



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**Avaliação da estabilidade de água de coco (*Cocus nucifera*)
em garrafas de polietileno tereftalato (PET) estocadas
congelada e refrigerada**

Ana Sílvia Machado Lettry Leber
Engenheira de Alimentos

Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria
Orientador

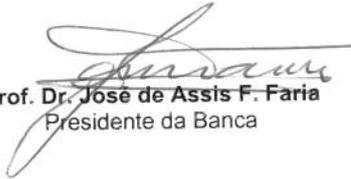
Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.

PARECER

Este exemplar corresponde à
redação final da tese defendida por
Ana Sílvia Machado Lettry Leber,
aprovada pela Comissão Julgadora
em 08 de março de 2002.

Campinas – SP
2001

Campinas, 08 de março de 2002


Prof. Dr. José de Assis F. Faria
Presidente da Banca

i

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	UNICAMP
	L492a
V	
TOMBO BC	48724
PREC	16.837102
PREC	R\$ 11,00
DATA	01/05/02
Nº CPD	

CM00167041-5

318 ID 239218

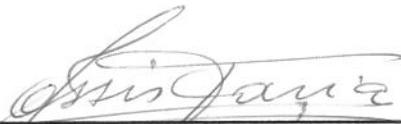
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

L492a Leber, Ana Silvia Machado Lettry
Avaliação da estabilidade de água de coco (*Cocos nucifera*)
em garrafas de polietileno tereftalato (PET) estocadas congelada
e refrigerada / Ana Silvia Machado Lettry Leber. – Campinas,
SP: [s.n.], 2001.

Orientador: José de Assis Fonseca Faria
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Embalagem. 2. Estabilidade. 3. Bebidas. 4. Coco. I.
Faria, José de Assis Fonseca. II.Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria
Orientador



Prof. Dr. Carlos Alberto Rodrigues Anjos
Membro



Profª. Dra. Maria Aparecida Pereira da Silva
Membro

Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti
Membro

2021/2018

Dedico este Mestrado

Aos meus amados pais, Rodolpho Alfredo e Anna Maria pela educação, cultura, presença, incentivo e ânimo, principalmente, nos momentos difíceis, os quais foram grandes colaboradores.

À minha irmã Ana Melanie, pela compreensão e paciência.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria pela orientação e por todo apoio, paciência e compressão,

À CAPES pela concessão da bolsa durante dois anos do programa de Mestrado,

À empresa Coco Brasil, em especial ao gerente Sr. Filiberto Mendoza Moreno, por ceder o material da pesquisa, ou seja, as amostras de água de coco e ter assim possibilitado a realização deste trabalho,

Ao Engenheiro Mecânico Alberto Ramos de Albuquerque pelas idéias, sugestões, auxílio e incentivo fundamental na finalização deste mestrado,

Aos funcionários do DTA-FEA-UNICAMP, Ana Lurdes, Bernardete, Alice, Giuliana e Marlene pela ajuda e colaboração na realização das análises, e ao Cosme pelo fornecimento de informações relevantes na montagem final da dissertação,

Ao pessoal do Laboratório de Química Analítica – IQ, por possibilitar a realização das análises de osmolalidade e de potencial redox,

Ao pessoal do Laboratório de Frutas e Açucarados pela possibilidade de realizar certas análises deste trabalho,

Ao DTA da FEA pela chance e apoio em realizar este mestrado,

À Prof. Mestra Edilene do Amaral pela participação com informações e idéias e por ter possibilitado a utilização do Laboratório na faculdade de Engenharia de Alimentos da Escola de Engenharia Mauá, para a realização de algumas análises,

Aos Prof. Dr. Mauro Leitão pela participação e auxílio com idéias, informações e sugestões,

Aos Professores Drs. Carlos Alberto Anjos, Roberto Hermínio Moretti, Maria Aparecida Pereira da Silva e Hilary Castle de Menezes, ambos do DTA-FEA-UNICAMP pelos comentários e sugestões na tese,

Ao Engenheiro Civil e tio Antonio Augusto Borelli Machado pelo apoio e grande colaboração na revisão final da tese,

Ao Engenheiro e primo Rogério Machado de Almeida pela valiosa ajuda e colaboração, na montagem final da tese e pela amizade,

A todos que de alguma maneira colaboraram e participaram no desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABELAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMO.....	xv
SUMMARY.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Conceitos gerais sobre a matéria prima (coco).....	4
3.2. Variedades de coco.....	5
3.2.1. Coqueiro gigante.....	5
3.2.2. Coqueiro anão.....	5
3.2.3. Coqueiro Híbrido.....	6
3.3. Habitat.....	6
3.4. Desenvolvimento do fruto.....	7
3.5. Maturação e Colheita.....	8
3.5.1. Maturação da água de coco.....	8
3.6. Conservação e armazenamento do coco.....	9
3.7. Processamento do coco.....	10
3.8. Produção.....	11
3.9. Comercialização da água de coco no Brasil.....	14
3.9.1. Tipos de comercialização da água de coco.....	15
3.9.1.1. Natural.....	16
3.9.1.2. Congelada.....	16
3.9.1.3. Refrigerada.....	16
3.9.1.4. Esterilizada.....	17
3.10. Características sobre a água de coco.....	17
3.10.1. Características físico-químicas gerais.....	17
3.10.2. Valor osmótico da água de coco.....	22

3.11. Tipos de usos da água de coco e similares.....	22
3.12. Propriedades medicinais.....	24
3.13. Processamento da água de coco.....	26
3.13.1. Água de coco refrigerada.....	26
3.13.1.1. Recepção.....	26
3.13.1.2. Lavagem.....	26
3.13.1.3. Secagem.....	27
3.13.1.4. Extração.....	27
3.13.1.5. Filtração.....	28
3.13.1.6. Pasteurização.....	28
3.13.1.7. Resfriamento.....	29
3.13.1.8. Adição de conservantes.....	29
3.13.1.9. Envase e armazenamento.....	29
3.13.1.10. Distribuição e Comercialização.....	31
3.13.2. Água de coco congelada.....	33
3.13.2.1. Desaeração.....	33
3.13.2.2. Envase e Armazenamento.....	33
3.13.2.3. Distribuição e Comercialização.....	33
3.14. Aspectos da qualidade.....	35
3.15. Fatores ambientais que têm efeito na estabilidade da água de coco.....	37
3.15.1. Efeito da temperatura.....	37
3.15.1.1. Congelamento.....	41
3.15.1.1.1. Velocidade de Resfriamento.....	41
3.15.1.1.2. Congelados Rápidos.....	43
3.15.1.1.3. Estabilidade de Alimentos Congelados.....	44
3.15.1.1.3.1. Microrganismos.....	44
3.15.1.1.3.2. Alterações do Gelo.....	45
3.15.1.1.3.3. Reações Físico-Químicas.....	46
3.15.1.1.3.4. Tempo-Temperatura-Tolerância (TTT).....	46
3.15.1.2. Flutuação seqüencial de temperatura.....	47
3.15.2. Efeito do oxigênio.....	51

3.15.2.1. Oxigênio no espaço livre.....	52
3.15.2.2. Oxigênio dissolvido no alimento.....	52
3.15.3. Efeito da luz.....	53
3.15.4. Vida-de-Prateleira de alimentos.....	55
3.15.5. Classificação de perecibilidade.....	56
3.15.5.1. Alimentos Perecíveis.....	56
3.15.5.2. Alimentos Semi-Perecíveis.....	57
3.15.5.3. Alimentos Estáveis.....	57
3.16. Conceitos sobre sistema de embalagem.....	58
3.16.1. Embalagens plásticas.....	59
3.16.1.1. Embalagem de Polietileno Tereftalato (PET).....	60
3.16.1.1.1. Propriedades do PET.....	60
3.16.1.1.2. Produção das garrafas PET.....	62
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
4.1. Material.....	63
4.2. Métodos.....	63
4.2.1. Caracterização da embalagem (garrafas PET).....	63
4.2.2. Caracterização da água de coco.....	65
4.2.2.1. Análises físico-químicas.....	65
4.2.2.2. Medição do valor osmótico da água de coco.....	65
4.2.2.3. Determinação do potencial redox.....	67
4.2.2.4. Determinação do oxigênio dissolvido.....	67
4.2.2.5. Determinação do ponto de congelamento/fusão.....	68
4.2.3. Determinação da atividade enzimática.....	68
4.2.4. Avaliação Microbiológica.....	68
4.2.4.1. Contagem padrão (PCA).....	68
4.2.4.2. Contagem de bolores e leveduras (PDA).....	69
4.2.4.3. Contagem de coliformes.....	69
4.2.5. Avaliação Sensorial.....	69
4.2.6. Delineamento Experimental.....	73
4.2.7. Testes de avaliação da estabilidade.....	73

4.2.8. Análise Estatística.....	74
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
5.1. Caracterização das garrafas de PET.....	75
5.1.1. Determinação da permeabilidade ao O ₂	79
5.1.2. Medição de Torque de abertura das garrafas.....	80
5.2. Caracterização da água de coco.....	81
5.2.1. Análises físico-químicas.....	82
5.2.2. Determinação da osmolalidade ou valor osmótico.....	82
5.2.3. Determinação do Potencial Redox.....	84
5.2.4. Ponto de congelamento da água de coco.....	85
5.2.5. Obtenção da densidade da água de coco.....	85
5.3. Avaliação Microbiológica.....	85
5.3.1. Ensaio Preliminares.....	85
5.3.2. Ensaio de Estabilidade.....	86
5.4. Avaliação Sensorial.....	93
5.5. Monitoramento da Temperatura.....	97
5.6. Avaliação da estabilidade físico-química.....	101
5.6.1. Determinação da transmitância (%) da água de coco.....	102
5.6.2. Determinação de pH.....	109
5.6.3. Determinação do O ₂ dissolvido na água de coco.....	113
5.7. Correlações entre fatores relacionados à estabilidade.....	117
5.7.1. Correlação do pH com a transmitância.....	117
5.7.2. Correlação do crescimento microbiológico com a transmitância.....	121
6. CONCLUSÕES.....	125
7. SUGESTÕES PARA PRÓXIMAS PESQUISAS.....	127
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Fluxograma do processamento de água de coco refrigerada.....	31
FIGURA 2. Fluxograma do processamento de água de coco congelada.....	35
FIGURA 3. Onda senoidal exemplificando o perfil de flutuação sequencial regular de temperatura.....	49
FIGURA 4. Ficha usada na análise sensorial da água de coco.....	71
FIGURA 5. Desenho frontal e dimensões da garrafa de PET (330 mL) com Terminação PCO 28 mm.....	77
FIGURA 6. Evolução das contagens microbiológicas totais (UFC/ml) em função do tempo de estocagem (meses) da água de coco conservada na forma congelada.....	89
FIGURA 7. Evolução das contagens microbiológicas totais (UFC/ml) em função do tempo de estocagem (meses) das água de coco conservada na forma refrigerada nas temperaturas de 0 e 5°C.....	89
FIGURA 8. Evolução das contagens microbiológicas totais (UFC/ml) em função do tempo de estocagem (meses) das água de coco conservada na forma refrigerada nas temperaturas de 10 e 15°C.	91
FIGURA 9. % de provadores que marcaram cada ponto da escala hedônica com relação ao sabor das águas de coco conservadas nas formas congelada e refrigerada, para o tempo de 7 dias.	95
FIGURA 10. % de provadores que marcaram cada ponto da escala hedônica com relação ao sabor das águas de coco congelada e refrigerada com 3 meses de vida útil.	95
FIGURA 11. Oscilação da temperatura no interior do congelador a - 18°C, mantendo-se o sensor fora das garrafas.	97
FIGURA 12. Oscilação induzida da temperatura da água de coco congelada em câmara a - 18°C, mantendo-se o sensor no centro da garrafa.	99
FIGURA 13. Variação da transmitância (%) da água de coco refrigerada em função da temperatura de estocagem.	103

FIGURA 14. Variação da transmitância (%) da água de coco congelada.	107
FIGURA 15. Variação do pH do produto refrigerado em função do tempo e da temperatura de estocagem.	111
FIGURA 16. Variação do pH do produto congelado em função do tempo e da temperatura de estocagem.	111
FIGURA 17. Variação do teor de O ₂ dissolvido (%) em função do tempo de estocagem (meses) das águas de coco conservada nas formas congelada e refrigerada.	115
FIGURA 18. Correlação entre a variação da transmitância do produto congelado e o pH.	119
FIGURA 19. Correlação entre a variação da transmitância do produto refrigerado e o pH e da temperatura de armazenamento.	119
FIGURA 20. Correlação da transmitância do produto refrigerado em função da evolução da contagem microbiológica padrão total.	121
FIGURA 21. Correlação da transmitância em função da evolução da contagem microbiológica total do produto refrigerado nas temperaturas de armazenamento de 0 e 5°C.	123
FIGURA 22. Correlação da transmitância em função da evolução da contagem microbiológica total do produto refrigerado nas temperaturas de armazenamento de 10 e 15°C.	123
FIGURA I.1. Curva padrão de calibração para determinação do valor osmótico da bebida.	141

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Principais países produtores de coco e as respectivas produções.....	12
TABELA 2.1. Produção brasileira de coco no período de 1990-96.....	13
TABELA 2.2. Produção brasileira de coco verde para o consumo de água, no período de 1990 – 96 ⁽¹⁾ (1000t).....	15
TABELA 3. Dados básicos sobre os cocos anão e da praia.....	18
TABELA 4. Composição química da água de cocos das variedades coco-anão e coco da praia, colhidos aos 5 meses.....	19
TABELA 5. Composição química da água de coco.....	20
TABELA 6. Composição química e físico-química da água de coco obtida de amostras individuais.....	21
TABELA 7. Composição química e físico-química da água de coco de 30 cocos obtida de amostras em triplicata.....	21
TABELA 8. Volume de bebida na garrafa.....	75
TABELA 9. Peso médio (g) das garrafas cheias e vazias das marcas Coco Life e Trairi.....	75
TABELA 10. Taxa de permeabilidade ao oxigênio da garrafa com e sem a tampa, em cm ³ de O ₂ / garrafa.dia.0,21atm.25°C (1) e em mV (2).....	79
TABELA 11. Medição de Torque de abertura das garrafas.....	80
TABELA 12. Caracterização química e físico-química média da água de coco refrigerada.....	81
TABELA 13. Caracterização química e físico-química média da água de coco congelada.....	81
TABELA 14. Osmolalidade ou pressão osmótica da água de coco refrigerada e congelada.	83
TABELA 15. Contagem média microbiológica padrão total (PCA) para a água de coco congelada e refrigerada.....	87
TABELA 16. Contagem microbiológica de bolores e leveduras (PDA).....	87

TABELA 17. Médias das notas dos testes de aceitação da água de coco nas diferentes condições de armazenamento.....	94
TABELA 18. Temperaturas médias das câmaras e do congelador e suas variações.....	101
TABELA 19. Determinação da transmitância (%) por espectofotometria a 610nm.	102
TABELA 20. Variação do pH em função ao tempo de estocagem (de 0 a 9 meses) nas estufas nas variadas temperaturas de refrigeração.....	109
TABELA 21. Valores médios do teor de O ₂ dissolvido (%).....	113

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. FIGURA - GRÁFICO.....	141
ANEXO II. RESULTADOS, MÉDIAS DESVIOS PADRÃO E RESULTADOS ESTATÍSTICOS DAS ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS.....	145

RESUMO

Esta pesquisa visou avaliar a estabilidade e estimar a vida-de-prateleira da água de coco comercializada em garrafas plásticas de polietileno tereftalato (PET), nas formas congelada e refrigerada. Foi avaliado o efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade e a vida-de-prateleira da água de coco nas duas formas usuais de comercialização. A avaliação da estabilidade foi feita através de análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais do produto em intervalos semanais ao longo do período de estocagem, em condições cíclicas de congelamento (-5 a -18°C) e em condições isotérmicas de 0, 5, 10, 15, 20 e 25°C. Com base nas cinéticas de perdas de qualidade e no crescimento de microrganismos, foi prevista a vida-de-prateleira em função da temperatura. Para o produto refrigerado, o fator mais importante sobre a estabilidade foi o microbiológico, enquanto para o congelado foi o físico-químico, principalmente as alterações quanto ao pH e à transmitância, os quais foram os mais relevantes e os considerados estatisticamente significativos ($p < 0,05$). Nas avaliações sensoriais, houve uma tendência maior à preferência pelo produto congelado. A vida-de-prateleira foi determinada para a água de coco refrigerada com base nas alterações microbiológicas, tendo sido, de 1 semana a 20 e 25°C, 2 meses para a estocada a 15°C, 5 meses a 10°C e mais de 9 meses a 5 e 0°C. Já para a água de coco congelada sujeita à flutuação de temperatura foi acima do tempo final da pesquisa (maior que 9 meses).

