

Estabilidade no Armazenamento de Água de Coco Esterilizada em Sistema UHT



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 121

Estabilidade no Armazenamento de Água de Coco Esterilizada em Sistema UHT

Nedio Jair Wurlitzer

Natália Rocha Sucupira

Janice Ribeiro Lima

Ana Paula Dionísio

Deborah dos Santos Garruti

Cláudia Oliveira Pinto

Paulo Henrique Machado de Souza

Andreza Felipe Adriano

Embrapa Agroindústria Tropical

Fortaleza, CE

2016

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Gustavo Adolfo Saavedra Pinto*
Secretária-executiva: *Celli Rodrigues Muniz*
Secretária-administrativa: *Eveline de Castro Menezes*
Membros: *Janice Ribeiro Lima, Marlos Alves Bezerra, Luiz Augusto Lopes Serrano, Marlon Vagner Valentim Martins, Guilherme Julião Zocolo, Rita de Cássia Costa Cid, Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial: *Sérgio César de França Fuck Júnior*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização: *Rita de Cassia Costa Cid*

Fotos da capa: *Nedio Jair Wurlitzer*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

On-line (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Estabilidade no armazenamento de água de coco esterilizada em sistema UHT / Nedio Jair Wurlitzer... [et al.]. -- Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

25 p. ; 15 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 121).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. *Cocos nucifera* L. 2. Temperatura ultra-alta. 3. Estabilidade. I. Wurlitzer, Nedio Jair. II. Sucupira, Natália Rocha. III. Lima, Janice Ribeiro. IV. Dionísio, Ana Paula. V. Garruti, Deborah dos Santos. VI. Pinto, Cláudia Oliveira. VII. Souza, Paulo Henrique Machado de. VIII. Adriano, Andreza Felipe. IX. Série.

CDD 664.80461

© Embrapa 2016

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	21
Referências	22

Estabilidade no Armazenamento de Água de Coco Esterilizada em Sistema UHT

Nedio Jair Wurlitzer¹

Natália Rocha Sucupira²

Janice Ribeiro Lima³

Ana Paula Dionísio⁴

Deborah dos Santos Garruti⁵

Cláudia Oliveira Pinto⁶

Paulo Henrique Machado de Souza⁷

Andreza Felipe Adriano⁸

Resumo

A água de coco é um produto bastante sensível, que sofre mudança de cor e alteração de sabor com o processamento e o tempo de armazenamento. O uso de sulfito como aditivo antioxidante pode evitar a formação de coloração marrom ou rosada no alimento. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade no armazenamento da água de coco processada termicamente em esterilização UHT, comparando a adição ou não de sulfito. As formulações foram sem e com adição de sulfito (20 mg L⁻¹) e submetidas a processo UHT (136 °C, com tempo de retenção de 8 segundos), estocadas em temperatura

¹ Engenheiro de alimentos, D.Sc em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, nedio.jair@embrapa.br

² Engenheira de alimentos, estudante de doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, natsucupira@yahoo.com.br

³ Engenheira de alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, janice.lima@embrapa.br

⁴ Cientista dos alimentos, D.Sc. em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, ana.dionisio@embrapa.br

⁵ Engenheira de alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, Deborah.garruti@embrapa.br

⁶ Engenheira de alimentos, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, claudia.pinto@embrapa.br

⁷ Engenheiro de alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, phenriquemachado@gmail.com

⁸ Estudante de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, andrezafelipe@hotmail.com

ambiente (28 ± 2 °C), sendo a estabilidade avaliada ao longo de 180 dias por meio análises físico-químicas, cor, turbidez e atividade enzimática. Como resultados, a água de coco manteve-se estável no período de armazenamento em relação ao teor de sólidos solúveis totais (média de 6,2 °Brix), pH (variando de 4,5 e 5,3), acidez (variando de 0,10 a 0,18 g 100 mL⁻¹) e sulfito residual médio entre 10,7 mg L⁻¹ e 12,8 mg L⁻¹. Na avaliação de cor, apenas o parâmetro a* apresentou alteração significativa ($p < 0,05$) no armazenamento, diminuindo seu valor, e a turbidez aumentou durante o armazenamento. Os tratamentos apresentaram ausência de atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO), e valores próximos de zero, para a peroxidase (POD), tanto com presença ou ausência de sulfito, indicando que a temperatura de processo UHT foi suficiente para a inativação de ambas as enzimas.

Palavras-chave: *Cocos nucifera* L., temperatura ultra-alta, estabilidade.

Stability in Storage of Coconut Water Sterilized in UHT System

Abstract

Coconut water is a product sensitive to changes in color and taste with processing and during storage. The use of sulphite as an antioxidant additive can prevent the formation of brown or pink coloration in the food. Therefore, the objective of this study was to evaluate the storage stability of sterilized coconut water processed by UHT (ultra-high temperature), comparing the addition or not of sulphite. The formulations were without and with sulphite addition (20 mg L^{-1}) and submitted to UHT process ($136 \text{ }^\circ\text{C}$, with retention time of 8 seconds), stored at room temperature ($28 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$), stability being evaluated over of 180 days, through physicochemical analyses, color, turbidity and enzymatic activity. As a result, coconut water remained stable during the storage period about the total soluble solids content (average of $6.2 \text{ }^\circ\text{Brix}$), pH (ranging from 4.5 to 5.3), acidity (ranging from 0.10 to $0.18 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$) and average residual sulfite between 10.7 and 12.8 mg L^{-1} . In the evaluation of color, only the parameter a^ presented significant changes ($p < 0.05$) in the storage, decreasing its value, and turbidity increased during storage. The treatments showed an absence of polyphenoloxidase enzymatic activity (PPO) and values close to zero for peroxidase (POD), both with presence or absence of sulphite, indicating that the UHT process temperature was sufficient for the inactivation of both enzymes.*

Index terms: Cocos nucifera L., ultra-high temperature, stability.

Introdução

A água de coco, consumida como bebida refrescante, torna-se muito sensível à deterioração microbiana logo após abertura da fruta, tornando-se rapidamente imprópria para consumo, além de reações oxidativas, que ocasionam perdas de suas características sensoriais e nutricionais (REDDY et al., 2007).

