylene, indicating a low production of this gas in minimally processed yam. The treatment with 1% ascorbic acid (T3), associated with the appropriate minimum processing and control of storage conditions (temperature and humidity), was effective in the conservation of minimally processed yam. Since the increase in respiratory metabolism after processing did not influence the physicochemical parameters evaluated and T3 obtained the best results in relation to total phenols, PPO activity and IE during the 12 days of storage.

Keywords: antioxidant, yam, edible coating

SUMÁRIO

	Pag.
AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iv
SUMÁRIO.....	v
ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
SÍMBOLOS E ABREVIACÕES.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. GERAL.....	3
1.1.2. ESPECÍFICOS.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. INHAME (<i>Dioscorea</i> SPP.).....	4
2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO.....	5
2.3. REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE AMIDO.....	6
2.4. ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO.....	9
2.5. ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. MATÉRIA-PRIMA.....	13
3.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO.....	13
3.2.1. ANTIOXIDANTE E REVESTIMENTO COMESTÍVEL.....	16
3.3. ARMAZENAMENTO, ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS.....	16
3.3.1. PERDA DE MASSA.....	18
3.3.2. COMPRESSÃO MÁXIMA.....	18
3.3.3. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	19
3.3.4. PH.....	19
3.3.5. ACIDEZ TITULÁVEL.....	19

3.3.6.	FENÓIS TOTAIS.....	19
3.3.7.	ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE.....	20
3.3.8.	ÍNDICE DE ESCURECIMENTO.....	20
3.4.	ANÁLISES FISIOLÓGICAS.....	21
3.4.1.	CONCENTRAÇÃO DE CO ₂ E DE ETILENO (C ₂ H ₄) EM SISTEMA FECHADO.....	21
3.4.2.	TAXA RESPIRATÓRIA E CONCENTRAÇÃO DE CO ₂ EM SISTEMA ABERTO.....	22
3.4.3.	INFLUÊNCIA DO ÁCIDO ASCÓRBICO NA TAXA RESPIRATÓRIA E NA CONCENTRAÇÃO DE CO ₂ EM SISTEMA FECHADO.....	24
3.5.	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
4.1.	ARMAZENAMENTO, ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS.....	27
4.1.1.	PERDA DE MASSA.....	27
4.1.2.	COMPRESSÃO MÁXIMA.....	28
4.1.3.	TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	30
4.1.4.	PH.....	31
4.1.5.	ACIDEZ TITULÁVEL.....	33
4.1.6.	FENÓIS TOTAIS.....	34
4.1.7.	ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE.....	36
4.1.8.	ÍNDICE DE ESCURECIMENTO.....	38
4.2.	ANÁLISES FISIOLÓGICAS.....	40
4.2.1.	CONCENTRAÇÃO DE CO ₂ E DE ETILENO (C ₂ H ₄) EM SISTEMA FECHADO.....	40
4.2.2.	TAXA RESPIRATÓRIA E CONCENTRAÇÃO DE CO ₂ EM SISTEMA ABERTO.....	41
4.2.3.	INFLUÊNCIA DO ÁCIDO ASCÓRBICO NA TAXA RESPIRATÓRIA E NA CONCENTRAÇÃO DE CO ₂ EM SISTEMA FECHADO.....	44

5.	CONCLUSÃO.....	47
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

ÍNDICE DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1- Análises físico-químicas do inhame <i>in natura</i> (controle) e inhame minimamente processado.....	4
Tabela 2- Tratamentos com revestimento a base de amido e antioxidantes utilizados para inhame minimamente processado.....	16
Tabela 3- Tratamentos com diferentes concentrações de ácido ascórbico utilizados para inhame minimamente processado.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1- Fluxograma do processamento mínimo do inhame.....	15
Figura 2- Inhame minimamente processado acondicionado em bandejas de poliestireno expandido e envoltas em PVC.....	17
Figura 3- Médias diárias da temperatura durante os 12 dias de armazenamento.....	17
Figura 4- Médias diárias da umidade durante os 12 dias de armazenamento....	18
Figura 5- Fluxograma da análise da concentração de CO ₂ e C ₂ H ₄ em sistema fechado.....	22
Figura 6- Fluxograma da determinação da taxa respiratória e da concentração de CO ₂ em sistema aberto.....	23
Figura 7- Fluxograma da avaliação da influência do ácido ascórbico na taxa respiratória e na concentração de CO ₂ em sistema fechado.....	25
Figura 8- Perda de massa (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a 8 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....	28
Figura 9- Compressão máxima (N) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a 8 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....	29
Figura 10- Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a 8 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1%	31

	ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....	
Figura 11-	pH de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....	32
Figura 12-	Acidez (% ácido cítrico) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....	34
Figura 13-	Fenóis totais solúveis (μg de ácido gálico/g massa fresca) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....	36
Figura 14-	Atividade da polifenol oxidase (unidade de enzima/g) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....	38
Figura 15-	Índice de escurecimento (IE) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento	39

- (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.....
- Figura 16- Concentração de CO₂ (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 6 horas a 8 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média..... 41
- Figura 17- Taxa respiratória (mlCO₂/Kg) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a 8 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média..... 43
- Figura 18- Concentração de CO₂ (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a 8 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média..... 43
- Figura 19- Taxa respiratória (mlCO₂/Kg) de inhames minimamente processados, armazenados por 6 horas a 25 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com 1% de ácido ascórbico (T2); apenas com 2% ácido ascórbico (T3). As barras representam o erro padrão da média..... 45
- Figura 20- Concentração de CO₂ (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 6 horas a 25 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com 1% de ácido ascórbico (T2); apenas com 2% ácido ascórbico (T3). As barras representam o erro padrão da média..... 45

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

α	Alfa
%	Percentual
°C	Graus Celsius
AA	Ácido Ascórbico
cm ³	Centímetro cúbico
CO ₂	Dióxido de carbono
g	Gramma
NaClO	Hipoclorito de sódio
IE	Índice de escurecimento
L	Litro
MF	Matéria fresca
mg.g ⁻¹	Miligramma por grama
mg.L ⁻¹	Miligramma por litro
mlCO ₂ .Kg ⁻¹	Mililitro de dióxido de carbono por quilo
µg.g ⁻¹	Microgramma por grama
µg.ml ⁻¹	Microgramma por mililitro
N	Newton
°Brix	Grau brix
pH	Potencial hidrogeniônico
PPO	Polifenol oxidase
PVC	Polivinilcloro
TSS	Teor de sólidos solúveis

1. INTRODUÇÃO

O inhame (*Dioscorea spp.*) pertence à família *Dioscoriaceae*, *Dicotiledônea* e ao gênero *Dioscorea*, com mais de 600 espécies, quatorze das quais tem seus tubérculos utilizados como alimento sendo a mais comum a *Dioscorea spp.*. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, o inhame é conhecido como cará, enquanto que na região Nordeste, maior produtora e consumidora do país, como ‘inhame’ (BRASIL, 2010). Pelo mundo afora, é denominado: yam, em inglês; ñame, em espanhol; e igname, que tem origem francesa (BRASIL, 2010). Em algumas regiões do país também chamam erroneamente de inhame algumas espécies do gênero *Colocasia* como, por exemplo, o "Taro" (*Colocasia esculenta*) o qual não apresenta nenhuma semelhança com as espécies do gênero *Dioscorea* (SANTOS, 2002).

O inhame é um alimento rico em carboidratos, fósforo, cálcio, ferro e vitaminas B1 e B2 (ABRAMO, 1990). Porém, por não estar incluída no rol das culturas nobres, a exploração do inhame não é contemplada nas políticas agrícolas importantes, apresentando carência de apoio técnico e de crédito, normalmente destinados às monoculturas de produtos exportáveis (RITZENGER *et al.*, 2003). O principal destino do inhame *in natura* é a produção de farinha e fécula, produtos tradicionais, porém de baixo valor comercial.

A aceitação e comercialização do inhame estão diretamente relacionadas à determinação da época, da idade de colheita, principalmente, ao manuseio pós-colheita da matéria-prima. Um dos principais problemas na comercialização do inhame são as elevadas perdas pós-colheita, provenientes do ataque de insetos, patógenos e condições de armazenamento e transporte inadequados (PEIXOTO NETO *et al.*, 2000). O processamento mínimo do inhame apresenta-se como uma opção tecnológica para reduzir essas perdas, fornecer produtos práticos para o consumo, com segurança alimentar, e que atendam às expectativas dos consumidores quanto à qualidade em seu sentido mais amplo, e, sobretudo, aos aspectos relacionados com os atributos visuais (SILVA *et al.*, 2009).

Os produtos minimamente processados são frutas e hortaliças que sofreram alterações físicas por meio de operações de seleção, lavagem, classificação, corte ou

fatiamiento, sanitização, enxágüe, centrifugação, embalagem e refrigeração, realizadas de modo a se obter produtos comestíveis frescos, sem necessidade de preparos subseqüentes (SIMÕES *et al.*, 2007). A produção de frutas e hortaliças minimamente processadas tem despertado um grande interesse, pois diminuem o tempo necessário para o preparo, tanto em nível doméstico quanto em restaurantes de comidas rápidas e hotéis (BEAULIEU *et al.*, 1997).

As etapas do processamento mínimo, embora necessárias, causam injúrias e danos aos tecidos que resultam no aumento da atividade de algumas enzimas do metabolismo vegetal como, catalase, peroxidase, polifenol oxidase e fenilalanina amônia-liase (CHITARRA, 2002). A polifenol oxidase e a peroxidase são duas enzimas principais responsáveis pelo escurecimento de certos vegetais por realizarem a degradação oxidativa dos compostos fenólicos (TOMÁS-BARBERÁN e ESPÍN, 2001). Brito (2011) verificou que inhame minimamente processado armazenado em embalagem poli cloreto de vinila (PVC) apresentou aumento do índice de escurecimento ao final do 10º dia e que a partir desse dia foi verificada a deterioração do produto. Assim, para minimizar os danos causados pelo processamento mínimo devem-se utilizar tecnologias adequadas para a conservação e comercialização do inhame minimamente processado. Duas tecnologias podem ser utilizadas para evitar o escurecimento enzimático do produto vegetal: a inativação das enzimas ou eliminação do oxigênio. Entretanto, a inativação das enzimas é, algumas vezes, prejudicial ao produto, e a eliminação do oxigênio pode ser de difícil aplicação (FAGUNDES e AYUB, 2005). Atualmente o uso de revestimentos comestíveis é o método mais utilizado de conservação da qualidade dos produtos minimamente processados (GUEDES, 2007; BOTREL *et al.*, 2010; REIS, 2011). No entanto, pouco se conhece sobre o uso de revestimento comestível para o inhame. Assim, torna-se fundamental estudar e determinar a ação dos revestimentos comestíveis em inhame minimamente processado de forma a desenvolver novas tecnologias para serem utilizadas na conservação e comercialização desse produto.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Avaliar a ação do revestimento comestível a base de fécula de mandioca associado à incorporação de ácido ascórbico e ácido cítrico na conservação de inhame (*Dioscorea* spp.) minimamente processado.

1.1.2. Específicos

- Avaliar as mudanças físico-químicas (perda de massa, compressão máxima, teor de sólidos solúveis totais, pH e acidez) do inhame minimamente processado revestido com amido e antioxidante;
- Avaliar as alterações bioquímicas (fenóis totais, atividade da polifenol oxidase e índice de escurecimento) do inhame minimamente processado revestido com amido e antioxidante;
- Verificar a interação entre o revestimento comestível e o uso de antioxidante no controle do escurecimento enzimático do inhame minimamente processado revestido com amido e antioxidante.
- Verificar o efeito sinérgico do ácido cítrico e ácido ascórbico.
- Avaliar as respostas fisiológicas (concentração de CO₂, concentração de etileno, taxa respiratória e evolução de etileno) do inhame minimamente processado revestido com amido e antioxidante;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. INHAME (*Dioscorea spp.*)

As espécies do gênero *Dioscorea* cultivadas no Brasil têm por centro de origem os continentes africano e asiático (BRASIL, 2010).

No Brasil, o inhame desempenha importante papel sócio-econômico nas regiões Sudeste (Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo) e Nordeste, em especial nos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Maranhão, onde esta cultura presta grande contribuição ao desenvolvimento rural regional (SANTOS e MACEDO, 2002).

Planta de clima tropical, o inhame desenvolve-se bem em regiões quentes e úmidas, não tolerando o frio e geadas. Podem ser plantadas em diversos tipos de solo, mais se desenvolvem melhor em solos leves de textura pouco arenosa, profundos, com boa drenagem, ricos em matéria orgânica e com boa capacidade de retenção de umidade. Devem-se evitar solos ácidos, solos com textura argilosa e os declivosos sujeitos à erosão (BRASIL, 2010).

O inhame apresenta um elevado valor calórico (Tabela 1) sendo composto, principalmente, de amido com pequenas quantidades de proteínas, lipídeos e muitas vitaminas como A, B1, B2, B6, vitamina C e rico em minerais (OMONIGHO e IKENEBOMEH, 2000).

Tabela 1. Análises físico-químicas do inhame *in natura* (controle) e inhame minimamente processado.

<i>Análises</i>	<i>Controle</i>	<i>Minimamente Processado</i>
Umidade (%)	65,62 ^a	62,52 ^a
Material Mineral (%)	0,96 ^a	1,02 ^a
Acidez Titulável (% ac. cítrico)	0,05 ^a	0,06 ^a
pH	6,23 ^a	6,60 ^a
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	8,75 ^b	10,33 ^a
Proteínas Totais (%)	3,06 ^a	2,92 ^a
Lipídeos Totais (%)	0,86 ^a	0,84 ^a
Carboidratos Totais (%)	29,5 ^a	32,7 ^a
Amido (%)	29,5 ^a	30,29 ^a
Valor Energético (calorias)	137,98 ^a	150,04 ^a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: BRITO *et al.*, 2011.

O consumidor exige produtos convenientes, seguros e com alta qualidade nutricional e sensorial. No entanto, o inhame “*in natura*” é comercializado apresentando sujidades decorrentes da colheita como, por exemplo, terra além soltar uma mucilagem durante o descasque dificultando o processo. Assim, o processamento mínimo do inhame e a utilização de tecnologias adequadas de conservação pode ser uma alternativa de forma a se obter um produto prático com qualidade sensorial e nutricional, agregando valor ao inhame.

2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO

O processamento mínimo é definido como qualquer alteração física, em frutos ou hortaliças, mas que mantém o estado fresco desses produtos (IFPA, 1999).

A obtenção de produtos minimamente processados é resultado de uma série de operações unitárias como: seleção e toalete, pré-lavagem/pré-resfriamento, corte, sanitização, centrifugação, acondicionamento em embalagens e armazenamento refrigerado. Para cada produto, no entanto, deve-se seguir um fluxograma previamente estudado, onde são determinadas as particularidades de cada etapa do processo (CARNELOSSI *et al.*, 2005).

No Brasil, além dos produtos tradicionais como alface, cenoura e brócolis, diversos são os produtos potencialmente utilizáveis como minimamente processados, destacando-se o inhame, a mandioca, a couve, o quiabo (HEIMLER *et al.*, 2007).