SUMMARY

This research evaluated the stability and estimated the shelf-life of the coconut water marketed in plastic bottles of polyethylene terephthalate (PET), frozen and refrigerated. It evaluated the effect of the storage temperature over the quality and the shelf life of the coconut water. The evaluation of the stability was done by microbiological, physical-chemical and sensory analysis of the product weekly during the storage period, at cyclic conditions (-5 to -18°C, or 23 to -4°F) and in the isothermal conditions of 0, 5, 10, 15, 20 and 25°C. Based on the kinetics of the quality loss and on the microbial count (growth), it estimated the shelf-life of the coconut water as a function of the temperature. For the refrigerated product, the most important factor about stability was the microbiological, although for the frozen, it was the physical-chemical. Mainly, the changes in the pH and transmittance were the most important and was considerate statistically significant ($p < 0,05$). For the sensory evaluations, there was a preference to the frozen product. The shelf-life was determinated for the refrigerated coconut water based on the microbiological changes. It was one week at 20 and 25°C, 2 months at 15°C, 5 months at 10°C and more than 9 months at 5 and 0°C. And for the frozen coconut water submit at temperature fluctuation was longer than the time under this test (more than 9 months).

1- INTRODUÇÃO

A água de coco é o líquido que se encontra no coco natural (verde). O interior do fruto é considerado um ambiente asséptico que permite conservá-la por bom tempo à temperatura ambiente, proporcionando-lhe uma considerável vida útil.

Considerada uma bebida natural, a água de coco contém sais minerais e possui uma composição biológica próxima ao soro glicosado isotônico (SILVA, 1972). Entretanto, após sua extração do fruto, a água de coco torna-se uma bebida perecível quanto à estabilidade, pois devido a sua própria composição constitui um meio propício para o crescimento de microrganismos.

Com vistas a favorecer o consumo, foram desenvolvidas técnicas para industrializar a água de coco e comercializá-la. Estas consistem em envasar o líquido extraído do coco em garrafas plásticas, colocando-as no mercado nas formas congelada (semi-pronta para o consumo, sendo necessário apenas descongelá-la para ser consumida) e refrigerada. Uma terceira alternativa é o envase em sistema asséptico Tetra Pak podendo ser mantida à temperatura ambiente. E, recentemente, está sendo comercializada na forma de polpa congelada (gelo) de água de coco.

A água de coco congelada não recebe nenhum tipo de tratamento térmico, conservando-se apenas pelo congelamento. Já a refrigerada é pasteurizada, aditivada e é conservada pela refrigeração.

As marcas de água de coco encontradas no mercado foram as seguintes. As congeladas são Trairi, Cubu's Coco, Nutri Coco, Itapoã, Pratigel; as comercializadas em sistema Tetra Pak são Sococo e Kerococo e a comercializada na forma refrigerada, a Coco-Life. O gelo de água de coco é produzido pela Agroindustrial de Frutas e Derivados.

Neste trabalho foram avaliados quanto à estabilidade, dois dos tipos dessa bebida existentes no mercado, as marcas foram a Trairi (forma congelada) e a Coco-Life (forma refrigerada). A rotatividade dessas águas de coco é de 7 a 10 dias para a forma refrigerada e de uma semana até um mês para a forma congelada. A procura da bebida depende da época do ano ou da temperatura do dia e local, ou seja, é maior conforme mais quente o dia.

SREBERNICH (1998) estudou as características físicas e químicas da água de coco natural, e notando as mudanças apresentadas conforme a fase de maturação, desenvolveu uma bebida com características nutricionais e de sabor próximas às da água de coco, porém sem alguns inconvenientes como a deterioração por escurecimento enzimático.

Além da água de coco ser destinada ao consumo como bebida, ela possui muitas outras utilidades, desde medicinais até para a cosmética. Vários estudos foram encontrados sobre o uso da água de coco para a conservação de sêmen suíno (TONIOLLI, 1989 e MESQUITA & TONIOLLI,1990), caprino (SALLES,1989; NUNES,1993 e SALLES & NUNES, 1996), bovino (OLIVER,1961) e até humano (NUNES,1999).

Devido a água de coco ter composição biológica próxima à do soro glicosado utilizado em hospitais, ela pode ser usada como agente reidratante e em casos de desnutrição infantil (MEDINA *et alii*, 1980).

PEREIRA & GUARNIERI (2001) afirmam que ao repor minerais como o sódio e o potássio, perdidos pelo suor ou pela urina, a água de coco ajuda a manter o equilíbrio de líquidos no corpo e a regular os mecanismos de contração dos músculos evitando a desidratação e o desgaste físico.

A água de coco é uma bebida bem procurada pelo consumidor pela sua refrescância. O produto industrializado apresentou aumento no segmento do mercado nos últimos anos (ABREU,1999).

O hábito de se consumir água de coco, além de nacional, está passando a internacional. O produto in natura já foi vendido para a França, Itália, Inglaterra e Espanha em 2001 e o produtor de coco brasileiro acredita que este promete ser um bom negócio, porque o europeu aprovou a água do coco verde.

O maior estado produtor de coco é a Bahia, no Nordeste do país, e o tipo de fruto mais indicado para a obtenção da água de coco é o coco proveniente do coqueiro-anão, por gerar maior volume de líquido e maior doçura na bebida (SILVA, 1972).

Este trabalho visou fornecer maiores informações sobre esta bebida, cujo consumo está crescendo significativamente - e tende a crescer ainda mais no futuro -

por suas ótimas características. Já que a literatura traz poucos dados sobre o assunto e devido à comercialização em áreas distantes das produtoras de coco, tornou-se necessário estudar a estabilidade da água de coco nos referidos tipos de embalagem e condições de envase e determinar a correspondente vida útil.

Com o objetivo de determinar o tempo de vida útil adequado para o mercado varejista, a avaliação foi feita pelos parâmetros físico-químico, sensorial e microbiológico.

Pretendeu-se, com isso estimar a vida-de-prateleira para as águas de coco refrigerada e congelada em garrafas plásticas de polietileno tereftalato (PET), ou seja, o tempo em que a bebida manter-se-á estável nas condições ideais para o consumo.

A vida-de-prateleira dessas bebidas estipulada pela empresa Coco Brasil (Osasco-SP) é de 12 meses para a água de coco congelada e de 6 meses para a forma refrigerada.

2 - OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar a estabilidade através das análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, e estimar a vida-de-prateleira da água de coco comercializada em garrafas de PET nas formas congelada e refrigerada.

Para a água de coco refrigerada, visou avaliar a influência da temperatura sobre a vida-de-prateleira do produto armazenado em diferentes temperaturas de refrigeração.

Para a água de coco congelada, visando avaliar o efeito da oscilação da temperatura de estocagem (congelamento) sobre a qualidade do produto congelado, foram induzidas oscilações na temperatura, simulando quebra na cadeia de congelamento.

Com essas variações na temperatura, por tempos determinados, avaliou-se as alterações na água de coco, quanto ao comprometimento da qualidade do produto

para o consumo. Verificou-se a influência da temperatura na estabilidade e estimou-se a vida-de-prateleira real para as duas formas de água de coco (refrigerada e congelada).

Através da utilização de modelos matemáticos estimou-se a vida-de-prateleira das bebidas.

3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Conceitos gerais sobre a matéria-prima coco

MEDINA *et alii* (1980) descrevem que o coqueiro pertence à subfamília *Cocosoideae*, tribo *Cocoseae* (ou *Cocoeae*) da família das palmáceas (*Palmae*). Trata-se de um gênero monotípico, o *Cocus* (***Cocus nucifera***).

Tal nome científico se deve a Linneu, que presumivelmente derivou o nome genérico dos antigos livros de viagem.

Segundo o CNPCo (1979), o coqueiro é considerado a mais importante e bem distribuída das palmáceas cultivadas no Brasil.

É uma planta perene, que produz frutos continuamente por até mais de 70 anos e na frequência de 12 a 13 vezes ao ano (BANZON, 1990).

A origem do coqueiro é muito discutida. Alguns pesquisadores opinam que o coco é originário de alguma ilha do Pacífico, enquanto outros acreditam que essa palmeira é nativa da América Tropical (SILVA, 1972). A citação mais antiga de um coqueiro na literatura ocidental é de um viajante italiano, Ludovici de Varthema, onde se faz alusão à origem do coqueiro como sendo do Sri Lanka. Já no Brasil, o coqueiro foi introduzido na Bahia em 1553 através do Governador Geral Thomé de Souza, por ordem do rei de Portugal, D. João III. Esse coqueiro teria vindo de Cabo Verde, para onde os navegantes portugueses o levaram antes de 1500, depois de contornarem o Cabo da Boa Esperança (SILVA, 1972).

MACIEL *et alii* (1992) descrevem o coco como sendo ovóide na forma e constituído de quatro partes: o casco, a camada fibrosa, a polpa e a água.

3.2 - Variedades de coco

Entre as plantas do gênero, destacam-se o coqueiro anão e o coqueiro comum ou gigante. Há também o tipo de coqueiro híbrido. A escolha da variedade do coqueiro deve ser feita de acordo com a finalidade da produção (MOURA *et al.*, 1999).

3.2.1 - Coqueiro gigante

O coqueiro-gigante, coqueiro-da-bahia, coqueiro-de-praia ou simplesmente coqueiro - palmeira elegante que margina as praias tropicais onde é plantada extensivamente por seu fruto e para ornamentação - fornece produtos úteis ao consumo humano, sendo conhecido na Índia como *Kalpa Vriksha* ou "Árvore do Céu". Fornece alimento, bebida e abrigo, bem como proporciona matéria-prima para uma industrialização diversificada. Constitui uma das maiores riquezas das Filipinas, Índia e Ceilão. Em nosso país, sua figura é associada ao encanto de grande parte do litoral brasileiro (GOMES, 1961).

Este tipo produz entre 30 e 80 frutos por planta ao ano e tem porte alto, alcançando 35 metros de altura.

É o mais utilizado pela indústria de processamento de coco-seco (ralado e flocos) e de leite de coco.

Dentre as diversas variedades do coqueiro comum estão: Branco, Caboclo, Vermelho, Olho de Cravo e Rosa.

3.2.2 - Coqueiro anão

Esse coqueiro é de pequeno porte, tendo o seu caule altura média de 2 metros, e floresce no terceiro ou quarto ano após o plantio, tornando-se um produtor regular aos nove anos. Produz em média 60 frutos/ano, tendo sua produção iniciada aos três anos e continuando economicamente até os 60 anos, sendo destinado às indústrias de coco-verde para a extração de sua água.

O coqueiro anão, também chamado indiano ou africano, foi introduzido no Brasil em 1925 por Miguel Calmon (Ministro da Agricultura), com origem da Malásia. Suas mudas foram distribuídas nos Estados da Paraíba, Pernambuco, Bahia, Mato Grosso e São Paulo. Deste coqueiro, são conhecidas diversas variedades que se diferenciam pela forma, coloração e tamanho dos frutos, consistência e volume das nozes. Segundo SILVA (1972), as diferenças entre as variedades estão na forma e detalhes do ápice. Assim, os frutos da variedade King tem uma forma mais alongada que a variedade Niyorgarding; além disso, a polpa dos cocos da variedade King é mais fina que aquela dos frutos pertencentes à segunda variedade citada.

Existem as variedades amarela, vermelho e verde do coco anão destinadas ao consumo da água. O anão vermelho e o anão amarelo apresentam as mesmas características do anão verde. Todavia, eles não têm boa aceitação no mercado devido à coloração de seus frutos.

Do coco verde, geralmente se extrai a água, bebida refrescante tão popular, pois os frutos têm boa aceitação no mercado devido à qualidade da sua água (MOURA *et al.*, 1999).

3.2.3 - Coqueiro Híbrido

O coqueiro híbrido foi obtido pelo cruzamento entre os tipos anão e o gigante. Ele tem um porte intermediário (20m) e gera até 160 frutos por planta ao ano. É destinado principalmente para a produção do coco seco, mas podendo também ser utilizado no processamento do coco-verde, para o consumo de sua água (MOURA *et al.*, 1999).

3.3 - Habitat

O coqueiro se desenvolve bem em locais com temperatura variando entre 25 e 35°C e chuvas abundantes e está amplamente disseminado por toda a zona intertropical do globo. No Brasil os maiores coqueirais se encontram na zona

litorânea, embora sua exploração possa se fazer com êxito em maiores altitudes, sob o Equador ou um pouco ao Norte, desde que se encontrem condições climáticas semelhantes às reinantes nas proximidades do oceano: ventos frescos, temperaturas constantes, grande umidade atmosférica e precipitações meteorológicas (SILVA, 1956).

3.4 - Desenvolvimento do fruto

Segundo SILVA (1972), o coco é uma drupa monosperma que encerra uma parte dura, envolvida por um endocarpo ou casca e por uma mesocarpo fibroso.

Seu desenvolvimento, desde o início da florescência até atingir a completa maturidade, pode ser dividida em duas grandes fases: pré-fertilização, que leva em média 32 meses, e pós-fertilização, que continua ainda em torno de 12 meses, principalmente por um aumento de células, associada ao aumento de nutrientes. Após a fecundação, o fruto inicia o desenvolvimento, onde a parte embrionária aumenta em tamanho, sendo depois convertida na cavidade central.

A água de coco é formada em pequenas quantidades no terceiro mês de desenvolvimento e chega ao máximo no oitavo mês, quando o fruto deve ser colhido, caindo posteriormente durante os estágios de maturação.

O endosperma do coco compõe-se de duas partes: amêndoa branca oca e o líquido aquoso livre no seu interior. Este líquido é formado desde os primeiros estágios na cavidade do coco, preenchendo-a toda. A água participa da germinação do coco ou de sua maturação, servindo como reservatório de precursores para a síntese de constituintes do fruto.

O endosperma começa a se formar, primeiramente na extremidade oposta ao pedúnculo, como uma substância gelatinosa, estendendo-se depois por toda a superfície do fruto. Esta formação se inicia quando o coco possui em torno de 5 a 6 meses e ocorre devido à solução açucarada. Aos 7 meses, o endosperma já se desenvolveu por todo o interior do fruto e aos 10 meses já está completamente maduro, com o endocarpo (casca) totalmente endurecido e com a sua cor mais escura. No quarto mês, a casca começa a se formar e segue até o décimo segundo

mês, quando atinge sua plena maturidade. O fruto, quando maduro, tem em torno de 35% de mesocarpo, 12% de casca, 28% de polpa e 24% de água de coco.

3.5 - Maturação e Colheita

Uma das características mais interessantes do coqueiro é ter uma produção escalonada durante o ano todo, com variações sazonais decorrentes geralmente da distribuição das chuvas.

O estado de desenvolvimento do coco adequado para a colheita depende do uso a que se destina. No caso da extração da água de coco, a colheita deve ser feita entre o sexto e o oitavo mês de desenvolvimento. O fruto leva normalmente doze meses para atingir a plena maturação, quando seu conteúdo de albúmen atinge o máximo (MEDINA *et al.*, 1980).