Um dos processos que se destacam para a conservação da água de coco é o tratamento térmico de esterilização, que amplia o tempo de vida de prateleira do produto envasado e permite estocagem em temperatura ambiente. O processo de esterilização, seguido de envase asséptico, tem larga aplicação em unidades de processamento de água de coco. Como adicional ao processo, tem-se também o uso de aditivos alimentares (PRADES et al., 2012), em especial o uso de sulfitos.

A utilização de aditivos alimentares segue regulamentos específicos estabelecidos com base na sua segurança e necessidades tecnológicas, e, no Brasil, segue a RDC nº 8/2013 (ANVISA, 2013), que indica o limite de aditivos para sucos. Os dados nacionais relativos à quantidade de sulfitos, com base na medição de níveis residuais de sulfito em alimentos e bebidas, são escassos (MACHADO et al., 2008). Os níveis de sulfito tipicamente utilizados não refletem a concentração que existe realmente no alimento no momento da ingestão, devido a perdas durante o processamento e armazenamento de alimentos tratados (TAYLOR et al., 1986).

Especificamente para a água de coco, alguns trabalhos foram realizados com o uso de diferentes tipos de aditivos em associação ao tratamento térmico. Abreu et al. (2007) relatam que, em temperatura de 139 °C por 10 s, a enzima polifenoloxidase foi completamente inativada, enquanto a peroxidase foi inativada logo após processo de esterilização, e teve atividade parcialmente regenerada durante a estocagem, principalmente se em presença de ácido ascórbico. Em outro trabalho, descreve-se o uso de sulfito, ácido cítrico e tratamento térmico para prolongar a vida de prateleira de água de coco estocada à temperatura ambiente em até 10 meses (CHOWDHURY et al., 2005).

Atualmente, grande parte da água de coco-verde disponível no mercado é industrialmente submetida ao processo térmico UHT (*Ultra High Temperature* ou temperatura ultra-alta) seguido de envase em embalagens cartonadas sob sistema asséptico. Algumas empresas também adicionam ácido ascórbico, cítrico ou sulfito como aditivos, para padronizar acidez ou como antioxidante. Ainda assim, existem relatos de técnicos das indústrias indicando o escurecimento ou cor rosada do produto ao abrir a embalagem, após algum tempo de estocagem. De acordo com Damar et al. (2009), o aparecimento da cor rosada é imprevisível e não relaciona à ação microbiológica ou atividade enzimática, pois a fervura da água de coco não a previne. Prades et al. (2012) indicam que a atividade das enzimas PPO e POD causam coloração amarela, marrom ou rosada, podendo ocorrer minutos, horas ou diversas semanas após o processamento da água de coco.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a estabilidade físico-química, enzimática e de cor da água de coco submetida a processo de esterilização UHT, com ou sem adição do aditivo antioxidante sulfito, durante armazenamento por 180 dias em temperatura ambiente.

Material e Métodos

Água de coco e processamento UHT (temperatura ultra-alta)

Cocos-verdes (*Cocos nucifera*, L.) com idade de maturação entre 6 e 7 meses foram colhidos em Paraipaba, Ceará, Brasil. Inicialmente, os cocos foram lavados em água corrente e imersos em solução de água clorada (200 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio) durante 15 min para reduzir a carga microbiana na superfície do fruto. Em seguida, os cocos foram cortados e a água foi extraída, filtrada e congelada a -17 ± 2 °C para utilização em ensaios posteriores.

O processo de esterilização UHT foi realizado a 136 °C, com vazão controlada para obter tempo de retenção de 8 s, pressão entre 4 e 5 bar, utilizando um trocador de calor tubular, com vazão de 185 mL min⁻¹, da

marca Armfield, modelo FT74 UHT/HTST, seguido de resfriamento rápido até temperatura inferior a 30 °C no próprio trocador de calor tubular, por circulação indireta de água gelada com uso de chiller Armfield modelo FT83.

O equipamento de esterilização foi interligado com capela para envase em condições assépticas, também da Armfield, modelo FT83. Foram utilizadas garrafas de vidro, capacidade de 210 mL, com tampas rosqueáveis de polipropileno, previamente esterilizadas por imersão em solução 1% de ácido peracético, conforme indicado por Abreu (2005), e enxaguadas com água esterilizada do próprio sistema UHT. Os tubos do equipamento foram esterilizados com água em temperatura superior a 121 °C, por 20 minutos.

Foram realizados dois tratamentos com a água de coco esterilizada em processo UHT (136 °C/8 s): Tratamento A – sem adição de sulfito; Tratamento B – com adição de sulfito (20 mg L⁻¹). A temperatura de esterilização e teor inicial de sulfito foram de acordo com Sucupira et al. (2015), em experimento de otimização de processo de água de coco. A legislação brasileira permite limite máximo de 50 mg L⁻¹ de sulfito residual (ANVISA, 2013).

Avaliação de estabilidade no armazenamento

O processamento foi efetuado em três repetições e o armazenamento foi realizado em temperatura ambiente (28 ± 2 °C), em local protegido da luz. Foram coletadas amostras logo após o processamento e a cada 30 dias até 180 dias de armazenamento.

Análises físico-químicas, cor e atividade enzimática

O pH foi medido a 25 °C, por meio de leitura direta em potenciômetro, conforme metodologia da AOAC (1995). A acidez total titulável foi realizada neutralizando-se a amostra com hidróxido de sódio com concentração padronizada, e expressa em g de ácido málico por 100 mL de água de coco. O teor de sólidos solúveis totais foi determinado com uso de refratômetro Atago PAL-3. Ambas as análises foram feitas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

A análise quantitativa de sulfitos foi efetuada pelo método M-W otimizado, sendo a amostra adicionada de ácido clorídrico sob fluxo de nitrogênio, gerando dióxido de enxofre através do condensador e passando por outro tubo com peróxido de hidrogênio, gerando ácido sulfúrico. Este último foi titulado com hidróxido de sódio e relacionado com o conteúdo de sulfito, conforme indicado no método 990.28, da AOAC (2006).

As medidas de cor foram realizadas em colorímetro Konica Minolta, modelo CR 400, utilizando o sistema de cor CIELAB, sendo determinados os parâmetros L^* , a^* , b^* , de luminosidade e cromaticidade. A turbidez foi medida por meio de Turbidímetro digital de bancada TecnoPON TB-1000, com resultado expresso em NTU (unidades Nefelométricas de turbidez).