As operações que as hortaliças e frutos são submetidos durante o processamento mínimo interferem nos fatores químicos, físicos e bioquímicos que são responsáveis pela deterioração do produto (CARNELOSSI *et al.*, 2005). Por exemplo, a perda da integridade celular na superfície cortada, com conseqüente desidratação, alteração na firmeza, aumento da taxa respiratória, crescimento da produção de etileno e da atividade de certas enzimas (SIMÕES *et al.*, 2007; CARNELOSSI *et al.*, 2005; SOUZA, 2010), ocasionando a redução da vida útil dos produtos minimamente processados.

De acordo com Brecht (1995), a fisiologia de hortaliças minimamente processada é essencialmente a fisiologia de tecidos submetidos a estresses. O processamento produz efeitos físicos imediatos e subseqüentes no tecido processado. As

primeiras respostas fisiológicas ao estresse são aumentos transientes na evolução de etileno e elevação na atividade respiratória (CARNELOSSI *et al.*, 2005; MORETTI, 2007; SIMÕES *et al.*, 2007, SOUZA, 2010).

A escolha e a aplicação adequada do sanitizante químico, em frutas e hortaliças minimamente processadas são fundamentais para a indústria de alimentos. A efetividade do sanitizante depende das características físicas e químicas do vegetal, do tipo de microrganismo alvo, do tempo de contato, da concentração e temperatura de solução (NUNES *et al.*, 2009). O cloro, nas suas várias formas, consiste no sanitizante mais utilizado em alimentos. O hipoclorito de sódio (NaClO) corresponde ao sanificante químico de maior utilização, em função de sua rápida ação, fácil aplicação e completa dissociação em água (ANTONIOLLI *et. al.*, 2005). Brito (2011), que determinou as etapas do fluxograma do processamento mínimo de inhame verificou que para sanitização do mesmo a utilização de 200 mg.L⁻¹ de cloro ativo, por 10 minutos, foi eficiente na redução da microbiota inicial para níveis aceitáveis.

A vida útil dos minimamente processados também pode ser prolongada desde que se aplicando técnicas adequadas de conservação compatíveis com o produto a ser armazenado. Métodos como o uso do frio, sanitização e antioxidantes, aliados à qualidade inicial do produto, têm sido utilizados com sucesso na manutenção dessa qualidade e prolongamento da vida útil de frutos intactos e minimamente processados (SOUZA *et al.*, 2007).

Outros métodos como a aplicação de revestimento comestível também podem ser utilizados para a conservação de produtos minimamente processados (GUEDES, 2007; BOTREL *et al.*, 2010; REIS, 2011). Em inhame, a aplicação do revestimento comestível associado ao uso da sanitização e antioxidantes pode aumentar a sua vida útil, mantendo a qualidade sensorial e nutricional e conseqüentemente proporcionar um maior valor de mercado ao produto.

2.3. REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE AMIDO

A obtenção do revestimento comestível é uma alternativa potencial a elaboração de películas protetoras a serem utilizadas na conservação de frutas e hortaliças (LIMA, 2007). Pois apresenta bom aspecto, é brilhante e transparente,

melhorando o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxico, pode ser ingerido juntamente com o produto. O revestimento pode ser removido com água e apresenta-se também como um produto comercial de baixo custo (LEMOS, 2006).

As películas podem ser obtidas de diferentes tipos de materiais, sendo mais utilizados os polissacarídeos, as proteínas e os lipídios (AZEREDO, 2003). O uso do amido pode ser uma solução para filmes e revestimentos comestíveis devido a seu baixo custo, alta produção, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manipulação (MALI *et al.*, 2002). O amido tem sido muito estudado no desenvolvimento de revestimentos comestíveis envolvendo a adição de plastificantes para melhorar as propriedades mecânicas (VILLADIEGO, 2004; BOTREL, 2010; REIS, 2011).

O amido ou fécula é o principal carboidrato de reserva em todas as plantas superiores. Em seu estado nativo é insolúvel em água fria, seus grânulos são parcialmente cristalinos cuja morfologia, composição química e estrutura molecular são características de cada espécie em particular, sendo abundante em grãos de cereais (40% a 90% da massa seca), leguminosas (30% a 50% da massa seca), tubérculos (65% a 85% da massa seca) e frutas imaturas ou verdes (40% a 70% da massa seca) (LAJOLO; MENEZES, 2006).

O amido é formado por dois tipos de polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina, com estruturas e funcionalidade diferentes. A amilose é um polímero linear com unidades de D-glicose ligadas por ligações α -(1→4), com grau de polimerização de 200 a 3000, dependendo da fonte do amido. A amilopectina é um polímero altamente ramificado, com unidades de D-glicose ligadas através de ligações α -(1→4) e as ramificações em α -(1→6) (ELLIS *et al.*, 1998).

A aplicação do amido na produção de filmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua capacidade para formar filmes. As moléculas de amilose em solução, devido à sua linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes (MALI *et al.*, 2010).

Devido ao caráter hidrofílico, os filmes ou revestimentos à base de amido apresentam baixas propriedades de barreira ao vapor de água, mas estratégias estão sendo desenvolvidas para melhorar a estabilidade destes filmes e revestimentos (PETERSEN *et al.*, 1999). A adição de plastificantes, como o sorbitol e glicerol, a

filmes e revestimentos à base de amido de milho e de batata, com diferentes conteúdos de amilose, melhorou suas propriedades de barreira ao vapor de água. Assim, quanto maior foi a concentração do plastificante nos revestimentos menor foi a permeabilidade ao vapor de água, apresentando os revestimentos com sorbitol os menores valores de permeabilidade (VILLADIEGO, 2004). Shimazu *et al.* (2007) estudando os efeitos plastificantes e antiplastificantes do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca verificaram que o glicerol exerceu plastificação mais efetiva, tornando os filmes mais hidrofílicos (por aumentar a sua capacidade de interação com a água) e mais flexíveis.

A fécula de mandioca tem sido citada como a matéria prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutas e hortaliças comercialmente atrativas e, não sendo tóxica, podendo ser ingerida juntamente com o produto (VILA *et al.*, 2007).

Em relação às concentrações de amido e plastificante utilizados para a elaboração de revestimentos, Villadiego (2004) desenvolveu um revestimento comestível a base de amido para conservação de cenouras minimamente processada, preparando soluções contendo 4% de amido de inhame e 2% de glicerol. Essas mesmas concentrações foram utilizadas nas soluções preparadas por Botrel *et al.* (2007), que aplicaram revestimento comestível antimicrobiano no alho (*Allium sativum*) minimamente processado, verificando que a utilização do revestimento associados a outros controles, tais como matéria-prima de qualidade, condições higiênicas de processamento e temperatura de armazenamento pode prolongar a vida útil do produto vegetal. Pereira *et al.* (2006) elaboraram soluções de fécula de mandioca nas concentrações de 1, 2 e 3% para aplicar o revestimento comestível no mamão formosa e verificaram o aumento da vida útil pós-colheita do mamão formosa em quatro dias. No trabalho realizado por Santos *et al.* (2011), foram preparadas soluções nas concentrações de 2, 4, 6% de amido de milho e de fécula de mandioca para avaliar a influência desses revestimentos na qualidade pós-colheita de mangas “Tommy Atkins” e verificaram que a aplicação do revestimento quando associado ao armazenamento refrigerado, reduziram de maneira significativa a perda de massa dos frutos. A aplicação de revestimento a base de amido também foi estudada por Guedes (2007), onde o

produto utilizado foi o fruto de manga cultivar “Rosa” coberto em suspensão de fécula de mandioca nas concentrações de 1, 2, 3 e 4%, sendo que as concentrações de 3 e 4%, em temperatura ambiente, foram eficientes para retardar o metabolismo dos frutos. Dessa forma, a aplicação de revestimento comestível, a base de amido, no inhame minimamente processado também poderá proporcionar melhor conservação do produto, prolongando a sua vida útil e mantendo o estado fresco do produto.

2.4. ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO

A manutenção da cor nos vegetais minimamente processados representa aspecto crítico em razão da maioria deles ser susceptível ao escurecimento enzimático, causado pelas enzimas polifenol oxidase (PPO) e peroxidase (POD), que devem ser controladas sem que ocorram prejuízos sensoriais ou nutricionais aos produtos (SILVA *et al.*, 2009).

A reação de escurecimento em vegetais minimamente processados é um dos principais problemas na indústria de alimentos. Estima-se que em torno de 50% da perda de frutas tropicais no mundo é devida à enzima polifenol oxidase (FONTES *et al.*, 2009).

O escurecimento de frutas e de certos vegetais é iniciado pela da degradação oxidativa dos compostos fenólicos pela atuação de duas enzimas: a polifenol oxidase e a peroxidase (TOMÁS-BARBERÁN; ESPÍN, 2001). As polifenol oxidases oxidam os fenóis presentes no produto, dando origem a quinonas, que se polimerizam e formam os compostos de coloração escura denominados melaninas (VILLAS BOAS, 2004; ARAUJO, 2008)

A prevenção da oxidação em tecidos vegetais pode ser realizada por inativação térmica da enzima pelo uso do calor, exclusão ou remoção de um ou ambos os substratos (oxigênio, enzima e substrato), redução do pH em duas ou mais unidades abaixo do pH ótimo (6,0) e adição de substâncias redutoras que inibam a ação da polifenol oxidase ou previnam a formação da melanina como, por exemplo, o ácido ascórbico ou ácido cítrico (ARAUJO, 2008).

O ácido ascórbico, ou vitamina C, além de atribuir valor nutricional aos alimentos, também apresenta ação redutora. Juntamente com seus sais neutros compõe

um dos principais grupos de antioxidantes empregados em produtos vegetais com o intuito de prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas. O ácido ascórbico pode agir diretamente na enzima, complexando o cobre do grupo prostético da PPO, causando sua inibição ou ainda, reduzindo as quinonas a sua forma anterior de fenóis, impedindo a formação dos pigmentos escuros (SAPERS e MILLER, 1998).

O ácido cítrico é um dos principais ácidos orgânicos naturais em frutas, previne o escurecimento enzimático pela ação sobre polifenol oxidases e peroxidases. Também é utilizado para potencializar (ação sinergista) outros antioxidantes, como o ácido ascórbico (CHITARRA, 2002). Dessa forma, observa-se a importância da aplicação do ácido ascórbico para inibir o escurecimento enzimático de vegetais minimamente processados. Jesus *et al.* (2008) avaliaram a inibição do escurecimento enzimático em quiabo minimamente processado e verificaram que a utilização de ácido ascórbico (1%) e ácido cítrico (1%) foram os mais eficientes em inibir o escurecimento enzimático. Junqueira *et al.* (2009) estudaram o efeito de embalagens ativas no escurecimento enzimático de batatas (*solanum tuberosum*) fatiadas e minimamente processadas, verificando que a mistura de ácido ascórbico com ácido cítrico foi efetiva no controle do escurecimento enzimático, agindo na inibição da enzima polifenol oxidase. Em pesquisa realizada sobre a deterioração pós-colheita da mandioca minimamente processada, Medeiros (2009) verificou que a combinação dos antioxidantes ácido ascórbico e ácido cítrico (3%) na proporção 2:1, proporcionou menor valor das atividades das enzimas fenilalanina amônia liase, polifenol oxidase e da peroxidase e menor índice de escurecimento. Nunes *et al.* (2011) avaliaram a qualidade da mandioquinha-salsa minimamente processada quanto ao uso de antioxidantes e verificaram que o produto apresentou melhor qualidade quando tratado com ácido ascórbico 1%. O ácido ascórbico (1%) também apresentou melhor resultado, em relação ao escurecimento enzimático, em inhame minimamente processado (BRITO, 2011).

2.5. ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

Muitos fatores podem afetar a intensidade das respostas fisiológicas aos danos físicos em hortaliças e frutas minimamente processadas. Dentre os fatores destacam-se espécie, variedade, estágio de maturidade fisiológica, extensão do ferimento,

temperatura, concentrações de oxigênio e dióxido de carbono, pressão de vapor de água, entre outros (BRECHT, 1995). Porém, de acordo com Brecht (1995), a temperatura é o mais importante fator, reduzindo os impactos negativos causados pelos danos físicos ao tecido vegetal. Em cenouras inteiras e cortadas armazenadas a 10°C a respiração foi superior de 40,54% e 66,67%, respectivamente, quando comparadas as armazenadas a 0°C (CANTWELL, 1995).

Frutas e hortaliças minimamente processadas geralmente são muito mais perecíveis do que quando intactas porque são submetidas a etapas que causam danos físicos (SIGRIST, 2002). Devido às estas etapas, apresentam uma taxa respiratória superior aos dos produtos intactos, sendo este aumento variável de 25 a 50%, considerando-se a mesma espécie e temperatura (SOUZA, 2010). No trabalho realizado por Rebouças (2010) verificou-se que a produção de CO₂ aumentou em todas as etapas ao longo das 12 horas e após o corte, constatou-se que o acúmulo de CO₂ foi superior às demais etapas do processamento mínimo de quiabo. Em alfaces minimamente processadas, Darezzo (2004) verificou que quanto maior o nível de danos físicos impostos ao tecido vegetal maior foi a taxa respiratória. Assim, quanto maior a atividade respiratória, maior será a atividade metabólica e conseqüentemente menor será a vida útil, em virtude da rápida depreciação das características que conferem a qualidade do produto hortícola (CHITARRA e CHITARRA, 2005; BRECHT, 1995). Desta forma, cuidados na manipulação das hortaliças e o controle adequado das baixas temperaturas podem aumentar a vida útil do vegetal minimamente processado.

O aumento na evolução de etileno é outro evento de extrema importância observada em hortaliças submetidas ao processamento mínimo (MATTOS *et al.*, 2008). Sugere-se que o aumento da respiração em tecidos vegetais estressados seja conseqüência da elevação da produção de etileno (MORETI, 2007). Segundo Souza (2010), a maior produção da síntese de etileno pode preceder o aumento da taxa respiratória ou ser subseqüente ao pico respiratório (SOUZA, 2010). A produção de etileno pode ser induzida por fatores externos como elevação da temperatura e injúrias mecânicas, promovendo sua atuação em sítios específicos nas células, usualmente ativando ou inibindo enzimas dos ciclos metabólicos dos tecidos (SASAKI, 2005). Devido às etapas do processamento mínimo, os vegetais comportam-se como produtos que sofreram danos físicos, havendo uma elevação na biossíntese de etileno

(MOREIRA, 2004). As concentrações de etileno fisiologicamente ativas, marcam a transição entre as fases de maturação e senescência, visto que, este regulador de crescimento é conhecido como sendo o precursor de uma série de respostas fisiológicas, conduzindo à depreciação dos atributos de qualidade e à redução da vida útil do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A aplicação de filmes poliméricos, ceras ou biofilmes em frutas ou hortaliças, expostos à temperaturas baixas ou mesmo a temperatura ambiente, caracteriza a modificação da atmosfera, provocando a redução de perda de água e diminuição da atividade respiratória (VILLADIEGO, 2004). Assim, a aplicação de revestimento comestível a base de amido, no inhame minimamente processado, apresenta potencial para proporcionar melhor conservação do produto, prolongando a sua vida útil e mantendo o estado fresco.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATÉRIA-PRIMA

Foram utilizados inhames (*Dioscorea cayenensis Lam*) no ponto de maturidade hortícola e com características: raízes alongadas, cor castanha-clara, caule volúvel, cilíndrico, com cerca de 3 mm de diâmetro, 7 cm de comprimento e 4,5 cm de largura, geralmente de 1 a 5 kg as túberas para consumo humano (SANTOS, 1996).