Quando se colhem cocos verdes para consumo *in natura*, ao atingirem 6 a 8 meses, os cocos são apanhados à mão e descidos em cestos ou sacos presos a uma corda, para evitar a sua ruptura com a queda. A amêndoa é fina e delicada, e a cavidade está inteiramente cheia de água açucarada e fresca, de alto valor nutritivo e refrescante.

3.5.1 - Maturação da água de coco

A água de coco, que se encontra no interior do coco jovem, a uma pressão de até cinco atmosferas, desempenha papel importante na germinação e na maturação do fruto. Sua composição apresenta mudanças durante esses processos. Ela é um líquido opalescente que ocupa 75% da grande cavidade central do coco.

Nos primeiros estágios de maturação, a concentração de sólidos totais é de 2,5g/100ml; esse teor aumenta gradativamente à medida que o coco vai amadurecendo e alcança um máximo de cerca de 6g/100ml próximo do sétimo mês, logo antes do início da formação do endosperma, e ao final declina. Durante a

germinação, a água finalmente desaparece e o seu teor de sólidos totais, pouco antes da germinação, é de apenas 2g/100ml.

Dentre os componentes da água de coco, os açúcares são os mais importantes. No início da maturação, estão sob a forma de açúcares redutores, cuja concentração alcança um nível máximo de 5% ao redor do sexto e sétimo mês. Este é também o momento em que a quantidade de água é a maior (WOODROOF, 1970).

Com o prosseguimento da maturação, a concentração de açúcares redutores diminui até 1%, aparecendo então açúcares não redutores; no final, o teor de açúcares totais é de 2% (MEDINA *et al.*, 1980).

É por isso que os cocos, nos quais a água seja o produto mais importante que se tem em vista, devem ser colhidos ao atingir seu tamanho máximo, isto é, ao redor do sexto mês, como dito antes, ocasião em que o volume de água e a concentração de açúcares são as mais elevadas possíveis.

3.6 - Conservação e armazenamento do coco

Os cocos verdes devem ser conservados na faixa de temperatura de 0 a 1,7°C e umidade relativa entre 80 e 85%. Nestas condições, podem ser mantidos satisfatoriamente de 1 a 2 meses, para posteriormente seguirem para a industrialização e/ou consumo. Durante a conservação, os frutos estão propensos ao ataque de fungos, perda de peso e secagem da água do interior do albúmen.

Os cocos verdes poderão, também, ser conservados em temperaturas ambientes durante duas semanas sem perdas sérias, ou seja, sem deterioração do fruto, apenas sendo reduzida a sua vida útil.

A perda de peso dos cocos verdes poderá ser reduzida revestindo-os com parafina ou embalando-os em sacos de PEBD (polietileno de baixa densidade). As condições apropriadas de estocagem para cocos já têm sido estudadas por processadores e navegadores, há algum tempo. JASPER (1979) e BLEINROTH (1986) mostraram que cocos maduros podem ser estocados a 2,5°C, com umidade

relativa entre 45 e 55%, por um período de 2 anos. Mas, muito pouco é conhecido sobre as condições de estocagem ideais para preservar a água de coco verde.

3.7 - Processamento do coco

Os cocos verdes são aproveitados em grandes quantidades em todos os países que o produzem. São valiosos, principalmente pela água adocicada que contêm, tornando-se uma bebida muito apreciada, mas é também aproveitável o endosperma comestível gelatinoso. O endosperma do coco compõe-se de duas partes: a amêndoa branca oca e o líquido aquoso livre no seu interior. O líquido fresco componente do endosperma consiste em aproximadamente 93% de água. Erroneamente, tem sido designado de "suco de coco" ou "leite de coco" em vez de "água de coco". A primeira designação deve ser totalmente abolida, enquanto a segunda deve ficar reservada para designar o extrato leitoso da amêndoa fresca e madura.

O fruto verde vem recebendo maior atenção, por conter a água de coco, num volume apreciável (em média 400ml por coco) e ser ela uma bebida estéril, nutritiva, refrescante e saborosa (GONZALEZ, 1990).

A água de coco tem sido consumida diretamente da fruta, próximo à área de produção, ao longo da costa brasileira e, também, em áreas centrais urbanas, como São Paulo (VAL 1992). Ela ganhou popularidade e teve seu consumo mundial incrementado, principalmente pelas qualidades saudáveis (GONZALEZ, 1990).

Segundo o CEBRAE (1979), seu consumo está crescendo à razão de 20% ao ano.

3.8 - Produção

Vários são os fatores que influenciam a produção dos coqueirais, dentre eles: clima, condições de solo, estado de manutenção e idade das palmeiras (SILVA, 1972).

A variedade que se deseja plantar é escolhida dependendo do fim a que se destina a plantação. Se a finalidade for para plantio industrial, a preferência é para os coqueiros-gigantes, já que possuem amêndoa espessa e o que se deseja é a obtenção da polpa. Mas, se a finalidade for a obtenção da água de coco, a preferência vai para o coqueiro-anão, pois o seu fruto apresenta baixo rendimento de polpa e maior em líquido (MEDINA *et al.*, 1980). Portanto, o coco mais utilizado para a industrialização da água é o anão.

Uma produção razoável não poderá ser inferior a 60 frutos/pé e cerca de 6000 cocos ao ano por hectare. Os coqueiros anões chegam a produzir 300 a 400 frutos por ano (GOMES, 1961).

CARNAÚBA (1966) realizou estudos sobre as possibilidades da cultura do coqueiro no litoral paulista, concluindo que as melhores zonas estão no Norte e Nordeste do Estado - áreas mais tropicais e de temperaturas médias mais elevadas.

Os países maiores produtores de coco, segundo a FAO (1995), vêm sendo a Indonésia, as Filipinas e a Índia com 13,868 milhões; 10,300 milhões e 8 milhões de toneladas, respectivamente.

Os dados da FAO referentes ao Brasil (1993 a 1995) são muito inferiores aos oficiais apresentados pelo FIBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1997), de aproximadamente 1,4 milhões de toneladas; volume que coloca o Brasil próximo de importantes produtores como Sri Lanka, Tailândia, México e Malásia.

Na Tabela 1 é mostrada a produção mundial de coco com seus principais países produtores, segundo a estimativa da FAO (1995):

Tabela 1- Principais países produtores de coco e respectivas produções

Mundo/ Continentes/Países	1989/91	1993	1994	1995
Produção Mundial	42058	43664	44439	45068
África	1766	1705	1734	1738
Moçambique	422	435**	438**	438**
Tanzânia	350	360**	365**	365**
Costa do Marfim	316	225	213**	213**
América do Norte e Central	1698	1637	1841	1831
México	1114	990**	1201**	1201**
República Dominicana	157	175**	185**	185**
América do Sul	1156	1179	1276	1336
Brasil	755	837	902	950
Venezuela	176	151	167	167**
Colômbia	113	89	90**	90**
Ásia	35580	37251	37692	38222
Indonésia	13505	13137**	13868**	13868**
Filipinas	9176	9212	9800**	103000**
Índia	7224	9180	7800**	8000**
Sri Lanka	1824	1597*	1997*	1997*
Malásia	1090	1055*	1005*	1043*
Tailândia	1414	1462	1476	1468**
Oceania	1857	1892	1896	1941
Papua Nova Guiné	625	694	700**	700**
Fiji	216	200**	190**	210**

(*) Estatística não oficial

(**) Estimativa da FAO

Fonte: FAO Production Yearbook 1995

Já a produção brasileira de coco foi estimada em 603 bilhões de frutos (IBGE 1987), 75% deles utilizados pelas indústrias (MACIEL *et al.*, 1992), onde mais de 100 produtos são direta ou indiretamente preparados com o coco. Da produção brasileira, 86 mil frutos foram destinados à exportação (FAO, 1998).

Os cocos maduros são usados na produção de leite de coco, coco ralado, óleo de coco, cereais matinais e outros produtos (MONTENEGRO, 1985 e JAYALEKSHMY *et al.*, 1986).

Na Tabela 2.1, é mostrada a produção brasileira de coco, segundo o FIBGE, 1996.

TABELA 2.1. Produção brasileira de coco, no período de 1990 - 96

Regiões	1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996	
	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Norte	156,1	14,2	204,2	16,0	205,5	15,4	223,4	17,8	213,8	15,8	225,1	15,8	236,5	15,8
Nordeste	929,5	84,4	1056,9	83,0	1097,6	82,1	998,7	79,4	1112,4	82,3	1170,8	82,3	1231,1	82,3
Sudeste	16,0	1,5	12,6	1,0	33,4	2,5	35,7	2,8	25,7	1,9	27,1	1,9	28,4	1,9
Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centro-Oeste	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TOTAL	1101,6	100,0	1273,7	100,0	1336,5	100,0	1257,8	100,0	1351,9	100,0	1423	100,0	1496	100,0

(*) produção pouco significativa

Valores regionais para os últimos três anos, determinados com base na participação média das regiões no período 1990/1993

Fonte: FIBGE - Anuário Estatístico 1996 - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 1997

A região Sudeste do Estado de São Paulo apresenta boas condições para o desenvolvimento da cultura. Novas plantações estão sendo implantadas em áreas (Garça, Avilândia, Lupércio e Álvaro de Carvalho) com perspectiva de se obter maior produtividade, além de contar com uma previsão de produção adicional ao redor de 45000 t/ano.

Para se obter maior produtividade, os plantios devem ser vistos como empreendimentos comerciais orientados por tecnologia e técnicos especializados.

A demanda para o produto não está sendo suprida, devido a oferta desorganizada, pois as culturas estão ligadas aos pequenos produtores que possuem deficiência nos sistemas de plantio e indisponibilidade de recursos para investimento

e insumos de produção, além do crescimento das importações de coco e seus produtos.

3.9 - Comercialização da água de coco no Brasil

Nos últimos anos, tem-se detectado uma grande demanda pelo consumo da água de coco industrializada, observando-se conseqüentemente um aumento de produção deste produto. Atualmente, 20% da produção de coco no Brasil destina-se à comercialização de sua água, sendo as regiões Nordeste e Norte as grandes produtoras. Porém, o hábito de consumir água de coco é nacional; assim, nas demais regiões a sua comercialização apresenta problemas quanto ao armazenamento, distribuição e preço. Como no Brasil as distâncias entre as regiões produtoras e consumidoras (Sudeste e Sul) são grandes e com rodovias muitas vezes em mau estado de conservação, chega-se a um preço de venda excessivo devido ao transporte interno. Além disso, no trajeto, a fruta com freqüência não é devidamente acondicionada, atingindo temperaturas elevadas que aceleram o processo de deterioração, podendo comprometer a qualidade final do produto, além de diminuir sua vida-de-prateleira.

A Associação Nacional dos Exportadores de Hortigranjeiros estima que atualmente o desperdício de coco atinge 20% da produção, resultando uma disponibilidade final de aproximadamente 160 milhões de frutos ou 240 mil toneladas de coco verde, para o consumo da água. Tomando como base um volume médio de 400mL de água/fruto, estima-se o volume de 64 milhões de litros de água de coco natural comercializados anualmente.

A industrialização da água de coco visa a eliminação da pesada e incômoda embalagem natural, para alcançar novas formas e apresentações, conquistando um novo nicho de mercado.

A água de coco tem como grande nicho do mercado os praticantes de exercícios físicos, devido a sua finalidade de reposição de sais.

A proximidade da produção em relação ao mercado consumidor proporciona maior rapidez na comercialização, menores preços, elevação da demanda e um reforço no hábito de consumo de água de coco.

A produção atual de coco não corresponde à sua demanda, apresentando um déficit de aproximadamente 16,5 milhões de litros por ano, segundo a AMACOCO (1997-Água de Coco da Amazônia Ltda).

No Brasil, 80% da produção de coco é comercializada na forma seca e os 20% restantes para o consumo da sua água (BLISKA *et. al.*, 1995). GOMES (1999) afirma que cerca de 38% da produção de água de coco da empresa Sococo se destina ao estado de São Paulo, o que considera uma % significativa.

A Tabela 2.2 mostra a produção brasileira de coco verde estimada ao consumo da água, no período de 7 anos (1990-96). Verifica-se que variou de 220 mil toneladas em 1990 para 229 mil toneladas em 1996.

TABELA 2.2 - Produção brasileira de coco verde para o consumo de água, no período de 1990 – 96⁽¹⁾ (1000t).

Regiões	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Norte	31,2	40,8	41,1	44,7	42,8	45,0	47,3
Nordeste	185,9	211,4	219,4	199,7	222,5	234,2	246,2
Sudeste	3,2	2,5	6,7	7,1	5,2	5,4	5,7
Sul	--	--	--	--	--	--	--
Centro-Oeste	*	*	*	*	*	*	*
Total	220,3	254,7	267,2	251,2	270,5	284,6	299,2

(*) produção pouco significativa

⁽¹⁾ Valores correspondentes a 20% da produção total brasileira de coco

Fonte: FIBGE - Anuário Estatístico 1995 - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 1997

3.9.1 - Tipos de apresentação para comercialização da água de coco

A água de coco possui diferentes formas de apresentação para comercialização, na forma natural, na congelada e na refrigerada.

3.9.1.1. Natural - água de coco consumida do próprio coco.

Esta é, atualmente, a forma mais comum; para obter maior efeito refrescante, a água de coco é consumida gelada, o que implica manter o coco refrigerado.

Sendo o fruto produzido na região litorânea, iniciou-se com vistas ao consumo nas regiões distantes, a produção da água de coco industrializada e comercializada em diferentes modalidades.

3.9.1.2. Congelada - Necessita ser descongelada para o consumo.

Depois de extraída do fruto verde, a água de coco é filtrada, para a remoção de pedaços de cascas, fibras ou outros resíduos que possam ter passado do fruto para a água.

A distribuição e a comercialização são os pontos críticos da água de coco congelada, porque ela deve ser mantida congelada, à temperatura de no máximo - 18°C, para não quebrar a cadeia de congelamento, de modo a não comprometer a qualidade do produto. Ela é assim mantida até chegar ao consumidor, quando então é descongelada e consumida à temperatura de 5 a 10°C, para produzir uma boa refrescância (TOCCHINI 1998).

3.9.1.3. Refrigerada - a água de coco recebe um tratamento térmico de pasteurização, adição de conservantes, sendo comercializada refrigerada até 10°C.

Como na forma congelada, extrai-se a água do coco, faz-se uma filtração, mas em seguida esta recebe uma pasteurização, feita em trocador de placas, para redução da carga microbiológica, com vistas a aumentar a vida útil do produto.

Geralmente, é envasada em garrafas plásticas, igual à forma congelada, e segue para a armazenagem, distribuição e comercialização, devendo ser mantida sempre refrigerada à temperatura máxima de 10°C, para garantir a qualidade do produto até o consumo previsto.

Tanto na forma congelada como na refrigerada, a água de coco é comercializada em garrafas PET de 1 litro, 330 mL ou 200 mL, segundo MORENO, 1998.

3.9.1.4. Esterilizada - a água de coco é esterilizada, envasada em sistema asséptico e comercializada em embalagem Tetra Pak, o qual é atualmente o único adequado para este tipo de tratamento.

Como nos outros dois tipos de água de coco processada, ela é extraída do coco verde e filtrada. Mas esta recebe o tratamento térmico de esterilização e o enchimento é asséptico, em embalagem cartonada Tetra Pak.

Diferentemente das formas congelada e refrigerada, a água de coco esterilizada pode ser distribuída e comercializada à temperatura ambiente.

É encontrado no mercado nacional dois tipos de embalagens assépticas: a Tetra Brik e a Tetra Prisma.

3.10 - Características da água de coco

Definição: A água de coco é a parte líquida natural do fruto do coqueiro, extraída adequadamente (TOCCHINI, 1998). Ela é tecnicamente definida como o líquido do endosperma e corresponde a aproximadamente 25% do peso de todo o coco (MACIEL *et alii*, 1992).