As atividades das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) foram realizadas de acordo com o método adaptado por Campos et al. (1996), usando catecol e guaiacol como substratos, respectivamente. Para a atividade da PPO, amostras da água de coco (1 mL), tampão fosfato (0,2 M) e 0,7 mL do reagente foram colocados diretamente na cubeta do espectrofotômetro, sendo efetuada a leitura da absorbância a 425 nm no tempo zero e após 10 minutos. Para a determinação da atividade da POD, a mistura de tampão fosfato, 0,5 mL de guaiacol 0,5 g L⁻¹ e 0,2 mL de peróxido de hidrogênio 0,1% foi colocada em banho-maria a 35 °C durante 10 min. Em seguida, 1,0 mL de água de coco foi adicionado à cubeta, sendo a leitura feita a 470 nm. A absorbância foi registrada no tempo zero e após 10 minutos. Para ambas as análises, a referência foi fornecida por teste branco, substituindo água de coco por água destilada. A unidade de atividade enzimática foi calculada como sendo a quantidade de enzima que provoca uma alteração na absorbância de 0,001 por minuto. Os resultados foram expressos em UAE mL⁻¹.

Análise estatística

Os experimentos foram realizados em três repetições, sendo aplicada análise de variância para estabelecer significância e análise de regressão em função do tempo de armazenamento. A média e o

desvio-padrão foram apresentados em tabelas ou gráficos, e, para as regressões significativas, foi apresentada a equação. Quando a regressão foi significativa, também foi aplicado teste de Dunnett, para estabelecer se existe diferença significativa entre o primeiro tempo e os tempos seguintes de armazenamento. Quando adequado, em cada tempo, também foi indicada a diferença significativa em teste de F da análise de variância para comparar os tratamentos com e sem adição de sulfito. Foi usado o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS), e os gráficos, preparados em planilha Excel.

Resultados e Discussão

Caracterização da água de coco in natura

A água de coco in natura utilizada no processamento apresentou pH de $5,0 \pm 0,2$, acidez total titulável de $0,13 \pm 0,1$ g de ácido málico 100 mL^{-1} e teor de sólidos solúveis totais de $5,9 \pm 0,4$ °Brix. Esses resultados estão de acordo com os padrões estabelecidos na Instrução Normativa 31/2009 do Ministério da Agricultura, para água de coco (BRASIL, 2009). A caracterização inicial de cor apresentou as coordenadas $L^* = 45,7 \pm 1,5$; $a^* = -0,05 \pm 0,2$ e $b^* = 1,3 \pm 1,3$. A turbidez foi de $19,2 \pm 0,3$ NTU, e as atividades das enzimas PPO e POD foram de $4,23 \pm 1,5$ UAE mL^{-1} e $0,8 \pm 0,5$ UAE mL^{-1} , respectivamente.

Avaliação da estabilidade da água de coco no armazenamento

De forma geral, a água de coco, com ou sem adição de sulfito, apresentou-se estável no armazenamento, não apresentando diferenças significativas no tempo nem entre os tratamentos.

Estabilidade físico-química

A água de coco apresentou pouca variação nas respostas das análises físico-químicas (Tabela 1). Nas medidas de pH, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em relação ao tempo para os dois tratamentos, ficando o valor médio em 4,8 e 4,5, para água de coco

sem sulfito e com sulfito, respectivamente, valores que estão de acordo com a legislação que preconiza pH máximo de 5,4 para a água de coco esterilizada (BRASIL, 2009). O pH é um parâmetro de baixa variabilidade em sucos de frutas, como observado por Mahnot et al. (2014) na estocagem de água de coco microfiltrada e também por Silva et al. (2006), que avaliaram a estabilidade de uma bebida composta por maracujá e água de coco e encontraram valores de pH entre 3,15 e 3,46. Silva et al. (2003), avaliando a estabilidade da água de coco tratada por “hot Pack” durante 120 dias de armazenamento, encontraram valores de pH entre 4,25 e 4,56, similares aos resultados obtidos para pH neste trabalho.

Tabela 1. Análises físico-químicas da água de coco processada por UHT durante o armazenamento por 180 dias sob temperatura ambiente (28 ± 2 °C).

Parâmetro	Armazenamento (dias)						p
	0	30	60	90	120	180	
pH							
A	5,0 ± 0,1 ^{aa}	4,5 ± 0,3 ^{aa}	4,9 ± 0,3 ^{aa}	4,3 ± 0,0 ^{aa}	5,3 ± 1,0 ^{aa}	5,3 ± 0,6 ^{aa}	ns
B	4,9 ± 0,1 ^{aa}	4,6 ± 0,1 ^{ab}	4,5 ± 0,3 ^{ab}	4,4 ± 0,1 ^{ab}	4,5 ± 0,1 ^{ab}	4,3 ± 0,0 ^{bb}	ns
Sólidos solúveis totais (°Brix)							
A	6,3 ± 0,0	6,4 ± 0,1	6,3 ± 0,1	6,4 ± 0,0	6,3 ± 0,0	6,3 ± 0,1	ns
B	6,3 ± 0,0	6,3 ± 0,0	6,4 ± 0,0	6,3 ± 0,1	6,3 ± 0,1	6,1 ± 0,2	ns
Acidez total titulável (g ácido málico 100 mL ⁻¹)							
A	0,13 ± 0,02 ^{aa}	0,20 ± 0,04 ^{aa}	0,13 ± 0,02 ^{aa}	0,10 ± 0,04 ^{aa}	0,14 ± 0,03 ^{aa}	0,51 ± 0,18 ^{ab}	*
B	0,14 ± 0,02 ^{aa}	0,18 ± 0,03 ^{aa}	0,06 ± 0,01 ^{ba}	0,10 ± 0,01 ^{aa}	0,14 ± 0,01 ^{aa}	0,37 ± 0,06 ^{ab}	*
Sulfito residual (mg L ⁻¹)							
B	12,8 ± 0,0 ^A	10,7 ± 1,8 ^A	12,8 ± 0,0 ^A	11,7 ± 1,8 ^A	12,8 ± 0,0 ^A	10,7 ± 1,8 ^A	ns

A = água de coco UHT, sem adição de sulfito; B = água de coco UHT, com adição de 20 mg L⁻¹ de sulfito.

Linhas marcadas com * indicam regressão significativa ($p < 0,05$) e, com “ns”, não significativa. Letras minúsculas diferentes seguindo as médias, na coluna, para o mesmo atributo, indicam diferença significativa em teste de F, análise de variância. Letras maiúsculas diferentes seguindo as médias, na mesma linha, indicam diferença significativa em teste de Dunnett, comparadas ao valor do tempo inicial de armazenamento.