3.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO

O processamento mínimo do inhame foi realizado de acordo com o fluxograma determinado por Brito (2011), com adaptações. Foram realizadas as etapas de seleção, recepção, limpeza da matéria prima, corte, sanitização, enxágüe com ou sem aplicação do antioxidante, rinsagem ao ar livre, aplicação do revestimento a base de fécula de mandioca, embalagem e armazenamento em expositor a $8^{\circ}\text{C}\pm 0,5$ (Figura 1). As etapas do processamento mínimo foram realizadas no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal (LPPOV) da Universidade Federal de Sergipe refrigerado com temperaturas em torno de $19\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Descrição do processo:

- **Recepção da Matéria-Prima:** Durante o transporte as raízes foram acondicionadas de forma adequada para evitar danos físicos à estrutura. O produto passou por um pré-resfriamento a uma temperatura de $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 12 horas até o processamento das raízes.
- **Seleção e padronização:** As raízes foram selecionadas pelo tamanho, aparência visual e integridade e descartados os tubérculos que apresentaram raízes com características indesejáveis ao processamento mínimo.
- **Lavagem:** Realizada em água corrente e com detergente próprio para vegetais para retirada das sujeiras mais grosseiras, como matéria orgânica presente nas raízes.

- **Corte:** Realizado manualmente com o auxílio de facas de aço inox e previamente higienizadas em solução de cloro (200 mg L^{-1}) em rodela nas espessuras de 1 cm.
- **Sanitização, Enxágue e Aplicação do Antioxidante:** Imersão em água clorada a 5°C (200 mg.L^{-1} de cloro ativo), por dez minutos. Em seguida, o enxágue foi realizado por meio da imersão do inhame por cinco minutos a 5°C , com 3 mg.L^{-1} de cloro ativo. Na etapa de enxágue também foi realizada a aplicação dos antioxidantes. O enxágue é necessário para que o excesso de cloro ativo seja retirado.
- **Rinsagem:** Com o auxílio de peneiras, ao ar livre, por um tempo de 10 minutos a retirada do excesso de água foi realizada como forma de controle do crescimento de micro-organismos durante o armazenamento do produto embalado, uma vez que, embora a sanificação reduza os contaminantes, não os elimina totalmente.
- **Aplicação do revestimento, Drenagem e Secagem:** Para a elaboração dos revestimentos foram preparadas soluções aquosas contendo 4% de amido e 2% de glicerol. As soluções foram gelatinizadas à temperatura de aproximadamente 70°C e em seguida resfriadas até a temperatura de 19°C . As amostras de inhames minimamente processados foram imersas no revestimento por dois minutos, drenadas e secas com fluxo de ar à temperatura ambiente ($19\pm 1^{\circ}\text{C}$) por aproximadamente vinte minutos.
- **Embalagem:** Foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido e envoltas em filme de polivinilcloro (PVC) e para as avaliações fisiológicas além do uso de filme de PVC foram também utilizados frascos de vidro de 1,3 L.
- **Armazenamento:** As amostras embaladas foram mantidas em expositor com circulação de ar, a temperatura de $8^{\circ}\text{C}\pm 0,5$.

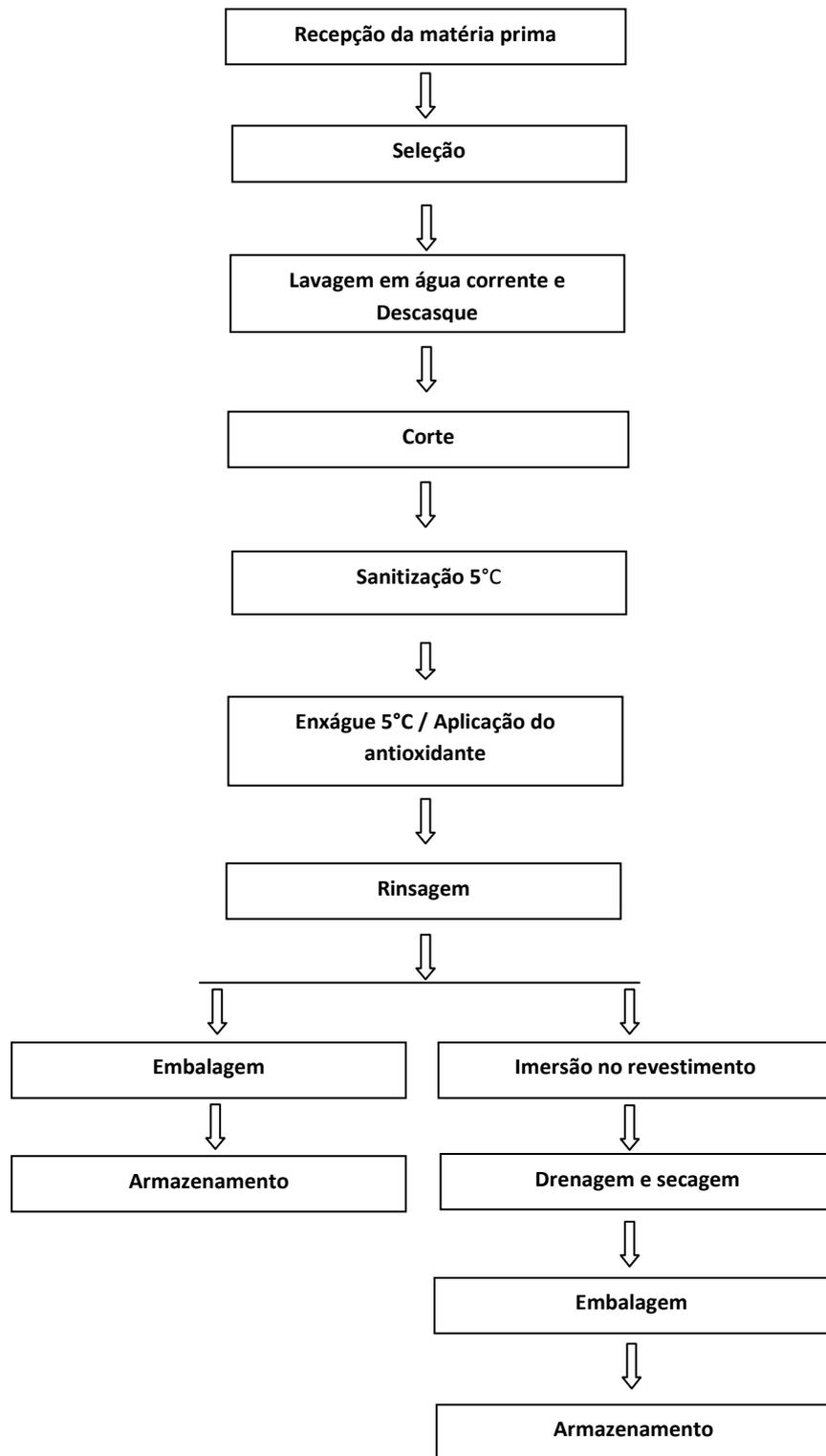


Figura 1. Fluxograma do processamento mínimo do inhame.

3.2.1. Antioxidante e Revestimento Comestível

De acordo com os resultados obtidos por Brito (2011), em relação ao controle do escurecimento enzimático de inhame minimamente processado, foi selecionado para uso no presente estudo o ácido ascórbico e o ácido cítrico como antioxidante na concentração de 1% (Tabela 2). A aplicação do antioxidante foi realizada na etapa de enxágüe (Figura 1) por um período de cinco minutos.

A concentração de amido e glicerol utilizada para a elaboração do revestimento foi determinada utilizando as metodologias de Villadiego (2004) e Botrel *et al.* (2007). Os tratamentos utilizados no presente trabalho estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos com revestimento a base de amido e antioxidantes utilizados para inhame minimamente processado.

Tratamento	Amido (%)	Glicerol (%)	Ácido ascórbico (%)	Ácido cítrico (%)
1	-	-	-	-
2	4	2	-	-
3	-	-	1	-
4	4	2	1	-
5	4	2	1	1

3.3. ARMAZENAMENTO, ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS

Os inhames minimamente processados com aplicação de revestimento a base de fécula de mandioca e incorporação de antioxidante (Tabela 2) foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, envoltas em filme de polivinilcloro (PVC) (Figura 2) e armazenados a $8\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 12 dias em expositor vertical. Utilizou-se a temperatura de aproximadamente 8°C com a finalidade de proporcionar condições próximas ao que ocorre na comercialização do produto. A temperatura e a umidade relativa do expositor foram monitoradas a cada quatro horas durante os 12 dias de

armazenamento por um registrador automático de umidade e temperatura, sendo posteriormente calculada a média diária destes dois parâmetros (Figura 3 e 4).



Figura 2. Inhamo minimamente processado acondicionado em bandejas de poliestireno expandido e envoltas em PVC.

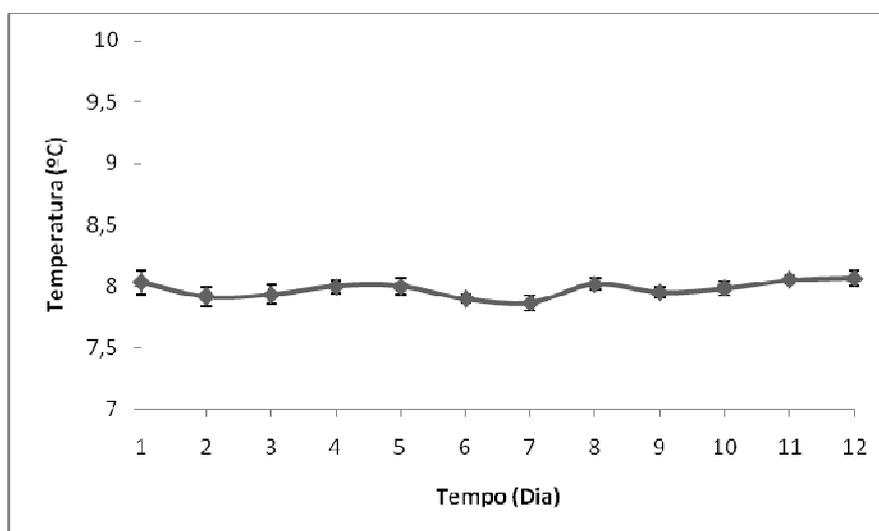


Figura 3. Médias diárias da temperatura do expositor vertical durante os 12 dias de armazenamento.

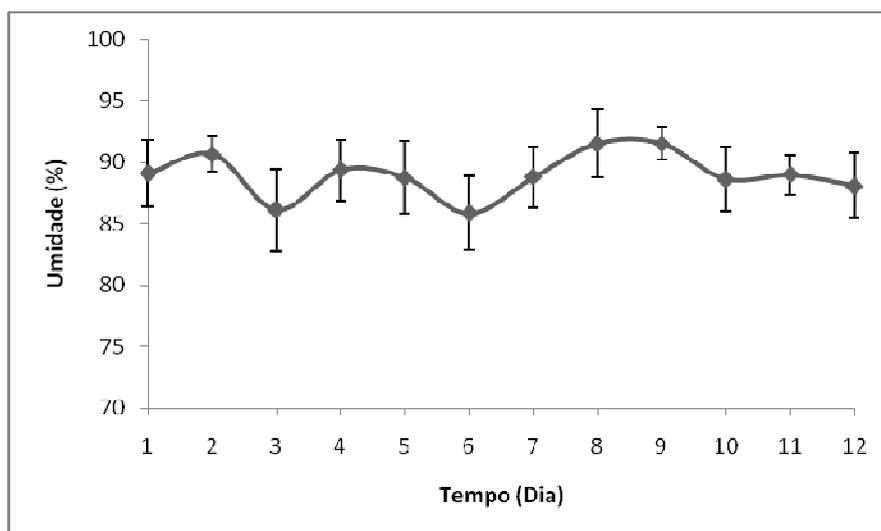


Figura 4. Médias diárias da umidade relativa do expositor vertical durante os 12 dias de armazenamento.

3.3.1. Perda de Massa

A variação de massa do inhame minimamente processado foi determinada pesando-se as amostras em balança semi-analítica a cada 4 dias, durante os 12 dias da estocagem. O resultado foi expresso em porcentagem de perda de massa em relação à massa inicial.

3.3.2. Compressão Máxima

A textura das amostras de inhame minimamente processado foi avaliada utilizando o Texture Analyzer (Brookfield) modelo CT3 25K e os resultados foram expressos em Newton (N).

A análise foi conduzida em uma velocidade de 5 mm/s sendo utilizada uma sonda para perfuração de 3 mm de diâmetro, cilíndrica e de ponta plana.

3.3.3. Teor de Sólidos Solúveis Totais (TSS)

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado a partir do extrato do material vegetal (2mL), com o auxílio de um refratômetro de bancada Abbé. Os valores foram expressos em °Brix (IAL, 2008).

3.3.4. pH

O pH foi determinado no sobrenadante obtido a partir da maceração de 5 g de inhame minimamente processado em 50 mL de água destilada medido por um potenciômetro digital previamente calibrado (IAL, 2008).

3.3.5. Acidez Titulável

A acidez do produto foi mensurada por titulação do extrato do material vegetal, com NaOH 0,01 N (IAL, 2008). Para a análise, 5 g produto foram homogeneizados em 50 mL de água destilada. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico.

3.3.6. Fenóis Totais

Fenóis totais foram determinados de acordo com a metodologia descrita por KUBOTA (1995), com adaptações. Para a determinação dos teores de fenóis foi construída uma curva padrão com ácido gálico, nas concentrações de 10, 20, 30, 40 e 50 µg/ml. A curva foi preparada a partir da adição de 1 mL de ácido gálico em tubos de ensaios e completando-se o volume de 5 mL com a adição de água destilada. Foi adicionado em cada tubo 5 mL da solução diluída de Folin-Ciocalteu (1 mL de reagente de Folin (2N) em 9 mL de água destilada). O conteúdo foi homogeneizado em vortex, por 20 segundos, depois da adição do reativo de Folin-Ciocalteu e em seguida foram adicionados 4 mL de solução de carbonato de sódio (10%) e novamente o conteúdo foi homogeneizado em vortex. Os tubos foram colocados por 1 hora a 30°C (banho de água) e logo após transferidos para 0°C (banho de gelo) onde ficaram

mantidos por aproximadamente 1 hora com a finalidade de paralisar a reação de oxidação. Logo em seguida, com auxílio de uma cubeta de vidro, a amostra do tubo de ensaio foi colocada para ser realizada a leitura. A leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 700 nm.

Para a determinação de fenóis totais nas amostras, o procedimento foi o mesmo realizado para a construção da curva padrão, onde 1 mL do extrato vegetal a ser analisado foi obtido a partir de 5 g do material vegetal macerados e homogeneizados com água destilada e, em seguida, filtrados por meio de gaze em balão volumétrico de 50 mL.

Os teores de fenóis totais foram calculados utilizando-se a curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g/g}$ de massa fresca (MF).