3.10.1 - Características físico-químicas gerais

O líquido é ligeiramente ácido, pouco turvo ou transparente e incolor, não viscoso e com sabor levemente adocicado, possuindo minerais e açúcares e, em quantidades menores, substâncias nitrogenadas (aminoácidos), gorduras, vitaminas e auxínicos ou substâncias promotoras de crescimento (ainda não identificadas). Ela contém também, ácido ascórbico (vitamina C), numa faixa variando de 2,2 a 3,7mg/100mL (WOODROOF, 1970), possui pouca proteína e cerca de 5% de carboidratos, principalmente açúcares. Os principais açúcares redutores são a glicose e a frutose, predominantes no coco jovem, enquanto a sacarose predomina no coco maduro (PANDOLINA, 1983).

Ela é rica nos seguintes aminoácidos: alanina, arginina, cistina e serina, com valores maiores que os encontrados nas proteínas em leite de vaca (JASPER, 1979; DIAS, 1983).

TAVARES *et alii* (1998) concluíram que os melhores resultados para o teor de açúcares totais foi no 7º mês de maturação do fruto e que o pH desejável é obtido entre o 8º e o 12º mês.

MACIEL *et alii* (1992) indicam que a água de coco tem o melhor sabor e aroma por volta dos 7 meses de maturação (após as sementes terem sido polinizadas), e possui um teor de sólidos totais de 5% por peso. O flavor desejável é doce e levemente adstringente, com um pH de cerca de 5,6 (JASPER, 1979; PANDOLINA, 1983).

WOODROOF (1970) determinou o valor energético da água de coco; encontrando 17,4 cal/100g. TAVARES *et alii* (1998) obtiveram valores calóricos para a água de coco de casca amarela 19,24 cal/100g; e de casca verde 21,32 cal/100g.

A composição química pode variar em função da variedade das frutas, fertilidade do solo, época do ano, grau de maturação ou desenvolvimento, porção do fruto, etc.

A água de coco também sofre mudanças na sua composição durante o desenvolvimento do fruto, apresentando a composição indicada nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Dados básicos sobre os cocos anão e da praia

	Coco-anão	Coco-da-praia
Peso médio do coco (g)	1.187	2.784
Volume de água (mL)	326	372
% de água	27,5	14,4

Fonte: MEDINA *et al.* (1980)

Pela Tabela 3, pode-se concluir que o coco-anão pesa menos e possui menos volume de água, porém sua porcentagem de água é mais elevada, apresentando maior rendimento.

PENHA (1998) realizou uma avaliação do potencial do coco anão verde para a industrialização de sua água e polpa, obtendo um valor médio de 344,9 g/coco de massa de água de coco, volume médio de 340,0 mL e peso médio de 2302,8 g.

Tabela 4 - Composição química da água de cocos das variedades coco-anão e coco-da-praia, colhidos aos 5 meses

Constituintes	Coco-anão (mg/100ml)	Coco-da-praia (mg/100ml)
Sulfatos	6,50	21,80
Fosfatos	13,40	34,10
Magnésio	5,00	6,47
Cálcio	13,45	12,00
Sódio	12,70	14,20
Potássio	92,00	162,20
Glicose	1.830,00	1.645,00
Frutose	300,00	2.380,00
Sacarose	290,00	405,00
Proteínas	42,10	87,00
Insulina	127,80	165,00

Fonte: PINTO e OLIVEIRA (1962)

Os dados das duas tabelas foram obtidos pela análise da água de coco de frutos provenientes de plantações localizadas em Engenho Ubu, Pernambuco. Os cocos analisados tinham aproximadamente 150 dias.

De modo geral, observando a Tabela 4, nota-se que a água de coco-anão é mais pobre em eletrólitos e glicídios do que a do coco-da-praia, possuindo este um teor duplo de fosfatos, além de ser sete vezes mais rico em frutose, apresentar um teor de proteínas duas vezes mais elevado e ter o dobro de potássio em relação à água do coco-anão.

ANZALDO (1985) afirma que a água de coco é relativamente rica em potássio e pobre em sódio.

O estudo de CAMPOS *et alii* (1996) determinou a composição química da água de coco verde e foi observada a presença ativa das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. Estas enzimas mostram uma atividade ótima no pH 6,0 e 5,5 e nas temperaturas 25 e 35°C, respectivamente. Conforme os tratamentos físicos e químicos testados pelos autores, o aquecimento a 90°C por 550s e a adição de ácido ascórbico foram, individualmente, os mais eficientes para a inativação enzimática. A adição de ácido ascórbico não afetou sensorialmente a bebida. No entanto, o tratamento térmico à 90°C por tempo superior a 100s diminuiu a qualidade do seu flavor. Também, combinações de tratamento térmico com a adição de metabissulfito de potássio, de ácido ascórbico e de ambos os aditivos não afetaram a qualidade organoléptica da água de coco.

A Tabela 5 apresenta também uma composição química da água de coco.

As Tabelas 6 e 7 mostram, a seguir, as composições química e físico-química obtidas de 30 amostras de coco com valores individuais e com triplicata, respectivamente:

Tabela 5 - Composição química da água de coco

Constituintes	Quantidade
Açúcares (%)	4 - 6
Lipídeos (%)	0,3 - 0,4
Proteínas (%)	0,2 - 0,3
Cálcio (mg)	20 - 22
Fósforo (mg)	13 - 15
Potássio (mg)	150 - 180
Sódio (mg)	20 - 25

Fonte: TOCCHINI (1998)

Tabela 6 - Composição química e físico-química da água de coco obtida de amostras individuais

Parâmetros	Valores	
	Faixa	Média
volume por coco (mL)	100 - 600	297
sólidos solúveis (°Brix)	4,46 - 7,02	5,34
acidez total (mgácido cítrico/100mL)	13,9 - 76,8	48,1
pH	4,70 - 6,40	5,20
transmitância (%)	26,6 - 95,0	77,5

Fonte: CAMPOS *et. al.* (1996).

Tabela 7 - Composição química e físico-química da água de 30 cocos obtida de amostras em triplicata.

Parâmetros	Composição
água (g/100mL)	94,20
sólidos totais (g/100mL)	5,80
sólidos solúveis (°Brix)	5,27
açúcares totais (g/100mL)	5,30
açúcares redutores (g/100mL)	4,90
açúcares não redutores (g/100mL)	0,40
cinzas (g/100mL)	0,50
proteínas (mg/100mL)	19,50
lipídeos (mg/100mL)	11,00
fenólicos totais (mg catequina/100mL)	6,86
acidez total (mg ácido cítrico / 100mL)	131,20
pH	5,20
transmitância (%)	81,00

Fonte: CAMPOS *et. al.* (1996)

3.10.2. Valor osmótico da água de coco

O valor osmótico de uma bebida pode ser determinado através de uma metodologia conhecida como osmometria de pressão de vapor. A osmometria de pressão de vapor é uma técnica baseada nas propriedades coligativas de uma solução, que apresenta uma pressão de vapor inferior àquela do solvente puro. O potencial químico do solvente puro é reduzido pela presença do soluto, e conseqüentemente, a pressão de vapor do solvente na solução é também reduzida. Portanto, para manter constante a pressão de vapor na célula do equipamento, o solvente deve ser transferido à solução por condensação. Essa técnica é chamada osmometria, porque há transferência de solvente de um sistema diluído para um sistema mais concentrado. A condensação do solvente eleva a temperatura do meio contendo a solução e seu efeito induz um sinal elétrico que pode ser detectado pelo equipamento (SABADINI *et alii*, 1997).

3.11 - Tipos de usos da água de coco e similares

Recentemente, a água de coco tornou-se um produto muito apreciado, pois produz uma bebida deliciosa e refrescante, cuja industrialização vem despertando grande interesse, principalmente, por associações de produtores brasileiros.

Além da água *in natura*, diversos produtos à base de água de coco têm-se mostrado promissores (ROSARIO, 1992 ; FARR, 1994 e SREBERNICH, 1998).

ABREU (1999) realizou uma pesquisa para industrializar água de coco, sem conservantes e sem a necessidade de congelamento, extraindo a água de dentro do coco, sem nenhuma contaminação, nem contato com o ar, conseguindo obter um produto com 60 dias de vida útil sob refrigeração. O pesquisador realizou testes sensoriais com a água de coco natural, a água de coco congelada e com o novo processo de extração e obteve a preferência de 40% para o novo produto, enquanto que o produto *in natura* obteve 56%.

MAGDA (1992) cita uma bebida não-alcoólica nutritiva cuja formulação utiliza água de coco verde (7 meses).

HUERTE *et alii* (1995) citam uma bebida alcoólica obtida da mistura da água de coco com Gin, denominada de *coco-gin*.

Nas Filipinas, é preparada uma sobremesa gelatinosa através da nata de coco, obtida pela fermentação da água de coco por bactérias (CHERDCHAI e WARAMUT, 1993).

No Brasil, a produção da água de coco está se tornando uma das mais promissoras indústrias de pequeno porte.

A água de coco verde tem apresentado propriedades suavizadoras da pele, de rugas e de todos os tipos de imperfeições, sendo utilizada na indústria de cosméticos.

A água de coco também é utilizada na produção do melhor e mais puro óleo de rícino.

Conforme TOCCHINI (1998), a água de coco é um bom meio para a cultura de fungos, leveduras, bactérias formadoras de ácido, larvas da mosca-das-frutas e sementes de orquídeas, devido à sua composição e ao seu pH favorável (5,1). Consequentemente, ela é considerada um produto bastante precíval, assim que extraída do coco.

WOODROOF (1970) diz que, devido à presença de açúcar, a água de coco é fermentada facilmente, produzindo ácido acético e álcool. Encontrou, também, o crescimento do microrganismo *Mycobacterium tuberculosis*. A fermentação deste produto é difícil de ser impedida, mesmo com adição de inibidores enzimáticos. Pode ser utilizada para a fabricação de bebidas destiladas, como Arrack, vinho e cerveja de ervas (Sri Lanka e Índia). Na indústria de beneficiamento de frutos maduros, a conversão de água de coco (considerada resíduo) em produtos alimentícios fermentados constitui um processo simples mas rentável, sendo o vinagre e a nata de coco os produtos mais comuns. A água de coco, antes de ocorrer a fermentação, serve de alimentação animal, possivelmente pela presença de sais de potássio. Com adição de fosfato de cálcio, forma um precipitado que pode ser utilizado como fertilizante.

Pode, ainda, ser empregada na adulteração do leite, por apresentar porcentagens de alanina, arginina, cistina e cerina maiores do que as encontradas na proteína de leite de vaca.

3.12 - Propriedades medicinais da água de coco

KOVOOR (1968) demonstrou que o princípio ativo da água de coco seria uma substância possuindo ao mesmo tempo as propriedades das auxinas e das citoquininas.

Fisiologistas constataram que para numerosas espécies vegetais, a água de cocos imaturos contém substâncias que induzem à diferenciação das células, que de outro modo permaneceriam no estado de dormência. Foram VAN OVERBEEK *et alii* (1968), os primeiros a utilizar a água de coco como aceleradora para amadurecer embriões que permaneciam imaturos.

NUNES (1999) provou que a água de coco é um diluente melhor do que os atualmente usados, por exemplo, no caso dos caprinos, ela aumenta a vida útil dos espermatozoides para até 60 horas, enquanto que os diluentes tradicionais variam entre 8 e 24 horas. Como diluente de sêmen de peixes, ela aumenta em cinco vezes o tempo de duração e como diluente de sêmen humano, experimentos estão sendo realizados e mostrando resultados positivos. Testes estão sendo feitos com aves, e o uso comercial em suínos já está demonstrado. Testes também estão sendo feitos utilizando a água de coco para a conservação de córneas humanas. A água de coco foi a primeira patente veterinária do Brasil registrada internacionalmente e está sendo aceita em diversos países como: Nova Zelândia, Austrália, Argentina, Canadá e de toda Europa, os quais já experimentaram o novo diluente com sucesso.

A água de coco verde, uma substância estéril, com 2,5 a 5,9 g/100ml de açúcares redutores, não causa hemólise do sangue humano *in vitro* ou *in vivo*.

Para MEDINA *et alii* (1980), a água de coco tem composição biológica próxima à do soro glicosado isotônico utilizado em hospitais, o que lhe valeu ser empregada muitas vezes na medicina.

Sua ingestão ajuda no combate a verminoses e alivia problemas estomacais. Por ser de fácil absorção pelo organismo, é utilizada na rehidratação em casos de diarreia, estados de desnutrição e na complementação de alimentação infantil, por ter grande aceitação pelas crianças devido ao seu agradável sabor. Segundo WOODROOF (1970), seu uso é bem indicado em distúrbios nutricionais de crianças e na alimentação infantil, já que é facilmente absorvida pelo organismo humano.

A água de coco ajuda a manter o equilíbrio de líquidos e o equilíbrio sanguíneo no corpo, bem como a regular os mecanismos de contração dos músculos, auxilia no combate a cãibra, controlando o sódio e conseqüentemente a quantidade de água corporal, principalmente durante a prática de atividade física e evita a desidratação e o desgaste físico, ao repor minerais como o sódio e o potássio, perdidos pelo suor ou pela urina. É uma bebida indicada para pessoas hipertensas, justamente por equilibrar o sódio, e evitar o edema, pois os medicamentos diuréticos utilizados no tratamento da hipertensão, geram uma perda muito grande de potássio pela urina, sendo necessária a sua reposição. Podendo ser utilizado como repositores hidroeletrólítico, sem causar prejuízo ao organismo (PEREIRA & GUARNIERI, 2001).

Como não contém sacarose em sua composição, somente frutose e dextrose como carboidratos, poderá também ser utilizado por diabéticos sem restrição.

Em 1962, PINTO e OLIVEIRA mencionaram em seu trabalho a utilização da água de coco pelos japoneses, durante a Segunda Guerra Mundial. Segundo os autores, a água de coco foi ministrada (via oral ou intravenosa) como agente reidratante para os soldados. Tal propriedade foi confirmada em experiências realizadas em hospitais de Recife (Pernambuco).

Dentre outras utilidades medicinais da água de coco, tem-se registrado a diminuição da coceira causada pelo sarampo, catapora e varicela. Contribui também para curar a ressaca, ao repor a água que o álcool retira, e seus açúcares recuperam a energia perdida pelo organismo que ingeriu álcool em excesso.

3.13 - Processamento da água de coco

A seguir são descritos detalhadamente os processos mais utilizados no Brasil, desde a recepção do coco até a comercialização da bebida industrializada e mostrados os fluxogramas especificando o processamento da água de coco envasada em PET nas formas refrigerada e congelada.

3.13.1 - Água de coco refrigerada

Verifica-se pela Figura 1 o fluxograma geral do processamento de água de coco refrigerada.

3.13.1.1 - Recepção

A recepção da matéria prima é feita primeiramente com uma análise visual, retirando os possíveis frutos de cor fora do padrão, os com defeitos, machucados, de dimensões muito diferentes às especificadas pela indústria produtora ou os que por outro fator os classifiquem fora do padrão. A inspeção da qualidade deve ser feita de modo a constatar, estatisticamente, que os produtos sejam uniformes e tenham o nível de maturação desejada, através de análises físico-químicas. Recolhe-se uma amostra representativa do lote recebido e, assim, verifica-se o nível de maturidade dos frutos (SASAKI, 1998).

3.13.1.2 - Lavagem

Após a recepção dos frutos, estes devem ser rapidamente limpos para se retirarem as sujeiras mais grossas provenientes do manuseio da colheita. Tal limpeza é constituída por uma lavagem simples, somente com água, para eliminar insetos, excesso de terra, areia, etc.

Uma segunda lavagem é feita com água clorada a 20 ppm para se eliminar

algumas bactérias provenientes da terra. Tem-se em vista, em particular a preocupação com a contaminação por *Clostridium*, pois durante a colheita o fruto fica em contato prolongado com a terra, o que possibilita a aderência de tais microrganismos.

Essa lavagem é de grande importância, pois qualquer falha na limpeza dos frutos pode contaminar todo o produto, já que a água de coco é considerada um produto de baixa acidez e portanto excelente para a proliferação de microrganismos.