Para sólidos solúveis totais, os valores obtidos não apresentaram diferença significativa durante o armazenamento ($p > 0,05$), com média em torno de $6,3$ °Brix para os dois tratamentos (como pode ser visto na Figura 1), valor abaixo do limite máximo ($6,70$ °Brix) permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2009). Normalmente, não são esperadas alterações no teor de sólidos solúveis totais da água de coco sob armazenamento. Resultados similares foram obtidos por Brito et al. (2004), avaliando a estabilidade em néctar de maracujá elaborado com água de coco seco, durante 90 dias de armazenamento, e também por Chowdhury et al. (2005), que não observaram mudanças significativas nos sólidos solúveis da água de coco pasteurizada adicionada de sulfito de potássio durante 365 dias de armazenamento.

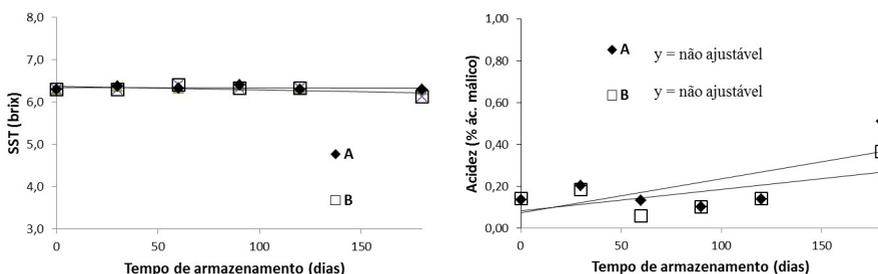


Figura 1. Média dos sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável de água de coco esterilizada por UHT armazenada por 180 dias em temperatura ambiente (28 ± 2 °C). Tratamento A sem adição de sulfito. Tratamento B com adição de sulfito.

Para o tratamento A, a acidez total titulável apresentou comportamento estável até 120 dias de armazenamento, variando de $0,10$ a $0,20$ g ácido málico 100 mL^{-1} , sendo que, apenas no último tempo analisado (180 dias), apresentou aumento, atingindo teor de $0,51$ g ácido málico 100 mL^{-1} (Figura 1). O tratamento B apresentou comportamento semelhante para ATT, ficando estável até 120 dias em torno de $0,12$ g ácido málico 100 mL^{-1} e aumentando para $0,37$ g ácido málico 100 mL^{-1} no final do armazenamento. Mesmo com a regressão significativa ($p < 0,05$), não foi possível estabelecer modelo, pois a falta de ajuste apresentado na análise estatística também foi significativa. Em teste de Dunnett, observou-se também diferença significativa ao comparar os

valores de ATT e de pH do último tempo de armazenamento (180 dias) com os valores do início do armazenamento, caracterizando alterações químicas consideradas normais com o decorrer do armazenamento, mas ainda dentro do padrão aceitável ao se considerar a vida de prateleira da água de coco esterilizada em processo UHT.

Comportamento similar foi encontrado por Chowdhury et al. (2005) ao avaliar a estabilidade da água de coco durante 365 dias. Os autores verificaram leve aumento da acidez total titulável, que variou de 0,08 a 0,39 g ácido cítrico 100 mL⁻¹ ao longo do período de armazenamento. Sucupira et al. (2015), ao avaliarem a acidez total titulável da água de coco processada por UHT (135 °C/9 s) relataram valores de 0,13 a 0,26 g ácido málico 100 mL⁻¹, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa. Costa et al. (2005) verificaram, em frutos de coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L. cv Verde) com 6 a 7 meses de idade, após diferentes métodos de conservação, acidez variando de 0,06 a 0,12 g ácido cítrico 100 mL⁻¹. O aumento da acidez em água de coco pode ser devido à produção de ácidos livres por crescimento microbiano, normalmente leveduras (DURRANI et al., 2010) ou por degradação de polissacarídeos (AKHTAR et al., 2010). Considerando o longo tempo de armazenagem sob temperatura ambiente e o número de embalagens processadas, uma falha de vedação de algumas embalagens pode ter permitido a entrada de microrganismos que se desenvolveram e aumentaram a acidez.

O teor de sulfito residual, considerando apenas o tratamento B, que teve a adição inicial de sulfito, manteve-se estável durante o armazenamento em torno de $11,9 \pm 1,0$ mg L⁻¹. Essa estabilidade foi observada tanto por regressão (não significativa), quanto pelo teste de Dunnett, também não significativo ao se comparar o teor de sulfito a cada tempo de armazenamento com o teor logo após o processamento UHT (Figura 2). Comparando-se com a quantidade de sulfito (20 mg L⁻¹) adicionada antes do processo UHT, observou-se uma redução de 36% logo após o processamento. Isso se deve ao contato com as substâncias oxidantes presentes na água de coco, como também à sensibilidade do sulfito em altas temperaturas, ocorrendo assim sua degradação ou ligação com outros compostos constituintes da água de coco, como açúcares.

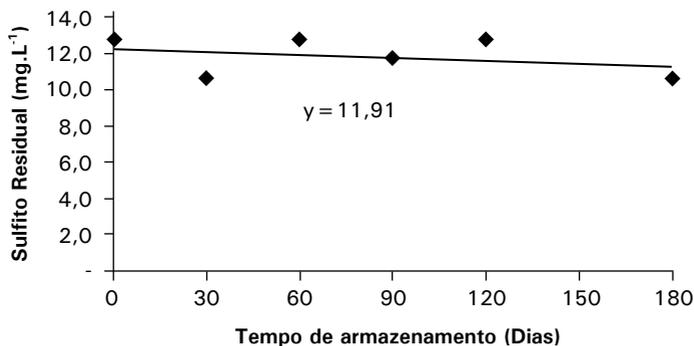


Figura 2. Teor médio de sulfito residual de água de coco UHT (tratamento B) armazenada por 180 dias em temperatura ambiente (28 ± 2 °C).

A fração de sulfitos que não se liga a outros compostos do alimento é definida como sulfito livre, constituindo uma mistura de SO_2 , íons bissulfito e íons sulfito em um equilíbrio químico dinâmico. Essa fração é convertida rapidamente em dióxido de enxofre molecular quando o alimento sulfitado é acidificado (WEDZICHA, 1992).