3.3.7. Atividade da Polifenol oxidase

Para a determinação da atividade da polifenol oxidase foi utilizado como substrato o catecol de acordo com método descrito por SIMÕES (2004). A atividade da polifenol oxidase (PPO) foi determinada a partir do extrato homogeneizando-se 1 g de produto vegetal em 6 mL de tampão fosfato (0,2M) e o extrato mantido a 4°C. O homogenato foi centrifugado a 10.000 g, por 21min a 4°C e o sobrenadante utilizado como extrato enzimático. A atividade da PPO foi determinada pelo aumento da absorbância a 425 nm a 30°C e as leituras foram realizadas a cada 30 segundos, usando-se 1,5 mL de catecol em 1,3 mL de tampão fosfato (0,2 M) com 30 μL do extrato. A atividade foi expressa em unidades de PPO.g^{-1} massa fresca (MF).

3.3.8. Índice de Escurecimento

A avaliação foi realizada diretamente sobre a superfície do produto em 5 pontos distintos, pela escala Hunter (CIELAB), tomando-se como base os valores de L^* (luminosidade (claro/escuro)); a^* (cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+)); b^* (cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+), com o uso de um colorímetro portátil digital (MINOLTA CR-400). Os valores obtidos foram utilizados

para calcular o índice de escurecimento de acordo com PALOU *et al.*, (1999) através da fórmula 1:

$$IE = [100 (X-0,31)/0,172] \quad (1)$$

Onde: $X = (a + 1,75L)/(5,645L + a - 3,012b)$.

3.4. ANÁLISES FISIOLÓGICAS

3.4.1. Concentração de CO₂ e de Etileno (C₂H₄) em Sistema Fechado

As análises de concentração de CO₂ e etileno em sistema fechado foram realizadas utilizando-se aproximadamente 350g dos cinco diferentes tratamentos de inhame minimamente processado dispostos em frascos de vidro de 1,3 L (Figura 5). Em seguida, os frascos foram hermeticamente fechados e mantidos em expositor vertical com ventilação forçada, a $8 \pm 0,5^\circ\text{C}$, por 6 horas constituindo o sistema fechado. Alíquotas de 1 cm³ foram tomadas imediatamente após o fechamento dos frascos e seqüencialmente nos tempos de 0,5; 1; 2; 4; e 6 horas, com o auxílio de seringa descartável para a quantificação da composição gasosa.

A quantificação de dióxido de carbono foi realizada em cromatógrafo a gás modelo 6100 GC (YOUNG LIN), equipado com um detector de condutividade térmica (TCD), coluna Rt-Q-BOND PLOT. O gás de arraste foi o nitrogênio, com fluxo de 4 cm³ min⁻¹; e corrente elétrica de 85 mA. As temperaturas da coluna, do injetor e do detector foram de 30, 30 e 200 °C. A quantificação foi realizada por comparação das áreas dos picos produzidos pelas amostras com áreas dos picos produzidos pela injeção de alíquotas-padrão de concentração conhecida. Os resultados foram expressos em % de CO₂.

A quantificação de etileno foi realizada em cromatógrafo a gás modelo 6100 GC (YOUNG LIN), equipado com detector de ionização de chama (FID), coluna Rt-Q-BOND PLOT. O gás de arraste foi o nitrogênio, com fluxo de 5,6 cm³ min⁻¹ e os fluxos de hidrogênio e do ar foram mantidos em 30 e 300 cm³ m⁻¹, respectivamente. As temperaturas da coluna, do injetor e detector foram de 80, 110 e 250°C respectivamente.

A quantificação de etileno foi realizada pela comparação das áreas dos picos das amostras com áreas de picos do padrão de etileno de concentração conhecida. Os resultados para C_2H_4 foram expressos em ppm.

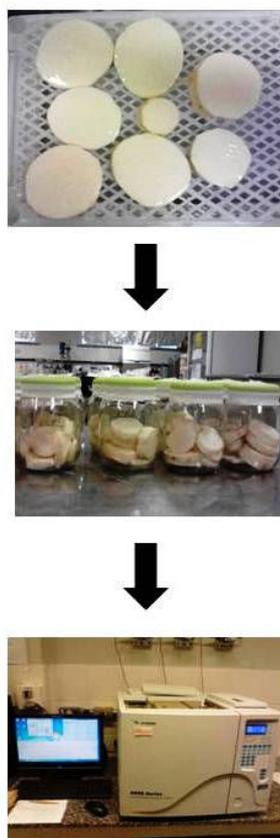


Figura 5. Fluxograma da análise da concentração de CO_2 e C_2H_4 em sistema fechado.

3.4.2. Taxa Respiratória e Concentração de CO_2 em Sistema Aberto

A taxa respiratória e a concentração de CO_2 foram determinadas em sistema aberto constituídos de frascos de vidro de 1,3 L tamponados com filme de cloreto de polivinil (PVC) perfurado, contendo aproximadamente 350g dos cinco diferentes tratamentos de iname minimamente processado (Figura 6). Os frascos foram mantidos em expositor vertical com ventilação forçada, a $8^{\circ}C \pm 0,5^{\circ}C$, por 12 dias. A cada quatro dias de armazenamento, antes da coleta de gases, o filme PVC foi retirado e os frascos

foram fechados hermeticamente por 1,5 horas. Após as coletas, os frascos foram abertos e cobertos novamente com filme PVC.

A quantificação de dióxido de carbono foi realizada em cromatógrafo a gás modelo 6100 GC (YOUNG LIN), equipado com um detector de condutividade térmica (TCD), coluna Rt-Q-BOND PLOT. O gás de arraste foi o nitrogênio, com fluxo de $4 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$; e corrente elétrica de 85 mA. As temperaturas da coluna, do injetor e do detector foram de 30, 30 e 200 °C. A quantificação foi realizada por comparação das áreas dos picos produzidos pelas amostras com áreas dos picos produzidos pela injeção de alíquotas-padrão de concentração conhecida. Os resultados de taxa respiratória e concentração CO_2 foram expressos em mlCO_2/Kg e % de CO_2 , respectivamente.

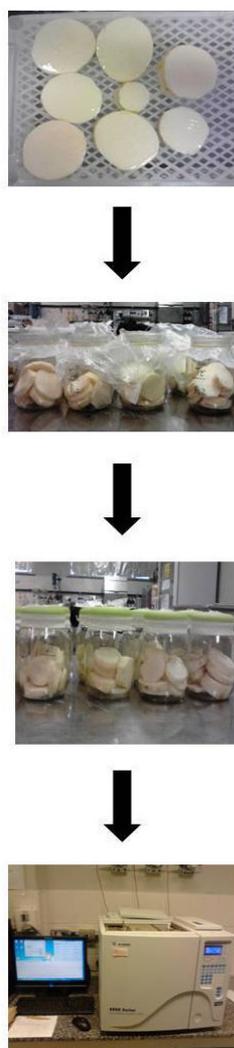


Figura 6. Fluxograma da determinação da taxa respiratória e da concentração de CO_2 em sistema aberto.

3.4.3. Influência do Ácido Ascórbico na Taxa respiratória e na Concentração de CO₂ em Sistema Fechado

Para investigar uma possível influência do ácido ascórbico no sistema respiratório nas primeiras horas após o processamento mínimo do inhame, utilizaram-se três tratamentos com diferentes concentrações de ácido ascórbico (Tabela 3) para a determinação da taxa respiratória e da concentração de CO₂ em sistema fechado (Figura 7). Aproximadamente 350g dos três diferentes tratamentos de inhame minimamente processado foram dispostos em frascos de vidro de 1,3 L. Em seguida, os frascos foram hermeticamente fechados e mantidos em expositor vertical com ventilação forçada, a 25±1°C, por 6 horas constituindo o sistema fechado. Alíquotas de 1 cm³ foram tomadas imediatamente após o fechamento dos frascos e seqüencialmente nos tempos de 0,5; 1; 2; 4; e 6 horas, com o auxílio de seringa descartável para a quantificação da composição gasosa.

Tabela 3. Tratamentos com diferentes concentrações de ácido ascórbico utilizados para o inhame minimamente processado.

Tratamento	Ácido Ascórbico (%)
1	0
2	1
3	2

A quantificação de dióxido de carbono foi realizada em cromatógrafo a gás modelo 6100 GC (YOUNG LIN), equipado com um detector de condutividade térmica (TCD), coluna Rt-Q-BOND PLOT. O gás de arraste foi o nitrogênio, com fluxo de 4 cm³ min⁻¹; e corrente elétrica de 85 mA. As temperaturas da coluna, do injetor e do detector serão de 30, 30 e 200 °C. A quantificação foi realizada por comparação das áreas dos picos produzidos pelas amostras com áreas dos picos produzidos pela injeção de alíquotas-padrão de concentração conhecida. Os resultados de taxa respiratória e concentração CO₂ foram expressos em mlCO₂/Kg e % de CO₂, respectivamente.

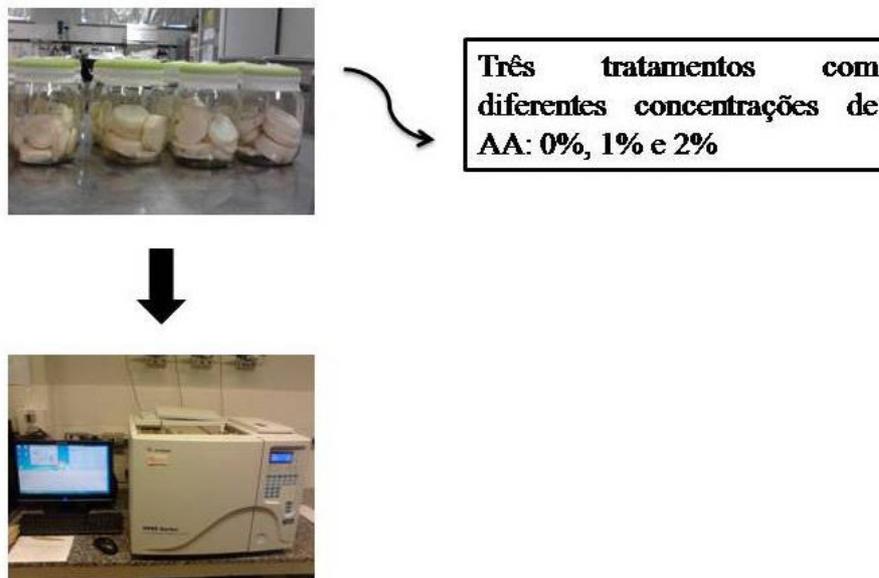


Figura 7. Fluxograma da avaliação da influência do ácido ascórbico na taxa respiratória e na concentração de CO₂ em sistema fechado.

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os tratamentos foram montados utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições para cada tratamento:

- Armazenamento, análises físico-químicas e bioquímicas foram montados utilizando-se esquema fatorial 5 x 4 (cinco tratamentos de revestimento e antioxidantes e quatro períodos de armazenamento), totalizando 20 tratamentos;

- Concentração de CO₂ e etileno em sistema fechado montados em esquema fatorial 5 x 6 (cinco tratamentos de revestimento e antioxidantes e seis períodos de armazenamento), totalizando 30 tratamentos;

- Taxa respiratória e concentração de CO₂ em sistema aberto montados em esquema fatorial 5 x 4 (cinco tratamentos de revestimento e antioxidantes e quatro períodos de armazenamento), totalizando 20 tratamentos;

- Influência do ácido ascórbico na taxa respiratória e concentração de CO₂ em sistema fechado foram montados em esquema fatorial 3 x 6 (três tratamentos com

aplicação de revestimento e antioxidante e seis períodos de armazenamento), totalizando 18 tratamentos.

Para avaliação dos resultados foi aplicada a análise de variância e para a comparação das médias, aplicou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa STATISTICA (StatSoft®, versão 5.5, EUA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. ARMAZENAMENTO, ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS

4.1.1. Perda de Massa

Os tratamentos sem revestimento comestível apresentaram maior perda de massa durante todo armazenamento, sendo verificada diferença significativa no 12º dia (Figura 8). Estudo realizado por Reis *et al.* (2006) verificou perda de massa durante o armazenamento para todos os tratamentos em pepinos japonês revestidos com fécula de mandioca. Reis *et al.* (2006) também verificaram que os tratamentos sem revestimento apresentaram maiores valores de perda de massa. Resultado semelhante também foi obtido por Villadiego (2004), que trabalhou com revestimento comestível a base de amido na conservação de cenoura minimamente processada. No trabalho desenvolvido por Queiroz *et al.* (2010), verificou-se que a cobertura de fécula de mandioca apresentou uma maior retenção da massa de minimilhos minimamente processados quando os produtos foram mantidos sob refrigeração.

Apesar dos tratamentos com revestimento apresentarem menor perda de massa de inhame minimamente processado, os cinco tratamentos obtiveram valores próximos e abaixo dos 2% (Figura 8). Esses baixos valores de perda de massa podem ter ocorrido devido à fisiologia da hortaliça, que pode ter favorecido a um menor metabolismo respiratório, e pelas condições adequadas de conservação como, por exemplo, a manutenção da baixa temperatura (Figura 3) e da umidade acima dos 85% (Figura 4) durante os 12 dias de armazenamento. O resfriamento adequado tem como finalidade reduzir a atividade biológica do vegetal, retardar o processo de maturação e minimizar a perda de água do produto (HENRIQUE e PRATI, 2011). Desta forma, as condições utilizadas no presente estudo devem ter favorecido a redução do processo respiratório e conseqüentemente a baixa perda de água que está relacionada à perda de massa (KADER, 2002).

É importante ressaltar também que a perda de massa dos produtos com revestimento poderia ter valores absolutos menores uma vez que a redução ocorrida

pode não ter sido apenas do produto, mas também do revestimento. Pois, o revestimento comestível, que tem alta umidade, pode primeiro ter perdido umidade para depois a hortaliça começar a desidratar (MENEGHEL *et al.*, 2008).

O tratamento com ácido ascórbico (T3) (Tabela 2) apresentou os maiores valores de perda de massa durante os 12 dias de armazenamento (Figura 8). Este resultado sugeriu uma possível influência do ácido ascórbico no aumento do metabolismo respiratório do inhame. Pois, durante o processo respiratório há decomposição oxidativa de substâncias como amido, açúcares e ácidos orgânicos em moléculas simples, CO₂ e H₂O, com produção de energia (KLUGE *et al.*, 2002), ocorrendo a perda de massa da hortaliça.

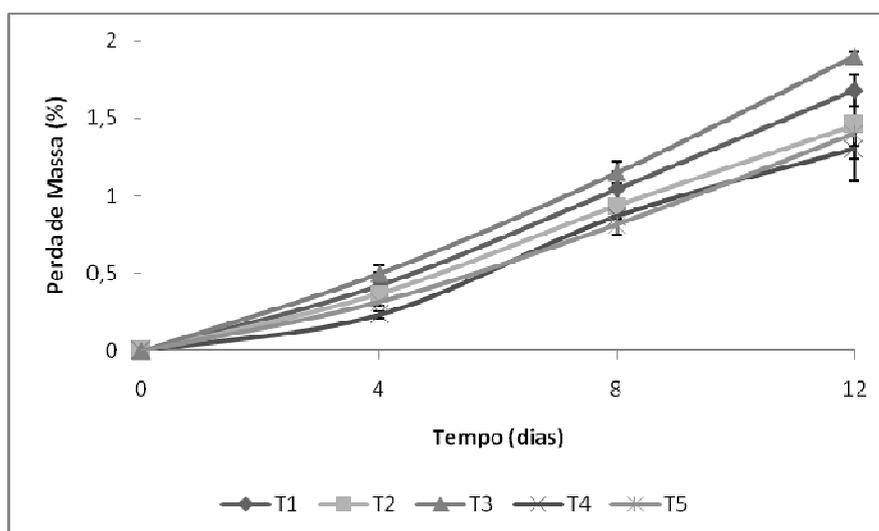


Figura 8. Perda de massa (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a 8 ± 1°C, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.1.2. Compressão Máxima

Durante os 12 dias armazenamento, os valores obtidos da compressão máxima nos diferentes tratamentos (Tabela 2) não apresentaram diferença significativa (Figura 10). No trabalho realizado por Lemos *et al.* (2007) também não foi verificado efeitos significativos dos biofilmes com fécula de mandioca, em relação a firmeza, na

conservação de pimentão em sistema refrigerado. Resultados semelhantes foram verificados por Oliveira (2000) que estudou a conservação de pêssegos tratados com fécula de mandioca, armazenados por 35 dias sob refrigeração. O revestimento de fécula de mandioca também não exerceu influência na firmeza dos frutos de berinjela (SOUZA *et al.*, 2009). Os resultados obtidos por Oliveira e Cereda (1999) e Damasceno *et al.* (2003) que utilizaram película de fécula de mandioca em goiaba e tomate, respectivamente, também não verificaram diferenças significativas para a firmeza entre os tratamentos com revestimento e o controle.