Uma terceira lavagem é feita por bicos aspersores, para a retirada do excesso de cloro do produto, proveniente da segunda lavagem. Essa água pode ser utilizada como parte da segunda lavagem, por ser uma água considerada limpa, com uma concentração de cloro mais baixa, devendo somente ser corrigida para atingir os 5 ppm exigidos pela legislação (MORENO, 1998).

3.13.1.3 - Secagem

Após as lavagens, os frutos seguem por uma esteira que, com a ajuda de ventiladores direcionados, provocam a evaporação da água de lavagem antes de seguir para a máquina de extração. Esta esteira deve ter um comprimento suficiente para que os frutos cheguem à etapa de extração sem um excesso de água para que não contamine o produto.

3.13.1.4 - Extração

Após essa secagem, o produto é encaminhado para a extração. Esta se faz através de sistema contínuo, em que um só equipamento perfure os frutos e, com a ajuda de um sistema à base de nitrogênio, recolhe a água sem que haja contato com o ar, a fim de evitar ao máximo uma possível oxidação da água de coco. Porém, há outro processo mais convencional de extração, no qual um equipamento com uma lâmina cortante que separa uma calota da ponta do coco, e a água cai num tanque de aço inoxidável (MORENO, 1998).

3.13.1.5 - Filtração

Devido a possíveis fibras coletadas durante o processo de extração, é feita uma filtração, antes que o produto fique armazenado no tanque pulmão. Este deve ser isotérmico, estéril, para a temperatura não superar 20°C, minimizando assim o risco de oxidação.

Esse tanque controla o nível do pasteurizador, que é a próxima etapa. Deve-se ter o cuidado para que o produto não fique exposto ao ar em temperatura elevada, pois isto implicaria em sua deterioração precoce. Portanto, neste tanque o líquido deve ficar numa atmosfera inerte como durante a extração (MORENO, 1998).

3.13.1.6 - Pasteurização

Através de uma bomba centrífuga, desloca-se o produto para o pasteurizador, para um rápido tratamento térmico que tem como objetivo inativar as enzimas oxidativas (polifenoloxidase e peroxidase). Todos os equipamentos devem ser de aço inox e o trocador de calor do tipo casca e tubo, a fim de evitar incrustações que o uso repetitivo possa provocar nas paredes do trocador de calor, em consequência da constituição própria do produto.

Os parâmetros tempo/temperatura não são muito estudados para esta matéria prima, porém as indicações existentes na literatura levam a admitir que a melhor relação é a de baixa temperatura com tempo mais prolongado, pois um tratamento térmico muito drástico, mesmo num rápido contato traria problemas com relação às características sensoriais da água de coco (SASAKI, 1998).

O binômio tempo-temperatura recomendado é de 85°C - 5s, para uma melhor qualidade do produto, em comparação aos produtos hoje existentes no mercado (SASAKI, 1998).

3.13.1.7 - Resfriamento

Visando reduzir o problema da oxidação da água de coco, logo após a inativação enzimática, o produto é resfriado a uma temperatura aproximada de 5°C. Assim que o produto sai do pasteurizador, segue para uma área de resfriamento, num *cooler* a fim de alcançar a temperatura de 5°C para o envase.

Após o resfriamento, o produto é mantido num tanque pulmão, estéril e com temperatura controlada, de modo a preservar as características sensoriais e minimizar as reações enzimáticas. O transporte para a sala de envase é feito através de uma bomba centrífuga com controlador de vazão requerida pelo equipamento (SASAKI, 1998).

3.13.1.8 - Adição de conservantes

Segundo MORENO (1998), além do tratamento térmico, a água de coco refrigerada pode receber alguns aditivos tais como; os conservantes (metabissulfito de sódio e benzoato de sódio), acidulante e vitamina C (ácido ascórbico), já que este ácido atua como antioxidante - evitando que a água de coco seja oxidada - e preservando mais o produto (TOCCHINI, 1998). Os dois conservantes são adicionados para evitar o crescimento de fungos e leveduras, principalmente.

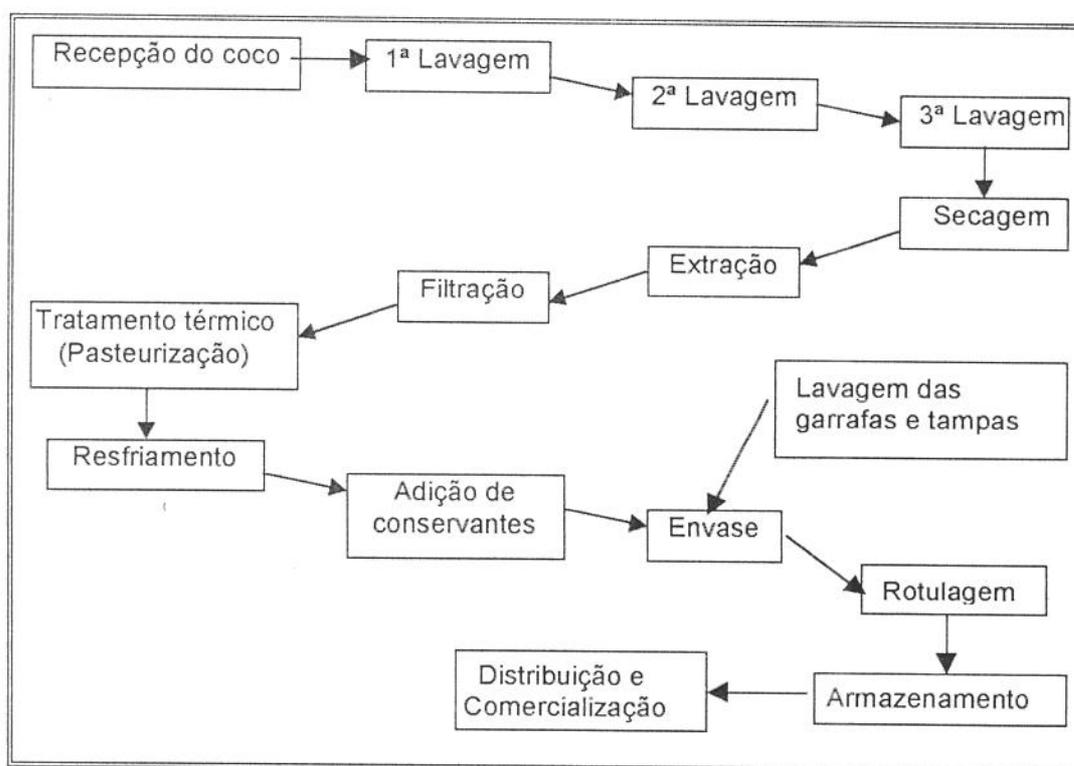
3.13.1.9 - Envase e armazenamento

No acondicionamento do produto cuida-se de evitar a recontaminação. Tanto as embalagens como todo o equipamento utilizado, e a própria sala de envase devem ser preservadas para não haver contaminação com o meio externo, para isso, usa-se uma sala apropriada com temperatura controlada, entre 5° a 10°C.

O envase da água de coco é feito em garrafas plásticas de PET, de diferentes volumes: 330 mL ou 200 mL ou maior e usando tampas de PP de cor branca. Após envasado o produto, este segue para o armazenamento. O produto deve ser armazenado em câmaras frias sob temperatura de refrigeração de no máximo 10°C, para conservar o produto por 6 meses (MORENO, 1998).

3.13.1.10 - Distribuição e Comercialização

A água de coco é distribuída em centros de comercialização, como supermercados, mercados, padarias, lojas de conveniência, etc. Tanto, durante o transporte como na comercialização, o produto deve seguir as condições necessárias de refrigeração, ou seja, ser mantido em temperatura de no máximo 10°C (MORENO, 1998).



Fonte: MORENO (1998)

FIGURA 1 - Fluxograma do processamento de água de coco refrigerada.

3.13. 2 - Água de coco congelada

A água de coco congelada, cujo fluxograma encontra-se na Figura 2, possui as etapas do processamento incluindo desde a recepção até a filtração, semelhantes às da água de coco refrigerada, diferenciando nos seguintes processos.

3.13.2.1 - Desaeração

Para inibir a atuação das enzimas oxidantes presentes na água de coco, que podem deteriorar a bebida, procede-se a desoxigenação da água, retirando dela o oxigênio e inserindo nitrogênio (MORENO, 1998).

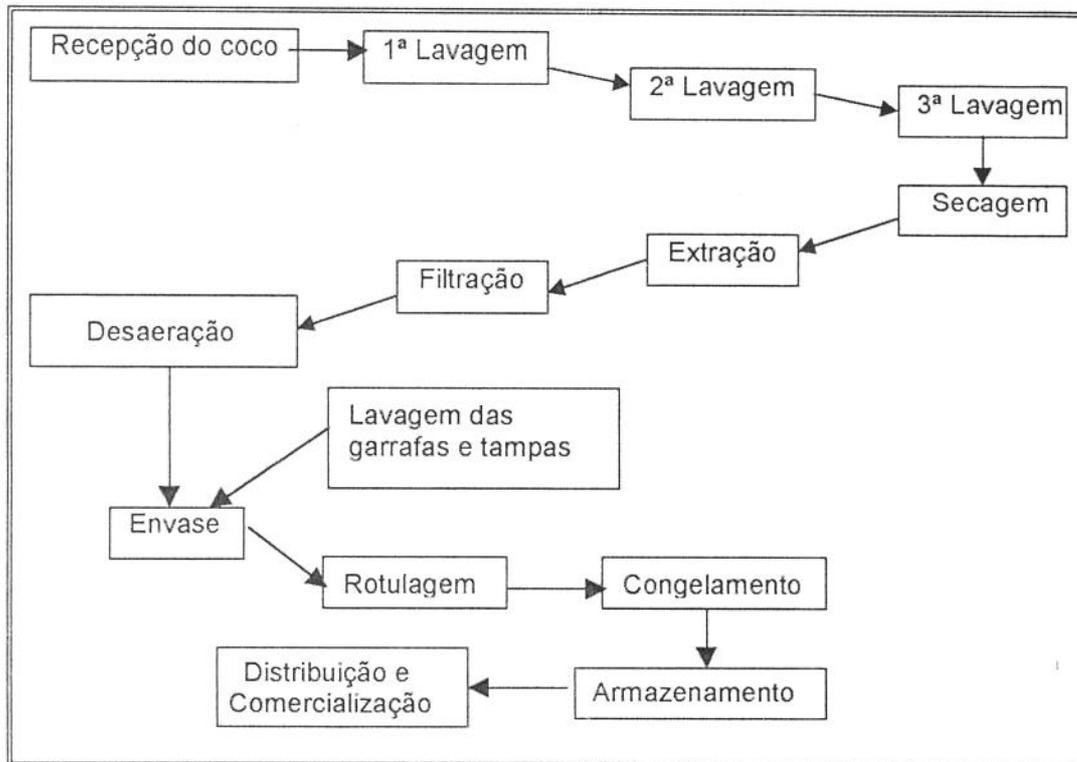
3.13.2.2 - Envase e Armazenamento

O envase da água de coco é feito em garrafas plásticas de PET (cor verde) e encaminhada para um túnel de congelamento, à temperatura de -35°C , onde permanece de 3 a 4 horas até ficar congelada, sendo então enviada para o armazenamento. Semelhante à refrigerada, o envase pode ser feito em diferentes volumes: 1 litro, 330 mL ou 200 mL.

O produto deve ser armazenado em câmaras frias cuja temperatura interna é de -25°C , para conseguir a temperatura de -18°C no produto envasado.

3.13.2.3 - Distribuição e Comercialização

Idem aos processos do produto refrigerado, apenas diferenciando que o produto congelado deve seguir as condições necessárias de congelamento (a temperatura interna da câmara deve ser de -25°C e o produto deve ser mantido em temperatura até -18°C (MORENO, 1998).



Fonte: MORENO (1998)

FIGURA 2 - Fluxograma do processamento de água de coco congelada.

3.14 - Aspectos da qualidade

Segundo TOCCHINI (1998), para se obter uma água de coco estável comercialmente em embalagem, deve-se controlar os seguintes aspectos: Colheita, transporte (do coco inteiro até a fábrica), seleção do coco na fábrica, higienização (limpeza externa do coco), controle dos processos, estabelecimento de controles de qualidade na linha, armazenamento, distribuição e comercialização adequados.

Tecnologicamente, deve-se usar uma boa matéria prima, garantindo um produto final de boa qualidade. Os três últimos processos, apresentam problemas que podem comprometer a qualidade da água de coco. Ocorrem oscilações de temperatura tanto durante o transporte e distribuição como na estocagem do produto

na comercialização, devido a baixa eficiência dos sistemas de frio dos veículos de transporte e ao fato de muitos supermercados desligarem seus congeladores e geladeiras durante à noite.

VITALI *et al.* (1996) diz que a preservação da qualidade dos alimentos acondicionados está diretamente relacionada com as características do produto, com o sistema de embalagem utilizado e ainda com o sistema de distribuição empregado.

MACIEL *et alii* (1992) estudaram os efeitos de diferentes condições de estocagem na preservação do coco verde. O estudo teve como objetivo determinar condições apropriadas de estocagem para a preservação da água de coco verde, trabalhando em diferentes temperaturas (4, 12, 22 e 28°C), tempo de exposição e tipo de embalagem (com e sem polietileno) durante cinco semanas. O total de cocos usados foi de 134, provenientes de uma plantação em Recife-PE. Consideraram-se o tempo zero, o primeiro dia da colheita e com o passar das semanas, foram sendo feitas análises físico-químicas (°Brix, acidez total, pH e peso), microbiológicas e sensoriais.

Durante o processamento e no armazenamento dos alimentos ocorrem reações químicas. Algumas reações resultam na perda de qualidade e devem ser minimizadas e otimizadas para obter a melhor qualidade para o produto final (TOLEDO, 1985).

A perda de nutrientes pode influir na perda de qualidade dos alimentos. LABUZA (1982) afirmou que certas reações químicas, como a oxidação, podem causar perda de vitaminas, principalmente as A e C pois ambas estão sujeitas. A vitamina C é bem instável em valores de pH abaixo de 5,0 e a sua perda é muitas vezes usada como índice de perda de qualidade total do alimento. Por exemplo, quando cerca de 15 a 20% de vitamina C é perdida nos vegetais congelados, eles se tornam inaceitáveis.

3.15 - Fatores ambientais que têm efeito na estabilidade da água de coco

Diversos fatores artificiais podem afetar os alimentos, causando alterações e comprometendo a sua estabilidade.

Os processamentos a que os alimentos são submetidos, e as embalagens e a adequação das condições de armazenagem visam controlar e evitar os efeitos deteriorantes de fatores como: luz, oxigênio, umidade, temperatura, ataque e contaminação por agentes biológicos.

Para a água de coco, a umidade não é um fator crítico.

Também, o fator de contaminação microbiológica, não será abordado, focalizando nos outros fatores ambientais.

A seguir são descritos os fatores ambientais que tem grande influência na qualidade desta bebida, como a temperatura, luz e o oxigênio.

3.15.1 - Efeito da temperatura

A temperatura é o fator ambiental que mais afeta a conservação dos alimentos durante a estocagem e comercialização. Todas as alterações, quer sejam de natureza biológica ou físico-química, apresentam taxas de transformações que variam com a temperatura do ambiente.

Existem várias maneiras de expressar, matematicamente, a relação entre a temperatura e a velocidade de transformação em um produto. Por exemplo, LABUZA (1982) mostra a expressão de Q_{10} definida a seguir pelas Equações 1, 2 e 3:

$$Q_{10} = \frac{\text{Velocidade da reação na temperatura } (T + 10^{\circ}\text{C})}{\text{Velocidade da reação na temperatura } (T ^{\circ}\text{C})} \quad (1)$$

O Q_{10} pode ser definido também, com relação à vida-de-prateleira do produto, através da Equação 2:

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida de prateleira à temperatura (T } ^\circ\text{C)}}{\text{Vida de prateleira à temperatura (T + 10} ^\circ\text{C)}} \quad (2)$$

O Q_{10} representa a razão obtida pelo aumento da velocidade das reações quando a temperatura do sistema varia 10°C . Para outras variações de temperatura utiliza-se a Equação 3:

$$Q_{10}^{(\Delta T/10)} = \frac{\text{Velocidade da reação na temperatura (T maior } ^\circ\text{C)}}{\text{Velocidade da reação na temperatura (T menor } ^\circ\text{C)}} \quad (3)$$

onde: o ΔT é a diferença de temperatura; $\Delta T = (T \text{ maior} - T \text{ menor})$

Para reações enzimáticas, um valor de $Q_{10} = 2$ é bem freqüente. Isso indica que a atividade enzimática dobra-se para cada aumento de 10°C na temperatura, até que ocorra a desnaturação ou inativação da enzima pelo calor (LABUZA and SCHMIDL, 1985 e LABUZA, 1984).