O teor de SO_2 depende fortemente da natureza química do alimento, tipo de processo, duração e condições de estocagem (LOPEZ MALO et al., 1994). O íon bissulfito pode permanecer livre e disponível para retardar a formação de compostos tipo Maillard, e pode também se ligar reversivelmente a certos compostos, como os grupos carbonilas de aldeídos. Nos alimentos com pH ácido (pH de 4,0 a 4,5), o SO_2 também pode volatilizar, desprendendo-se do alimento (RAHMAN; PERERA, 1999; GUEKEZIAN et al., 1997).

O fator tempo não foi relevante no que diz respeito à concentração de sulfito residual nesta pesquisa, pois se verifica pouca alteração no decorrer do tempo de armazenamento, indicando apenas diferença entre as unidades amostrais, e se mantendo estável durante os 180 dias de estudo. Bertolino e Rech (2012) avaliaram amostras de coco ralado ao longo de 12 meses, embalados em sacos plásticos bicamada (polipropileno biorientado – polietileno) mantidas em estufa a 28 ± 2 °C, com concentrações de 200, 100 e 50 mg L^{-1} de sulfito, e observaram perda de 40% do teor de sulfito, para a amostra com 50 mg L^{-1} , após

dois meses de armazenamento, sendo que, nos 4 primeiros meses, a perda de sulfito foi mais acentuada. Esse comportamento foi divergente ao encontrado neste estudo, mas que pode ser devido às diferentes embalagens, já que a água de coco aqui analisada está em embalagens impermeáveis, protegidas do contato com o oxigênio do ar.

Estabilidade da cor e turbidez

Na Tabela 2, são apresentados os valores obtidos para as análises de cor e turbidez dos tratamentos de água de coco processada, durante o armazenamento. Para ambos os tratamentos, a Luminosidade (L^*) e parâmetro b^* não apresentaram diferença significativa ao longo do tempo ($p > 0,05$), com médias de 46,3 e 45,9 para L^* , e 3,60 e 3,28 para b^* , para a água de coco UHT sem (Tratamento A) e com sulfito (Tratamento B), respectivamente. Já a coordenada a^* apresentou tendência de diminuição, sendo a diferença significativa ($p < 0,05$) para os tratamentos A e B, mas com ajuste do modelo

Tabela 2. Análises de cor (L^* , a^* e b^*) e turbidez da água de coco durante o armazenamento por 180 dias (28 ± 2 °C).

Parâmetro	Armazenamento (dias)						p^1
	0	30	60	90	120	180	
Cor L^*							
A	46,49 ± 0,4	46,07 ± 0,1	46,29 ± 0,5	46,45 ± 0,7	46,52 ± 0,4	45,99 ± 0,9	ns
B	46,33 ± 0,2	45,90 ± 0,2	44,70 ± 4,1	45,90 ± 0,9	45,77 ± 0,2	46,65 ± 0,1	ns
Cor a^*							
A	0,17 ± 0,06 ^{ab}	-0,07 ± 0,1 ^{ab}	-0,29 ± 0,1 ^{ab}	-0,19 ± 0,1 ^{ab}	-0,32 ± 0,0 ^{ab}	-0,36 ± 0,1 ^{ab}	*
B	-0,06 ± 0,2 ^{ba}	-0,14 ± 0,2 ^{ba}	-0,17 ± 0,1 ^{ba}	-0,27 ± 0,1 ^{ba}	-0,31 ± 0,0 ^{ab}	-0,37 ± 0,0 ^{ab}	*
Cor b^*							
A	3,25 ± 0,5	3,55 ± 0,1	3,52 ± 0,6	3,86 ± 0,6	3,80 ± 0,4	3,83 ± 0,9	ns
B	3,34 ± 0,1	3,44 ± 0,0	3,31 ± 0,6	3,34 ± 0,6	2,95 ± 0,2	2,53 ± 0,1	ns
Turbidez (NTU – Nephelometric Turbidity Units)							
A	26,1 ± 1,3 ^{ba}	30,0 ± 1,6 ^{ba}	32,0 ± 1,1 ^{ab}	36,2 ± 3,0 ^{ab}	45,2 ± 0,8 ^{ab}	51,8 ± 0,6 ^{ab}	*
B	23,6 ± 2,9 ^{ba}	43,4 ± 1,6 ^{bb}	39,9 ± 2,8 ^{bb}	35,6 ± 0,5 ^{ab}	37,8 ± 4,7 ^{bb}	46,8 ± 1,4 ^{bb}	*

A = água de coco UHT, sem adição de sulfito; B = água de coco UHT, com adição de 20 mg L^{-1} de sulfito. Linhas marcadas com * indicam regressão significativa ($p < 0,05$) e, com "ns", não significativa. Letras minúsculas diferentes seguindo as médias, na coluna, para o mesmo atributo, indicam diferença significativa em teste de F, análise de variância. Letras maiúsculas diferentes seguindo as médias, na mesma linha, indicam diferença significativa em teste de Dunnett, comparadas ao valor do tempo inicial de armazenamento.

apenas para o tratamento B (Figura 3), sendo também significativa em teste de Dunnett ao se compararem os valores em cada tempo de armazenamento com o obtido logo após o processamento.

Purkayastha et al. (2012) investigaram o efeito do ácido ascórbico na água de coco durante 28 dias e mostraram valores de L^* que variaram de 95,54 a 70,76 no final do armazenamento, superiores aos encontrados nesta pesquisa, enquanto Costa et al. (2005) relataram valor de 27,99 para a luminosidade da água de coco envasada assepticamente.

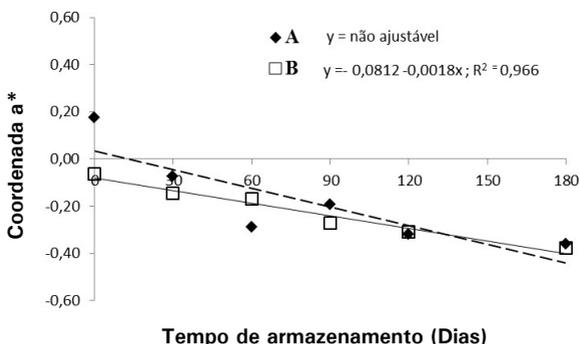


Figura 3. Estabilidade de cor, parâmetro a^* , da água de coco, tratamentos A e B, durante armazenamento. Tratamento A sem adição de sulfito. Tratamento B com adição de sulfito.