A obtenção de película de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gelatinização do amido, que ocorre acima de 70°C com excesso de água, que, após resfriado, forma uma película transparente e resistente, devido a suas propriedades de retrogradação (NUNES *et al.*, 2004). Desta forma, a aplicação do revestimento, no presente estudo, não exerceu efeito significativo na compressão máxima porque provavelmente o processo de retrogradação do amido, nas soluções estudadas, não ofereceu maior resistência ao produto vegetal. A manutenção adequada da temperatura e da umidade (Figuras 3 e 4) também devem ter influenciado positivamente na firmeza, fazendo com que a compressão máxima não sofresse alterações significativas durante o armazenamento independente do tratamento aplicado (Figura 10).

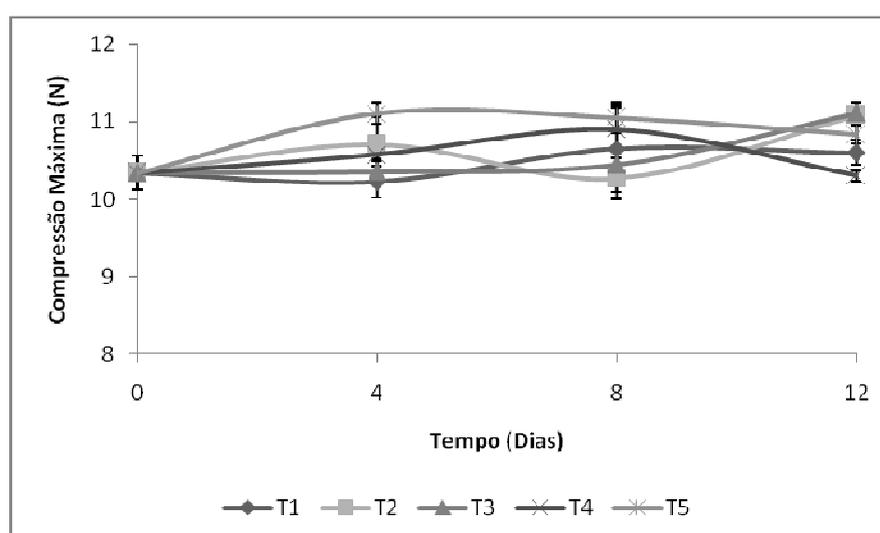


Figura 9. Compressão máxima (N) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3);

revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.1.3. Teor de Sólidos Solúveis Totais (TSS)

Não foi verificado efeito significativo nos diferentes tratamentos (Tabela 2) para o teor de sólidos solúveis durante os 12 dias de armazenamento (Figura 10). O efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado foi avaliado por Rinaldi *et al.* (2005), onde também verificou-se que os sólidos solúveis apresentaram comportamento semelhante para todos os tratamentos. Em mandioca minimamente processada, Silva *et al.* (2003) também não verificaram efeito significativo nos valores do TSS. Nunes *et al.* (2011), que trabalharam com mandioquinha-salsa minimamente processada, obtiveram resultados que concordam com os verificados no presente estudo. Resultado semelhante também foi verificado por Lemos *et al.* (2007) que trabalharam com frutos de pimentão revestidos com fécula de mandioca.

No presente estudo, a utilização adequada da cadeia do frio (Figura 3) reduziu a atividade respiratória dos tubérculos (Figuras 17 e 18), podendo ter favorecido a manutenção do teor de sólidos solúveis próximo dos valores iniciais durante o armazenamento. O comportamento dos teores de sólidos solúveis nos produtos vegetais está relacionado aos estresses mecânicos associados ao processamento mínimo, provocando aumento na atividade respiratória dos tubérculos e contribuindo para a degradação de componentes estruturais (PINELI *et al.*, 2005). Desta forma, o processamento mínimo realizado sob baixas temperaturas e a manutenção da cadeia do frio durante o armazenamento foram suficientes para o controle do TSS do inhame minimamente processado independente do tratamento aplicado.

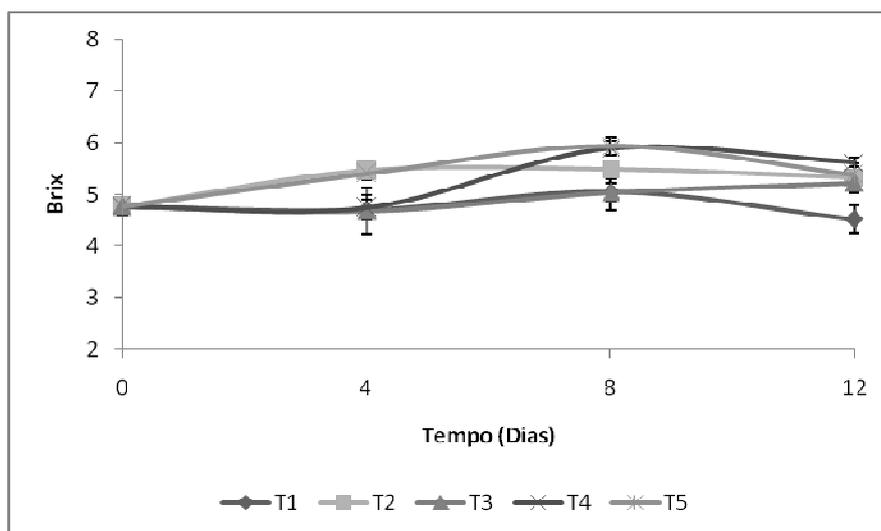


Figura 10. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.1.4. pH

Todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, não ocorrendo diferença significativa do pH entre todos os tratamentos durante o período de conservação (Figura 11). Silva (2001), que trabalhou com repolhos minimamente processados submetidos a diferentes embalagens e armazenados por 15 dias sob refrigeração, obteve resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo. No trabalho realizado por Nunes *et al.* (2011), verificou-se também uma pequena redução do pH e não houve resultados significativos em relação as diferentes concentrações de antioxidantes aplicadas em madioquinha-salsa minimamente processada. Resultados semelhantes foram verificados por Endo *et al.* (2006), que trabalharam com batatas minimamente processadas intercaladas com diferentes filmes ativos, e por Queiroz *et al.* (2010) que trabalharam com minimilho minimamente processado revestidos com fécula de mandioca.

Os cinco tratamentos apresentaram valores de pH (aproximadamente 6,0), durante os 12 dias de armazenamento, que podem ter favorecido a atividade da enzima polifenol oxidase (Figura 14) e conseqüentemente nos resultados dos fenóis totais

(Figura 13) e do IE (Figura 15). Araujo (2008) afirma que o pH 6,0 é considerado ótimo para a atividade da PPO. Como os tratamentos sem antioxidante (T1 e T2) apresentaram os maiores valores de atividade da enzima PPO (Figura 14), indica-se que esse resultado pode ter sido potencializado pela manutenção do pH próximo de 6,0 durante o período de conservação.

Verificou-se que os inhames minimamente processados tratados com antioxidante (T3, T4 e T5) (Figura 12) não apresentaram variação significativa no pH durante o período de armazenamento. Este resultado pode ter ocorrido devido ao tempo de aplicação associado à concentração utilizada de antioxidante (1%) na etapa de enxágüe (Figura 1), não terem sido suficientes para modificar significativamente o pH do meio. Porém, é importante ressaltar que apesar dos tratamentos que foram aplicados antioxidantes não apresentarem modificação significativa no pH das amostras, o tratamento com 1% de AA (T3) foi suficiente para obter os melhores resultados, em relação ao demais tratamentos, nos parâmetros fenóis totais (Figura 13), atividade da PPO (Figura 14) e IE (Figura 15).

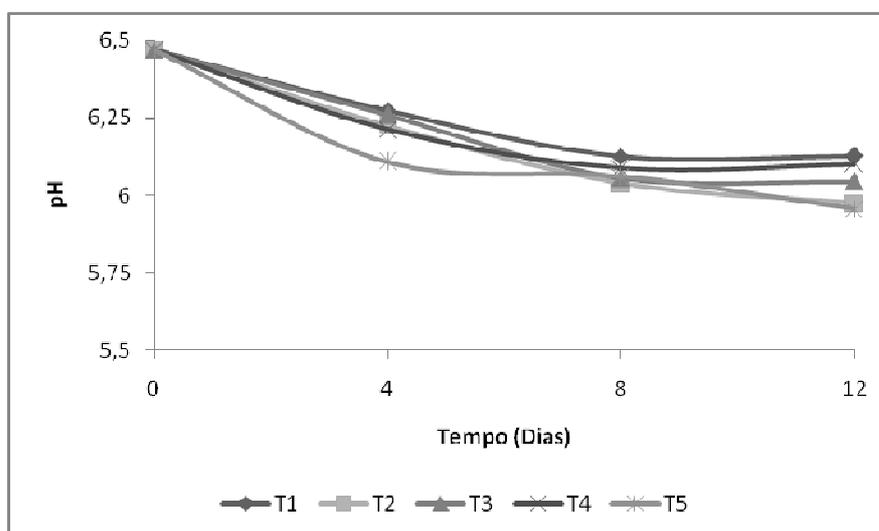


Figura 11. pH de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.1.5. Acidez Titulável

Não houve diferença significativa entre todos os tratamentos para acidez titulável durante os 12 dias de armazenamento (Figura 12). Este resultado também foi verificado por Endo *et al.* (2006) que estudaram batatas minimamente processadas intercaladas com diferentes filmes ativos e armazenadas a $8\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 9 dias. Aguila *et al.* (2006), trabalhando com rabanete minimamente processado sob refrigeração, observaram comportamento semelhante. A aplicação de diferentes concentrações de antioxidantes também não influenciou significativamente nos valores de acidez de mandioquinha-salsa minimamente processada (NUNES *et al.* 2011). Em cajás revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca, verificou-se também que os valores da acidez não diferiram significativamente durante o armazenamento (SANTOS, 2005). Resultados semelhantes foram observados em goiabas por Oliveira e Cereda (1999), em frutos recobertos com película de fécula de mandioca nas concentrações 1% e 2%.

O teor de ácidos orgânicos, normalmente, diminui ao longo do armazenamento em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (SOUZA, 2010). Porém, no presente estudo, o controle da temperatura e da umidade durante o armazenamento devem ter sido parâmetros determinantes para reduzir o metabolismo respiratório (Figuras 17 e 18), fazendo com que não houvesse diferença significativa entre os valores de acidez titulável dos diferentes tratamentos. É importante ressaltar que o inhame apresentou baixos valores de acidez quando inteiro e minimamente processado (Tabela 1), fator que pode ter favorecido a baixa variação da acidez durante o armazenamento (Figura 12).

Verificou-se que o adequado processamento mínimo associado à manutenção da cadeia do frio e ao controle da umidade relativa durante armazenamento foram suficientes no controle da acidez (Figura 12) como também do pH (Figura 11) do inhame minimamente processado independente do tratamento aplicado.

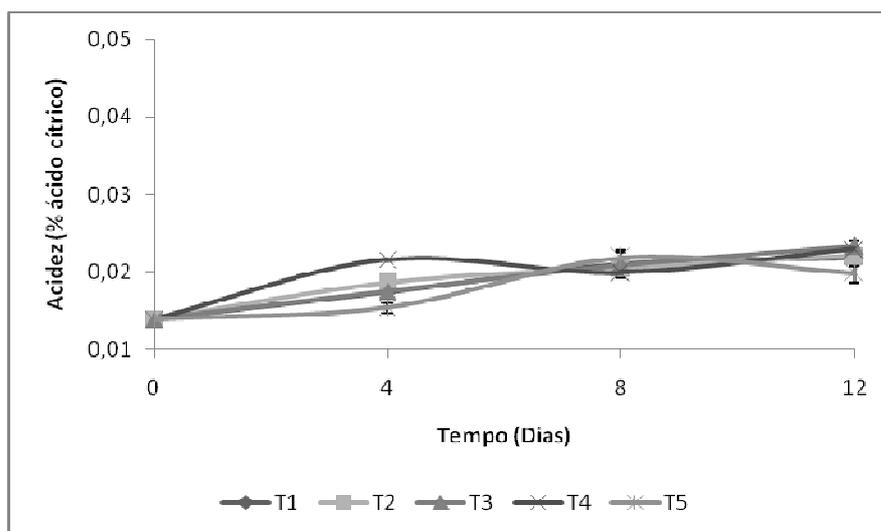


Figura 12. Acidez (% ácido cítrico) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.1.6. Fenóis Totais

A partir do 4º dia o tratamento com 1% ácido ascórbico (T3) apresentou maiores teores de compostos fenólicos em relação aos outros quatro tratamentos até o final do armazenamento (Figura 13). No experimento realizado com mandioca minimamente processada, Medeiros (2009) também verificou que nos tratamentos com antioxidantes, os compostos fenólicos apresentaram teores superiores e aumentaram até o final do período de conservação. No trabalho realizado por Jesus *et al.* (2008), os quiabos minimamente processados tratados com 1% de ácido ascórbico também apresentaram altos teores de fenóis totais.

Avaliando-se os resultados da atividade da enzima PPO (Figura 14), verificou-se que o tratamento com 1% de AA (T3) apresentou baixos valores de atividade enzimática. Assim, o aumento nos teores de compostos fenólicos (Figura 13) pode ter sido devido à menor utilização do substrato (fenóis) pela polifenol oxidase associada à perda de massa durante o armazenamento (Figura 8). Ou seja, o tratamento com 1% de AA (T3) foi eficiente no controle da enzima PPO (Figura 14), evitando que os fenóis

totais fossem oxidados e transformados em pigmentos escuros (VILLAS BOAS, 2004), favorecendo um menor IE do inhame minimamente processado (Figura 15).

Os tratamentos sem antioxidantes (T1 e T2) apresentaram menores teores de fenóis totais durante o período de armazenamento (Figura 13), provavelmente devido à maior atividade da enzima PPO (Figura 14). Medeiros (2009) também verificou que em mandiocas minimamente processadas sem aplicação de antioxidantes apresentaram menores teores de fenóis durante os 12 dias de conservação sob refrigeração. Ou seja, apesar da refrigeração ser uma tecnologia importante para a conservação dos vegetais, torna-se necessária a aplicação de outra tecnologia como a aplicação do AA para obter melhores resultados em relação aos parâmetros bioquímicos durante o armazenamento dos produtos vegetais.