Outra maneira de se apresentar a velocidade de deterioração ou de reação, em função da temperatura, é pela Equação de Arrhenius (4):

$$k = k_0 \times e^{(-E_a/RT)} \quad (4)$$

onde: E_a = energia de ativação em kcal / mol. K;

T = temperatura absoluta em K;

R = constante universal dos gases em kcal / mol;

k = constante da reação em hora, dia ou mês;

k_0 = constante pré-exponencial da reação.

É importante ressaltar o uso do Q_{10} e da energia de ativação (E_a) na estimativa da vida-de-prateleira em função da temperatura.

A seguir são mostradas equações demonstrando o uso do Q_{10} .

Equação 5: $\text{Log } Q_{10} = 2,2 \times E_a / T (T + 10)$

onde: T = Temperatura média em Kelvin

Ea = Energia de ativação (cal/mol)

Equação 6: $Q_{10}^{(\Delta T/10)} = \text{Vida-de-prateleira (a } T_1) / \text{Vida-de-prateleira (a } T_2)$,

onde: $\Delta T = T_2 - T_1$ e T_2 é maior que T_1

Esta equação é usada para estimar a vida-de-prateleira em uma certa temperatura maior ou menor do que a atual.

O modelo de Arrhenius é um modelo matemático em função da temperatura. No entanto existem outros modelos matemáticos usados para a estimativa de vida-de-prateleira em função de outros fatores como: Modelos matemáticos de transferência de massa (permeabilidade) pela embalagem com base em um valor limite de ganho ou perda de umidade, de absorção de oxigênio, de formação ou perda de compostos aromáticos ou de perda de gás carbônico. Outros tipos de modelos são os baseados no uso de dados sensoriais, no uso de energia eletromagnética ou de transferência de massa ou migração como: difusão e solubilidade (FARIA, 1995).

O uso da Ea e do Q_{10} permite uma melhor aplicação racional do tratamento térmico e da manipulação das temperaturas de estocagem. A destruição de microrganismos requer maior Ea do que as reações de degradação dos alimentos. É necessário conhecer o mecanismo de deterioração dos alimentos, para não fazer estimativas incorretas, já que a energia de ativação pode variar quando se investiga um grande intervalo de temperaturas. Tal fenômeno é comum para reações oxidativas, investigadas em altas temperaturas (acima de 100°C). Nestas temperaturas, a Ea total corresponde à várias reações seqüenciais ou paralelas. Portanto, estudos de estabilidade de alimentos em temperaturas elevadas, ou para testes acelerados para estimar a vida útil, poderão causar estimativas erradas da estabilidade real, ou seja, podendo sub ou superestimar a vida de prateleira do alimento (FARIA, 1990).

CLIFFORD *et al.* (1977) realizaram testes acelerados comparados a cálculos baseados nas propriedades do produto (cereal) e da embalagem para estimar a vida-de-prateleira, e demonstraram que o procedimento pode ser aplicado para alguns produtos alimentícios.

Todas as transformações que ocorrem em alimentos acondicionados estão diretamente relacionadas com a variável tempo. Em se tratando da estabilidade de alimentos, é necessário definir a vida útil de cada categoria de produto. Os alimentos perecíveis, *in natura*, os quais não passam por nenhum processamento térmico, obviamente, terão uma velocidade de deterioração muito maior do que os semi-perecíveis, ou seja, os que receberam um tratamento térmico brando, como a defumação ou a pasteurização, que prolonga um pouco a vida útil do produto. E maior que os não perecíveis, ou seja, os que sofreram um tratamento térmico mais intenso, como a esterilização e como a desidratação, conseguindo ter uma longa vida útil. As transformações em alimentos perecíveis ocorrem principalmente devido ao rápido crescimento dos microrganismos, e estes possuem uma temperatura ótima para crescimento, sendo esta a principal causa de deterioração de tais alimentos. A refrigeração ou congelamento conseguem prolongar a vida útil deles, porque aumenta a fase lag dos microrganismos ou de indução das curvas de crescimento. A refrigeração diminui um pouco o crescimento, mas não inibe, havendo os microrganismos psicrófilos que conseguem crescer nas condições, de temperatura refrigerada (LABUZA, 1993 e 1982).

Nas temperaturas de congelamento, ocorre inibição dos microrganismos e consegue-se evitar o desenvolvimento. E se o alimento for mantido por longo tempo, poderá até haver redução do número de microrganismos. Assume-se que isso ocorre devido a menor taxa de crescimento, em relação à taxa de destruição. Há uma preocupação ao descongelar os alimentos congelados, porque os microrganismos remanescentes poderão atuar rapidamente, se ficarem expostos à temperatura ambiente por um longo período (FARIA, 1990).

No caso da água de coco, a temperatura tem um grande efeito para o produto envasado em garrafas de PET, onde a bebida está na forma congelada e refrigerada,

sendo um fator crítico e devendo ser mantida, respectivamente sob congelamento e refrigeração.

3.15.1.1 - Congelamento

É o processo de conservação de alimentos em que a temperatura do produto é abaixo de 0°C, geralmente na faixa de -18°C ou menor. É um dos melhores processos de conservação de alimentos por períodos prolongados, retendo ao máximo os nutrientes e outros atributos de qualidade do alimento (NETO *et. al.* 1996).

Os congelados para terem uma adequada vida-de-prateleira, necessitam de uma temperatura de conservação menor do que a temperatura de congelamento. Para a maioria dos alimentos, o ponto de congelamento está em torno de -2°C. Esta temperatura pode ser insatisfatória para alguns produtos congelados, os quais requerem temperaturas mais baixas para manter a qualidade. Isso leva à colocação de prefixos ao congelado (*quick* ou *deep*) (SYMONS, 1992).

O congelamento pode ser rápido ou lento, dependendo da velocidade de retirada de calor do alimento. A velocidade de congelamento é função do meio refrigerante e do sistema utilizado. Na maioria dos casos, o congelamento rápido, que forma cristais de gelo muito pequenos e em grande número, é o mais recomendado para manter a qualidade do alimento. Em alguns casos, no entanto, o congelamento lento pode ser recomendado. Deve-se mencionar ainda que os produtos congelados estão sujeitos ao fenômeno de recristalização, devido à instabilidade dos cristais de gelo.

3.15.1.1.1 - Velocidade de Resfriamento

O termo *quick* foi introduzido por BIRDSEYE (1932), um pesquisador de estocagem na indústria de congelados. Birdseye tinha pelo menos duas razões para criar este adjetivo. Uma era para distinguir a nova indústria, que lutava por se desenvolver, com base na qualidade superior apresentada para o consumidor final

(que adotou -10°C para temperatura de estocagem de carne congelada), como também do processo *sharp*, no qual o produto a ser congelado é colocado numa câmara fria entre -7°C e -10°C sem preocupação de separar os produtos a congelar dos já congelados. O processo *sharp* é mais demorado, levando dias ou semanas e faz o produto sofrer freqüentes flutuações de temperatura provocadas pelos alimentos recém chegados ao "freezer". Grande parte da carne congelada comercializada no mercado internacional é hoje transportada em navios a -18°C . Considerando a dificuldade em estabelecer diferentes temperaturas em diferentes partes do navio, grandes quantidades de peixes, frutas, vegetais e camarões são hoje comercializadas nessa temperatura (SYMONS, 1992).

A segunda razão para chamar a nova indústria *quick frozen* foi para promover a nova invenção: o congelamento de múltiplos produtos em um método rápido. JUL (1984) relata uma discussão ocorrida no final dos anos 30, com executivos da Birdseye Division, da General Foods nos EUA, em que chegou à conclusão de que a velocidade de congelamento não é tão importante para a qualidade do produto, quanto a manutenção adequada de baixas temperaturas durante a distribuição.

A velocidade de congelamento influencia, em parte, a vida-de-prateleira. O primeiro reconhecimento disto foi, provavelmente, durante o experimento de PLANK *et al.* (1916), que demonstrou a qualidade superior do produto usando o método de Ottesen (patenteado em 1911).

O método de Ottesen consiste em promover o congelamento do alimento impregnando-o com uma solução isotônica por meio da pulverização de cloreto de sódio gelado. Tal processo foi abandonado, tanto devido à dificuldade de manter o cloreto de sódio em solução isotônica, como à deposição do sal no alimento, levando-o à rancidez antecipada.

O sistema *quick* teria alcançado melhores resultados se os experimentos tivessem sido realizados com um dispositivo de medição de temperatura de congelamento totalmente separado do dispositivo de medição de temperatura de armazenamento. Sem essa diferenciação, a velocidade de congelamento ficou relegada a segundo plano. A velocidade de congelamento, na prática, apresenta

pouca influência, na qualidade do produto congelado. Uma velocidade de congelamento excessivamente alta pode prejudicar o produto pois ocorre um aumento de cerca de 10% no volume do produto congelado, gerando uma grande pressão interna num congelamento rápido (como mergulhar o produto em fluido refrigerante), provocando as camadas mais externas do produto.

Mesmo em processos excessivamente demorados, como dias ou semanas ao invés de horas, os alimentos parecem indiferentes. Isto é particularmente verdade com frutas e vegetais, e menos para tecido animal (SYMONS,1992).

A maioria das vantagens que surgem com o congelamento de material vegetal perdem-se no armazenamento, distribuição e descongelamento. A prática atual na indústria é congelar rapidamente, por necessidade econômica no processamento de grandes quantidades num pequeno espaço industrial, e não por uma exigência da qualidade do produto.

A *Codex Alimentarius Code of International Processing and Handling of Quick Frozen Foods* determina que o congelamento deve ser produzido em equipamentos projetados para congelar produtos à velocidade apropriada. O descongelamento não é o contrário do congelamento, a menos que se faça uso de microondas. Este é muito mais lento do que o congelamento e geralmente feito pelo consumidor de um modo menos controlado.

3.15.1.1.2 - Congelados Rápidos

Se o comércio de carnes congeladas é definido à temperatura de -10°C de armazenamento, outras duas tecnologias podem ser estabelecidas. A indústria de sorvetes requer temperatura de -20°C enquanto a de *quick/deep frozen foods* e *frozen* requer em -18°C (SYMONS,1992).

Aplicando essas definições para água de coco congelada, o produto requer uma temperatura de estocagem máxima de -18°C .

A distinção entre *quick frozen* e *frozen* é mantida em diversos países europeus. *Surgelé* difere de *Congelé* na França. *Tiefgefroren* difere de *Gefroren* na Alemanha e *Surgelato* difere de *Congelato* na Itália (SYMONS, 1992).

A opção de zero Fahrenheit, ou $-17,8^{\circ}\text{C}$, não significa nenhuma propriedade mágica para esta temperatura. Clarence Birdseye era americano, pensava em Fahrenheit, e definiu entre 0°F e -5°F com mínima flutuação a maneira apropriada de manter e distribuir alimentos congelados (BIRDSEYE e FITZGERALD, 1932). Nos anos 50, um grande programa de pesquisas sobre a qualidade dos alimentos congelados foi aplicado pelo Western Regional Research Laboratory of USDA/ARS em Albany, Califórnia. O resultado da pesquisa (VAN ARSDEL *et al.*, 1969) determinou a resposta à pergunta 'o que ocorre microbiologicamente, nutricionalmente e sensorialmente aos vários tipos de produtos congelados a diferentes temperaturas?' Um dos resultados dessa pesquisa foi a reafirmação do zero Fahrenheit (deixando o -5°F evocado por Birdseye) como norma na indústria por Harol Humphrey, então Gerente Geral da Birds Eye Division of General Foods. O conceito de Tempo-Temperatura Tolerância (TTT) que descreve a estabilidade de alimentos congelados foi desenvolvido neste programa (SYMONS, 1992).

3.15.1.1.3 - Estabilidade de Alimentos Congelados

3.15.1.1.3.1 - Microrganismos

O crescimento microbiológico torna-se menor do que as alterações físico-químicas à aproximadamente -8°C ou em temperaturas mais baixas. Michener e Elliott (em VAN ARSDEL *et al.*, 1969) listam a temperatura máxima de armazenamento em que a predominância microbiológica cessa. A maioria dos estudos propõe valores no intervalo entre -9°C e -12°C . As discrepâncias entre temperaturas mínimas pode ser atribuído à vida curta de alguns experimentos. Bolor pode levar meses, ao invés de semanas para evoluir substancialmente. Embora danos microbiológicos possam ser desconsiderados nas temperaturas de armazenamento de congelados, deve-se

ter em mente que as enzimas de qualquer microrganismo presente no produto ainda podem estar ativas. Mesmo considerando-se que o produto foi produzido em condições higiênicas ou processado à quente, como o caso da água de coco pasteurizada, a vida de prateleira poderá ser comprometida e reduzida. Muitos agentes patogênicos (*Salmonella*, uma forma vegetativa de *Clostridium perfringens* e *E. coli*) diminuem em número em longos períodos de armazenamento congelado, mas isto não deve ser considerado um substituto para condições higiênicas em produção (SYMONS, 1992).

3.15.1.1.3.2 - Alterações do Gelo

O gelo, inevitavelmente concomitante na obtenção de temperaturas baixas como -18°C em sistemas alimentícios, nunca estabiliza, sempre reagindo a toda variação na pressão de vapor gerada por um gradiente térmico. Daí a necessidade de temperaturas constantes durante a distribuição de alimentos congelados. Flutuações no produto de $2-3^{\circ}\text{C}$, como se encontram em bancos de armazenamento a -18°C ou mais frios, não costumam causar qualquer dano perceptível até mesmo em longos períodos. Entretanto, flutuações freqüentes na temperatura, particularmente grandes flutuações em temperaturas mais quentes (i.e., na zona de máxima formação de cristal – entre -1°C e -5°C), as quais podem ocorrer nas gôndolas de revenda ou no caminho para a residência, provocam a formação e o crescimento de cristais coalescentes que migram para a superfície do produto, ou para a face interna da embalagem. Isto leva sempre ao ressecamento do produto, se a embalagem for permeável à umidade, ou devido à evaporação do gelo formado. A perda de umidade leva ao enrijecimento de tecido animal e a maior exposição ao oxigênio presente (SYMONS, 1992).

O oxigênio é o principal fator indesejável para quase todos os alimentos congelados, levando a uma rancidez oxidativa, se houver gorduras insaturadas presentes, descoloração e perda de sabor. A perda de umidade por sublimação na superfície do produto leva à queima pelo frio (*freeze burn*). Às vezes, a coloração

branca pode ser confundida com emboloramento, mas pode ser solucionada com rehidratação no cozimento antes de servir. O esbranquiçamento, visto em alguns mercados, podem ser induzidos em produtos como aves, pelo congelamento muito rápido na superfície (com nitrogênio líquido ou dióxido de carbono), que cria cristais muito pequenos que brilham à incidência de luz.

3.15.1.1.3.3 - Reações Físico-Químicas

As mais importantes alterações qualitativas em alimentos congelados estocados que determinam a vida de prateleira incluem a perda ou alteração de cor em vegetais. Em vegetais verdes isto se deve à hidrólise da clorofila em fiofitina, dando coloração oliva. Exemplos das principais reações que ocorrem no armazenamento são a perda do sabor, seguida pelo surgimento de sabores indesejáveis, perda de vitaminas, retrogradação do amido, desnaturação de proteínas, rancidez hidrolítica (leite) e oxidativa, formação de gotículas em tecido animal, cristalização da sacarose e cristalização de frutose (SYMONS, 1992).