A coordenada a^* mostra a intensidade de cor que varia do verde ao vermelho, sendo a intensidade da cor vermelha indicada pelos valores positivos. Assim, valores mais baixos representam menor tendência ao aparecimento do vermelho. A água de coco esterilizada por UHT apresentou decréscimo significativo ao longo do tempo, variando de 0,17 para -0,36 no tratamento A e de -0,06 para -0,37 no tratamento B, indicando o não surgimento da cor rosada, fenômeno indesejável na vida de prateleira da água de coco. Os valores obtidos nesta pesquisa foram similares aos observados por Pereira, Faria e Pinto (2013), que obtiveram valores médios de -0,47 para a coordenada a^* da água de coco carbonatada adicionada de sorbato de potássio e metabissulfito de sódio, indicando que o uso dos aditivos impediu o seu escurecimento. Os autores também relataram

que todas as amostras apresentaram apenas tonalidade amarela e valores positivos de cor b^* , comportamento semelhante aos resultados encontrados na presente pesquisa.

A turbidez apresentou diferença significativa em relação ao tempo de armazenamento ($p < 0,05$), sendo que apenas os dados do tratamento A permitiram ajuste ao modelo linear, cuja equação do modelo está apresentada no gráfico da Figura 4. Em teste de Dunnett, ao se compararem os valores em cada tempo de armazenamento com o obtido logo após o processamento, também se observou diferença significativa, indicando o aumento da turbidez com o avanço do tempo de armazenamento. O aumento da turbidez no decorrer do tempo de armazenamento pode ser causado por aglomeração de partículas proteicas ou crescimento microbiano. Awua et al. (2011) observaram o aumento contínuo para a turbidez da água de coco esterilizada em autoclave, sugerindo que reações de formação de matéria insolúvel seriam desencadeadas, além de esse aumento mascarar a detecção da cor amarela. Cappelletti et al. (2015) atribuíram a mudança de comportamento da coloração da água de coco a uma desestabilização de emulsões e precipitação de proteínas. Purkayastha et al. (2012) verificaram aumento na turbidez da água de coco com e sem ácido ascórbico armazenada durante 28 dias à temperatura de 4 °C, comportamento semelhante ao observado nesta pesquisa.

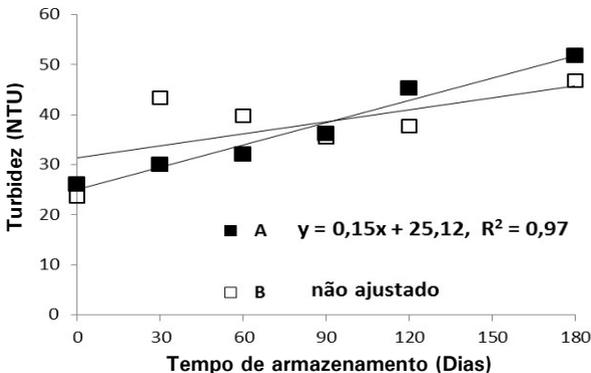


Figura 4. Variação da turbidez da água de coco, tratamentos A e B, durante armazenamento. Tratamento A sem adição de sulfito. Tratamento B com adição de sulfito.

Pereira, Faria e Pinto (2013) verificaram aumento da turbidez no decorrer de 54 dias de armazenamento à temperatura ambiente para água de coco formulada com sorbato de potássio e metabissulfito de sódio, com valores médios de 33,88 Ntu. Esse comportamento já era esperado, visto que esses aditivos agem como antioxidante, contribuindo para manutenção da cor e da estabilidade desses produtos. Leber (2001) avaliou a estabilidade da água de coco em garrafas de polietileno tereftalado (PET), estocada a 15 °C durante 9 meses, e observou aumento na turbidez, coincidindo com a elevação do crescimento microbiano e influenciando negativamente a estabilidade da água de coco.

Para facilitar a comparação dos resultados obtidos para cor e turbidez, a Figura 5 apresenta imagens da água de coco logo após processamento e ao final do período de estocagem. Esses resultados são compatíveis com a observação visual, e estão dentro do esperado para a água de coco processada e armazenada, indicando estabilidade da água de coco frente ao armazenamento, tanto para a água de coco sem adição de sulfito, quanto à adicionada de sulfito.

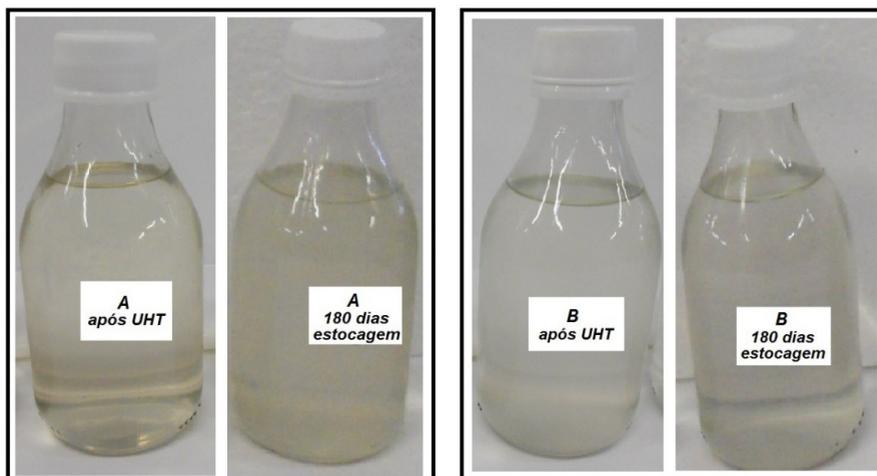


Figura 5. Águas de coco do tratamento A (sem adição de sulfito) e tratamento B (com adição de sulfito) tratadas por UHT, após o processamento e após 180 dias de armazenamento.

Estabilidade enzimática (PPO e POD)

Os resultados obtidos para atividade enzimática (Tabela 3) indicaram ausência de atividade após o processamento, indicando que o processo UHT foi suficiente para a inativação das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), mantendo-se os valores nulos ou inferiores aos limites de detecção e quantificação do método de análise durante todo o armazenamento, para ambos os tratamentos.