Entre os tratamentos que foram aplicados revestimento e antioxidante (T4 e T5), verificou-se que o revestimento pode ter influenciado negativamente a atividade do antioxidante, uma vez que o tratamento apenas com 1% de AA (T3) apresentou maior teor de fenóis totais que os tratamentos com revestimento e antioxidante (T4 e T5). O T5 pode ter obtido teor 15% maior que o T4 devido ao fato da presença do ácido cítrico poder potencializar (ação sinergista) outros antioxidantes, como o ácido ascórbico (CHITARRA, 2002), compensando a possível influência negativa do revestimento.

A refrigeração dificulta o acoplamento enzima-substrato pela diminuição da energia cinética das moléculas (LEE *et al.*, 1995), podendo reduzir a atividade enzimática e o consumo dos compostos fenólicos. No entanto, o presente estudo verificou que a aplicação do AA foi necessária para que, associada à refrigeração, resultassem em melhores condições para a conservação do produto vegetal. Assim, a aplicação de 1% de ácido ascórbico (T3) associado à manutenção da baixa temperatura (Figura 3) obteve o melhor resultado para o controle dos compostos fenólicos do inhame minimamente processado.

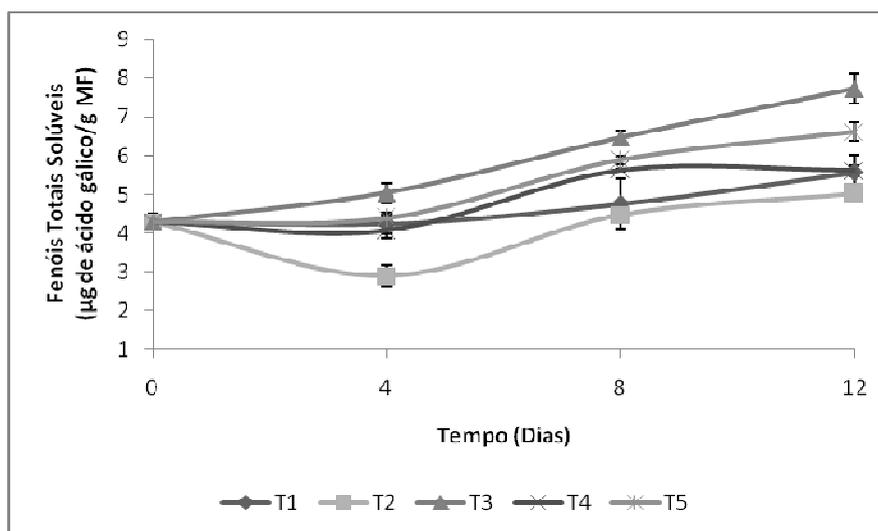


Figura 13. Fenóis totais solúveis (μg de ácido gálico/g massa fresca) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.1.7. Atividade da Polifenol oxidase

Verificou-se que, a partir do 4º dia, os produtos tratados com antioxidantes (T3, T4 e T5) apresentaram menores atividades enzimáticas (Figura 14). Nos tratamentos T3 e T5 a atividade enzimática reduziu durante o armazenamento, resultado que também foi verificado por Junqueira *et al.* (2009), em que a adição de antioxidantes reduziu a atividade da enzima a menos de 50%, inibindo o escurecimento excessivo de batatas minimamente processadas. No presente estudo, a menor atividade da enzima PPO pode ter ocorrido devido à adição de AA como antioxidante. O ácido ascórbico juntamente com seus sais neutros compõe um dos principais grupos de antioxidantes empregados em produtos vegetais, agindo diretamente na enzima, complexando o cobre do grupo prostético da PPO, causando sua inibição ou reduzindo as quinonas a sua forma anterior de fenóis, impedindo a formação dos pigmentos escuros (SAPERS e MILLER, 1998). A refrigeração constitui o meio mais tradicional para reduzir a atividade da enzima PPO (SILVA *et al.*, 2009). Assim, o controle da temperatura de refrigeração (Figura 3) pode ter ajudado a potencializar o efeito antioxidante do AA no inhame minimamente processado.

Analisando os resultados dos tratamentos sem antioxidante, verificou-se que o tratamento controle (T1) e o com revestimento (T2) apresentaram, no 12º dia, aumento da atividade enzimática de 39% e 23%, respectivamente, em relação aos valores iniciais, ocorrendo diferença estatística entre eles a partir do 8º dia. Nos tratamentos sem antioxidante, Medeiros (2009) também verificou aumento da atividade da enzima PPO em mandiocas minimamente processadas. O aumento da atividade da PPO pode está relacionada à maior disposição de compostos fenólicos, que são substratos para esta enzima (BRITO, 2011) e também pela ausência do AA, que é um agente antioxidante, associado ao pH dos produtos próximo de 6,0 (Figura 12) que é considerado um valor ótimo para a atividade da enzima PPO (ARAUJO, 2008). O tratamento com revestimento (T2) apresentou durante o armazenamento menor atividade enzimática (Figura 14) que o controle (T1), onde este resultado pode ter ocorrido devido à presença do revestimento poder ter dificultado o contato da enzima com o substrato (O_2) (AZEREDO, 2003), reduzindo as reações enzimáticas.

Em relação aos tratamentos com aplicação de antioxidante e revestimento (T4 e T5), apenas o T5 obteve valores próximos do tratamento com aplicação de 1% de AA (T3) (Figura 14). Apesar da presença do revestimento poder agir como barreira entre o substrato e a enzima, o mesmo pode ter influenciado negativamente a ação do antioxidante o que pode ser observado comparando o comportamento entre os tratamentos T3 e T4 (Figura 14), onde a diferença entre esses foi apenas a presença ou não do revestimento. O T5 pode ter obtido melhores resultados que o T4 devido ao fato do ácido cítrico poder potencializar a ação antioxidante do ácido ascórbico (CHITARRA, 2002).

Os resultados apresentados na Figura 14 sugerem que a aplicação de 1% de AA, associada ao adequado armazenamento (Figuras 3 e 4), foi o melhor tratamento para o controle da atividade enzimática de inhame minimamente processado. O controle da atividade enzimática é extremamente necessário por estar diretamente relacionada com a aparência do produto vegetal, pois a enzima PPO pode oxidar os compostos fenólicos formando pigmentos escuros (MORETTI, 2007). Estes pigmentos escuros reduzem o valor de mercado do produto vegetal como também a vida útil. Desta forma, o T3 foi o tratamento mais eficiente, pois obteve resultado semelhante ao T5 sem a

necessidade da aplicação do revestimento e do ácido cítrico, reduzindo as etapas e o custo do processamento.

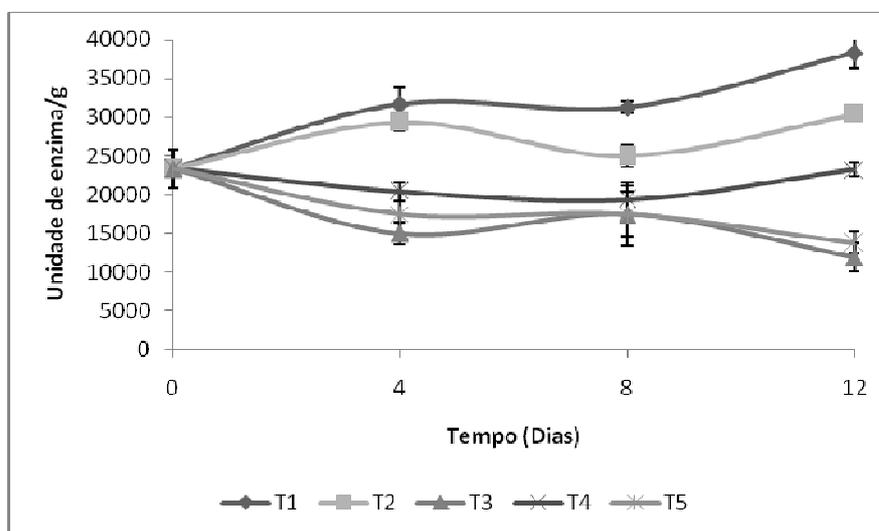


Figura 14. Atividade da polifenoloxidase (unidade de enzima/g) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.1.8. Índice de Escurecimento (IE)

Verificou-se aumento significativo do índice de escurecimento a partir do 8º dia onde até este período não tinha sido verificada diferença significativa entre os cinco tratamentos (Figura 15). O tratamento com 1% de ácido ascórbico (T3) apresentou menores valores a partir do 8º dia sendo verificada diferença significativa ao final do armazenamento em relação aos outros quatro tratamentos (Figura 15). Fontes *et al.* (2009) também verificaram que a aplicação de 1% de ácido ascórbico em inhame (*Dioscorea* spp.) apresentou menores índices de escurecimento do que o tratamento que não foi aplicado o antioxidante. Este efeito do AA, na concentração de 1%, também foi confirmado nos trabalhos realizados por Nunes *et al.* (2011), que avaliou a qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada, e por Brito (2011) que estudou inhame (*Dioscorea* spp.) minimamente processado.

Os tratamentos com revestimento e antioxidante (T4 e T5), não obtiveram bons resultados apesar da aplicação do antioxidante. Assim, sugere-se que o revestimento comestível não foi eficiente para inibir o IE, podendo ter interferido negativamente a ação antioxidante do AA. O ácido ascórbico é reconhecido por reduzir quinonas de volta a fenóis, prevenindo a formação de pigmentos escuros nos vegetais (FONTES *et al.*, 2009). Porém, o revestimento comestível, devido à sua alta umidade, pode ter diluído o meio diminuindo a ação redutora do AA, favorecendo a formação de pigmentos escuros e conseqüentemente a obtenção de maiores valores de IE. Esta possível interferência negativa do revestimento sobre o AA também foi verificada nos resultados da atividade da enzima polifenol oxidase (Figura 14), onde o tratamento com revestimento e 1% de AA (T4) apresentou maior atividade enzimática que o tratamento com 1% de AA (T3).

Desta forma, verificou-se que o tratamento com 1% de AA (T3), quando comparado com os demais tratamentos utilizados, associado ao adequado processamento mínimo e as boas condições de armazenamento, foi suficiente para o controle do índice de escurecimento.

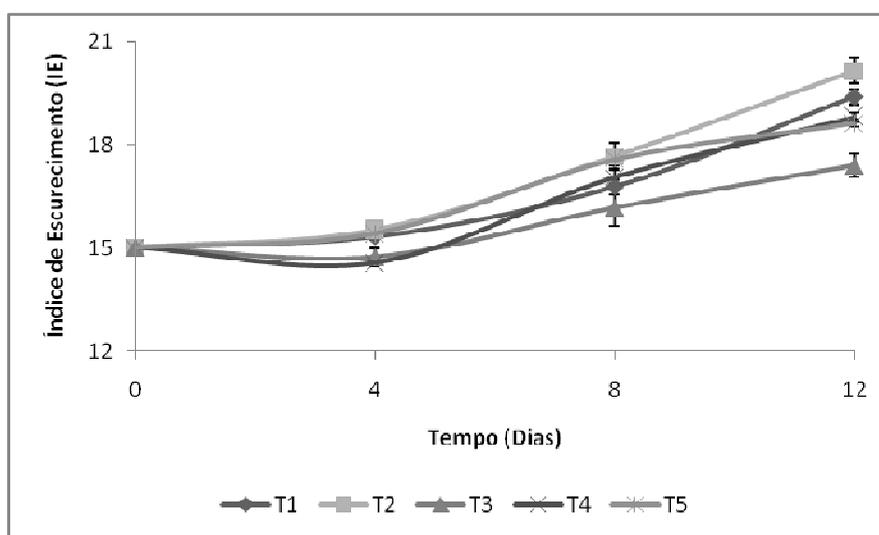


Figura 15. Índice de escurecimento (IE) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.2. ANÁLISES FISIOLÓGICAS

4.2.1. Concentração de CO₂ e de Etileno (C₂H₄) em Sistema Fechado

Após o processamento mínimo, os inhames tratados com revestimento apresentaram menores concentrações de CO₂ do que os aqueles sem revestimento (Figura 16).

O acúmulo de CO₂ foi linear para todos os tratamentos até a segunda hora e após este período, os tratamentos com revestimento apresentaram um comportamento aproximadamente constante enquanto os tratamentos sem revestimento continuaram a acumular significativamente até o final do armazenamento (Figura 16). Estes resultados relatam a influência significativa do revestimento comestível na redução do metabolismo do vegetal, confirmando a afirmação de que a aplicação de películas comestíveis em hortaliças reduz a atividade respiratória (AZEREDO, 2003; PRATES e ASCHERI, 2011; STULP *et al.*, 2012).

Verificou-se também que nos tratamentos de inhame sem revestimento (T1 e T3) e com revestimento (T2, T4 e T5), os tratamentos que continham antioxidantes incorporados apresentaram maior acúmulo de CO₂ no final do armazenamento, sugerindo uma possível influência do ácido ascórbico no sistema respiratório do inhame minimamente processado. O ácido ascórbico foi um dos principais grupos antioxidante aplicados em produtos vegetais em diversos trabalhos realizados (JUNQUEIRA *et al.*, 2009; MEDEIROS, 2009; FONTES *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2011; BRITO, 2011). No entanto, não se verificou nestes trabalhos a influência do AA no sistema respiratório, tornando-se importante realizar esta investigação no presente estudo (Figuras 19 e 20).

Nas condições realizadas neste estudo não foi detectada a presença de etileno, indicando uma baixa produção deste gás no inhame minimamente processado, não alcançando o limite mínimo de detecção do equipamento. A manutenção adequada da baixa temperatura de armazenamento (Figura 3) pode ter sido um fator determinante para a baixa síntese de etileno (SA *et al.*, 2008). A fisiologia do inhame também pode ter sido um parâmetro importante, pois Kluge *et al.* (2010) afirmam que a maioria das hortaliças produz quantidades baixas de etileno. Esta afirmação também é confirmada

nos trabalhos realizados por Rinaldi *et al.* (2008) e Spagnol *et al.* (2006) com repolho e cenouras minimamente processados, respectivamente, em que a produção de etileno foi insignificante não sendo detectado. O etileno também não foi detectado em batatas minimamente processadas armazenadas nas temperaturas de $5\pm 1^\circ\text{C}$; $15\pm 1^\circ\text{C}$ e $25\pm 1^\circ\text{C}$ e 85% de umidade relativa (VITTI *et al.*, 2009).