A nucleação, formação de cristais, modificações no descongelamento e outras alterações associadas aos produtos congelados são todos aspectos importantes na determinação da vida de prateleira e podem afetar decisões de formulação, na seleção de ingredientes e processos que minimizem essas modificações.

3.15.1.1.3.4 - Tempo-Temperatura-Tolerância (TTT)

O conceito TTT, desenvolvido em resultado de intenso programa de pesquisa sobre estabilidade de alimentos congelados, definiu que a perda da qualidade dos alimentos congelados é proporcional à temperatura de armazenamento. Este programa estava preocupado em avaliar a estabilidade de produtos congelados vendidos nos EUA e deu pouca atenção à substituição das variedades de vegetais no congelamento, condições de cultivo, processamento e embalagem, concentrando-se

em avaliar a estabilidade dos produtos tomando por base as práticas industriais correntes (SYMONS, 1992).

Uma vistoria em alimentos congelados conduzida em 1983 encontrou produtos em distribuição com 840 dias de congelamento.

JUL (1984) deu alguma atenção aos efeitos mais profundos e intrínsecos à qualidade, ao processamento, e embalagem, que se refletem na qualidade do produto final. Isto é menos importante na determinação da vida-de-prateleira do que o TTT (SYMONS, 1992).

Com relação à água de coco, a marca Trairi apresenta uma vida-de-prateleira de 6 meses para a bebida congelada. E a estabilidade deste produto pode ser afetada por fatores citados anteriormente, neste item, como o processamento e a embalagem.

3.15.1.2 - Flutuação seqüencial de temperatura

Em alguns casos, o produto pode ser exposto a um perfil regular seqüencial de flutuação de temperatura, principalmente nas etapas de distribuição, comercialização e armazenamento, onde é mantido em caminhões ou meios que o transportem e nos locais onde é comercializado: armazéns, mercados ou supermercados. Essa variação ocorre devido à oscilação diária entre o dia e a noite, ou melhor, devido ao fato de que, em alguns estabelecimentos ocorre desligamento das geladeiras ou congeladores que armazenam o produto. Também, nos veículos ou no carregamento ou descarregamento do produto no veículo de transporte pode haver variação na temperatura.

Muitos desses binômios podem ser representados pelas curvas do gráfico abaixo, ou seja, por meio de ondas quadráticas ou ondas senoidais (LABUZA, 1982).

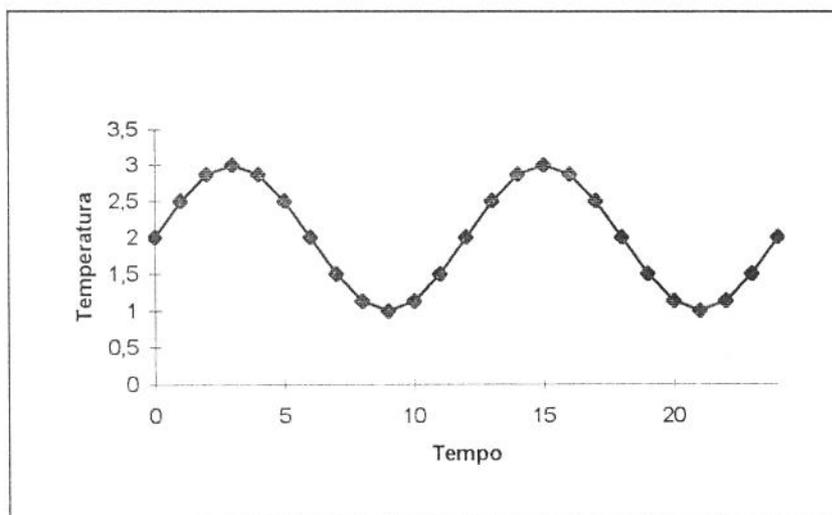


FIGURA 3. Onda senoidal exemplificando o perfil de flutuação sequencial regular de temperatura (LABUZA, 1982)

A degradação ocorrente nessas oscilações de armazenamento pode ser calculada por fórmula, usando a ordem certa de reação LABUZA (1979).

Há alguns trabalhos publicados que desenvolveram fórmulas para calcular a quantidade degradada para ambas as ondas, quadráticas e senoidais. Os trabalhos clássicos foram feitos por HICKS (1944) e POWERS *et al.* (1965) e foram para todos os casos de reações de ordem zero.

LABUZA (1979) derivou funções similares, porém para as reações de primeira ordem, testou-as e concluiu serem realmente aplicáveis.

Para a flutuação de temperatura da água de coco congelada, o tipo de perfil que a representa é o da onda senoidal (conforme os ensaios realizados).

Assim, as equações previstas para a função de onda senoidal são derivadas como um raio de condição flutuante para uma condição constante e tem a seguinte forma, tanto para a reação de ordem zero como para a de primeira ordem (LABUZA, 1982).

3.15.2 - Efeito do oxigênio sobre a estabilidade

O oxigênio é responsável por desenvolver reações de oxidação em muitos alimentos. Muitos componentes dos alimentos são sensíveis ao oxigênio, entre eles, os lipídios, muitas vitaminas, pigmentos, alguns aminoácidos e proteínas.

Os lipídios são muito sensíveis ao oxigênio, resultando na rancidez oxidativa. Entretanto, no caso da água de coco, como o seu teor em lipídios é baixo, não há tanta preocupação.

Quanto às vitaminas, o ácido ascórbico deve ser focalizado com atenção, já que é a principal vitamina nesta bebida e facilmente se oxida.

Assim, o oxigênio pode ser um problema para a água de coco, pois causa a oxidação do produto.

A luz é um agente acelerador da reação de oxidação, assim como a temperatura. A intensidade da luz e o tempo de exposição são dois fatores que contribuem para a aceleração das reações fotoquímicas.

QUAST & KAREL (1973) definem a vida-de-prateleira como o tempo para atingir o equilíbrio máximo permitido, relativo à umidade e à oxidação.

Há duas formas de oxigênio com diferente reatividade, o *singlet* e o *triplet*. O oxigênio *singlet* é muito reativo (mil vezes mais reativo que o *triplet*), reagindo diretamente com os componentes, sem necessidade de formar os radicais livres, sendo, portanto, muito pior para os alimentos, oxidando-os mais rapidamente.

Segundo KAREL (1974), a embalagem pode controlar duas variáveis relativas ao oxigênio, que são a quantidade total de oxigênio presente e a concentração de oxigênio no alimento.

O oxigênio deve ser controlado em dois pontos do sistema de embalagem. O primeiro é o oxigênio presente no espaço livre da embalagem, o outro é o oxigênio dissolvido no alimento.

3.15.2.1 - Oxigênio no espaço livre

No caso da garrafa, o oxigênio livre está presente no espaço entre a superfície da bebida e a tampa.

Quando se envasa um produto numa embalagem hermeticamente fechada e construída de material impermeável ou de alta barreira aos gases, pode-se afirmar que a quantidade total de oxigênio presente e capaz de reagir com o alimento é limitada. O vidro com uma tampa bem vedada é um exemplo de embalagem com essas características.

Entretanto, uma garrafa de PET apresenta razoável permeabilidade ao oxigênio através de suas paredes e pelo sistema de fechamento (FARIA, 1990), requerendo uma consideração mais detalhada sobre o efeito do oxigênio.

3.15.2.2 - Oxigênio dissolvido no alimento:

Outro ponto, e muito importante, é a concentração de oxigênio dissolvido no alimento, a qual depende da pressão de oxigênio no interior da embalagem. Segundo a Lei de Henry, a massa de gás dissolvida no alimento é proporcional à quantidade existente no espaço livre. Assim, quanto mais oxigênio houver no espaço livre, mais haverá dissolvido e maior a possibilidade de reagir com o alimento, ou seja, de ocorrer oxidação (FARIA, 1990).

A concentração de oxigênio dissolvido no alimento depende também da resistência do alimento à difusão do oxigênio, relacionada com o tamanho e a área superficial do alimento.

QUAST & KAREL (1971) estudaram a difusão de oxigênio em alimentos, ocorrida durante o processamento, envase e estocagem, e concluíram que a difusão de oxigênio pode afetar a oxidação em dois tipos de situações: em produtos com ocorrência extremamente rápida de oxidação, como carnes vermelhas e peixes, e em produtos muito densos como a manteiga.

A relação entre a oxidação e a pressão varia com o tipo de reação, tipo de produto e temperatura. O comportamento típico para oxidação de gorduras e óleos em produtos com pouca difusão interna se dá quando a razão superfície/volume decresce, situação em que a oxidação dos lipídios mostra uma crescente dependência da pressão do oxigênio.

3.15.3 - Efeito da luz

As radiações naturais ou artificiais causam grande efeito catalítico na aceleração das reações fotoquímicas em alimentos. Exemplos de deterioração em alimentos, quando expostos aos raios luminosos, incluem a oxidação de lipídios, a degradação de pigmentos e de vitaminas e a redução do valor nutritivo. No caso da água de coco, este fator deve ser considerado nas embalagens plásticas, pois apresentam transparência e permitem a passagem da luz. As radiações naturais são as provenientes dos raios solares, principalmente as radiações ultra-violeta, que são bem críticas aos alimentos, e também a luz visível.

A fase de indução na oxidação de lipídios é mais rápida quando o alimento fica exposto direta ou indiretamente aos raios luminosos. O efeito da luz, neste caso, é a aceleração na formação de radicais livres, tanto pela atuação direta sobre os ácidos graxos insaturados como na fotodecomposição dos hidroperóxidos.

As vitaminas, incluindo a riboflavina e o ácido ascórbico, são as mais fotossensíveis (SATTAR & DEMAN, 1975). A água de coco possui o ácido ascórbico em maior porcentagem em relação às vitaminas, de modo que deve ser dada atenção quanto à ocorrência da fotooxidação da vitamina C.

O efeito catalítico da luz é mais pronunciado na região do espectro que apresenta maior energia quântica, isto é, na região de menor comprimento de onda (espectro visível próximo ao ultra-violeta). Há casos, em que o espectro luminoso de maior efeito é em comprimento de onda maior, sendo essa uma particularidade para alimentos contendo pigmentos com ação sensibilizadora, como carotenos, vitamina A e

riboflavina. Além das vitaminas, outros nutrientes podem ser afetados prejudicialmente pela luz (SATTAR & DEMAN, 1975).

A luz visível é uma vibração eletromagnética que apresenta comprimentos de ondas de 400 a 700 nm. Quanto menor o comprimento de onda, maior será o efeito catalizador; isto porque maior quantidade de energia é fornecida pelo fóton. Como consequência, a luz solar é mais prejudicial do que as luzes artificiais, por emitirem mais irradiações de menor comprimento de onda e gerarem maior efeito catalítico e deteriorador nos alimentos sensíveis à oxidação (BEKBÖLET, 1989).

A iluminação artificial é obtida por lâmpadas fluorescentes e/ou incandescentes. As lâmpadas fluorescentes, além de serem mais econômicas e eficientes, emitem luzes com menor energia quântica do que as incandescentes. Outro fator importante das lâmpadas fluorescentes é a menor irradiação de calor para o ambiente, evitando também o efeito paralelo da temperatura.

A intensidade de luz incidente, o tempo de duração e as características do material de embalagem, afetando a absorção da luz, são outros fatores que deverão ser considerados para avaliar os efeitos sobre os alimentos fotossensíveis (FARIA, 1990).

A penetração de luz no alimento segue uma função exponencial, ou seja, a luz transmitida através de um objeto está relacionada com a lei de Beer-Lambert. Quanto maior o comprimento da trajetória do raio luminoso, menor será a quantidade de energia transmitida. A luz absorvida varia com o tipo de material e com o comprimento de onda. Conseqüentemente, a transmissão de luz através da embalagem varia com as características químicas do material. Pode-se fazer o uso de absorvedores de raios ultra-violeta, como no caso de garrafa plástica de PET, o qual já atua como absorvedor, mas podendo-se adicionar mais na resina de PET, antes da transformação em garrafa, para minimizar o efeito da radiação de uv para o produto. O material neste caso, funciona como um filtro, retendo as irradiações que mais afetam o produto, conseguindo, desse modo prolongar a vida útil do alimento (FARIA, 1990).

3.15.4 - Vida-de-Prateleira de alimentos

A vida-de-prateleira de um alimento é o tempo em que ele pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luz, etc., sofrendo pequenas alterações que são, até certo ponto, consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente (VITALI *et al.*, 1996). PADULA (1996) define vida-de-prateleira como o tempo, sob determinada condição de estocagem, que o produto leva para atingir uma condição inaceitável ou imprópria para o consumo. Esta inaceitabilidade do produto pode estar relacionada com diversos aspectos, entre eles: a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes, alterações, cor, odor, sabor e textura do alimento, perda de valor nutricional e ainda por contaminação de metais ou monômeros, provenientes da embalagem.

Os principais modos de perda de qualidade de alimentos são: deterioração microbiana, senescência, reações químicas não-enzimáticas, atividade enzimática, oxidação de lipídios, perda de vitaminas, alteração de cor, alterações sensoriais e deterioração física (LABUZA, 1984).

Os melhores processos de conservação de alimentos não conseguem evitar que neles ocorram certas transformações em função do tempo. Assim, a análise da vida-de-prateleira, ajudada pelo conhecimento da cinética das reações que neles ocorrem, torna-se de fundamental importância para os produtores de alimentos, assim como também para as autoridades sanitárias e grupos que defendem os interesses dos consumidores (VITALI *et al.*, 1996).

A expectativa de vida-de-prateleira de um produto depende tanto das condições ambientais potenciais a que ele será exposto, quanto da qualidade inicial, a qual poderá ser perdida ao ponto do produto perder o seu valor comercial, ou melhor, não poder mais ser vendido ao consumidor por qualquer razão. (por exemplo, uma inaceitável perda de nutrientes, uma mudança indesejável de cor e sabor ou o desenvolvimento de textura inaceitável).

O fim de uma vida-de-prateleira aceitável é definido como “o tempo quando as amostras estocadas são percebidas como diferentes de um padrão” (VITALI *et. al.*, 1996).

Segundo LABUZA *et al.* (1990), a vida-de-prateleira de um alimento é o período que manterá nível aceitável de qualidade quanto à segurança e do ponto de vista organoléptico e depende de quatro principais fatores, formulação, processamento, embalagem e condições de estocagem. Todos os quatro fatores são críticos, mas as relativas importâncias deles dependem da perecibilidade do alimento.

3.15.5 - Classificação de perecibilidade

A perecibilidade é um termo relativo indicando uma faixa da vida-de-prateleira sobre a qual um particular alimento/embalagem/ambiente deve ser definido.

Um alimento altamente perecível, como o leite, por exemplo, manter-se-á por menos de um dia na temperatura ambiente, enquanto, estará fresco por três a quatro semanas se conservado refrigerado a 35°F, e por 12 a 18 meses se removida a gordura e desidratado a leite em pó e colocado em uma embalagem resistente à umidade.

Há três maiores categorias de perecibilidade de alimento (INSTITUTE of FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL, 1981).

3.15.5.1 - Alimentos Perecíveis

Geralmente, um alimento perecível (propriamente estocado) possui até 14 dias de vida-de-prateleira, limitada na maioria dos casos pelo fator bioquímico (enzimático/senescência) ou por deterioração microbiológica (LABUZA & TAOUKIS, 1990).

Como exemplo de alimentos perecíveis, incluem os produtos líquidos de leite, os itens frescos assados de padaria, carnes vermelhas, de frango, e peixe frescos as

frutas, verduras e legumes. Legalmente, alguns definiram alimentos perecíveis como aqueles que têm vida útil entre 2 e 30 dias.

As temperaturas frias diminuem as alterações indesejáveis e sob condições apropriadas de manuseio, embalagem e armazenamento a vida-de-prateleira do alimento pode ser estendida (INSTITUTE of FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL, 1981).