Além do efeito do processo térmico UHT, provocando a inativação da enzima PPO, a condição química da água de coco, com pH próximo a 5,0, não favorece a atividade dessa enzima, que possui 7,0 como pH ótimo de atividade. A PPO é uma enzima que atua sobre grande variedade de compostos fenólicos, em função do pH do meio, concentração de compostos fenólicos presentes, temperatura, concentração da própria enzima, entre outros fatores (KWIATKOWSKI et al., 2012).

A atividade da POD se manteve nula até 30 dias após processo UHT, e valores próximos de zero na sequência do armazenamento, demonstrando que o tratamento térmico aplicado (136 °C/8 s) com ou sem adição de sulfito, mostrou-se eficiente em reduzir a atividade enzimática, não sendo observada reativação da enzima ao longo do armazenamento. Nesses experimentos, o uso do sulfito pareceu não influenciar na redução da atividade enzimática, uma vez que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e ambos mostraram baixos valores, que foram nulos no início e no fim do armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados para atividade enzimática da peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) da água de coco processada por UHT durante o armazenamento por 180 dias sob temperatura ambiente (28 ± 2 °C).

Parâmetro		Armazenamento (dias)					
		0	30	60	90	120	180
PPO (UAE mL ⁻¹)	A	0,00±0,0	0,00±0,0	0,00±0,0	0,00±0,0	0,00±0,0	0,19±0,3
	B	0,00±0,0	0,00±0,0	0,00±0,0	0,00±0,0	0,00±0,0	0,06±0,1
POD (UAE mL ⁻¹)	A	0,00±0,0	0,00±0,0	0,72±0,4	0,27±0,2	1,96±0,3	0,00±0,0
	B	0,00±0,0	0,00±0,0	0,62±0,6	0,10±0,3	1,2±0,3	0,00±0,0

A = água de coco UHT, sem adição de sulfito; B = água de coco UHT, com adição de 20 mg L⁻¹ de sulfito.

Murasaki-Aliberti et al. (2009) evidenciaram que o tratamento com calor com tempos de retenção mais curtos pode minimizar as perdas nutricionais e sensoriais em água de coco e promover 90% de inativação enzimática. Balasubramanian e Boopathy (2013) observaram que, em temperaturas acima de 60 °C, a atividade da peroxidase decresceu acentuadamente, indicando que a inativação pode ser devido ao desdobramento da enzima. Abreu e Faria (2007) relataram comportamento similar, ao avaliar a atividade enzimática de água de coco envasada asépticamente. Os autores verificaram que a água de coco formulada com ácido ascórbico não apresentou atividade de PPO, e a atividade da POD caiu cerca de 60%.

Tan et al. (2014) já haviam relatado baixa atividade das enzimas na água de coco-verde, encontrando valores de 0,543 e 0,052 UAE mL⁻¹ °Brix⁻¹ min⁻¹, respectivamente para PPO e POD, sendo a atividade de ambas as enzimas diminuída ao longo dos 15 minutos de aquecimento, com redução drástica observada à temperatura de 95 °C. Segundo esses autores, a inativação completa de POD foi observada com tratamento térmico a 90 °C e tempo de retenção de 2,5 min.

Pereira, Faria e Pinto (2013) pesquisaram a estabilidade, no decorrer de 60 dias, da água de coco carbonatada e pasteurizada a 90 °C/30 s, adicionada com metabissulfito de sódio e sorbato de potássio. Os autores relataram valores médios de 0,026 e 0,023 UAE mL⁻¹ para PPO e POD, respectivamente. Nesses trabalhos, observa-se que as condições de tratamento térmico são mais brandas que o processo UHT, e, ainda assim, apresentam alta inativação enzimática, indicando que a água de coco submetida ao processo UHT mantém sua estabilidade no armazenamento.

Conclusões

A água de coco submetida a processo térmico de esterilização UHT (136 °C/8 s) apresentou estabilidade enzimática, físico-química e de cor (parâmetros L* e b*) durante 180 dias de armazenamento sob temperatura ambiente (28 ± 2 °C).

Referências

ABREU, L. F. **Avaliação e adaptação de sistema asséptico para obtenção de água de coco (*Cocos nucifera* L.) acondicionada em embalagens plásticas**. 2005. 219 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ABREU, L. F.; FARIA, J. A. F. Influência da temperatura e do ácido ascórbico sobre a estabilidade físico-química e atividade enzimática da água de coco (*Cocos nucifera* L.) acondicionada assepticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 226-232, 2007.

ANVISA. Resolução RDC nº 8, de 06 de março de 2013. Aprova o uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 mar. 2013.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16. ed. Washington, D. C., 1995. 1141 p.

AOAC. **AOAC official methods of analysis**. 18. ed. Washington, D.C. : AOAC International, 2006. p. 28-34.

AKHTAR, S.; RIAZ, M.; AHMAD, A.; NISAR, A. Physico-chemical, microbiological and sensory stability of chemically preserved mango pulp. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 2, p. 853-8, 2010.

AWUA, A. K.; DOE, E. D., AGYARE, R. Exploring the influence of sterilization and storage on some physicochemical properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. **Biomed Central**, v. 4, p. 451-459, 2011

BALASUBRAMANIAN, M.; BOOPATHY, R. Purification and characterization of

peroxidases from liquid endosperm of (*Cocos nucifera* L.): biotransformation. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 90, n.1, p. 33-42, 2013.

BERTOLINO, M. T.; RECH, H. Avaliação de shelf-life do coco ralado (*Cocos nucifera* L) desidratado através de análise sensorial e correlação com o teor de sulfito residual. **Especialize Revista Online**, v. 2, n.1, 2012. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=avaliacao-da-shelf-life-do-coco-ralado-cocos-nucifera-l-desidratado-atraves-de-analise-sensorial-e-correlacao-com-o-teor-de-sulfito-residual-13591214.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa, nº 31, de 13 de agosto de 2009. Altera a Instrução Normativa 27/2009, que “Estabelece os procedimentos mínimos de controle higiênico-sanitário, padrões de identidade e características mínimas de qualidade gerais para a água de coco submetida a processos industriais e destinada para uso humano como bebida”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 139, de 14 ago.2009, Seção 1, p. 32.

BRITO, I. P.; FARO, Z. P.; MELO FILHO, S. C. Néctar de maracujá elaborado com água de coco seco (*Cocos nucifera*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Estratégia para o desenvolvimento: anais**. Recife: SBCTA, 2004.

CAMPOS, C. F.; SOUZA, P. E. A.; COELHO, J. V.; GLÓRIA, M. M. B. A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal Food Processing Preservation**, v. 20, n. 6, p. 487-500, 1996.