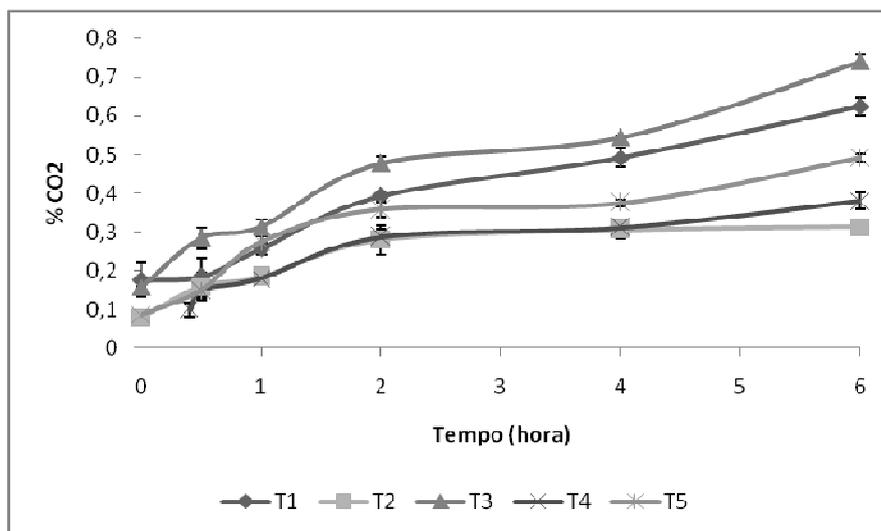


Figura 16. Concentração de CO₂ (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 6 horas a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.2.2. Taxa Respiratória e Concentração de CO₂ em Sistema Aberto

Após o processamento mínimo foi verificado maior taxa respiratória e maior concentração de CO₂ nos tratamentos sem revestimento (Figura 17 e 18), verificando-se diferença significativa neste período em relação aos tratamentos com revestimento comestível. O processamento mínimo produz efeitos imediatos no tecido processado, sendo a elevação na atividade respiratória uma das primeiras respostas fisiológicas ao estresse (SIMÕES *et al.*, 2007, SOUZA, 2010). No entanto, após a realização do processamento, a taxa respiratória e o acúmulo de CO₂ dos tratamentos com revestimento (T2, T4 e T5) apresentaram uma redução média de 41,5% (Figura 17) e 41% (Figura 18), respectivamente, quando comparados aos tratamentos sem a aplicação

do revestimento (T1 e T3). A utilização do revestimento comestível resultou numa atmosfera modificada que deve ter reduzido a disponibilidade de oxigênio, devido à barreira formada pelo revestimento, e conseqüentemente diminuído o metabolismo respiratório dos tratamentos T2, T4 e T5 (Figuras 17 e 18). No trabalho realizado por Castricini *et al.* (2009), o revestimento comestível a base de amido em diferentes concentrações (1, 3 e 5%) também foi eficaz para reduzir a taxa respiratória dos frutos de mamão. No recobrimento do cajá, com película de fécula de mandioca na concentração 5%, verificaram-se também menores taxas de respiração (SANTOS, 2005). Estes resultados e os do presente estudo estão de acordo com a afirmação de Moretti (2007) em que os revestimentos são geralmente utilizados como barreiras a difusão de O₂, reduzindo a atividade respiratória do produto vegetal.

Após o 4º dia de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram um comportamento constante, até o final do 12º dia, em relação à taxa respiratória e a concentração de CO₂ (Figura 17 e 18). Este comportamento deve ter ocorrido devido à manutenção adequada da cadeia do frio durante o armazenamento, pois o abaixamento da temperatura reduz a atividade metabólica de tecidos vegetais vivos (MORETTI, 2007). No trabalho realizado por Barbosa (2007), a taxas respiratórias de cenouras minimamente processadas foram menores com a redução da temperatura de armazenamento (1, 5 e 10°C). Em pequi minimamente processado, Damiani *et al.* (2008) verificaram que quanto menor foi a temperatura de armazenamento (0, 5, 10 e 22°C) menor foi a taxa respiratória. A ação positiva da cadeia do frio no sistema respiratório pode ser confirmada comparando os resultados da concentração de CO₂ das Figuras 16 e 20, onde o tratamento controle conservado a 25 ± 1°C apresentou no final do armazenamento concentração de CO₂ 74% maior que o tratamento controle conservado a 8 ± 1°C.

Desta forma, a utilização do revestimento comestível mostrou-se eficiente na redução do metabolismo após o processamento, o que pode ser determinante para prolongar a vida útil e manter a qualidade dos produtos vegetais. No entanto, em relação ao inhame minimamente processado, a aplicação de 1% de AA (T3) continua sendo o melhor tratamento, pois o aumento do metabolismo respiratório após o processamento mínimo não influenciou nos parâmetros físico-químicos avaliados e o T3 obteve os

melhores resultados em relação aos fenóis totais, atividade da PPO e IE durante os 12 dias de armazenamento.

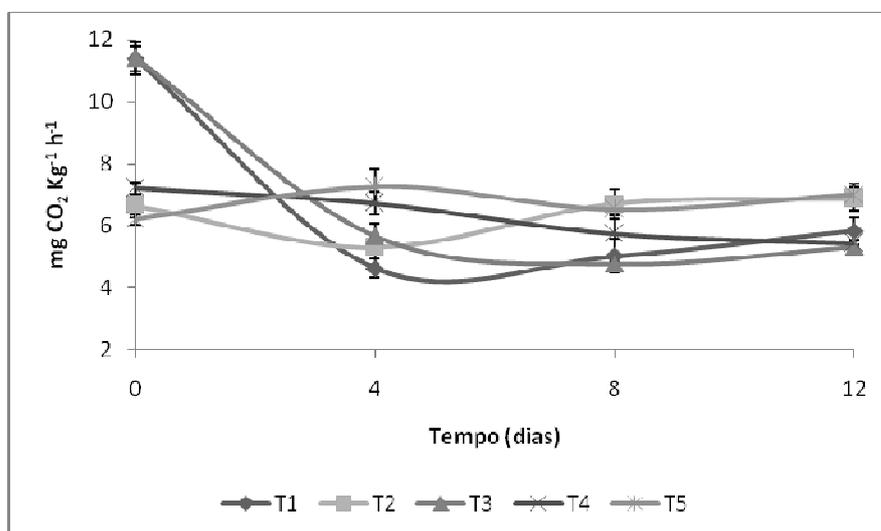


Figura 17. Taxa respiratória ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

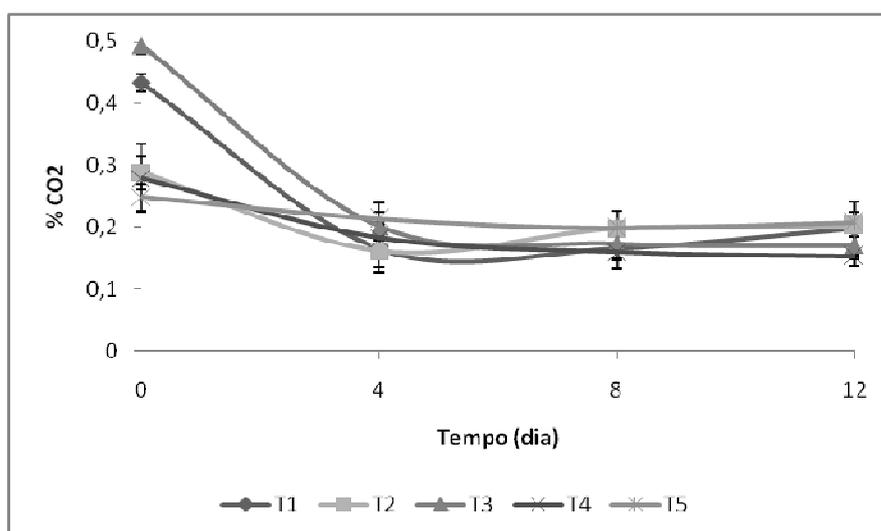


Figura 18. Concentração de CO_2 (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 12 dias a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com revestimento (T2); apenas com 1% ácido ascórbico (T3); revestimento com 1% ácido ascórbico (T4); revestimento com 1% ácido ascórbico e 1% ácido cítrico (T5). As barras representam o erro padrão da média.

4.2.3. Influência do Ácido Ascórbico na Taxa respiratória e na Concentração de CO₂ em Sistema Fechado

O aumento da taxa respiratória após o processamento mínimo foi proporcional a concentração de antioxidante aplicada (Figura 19). A partir da 4ª hora, os tratamentos com antioxidantes não diferiram estatisticamente, porém verificou-se maiores valores da taxa respiratória e diferença estatística em relação ao tratamento controle (T1) (Figura 19).

Avaliando a concentração de CO₂ (Figura 20), verificou-se que a partir da 4ª hora os tratamentos T2 e T3 também não apresentaram diferença estatística entre eles, mas verificaram-se maiores valores de concentração de CO₂ e diferença estatística em relação ao T1 (Figura 20), correspondendo aos resultados obtidos em relação à taxa respiratória (Figura 19).

Desta forma, verificou-se a influência do ácido ascórbico no aumento da atividade respiratória do inhame minimamente processado (Figuras 19 e 20). Esta influência pode ser devido à maior disponibilidade do AA para ser utilizado como substrato para respiração vegetal. O sistema respiratório também pode ter sido influenciado devido aos mecanismos de atuação antioxidante do ácido ascórbico. Agentes redutores, como ácido ascórbico, podem atuar reduzindo *o*-quinonas a difenóis ou *o*-quinonas quimicamente conjugadas, retardando a formação pigmentos escuros e consequentemente o escurecimento enzimático (MIGUEL *et al.*, 2008; FENNEMA, 2010). As reações realizadas pelo AA para evitar o escurecimento enzimático podem ter causado um maior gasto energético e consequentemente aumentado o metabolismo respiratório do produto vegetal. Logo, maiores concentrações de AA podem aumentar a disponibilidade de substrato para o processo respiratório ou ainda potencializar a ação antioxidante e consequentemente ocorrer maior taxa respiratória e maior concentração de CO₂ (Figuras 19 e 20).

Nas condições de armazenamento utilizadas no presente estudo foi verificado que o aumento do metabolismo respiratório após o processamento não influenciou, entre cinco diferentes tratamentos, nos parâmetros físico-químicos avaliados e que a aplicação de 1% AA (T3) obteve os melhores resultados em relação às análises bioquímicas durante os 12 dias de armazenamento do inhame minimamente processado.

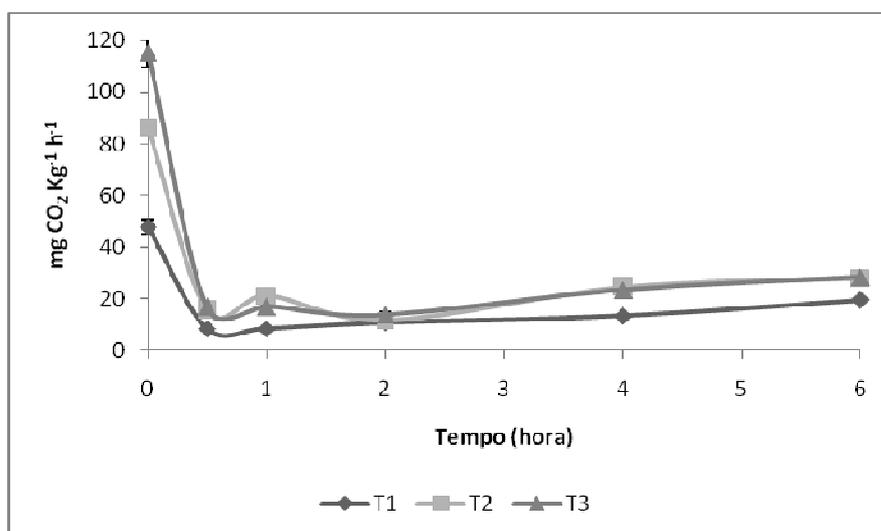


Figura 19. Taxa respiratória ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de inhames minimamente processados, armazenados por 6 horas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com 1% de ácido ascórbico (T2); apenas com 2% ácido ascórbico (T3). As barras representam o erro padrão da média.

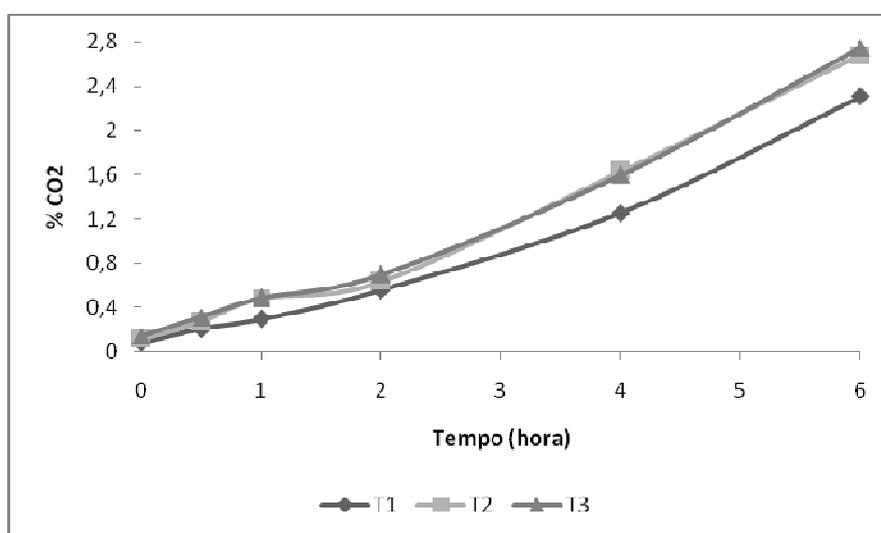


Figura 20. Concentração de CO_2 (%) de inhames minimamente processados, armazenados por 6 horas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, e submetidos aos diferentes tratamentos: Controle (T1); apenas com 1% de ácido ascórbico (T2); apenas com 2% ácido ascórbico (T3). As barras representam o erro padrão da média.

No entanto, a avaliação da influência do AA no sistema respiratório do vegetal continua sendo importante para futuros estudos. Em outras condições de armazenamento (temperatura, umidade, concentração e tempo de aplicação do AA), o inhame ou outro produto vegetal pode sofrer influências significativas, em relação aos parâmetros físico-químicos e bioquímicos, que possam reduzir a qualidade e a vida útil do vegetal minimamente processado.

5. CONCLUSÃO

- O tratamento que foi aplicado 1% de ácido ascórbico, associado ao adequado processamento mínimo e ao controle das condições de armazenamento (baixa temperatura e umidade adequada), foi eficiente na conservação de inhame minimamente processado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMO, M. A. *Taioba, cará e inhame: O grande potencial inexplorado*. São Paulo: Editora Ícone, 1990. 80p.

AGUILA, J. S.; HEIFFIG, L. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Qualidade de rabanete minimamente processado e armazenado em embalagens com atmosfera modificada passiva e refrigeração. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 9, n. 1, p. 19-24, 2006.

ANTONIOLLI, L.R.; BENEDETTI, B. C.; SOUZA FILHO, M. S. M. BORGES, M. F. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a microbiota de abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.1, p.157-160, 2005.

ARAÚJO, J.M.A. *Química de alimentos: teoria e prática*. 4. ed. Viçosa, SC: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2008. 596p.

AZEREDO, H.M.C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. *Boletim do CEPPA*, Curitiba, v.21, n.2, p.267-278, 2003.

BARBOSA, L. N. *Influência da temperatura na composição gasosa e nos parâmetros físico-químicos e sensoriais de cenoura orgânica (Daucus carota L. var. Brasília) minimamente processada*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

BEZERRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. *Ciência Agrotecnica*, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-575, 2002.

BEAULIEU, J. C., OLIVEIRA, F. A. R., FERNANDES, T. D. FONSECA, S. C. BRECHT, J. K. Fresh-cut kale: quality assessment of portugueses storage supplied product for development of a MAP system. *CA'97 Proceedings*, v.5, n. 19, p. 145-51, 1997.

BOTREL, D. A.; SOARES, N. F. F.; CAMILLOTO, G. P.; FERNANDES, R. V. B. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. *Ciência Rural*, v.40, n.8, p. 1814-1820, ago, 2010.

BOTREL, D. A., SOARES, N. F. F., GERALDINE, R. M., PEREIRA, R. M., FONTES, E. A. F. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível antimicrobiano. *Ciência Tecnologia Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 1, p. 32-38, mar, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Manual de hortaliças não-convencionais / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo*. – Brasília: MAPA/ACS, 2010. 92 p.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

BRITO, T. T. *Determinação das etapas, fluxograma do processamento e estudo da conservação de inhame minimamente processado*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Sergipe, 2011.

BRITO, T. T.; SOARES, L. S.; FURTADO, M. C.; CASTRO, A. A.; CARNELOSSI, M. A. G. Composição centesimal de inhame (*Dioscorea* sp.) *in natura* e minimamente processado. *Scientia Plena*, v. 7, n. 6, 2011.

CANTWELL, M. Fresh cut product biology requeriments. *Pershables Handling Newsletter*, v. 81, p. 4-6, 1995.

CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELLOS, M. A. S. Qualidade e amadurecimento de mamões ‘golden’ revestidos por película de fécula de mandioca. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 4, n.1, 2009.

CARNELOSSI, M.A.G.; YAGUIU, P.; REINOSO, A.C.L.; ALMEIDA, G.R.O.; LIRA, M.L.; SILVA, G.F.; JALALI, V.R.R. Determinação das etapas do processamento mínimo de quiabo. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.4, p. 970-975, 2005.

CHITARRA, M. I. F. *Processamento mínimo de frutos e hortaliças*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 20, 21, 78.

CHITARRA MIF; CHITARRA AB. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: UFLA. 2005. 785p.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P. V. S. de.; MORO, E.; JUNIOR, E. K. M.; LOPES, M. C.; VICENTINI, N. M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 3, p. 377-380, 2003.

DAREZZO, H. M. *Determinação de composição gasosa e sistemas de embalagens adequadas para conservação de alface americana ‘Lorca’ minimamente processada*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, 2004.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J. Influência de diferentes temperaturas na manutenção da qualidade de Pequi minimamente processado. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 1, 2008.

DOWNES, F.P.; ITO, K. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001, 676.

ELLIS, R.P.; COCHRANE, M. P.; DALE, M. F. B.; DUFFUS, C. M.; LYNN, A.; MORRISON, I. M.; PRENTICE, R. D. M.; SWANSTON, J. S.; TILLER, S. A. Starch production and industrial use (Review). *Journal of Science Food and Agriculture*, London, v.77, n. 3, p.289-311, 1998.

ENDO, E.; SOARES, N. F. F.; SANTOS, D. A. A.; BORGES, S. V.; FONTES, E. A. F.; GONÇALVES, M. P. J. C. Physical-chemical and physical alterations of minimally processed potatoes intercalated with different active films. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v.17, n.3, p.239-249, 2006.

FAGUNDES, A. F.; AYUB, R. A. Caracterização físico-química de caquis cv. Fuyu submetidos à aplicação de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0°C. *Acta Science Agronomy*. v.27, n.3, p.403-408, 2005.

FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. *Química de alimentos de Fennema*. - 4. ed.- Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

FONTES, L. C. B.; SIVI, T. C.; RAMOS, K. K.; QUEIROZ, F. P. C. Efeito de antioxidantes na prevenção de escurecimento enzimático de batata-doce (*Ipomoea Batatas*) e inhame (*Dioscorea spp*). *Ciências Agrárias e Engenharias*, v. 15, n. 3, p. 167-174, 2009.

GUEDES, P. A. *Utilização de biofilme comestível na conservação pós-colheita de manga, cv. Rosa*. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007.

HEIMLER, D., ISOLANI, L., VIGNOLINI, P., TOMBELLI, S., ROMANI, A. Polyphenol content and antioxidant activity in some species of freshly consumed salads. *Journal of Africultural and Food Chemistry*. v. 55, p.1724-1729, 2007.

HENRIQUE, C. M.; PATRI, P. Relatório técnico: Processamento mínimo de mandioca. *Pesquisa e Tecnologia*, v. 8, n. 51, 2011.

IAL 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INTERNATIONAL FRESH CUT PRODUCE ASSOCIATION (IFPA). *Fresh-cut produce handling guidelines*. 3ed., Produce Marketing Association, Newark, 1999, 39p.

JESUS, M. M. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; SANTOS, S. F.; NARAIN, N.; CASTRO, A. A. Inibição do escurecimento enzimático de quiabo minimamente processado. *Rev. Ciência Agronômica*, v. 39, n. 4 p. 524-530, 2008.

JUNQUEIRA, M. S.; SOARES, N. F. F.; REIS, R. C.; CARNEIRO, J. D. S.; BENICIO, R. T.; YOKOTA, S. R. C. Efeito de embalagens ativas no escurecimento enzimático de batatas (*solanum tuberosum*) fatiadas e minimamente processadas. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. 3, p. 613-618, 2009.

KADER, A. A. *Postharvest technology of horticultural crops*. California: University of California, 2002. 519 p.

KLUGE, R. A.; PICOLI, A. A.; AGUILA, J. S. Respiração e produção de etileno em beterrabas inteiras e minimamente processadas submetidas a tratamentos com etileno e biorreguladores. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 1, p. 54-57, 2010.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. *Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado*. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.

KUBOTA, N. Phenolic content and L-phenylalanine ammonia-lyase activity in peach fruit. In: *Modern methods of plant analysis - fruits analysis*. New York: Spriger- Verlag, p.81-94, 1995.

LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. *Carboidratos em alimentos regionales Iberoamericanos*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648p.

LEE, L.; ARUL, A.; LENCKI, R.; CASTAIGNE, F. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects. *Packaging Technology and Science*, v. 8, p. 315-331, 1995.

LEMOS, O. L. *Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão "Magalir"*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2006.

LEMOS, O. L.; REBOUÇAS, T. N. H.; JOSÉ, A. R. S.; VILA, M. T. R.; SILVA, K. S. Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão "Magalir". *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.693-699, 2007.

LIMA, A. B. *Qualidade de manga tomy atkins orgânica colhida sob boas práticas agrícolas, tratada com extrato de erva-doce e fécula de mandioca*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, 2007.

MALI, S., GROSSMANN, M. V. E., YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção propriedades e potencial de utilização. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010

MALI, S., GROSSMANN, M. V. E., GARCÍA, M. A., MARTINO, M. N. & ZARITZKY N. E. Microstructural characterization of yam starch films. *Carbohydrate Polymers*. v.50, p. 379-386, 2002.

MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Atividade respiratória e evolução de etileno em alface crespa minimamente processada armazenada sob duas temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 6, 2008.

MEDEIROS, E. A. A. *Deterioração pós-colheita de mandioca minimamente processada*. Tese (Doutorado em Ciência) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

MENEGHEL, R. F. A.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus umifolius*). *Ciências Agrárias*, v. 29, n. 3, p. 609-618, 2008.

MIGUEL, A. C. A.; BEGIATO, G. F.; DIAS, J. R. P. S.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Efeito de tratamentos químicos na respiração e parâmetros físicos de melão ‘Amarelo’ minimamente processado. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 4, 2008.

MOREIRA, R. C. *Processamento mínimo de tangor ‘murcott’: Caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 2004.

MORETTI, C. L. *Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças*. Brasília: SEBRAE. 2007, p. 45-46.

NUNES, E. E.; VILAS BOAS, B. M.; CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, H. H.; LIMA, L. C. O. Vida útil de pêssegos ‘aurora 2’ armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura.*, v. 26, n. 3, p. 438-440, 2004.

NUNES, E. E.; VILAS BOAS, E. V.; XISTO, A. L. R. P. Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada: Uso de antioxidantes. *Journal Biotechnology and Biodiversity*. v. 2, n.3, p. 43-50, 2011.

OLIVEIRA, M. A. *Comportamento pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. *Balstsch*) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial*. 2000, 99p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M.P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. *Brazilian Journal of Food Technology*. Campinas, v.2, n.1-2, p. 97-102, 1999.

OMONIGHO, S. E., IKENEBOMEH, M. J. Effects of different preservative treatments on the chemical changes of pounded white yam (*Dioscorea rotundata*) in storage at $28 \pm 2^\circ\text{C}$. *Food Chemistry*. v. 68, p.201-209, 2000.

PALOU, E., LÓPES-MALO, A., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., WELTICHAVES, J., SWANSON, B.G. polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal Food Science*. v. 64, n. 1, p.42-5., 1999.

PEIXOTO NETO, P.A.S.; LOPES FILHO, J.; CAETANO, L.C.; ALENCAR, L.M.C.; LEMOS; E.E.B. *Inhame: O Nordeste fértil*. Maceió, AL: EDUFAL, 2000. 88p.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. *Ciência e agrotecnologia*, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PETERSEN, K., NIELSEN, P. V., BERTELSEN, G., LAWTHOR, M., OLSEN, M. B., NILSSON, N. H. & MORTENSEN, G. Potential of biobased materials for food packaging. *Food Science and Technology*, v. 10, p. 52-68, 1999.

PINELI, L. L. O.; MORETTI, C. L.; ALMEIDA, G. C.; ONUKI, A. C. A.; NASCIMENTO, A. B. G. Caracterização química e física de batatas 'Ágata' minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 10, p. 1035-1041, 2005.

QUEIROZ, V. A. V.; MORAES, E. A.; QUEIROZ, L. R.; TRADIN, F. D.; GUEDES, E. O.; PEREIRA FILHO, I. A.; LOMBARDI, C. T. Utilização de cobertura comestível na conservação pós-colheita de minimilho minimamente processado. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 4, p. 910-916, 2010.

REBOUÇAS, K. H. *Alterações Químicas e Bioquímicas do Quiabo (Abelmoschus esculentus L. Moench) Minimamente Processado*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, 2010.

REIS, R. C. *Curvas de secagem, propriedades tecnológicas e aplicação pós-colheita de filmes biodegradáveis de fécula de inhame (Dioscorea ssp.) e glicerol*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, 2011.

REIS, K. C.; ELIAS, H. H. S.; LIMA, L. C. O.; SILVA, J. D.; PEREIRA, J. Pepino japonês (*Cucumis Sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 3, p. 487-493, 2006.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 3, p. 480-486, 2005.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; MORETTI, C. L. Atividade respiratória, produção de etileno e vida útil de repolho (*Brassica oleracea*, var. *capitata*) minimamente processado em atmosfera controlada. *Engenharia Agrícola*, v. 28, n. 3, p. 579-589, 2008.

RITZENGER, C. H. S. P.; SANTOS FILHO, H. P.; ABREU, K. C. L. M.; FANCELLI, M.; RITZENGER, R. *Aspectos fitossanitários da cultura do inhame*. 2003, 39p. (Documentos EMBRAPA/SPI).

SÀ, C. R. L.; SILVA, E. O.; TERAPO, D.; SARAIVA, A. C. M. Métodos de controle do etileno na qualidade e conservação pós-colheita de frutas. Fortaleza: *Embrapa Agroindústria Tropical*, 36p, 2008.

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BERBET, P. A.; SANTOS, O. O.; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. A. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na

qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v.6 , n.3, p.508-513, 2011.

SANTOS, E.S. *Inhame (Dioscorea spp.): aspectos básicos da cultura*. João Pessoa: EMEPA-PB, SEBRAE. 158 p. 1996.

SANTOS, E. S. Esclarecimento sobre as denominações dos gêneros Dioscorea e Colocasia. In: II SIMPOSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, João Pessoa, 2002. *Anais*. João Pessoa: EMEPA – PB.

SANTOS, E. S.; MACÊDO, L.S. Tendência e perspectiva da cultura do inhame (*Dioscorea sp.*) no Nordeste do Brasil. In: II SIMPOSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, João Pessoa, 2002. *Anais*. João Pessoa: EMEPA – PB, p 22-31.

SANTOS, M. F. G. *Armazenamento de cajá (Spondias mombin L.) sob a aplicação de coberturas de amido de mandioca*. Dissertação (Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. Browning inhibition in fresh-cut pears. *Journal and Food Science*, v. 63, n. 2, p. 342-346, 1998.

SASAKI, F. F. *Processamento mínimo de abóbora (Cucurbita moschata Duch.): Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas*. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2005.

SILVA, M. V.; ROSA, C. I. L. F.; VILAS BOAS, E. V. B. Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. *Boletim do CEPPA*, v. 27, n. 1, p. 83-96, 2009.

SILVA, E. O. *Fisiologia pós-colheita de repolho (Brassica oleracea cv. Capitata) minimamente processado*. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal), Departamento de Biologia, Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SILVA, V. V.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Efeito da embalagem e temperatura de estocagem na conservação de mandioca minimamente processada. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 6, n. 2, p. 197-202, 2003.

SIMÕES, A. N. *Alterações químicas e atividades de enzimas em folhas de couve inteiras e minimamente processadas*. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

SIGRIST, J. M. M. *Estudos fisiológicos de couve-flor e rúcula minimamente processada*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Piracicaba: USP, Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

SHIMAZU, A. A., MALI, S., GROSSMANN, M. V. E., Efeitos plastificantes e antiplastificantes do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 28, n. 1, p. 79-88, 2007.

SIMÕES, A. N.; COSTA, F. B.; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. O.; PUSCHMANN, R. Desafios e potenciais dos produtos minimamente processados. *Visão Agrícola*, n. 7, 2007.

SOUZA PA; AROUCHA EMM; SOUZA AED; COSTA ARFC; FERREIRA GS. BEZERRA NETO F. 2009. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 2, 2009.

SOUZA, J. F. *Alterações bioquímicas e fisiológicas de salada mista minimamente processadas composta por alface americana, alface roxa e acelga*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, 2010.

SOUZA ,É. C.; BOAS, E. V. B.V.; BOAS ,B. M. V.;RODRIGUES ,L. J.; PAULA, N.R. F., Qualidade e Vida útil de Pequi minimamente Processado armazenado sob atmosfera modificada. *Ciência e agrotecnologia.*, v. 31, n. 6, p. 1811-1817, nov./dez., 2007.

SPAGNOL, W. A.; PARK, K. J.; SIGRIST, J. M. M. Taxa de respiração de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 550-554, 2006.

STULP, M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D. M.; GNAS, B. B. B. Conservação e qualidade de mirtilo orgânico utilizando revestimento comestível a base de fécula de mandioca. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 6, n. 1, 2012.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ESPÍN, J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal Science Food Agriculture*, n. 81, p. 853-879, 2001.

VILA, M. T. R.; LIMA, L. C. O.; VILLAS BOAS, E. V. B.; HOJO, E. T. D.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, 2007.

VILLAS BOAS, E.V. de B. Frutas minimamente processadas: banana. III ENCONTRO SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, Viçosa, UFV, *Palestras*, p. 111-121, 2004.

VILLADIEGO, A. M. D. *Desenvolvimento de um revestimento comestível antimicrobiano a base de amido de inhame com quitosana na conservação de cenoura minimamente processada*. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

VITTI, M. C. D.; SASAKI, F. F.; MIGUEL, P.; JACOMINO, A. P.; MORETTI, C. L.; KLUGE, R. A. Atividade respiratória e aspectos microbiológicos de cultivares de batatas minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. *Ciência Rural*, v. 40, n. 1, p. 208-212, 2008.