CAPPELLETTI, M.; FERRENTINO, G.; ENDRIZZI, I.; APREA, E.; BETTA, E.; COROLLARO, M. L.; CHARLES, M.; GASPERI, F.; SPILIMBERGO, S. High Pressure Carbon Dioxide pasteurization of coconut water: A sport drink with high nutritional and sensory quality. **Journal of Food Engineering**, v. 145, p. 73-81, 2015.

CHOWDHURY, M. M.; AZIZ, M. G.; UDDIN, M. B. Development of Shelf-stable Ready-to-serve Green Coconut Water. **Biotechnology**, v. 2, p. 121-125, 2005.

CHOWDHURY, M. G. F., RAHMAN, M. M., ISLAM, A. F. M., ISLAM, M. S.; ISLAM, M. S. Processing and preservation of green coconut water. **Journal Innovation and Development Strategy**, v. 3, n. 1, p. 1-5, 2009.

COSTA, L. M. C.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C. da; FIGUEIREDO, R. W. de; SOUSA, P. H. M. de. Avaliação de água de coco obtida por diferentes métodos de conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1239-1247, 2005.

DAMAR, S.; BALABAN, M. O.; SIMS, C. A. Continuous dense-phase CO₂ processing of a coconut water beverage. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 44, p. 666-673, 2009.

DURRANI, Y.; AYUB, M.; MUHAMMAD, A.; ALI, A. Physicochemical response of apple pulp to chemical preservatives and antioxidant during storage. **Internet Journal of Food Safety**, v.12, p. 20-28, 2010.

GUEKEZIAN, M.; COICHEV, N.; SUÁREZ-IHA, M. E. V.; NEVES, E. A. Stability of sulfur(IV) solutions in the presence of amines and the tendency of sulfite ions to disproportionate in stock solutions. **Analytical Letters**, v. 30, n. 7, p. 1423-1436, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 6. ed. São Paulo, 2008. 1020 p.

KWIATKOWSKI, A.; OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E. Atividade enzimática e parâmetros físico-químicos de água de cocos colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento e estação climática. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 551-559, 2012.

LEBER, A. S. M. L. **Avaliação da estabilidade de água de coco (*Cocos nucifera*) em garrafas de polietileno tereftalato (PET) estocadas congelada e refrigerada**. 2001. 151 f. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) UNICAMP/FEA, Campinas.

LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI, J.; CORTE, P.; ARGAIZ, A. Shelf-stable high moisture papaya minimally processed by combined methods. **Food Research International**, v. 27, n. 6, p. 545-553, 1994.

MACHADO, R. M. D.; TOLEDO, M. C. F.; ALMEIDA, C. A. S.; VICENTE, E. Analytical determination of sulphites in fruit juices available on the Brazilian market. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 33, p. 226-233, 2008.

MAHNOT, N. K.; KALITA, D.; MAHANTA, C. L.; CHAUDHURI, M. K. Effect of additives on the quality of tender coconut water processed by nonthermal two stage microfiltration technique. **LWT-Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 1191-1195, 2014.

MURASAKI-ALIBERTI, N. D. C.; SILVA, R. da; GUT, J. A.; TADINI, C. C. Thermal inactivation of polyphenoloxidase and peroxidase in green coconut (*Cocos nucifera*) water. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 4, n. 12, p. 2662-2668, 2009.

PEREIRA, E. P. R.; FARIA, J. D. A.; PINTO, U. M. Optimizing the use of potassium sorbate and sodium metabisulfite for the chemical and microbial stability of carbonated coconut water. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 1, p. 125-132, 2013.

PRADES, A.; DORNIER, M.; DIOP, N.; PAIN, J. P. Coconut water preservation and processing: a review. **Fruits**, v. 67, p. 157-171, 2012.

PURKAYASTHA, M.; KALITA, D.; MAHNOT, N. K.; MAHANTA, C. L.; MANDAL, M.; CHAUDHURI, M. K. Effect of L-ascorbic acid addition on the quality attributes of micro-filtered coconut water stored at 4 °C. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, p. 69-79, 2012.

RAHMAN, M. S.; PERERA, C. O. Drying and preservation. In: RAHMAN, M. S. (Ed.). **Handbook of food preservation**. New York: Marcel Dekker, 1999. Cap. 6, p.173-216.

REDDY, K. V.; DAS, M.; DAS, S. K. Non-thermal sterilization of green coconut water for packaging. **Journal of Food Quality**, v. 30, n. 4, p. 466-480, 2007.

ROSA e SILVA, C. R.; MAIA, G. A.; RODRIGUES, M. do C. P.; COSTA, J. M. C. da; FIGUEIREDO, R. W. de; SOUSA, P. H. M. de; FERNANDES, A. G. Estabilidade da água de coco submetida ao processo "hot pack". **UEPG Ciências Exatas Terra, Ciências Agrícolas, Engenharia**, Ponta Grossa, v.9, n.3, p.15-21, 2003. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/view/810/702>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

SILVA, F. V. G.; MAIA, G. A.; CARVALHO, J. M.; MEIRA, T. R. Composição mineral de bebida mista elaborada com água-de-coco e suco de maracujá. **Visão Acadêmica** (Online), v. 7, p. 25-28, 2006. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/academica/article/view/9010/6311>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

SUCUPIRA, N. R.; WURLITZER, N. J.; SOUSA, P. H. M.; DIONISIO, A. P.; ABREU, F.A.P. Effect of sulphite and UHT sterilization parameters in the coconut water quality. **Chemical Engineering Transactions**, v. 44, p. 79-84, 2015.

TAN, T. C.; CHENG, L. H.; BHAT, R.; RUSUL, G.; EASA, A. M. Composition, physicochemical properties and thermal inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase from coconut (*Cocos nucifera*) water obtained from immature, mature and overly-mature coconut. **Food Chemistry**, v. 142, n. 1, p. 121-128, 2014.

TAYLOR, S. L.; HIGLEY, N. A.; BUSH, R. K. Sulfites in foods: uses, analytical methods, residues, fate, exposure, assessment, metabolism, toxicity, and hypersensitivity. **Advances in Food Research**, v. 30, p. 1-76, 1986.

WEDZICHA, B. L. Chemistry of sulphiting agents in food. **Food Additives and Contaminants**, v. 9, n. 5, p. 449-459, 1992.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