Com a tecnologia asséptica e com embalagem com atmosfera modificada ou controlada, alguns alimentos conseguem durar até 90 dias (LABUZA & TAOUKIS, 1990).

3.15.5.2 - Alimentos Semi-Perecíveis

Eles não deterioram tão rapidamente como os alimentos perecíveis, mas ainda não têm uma muito longa vida-de-prateleira, definida entre 30 e 90 dias.

Os alimentos semi-perecíveis geralmente duram mais tempo devido aos seus inibidores naturais ou adicionados, como açúcar, sal, vinagre e a tratamentos de preservação recebidos como a pasteurização (INSTITUTE of FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL, 1981).

Como exemplo incluem queijos, sorvetes, alguns pickles e carnes curadas.

Alguns queijos e sobremesas congeladas, alcançam uma vida-de-prateleira de até 6 meses (LABUZA & TAOUKIS, 1990).

3.15.5.3 - Alimentos Estáveis

Muitas vezes são nomeados impropriamente de alimentos "não-perecíveis", mas nenhum alimento é realmente não-perecível. Todos os alimentos perdem qualidade, por mais tempo que demore (INSTITUTE of FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL, 1981).

Os alimentos desta categoria duram de 90 dias até talvez 3 anos dependendo do processo e do sistema de embalagem usados e do ambiente de armazenamento.

LABUZA & TAOUKIS (1990) afirmam que os alimentos estáveis, na maioria os produtos enlatados, duram acima de 6 meses, e também que pode ser até 3 anos sob condições adequadas de estocagem.

Como exemplos incluem vegetais e frutas desidratadas, nozes e grãos, muitos alimentos secos e assados como cereais e massas, todos alimentos enlatados, sal e açúcar.

Alimentos congelados também podem ser considerados estáveis (obviamente não a temperatura ambiente!).

O sal e o açúcar provavelmente são os dois alimentos com vidas-de-prateleira extremamente longas, mas aparece a dificuldade de usá-los se mantidos em ambiente de alta umidade (INSTITUTE of FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL, 1981).

3.16 - Conceitos sobre sistema de embalagem

O sistema de embalagem consiste em um recipiente ou envoltório visando conter, proteger e comercializar o produto. FARIA (2000) descreve que: "Sistema de embalagem é o conjunto de funções obtidas pela associação de materiais e dispositivos visando conter, proteger, transportar bens de consumo via etapas de comercializações, atendendo às exigências dos consumidores, a um custo competitivo e em conformidade com o meio ambiente". A embalagem deve constituir uma barreira física para os microrganismos, evitando a recontaminação do produto quando tratado termicamente.

Somente materiais aprovados pela legislação pertinente podem ser usados diretamente no acondicionamento dos alimentos. É necessário conhecer o comportamento do produto e da embalagem integrados, ou seja, conhecer o sistema de embalagem, para atingir os objetivos almejados.

Na seleção dos materiais para o acondicionamento de produtos alimentícios, devem-se considerar os seguintes fatores: performance quanto à proteção do

produto; não alteração do sabor do produto; ser atóxico; ser de fácil manuseio; atraente e econômico.

Os materiais podem ser classificados, quanto à permeabilidade à luz, em: transparentes, translúcidos e opacos. As garrafas de PET são transparentes, e quando pigmentadas, tornam-se translúcidas ou opacas.

Outra propriedade muito importante da embalagem é a sua permeabilidade aos gases e ao vapor de água. As embalagens plásticas apresentam um certo grau de permeabilidade, dependente do polímero, da temperatura, do tipo de gás e dos métodos de fabricação (ANJOS, 1998).

3.16.1 - Embalagens Plásticas

As propriedades físico-químicas do plástico são definidas pela sua estrutura química, peso molecular e níveis de aditivos usados no seu processamento. Os aditivos incluem uma grande variedade de substâncias necessárias à transformação e/ou conversão das resinas em filmes, laminados, recipientes semi-rígidos e rígidos. Além de aditivos, muitos plásticos contêm impurezas, monômeros não polimerizados e aditivos não intencionais, os quais podem migrar para o produto, o que não é desejável. A migração consiste na movimentação, por difusão das moléculas do material de embalagens para o alimento. Não podem ser adicionadas aos plásticos substâncias tóxicas à saúde humana. Também se deve atentar à pigmentação, onde os pigmentos adicionados à resina devem ser atóxicos e não podem alterar o sabor e aroma do produto acondicionado (ANJOS, 1998).

3.16.1.1 - Embalagem de polietileno tereftalato (PET)

O PET é um poliéster obtido a partir do ácido tereftálico com o etileno glicol, ou dimetil tereftalato com etileno glicol.

É obtido da polimerização do monômero bis-β-hidroxi-tereftalato, sintetizado a partir da reação química entre os compostos ácido 1,4-di-carboxílico-benzeno ou ácido tereftálico e 1,2-di-hidroxi-etano ou etileno-glicol. Em lugar do ácido tereftálico

pode ser utilizado o 1,4-dimetil-tereftalato (DMT). Os dois compostos reagem sob alta temperatura resultando no monômero como produto principal e um produto secundário que pode ser a água ou metanol, dependendo da utilização do ácido tereftálico ou o 1,4-di-metil-tereftalato, respectivamente, como reagente. O ácido tereftálico e o 1,4-di-metil-tereftalato são obtidos a partir da oxidação e purificação do 1,4-di-metil-benzeno ou para-xileno, refinado do petróleo. O etileno-glicol é obtido do etileno, também derivado do petróleo (COFFMAN, 1988).

3.16.1.1.1 - Propriedades do PET

Em 1977, o PET começou a ser utilizado como material de embalagem e plástico de engenharia, produto este derivado de petróleo, de excelentes características físicas, que requer tratamento especial antes de ser transformado pelos diferentes processos de fabricação de peças ou embalagens, tais como, injeção, extrusão, injeção-sopro e outros (ANJOS, 1998).

As propriedades do PET variam em função do peso molecular e da estrutura molecular, conseqüentemente da cristalinidade; da presença em maior ou menor grau de subprodutos (dietileno glicol, acetaldeído, oligômeros, etc., gerados na polimerização) e do percentual de co-mônômeros incorporados à resina (SENRA, 1997).

A resina de PET é largamente empregada na fabricação de filmes e embalagens, devido à capacidade de permitir biorientação molecular pelos processos de extrusão e de injeção-estiramento-sopro. Pode ainda, ser cristalizada pelo tratamento a temperaturas elevadas, por exemplo à 190°C, quando ocorre o maior grau de cristalização na ausência de tensões (HAWTHORNE & HEFFELFINGER, 1969). A finalidade é proporcionar a fabricação de produtos com maior resistência mecânica e física, como é o caso de alguns tipos de embalagens para acondicionamento de produtos que requerem enchimento à quente. O PET, quando no seu estado amorfo, pode ser convertido a um processo de estiramento.

O PET tem sucesso como matéria-prima para embalagem devido à sua resistência, transparência e por poder ser submetido à biorientação axial, tanto de filmes como de pré-formas, aumentando as resistências ao impacto e à fadiga. Para as embalagens de alimentos e bebidas, o PET tem ótimas propriedades mecânicas, de barreira a gases e aromas, boa resistência química e a gorduras. O PET é também facilmente reciclável (SENRA, 1997).

Quanto ao PET destinado à fabricação de embalagens, apresenta boas características de barreira a gases, principalmente ao gás carbônico, quando comparado a outros polímeros utilizados como materiais de embalagem. Devido a esse fato e à baixa migração de compostos de baixo peso molecular e de aditivos, tornou-se o material sintético que mais se desenvolveu nos segmentos de embalagem (D'HEUR, 1986).

Atualmente, as maiores aplicações do PET (injetado-estirado-soprado) são em garrafas, principalmente as destinadas a bebidas carbonatadas, águas minerais e óleos vegetais. Mas a tendência é de aumentar a aplicação das garrafas PET para outros produtos, como o seu uso, já existente para a água de coco (FARIA, 1990).

Quanto à estabilidade, para conservar esta bebida, o PET precisa ser colorido, ou possuir absorvedor de u.v., para evitar a passagem de luz pelo material, o que pode afetar a água de coco. Como já foi dito, a oxidação da água de coco pode ser acelerada pela luz.

Quanto ao oxigênio, o PET tem boa barreira a gases, mas oferece uma certa permeabilidade, sendo crítica a passagem principalmente pela tampa. O vidro, a lata e a embalagem asséptica oferecem melhores condições quanto a este ponto, para a estabilidade da água de coco (SENRA, 1997).

O PET normal não resiste a altas temperaturas, não podendo ser envasado à quente, o que já pode ser feito em outros tipos de embalagem. Para conservar a bebida, como já dito, deve-se usar a refrigeração ou o congelamento, conforme as respectivas formas em que são comercializadas (NETO e FARIA, 1998).

3.16.1.1.2 - Produção das garrafas PET

A resina PET é transformada em garrafa através dos processos de injeção, e de estiramento-sopro. Estes processos podem ser feitos de duas maneiras: injeção e sopro em um estágio e injeção e sopro em dois estágios. No primeiro, a resina é aquecida e soprada simultaneamente. O formato da garrafa é determinado pelo molde de sopro. No segundo, a resina é injetada e, posteriormente, soprada. Normalmente injeta-se a resina no molde, formando a pré-forma e depois sopra-se a pré-forma, constituindo a garrafa (SENRA,1997).

Com o aparecimento da resina de PET, o segmento de embalagens plásticas tomou o mercado de alimentos e, principalmente, o de bebidas carbonatadas, mais versátil e inovador. Esta resina apareceu nos EUA em 1977 e depois foi sendo utilizada em diversos países da Europa e no Japão. Foi lançado no Brasil em 1989, e em sete anos o consumo cresceu 3000%. O uso desta resina, somente na aplicação em embalagens, excede a 1 milhão de toneladas por ano no mundo. No Brasil, o consumo de resina em 1995 foi de aproximadamente 145.000 toneladas, em 1996 de 150.000 t e para 1997 foram feitas estimativas de 163.000 t (DATAMARK,1996). Cerca de 40% do volume de refrigerantes carbonatados são comercializados em embalagens (garrafas) de PET (ANJOS, 1998).

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Material

- **Água de coco:** a matéria-prima usada foi a água de coco (obtida de ambas variedades de fruto, anão e gigante) fornecida pela empresa Coco Brasil (Osasco-SP), acondicionada em garrafas de PET de coloração verde, comercializadas nas formas congelada (marca Trairi) e refrigerada (marca Coco-Life). Foram utilizadas 12 caixas contendo 24 unidades cada uma, sendo 6 caixas do produto congelado e 6 caixas do produto refrigerado, totalizando uma quantidade de 144 garrafas com 330 mL de cada tipo de água de coco.

As tampas das garrafas eram de polipropileno (PP) de cor branca, tipo rosca PCO, marca ALCOA e com vedante termoplástico.

4.2 – Métodos

4.2.1 - Caracterização da embalagem (garrafas PET)

As garrafas PET foram caracterizadas quanto ao peso, capacidade volumétrica, dimensões, integridade do fechamento e permeabilidade.

As análises de peso, capacidade volumétrica e dimensões foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por PADULA *et al.* (1989), XAVIER e ORTIZ (1991) e FARIA (1998).

As determinações de peso e capacidade volumétrica das garrafas foram conduzidas em balança semi-analítica. O peso foi expresso em gramas e a capacidade volumétrica em mililitros. A determinação do volume da água de coco congelada foi feita através de uma proveta graduada, tendo sido a bebida previamente descongelada antes da medição.

A caracterização dimensional das garrafas PET foi realizada determinando-se a altura, diâmetro externo do corpo da garrafa, diâmetro interno da boca da garrafa,

altura do ombro, altura do calcanhar e fundo, diâmetro externo do fundo e demais dimensões mostradas na Figura 5. A empresa produtora das garrafas foi a Braspet Indústria e Comércio de Embalagens Plásticas Ltda.. Caracterizou-se também a rosca e a tampa de fechamento. A caracterização dimensional foi feita utilizando um paquímetro previamente calibrado.

A garrafa PET foi avaliada quanto à permeabilidade ao oxigênio e ao vapor de água (FARIA,1998). A determinação da taxa de permeabilidade ao oxigênio foi feita por método polarográfico, com o instrumento OX Tran da Modern Company Inc., modelo 2/20 e segundo a metodologia baseada na norma ASTM D 3985-81 (1981). A calibração deste aparelho é de 0,05 mV.

Na determinação da permeabilidade ao oxigênio, para as garrafas sem a tampa (a), a medição foi feita somente pelo corpo, ou seja, mediu-se a permeabilidade da garrafa ao oxigênio ocorrente pela parede, uma vez que o instrumento para medir foi montado substituindo a tampa por uma placa de inox. Na montagem para garrafa com a tampa (b), a medição foi feita pela parede da garrafa, ou seja, mediu-se a permeabilidade da garrafa ao oxigênio ocorrente pela tampa, uma vez que o instrumento para medir foi montado inserido na parede substituindo um retângulo do corpo por uma placa de inox.

Para se calcular a permeabilidade pela tampa foi tomado como base, que a permeabilidade total é igual à permeabilidade da garrafa somada à permeabilidade pela tampa.

A determinação da taxa de permeabilidade ao vapor de água foi feita seguindo o método gravimétrico descrito na norma ASTM D 895-79 (1979).

Para analisar a integridade de fechamento foi realizada a medição do torque de abertura das garrafas usando o Torquímetro Regmed modelo TT-170/A.

4.2.2 - Caracterização da água de coco

4.2.2.1 - Análises físico-químicas

Primeiramente, foram determinadas as composições químicas e físico-químicas da água de coco. Determinou-se o teor de água, de sólidos solúveis e totais, açúcares totais (reduzidos e não reduzidos), lipídios e proteínas; também foi medido o pH, a acidez total e a transmitância (para se determinar a turbidez), segundo os métodos da AOAC (1997):

- Sólidos solúveis, expressos em °Brix, medidos em refratômetro a 20°C;
- Lipídios, extraídos usando o método Bly-Drier;
- Proteínas, calculadas pelo nitrogênio total, determinado pelo método de Kjeldahl;
- Acidez Total Titulável (ATT), determinada por titulação com NaOH 0,1N;
- pH, medido diretamente por meio de um potenciômetro digital da marca Micronal;
- Transmitância, determinada por espectrofotômetro a 610 nm. As medições foram realizadas com o aparelho Beckman, modelo DU-70.

Também foi feita a determinação do teor de ácido ascórbico (vitamina C), da pressão osmótica (conforme ETRUS, 2000) e do potencial redox da bebida (conforme SNYDER, 1996 e HARRISON *et al.*, 1980).

A determinação do teor de ácido ascórbico foi feita por titulação segundo a AOAC.

4.2.2.2 - Medição do valor osmótico da água de coco

Foi realizada a caracterização da água de coco quanto à pressão osmótica, através da medição da osmolalidade.

A determinação do valor osmótico foi realizada no aparelho KNAUER- *Vapour Pressure Osmometer*, modelo AO280, através da medida do número de partículas osmoticamente ativas.

Antes da determinação da osmolalidade da água de coco foi construída uma curva padrão, mostrada na Figura I.1 (Anexo I), usando soluções de cloreto de sódio nas seguintes concentrações expressas em osmolal: 0; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0.

Este método é adequado para determinar pesos moleculares de compostos em solventes aquosos ou orgânicos, como também a osmolalidade total de soluções biológicas. Permite ainda obter medidas com soluções de alta viscosidade e com elevada concentração osmolal (PETRUS, 2000).

O osmômetro de pressão de vapor é constituído por dois resistores pareados localizados dentro de uma célula saturada com vapor de solventes (água, no caso). A temperatura da célula, ajustável em uma ampla faixa, fica eletronicamente termostaticada. As gotas do solvente, suspensas em ambos termistores, têm diferencial de temperatura igual a zero. Quando uma das gotas do solvente é substituída por uma gota de uma solução, ocorre a condensação do vapor do solvente devido à menor pressão de vapor da solução. O calor liberado pela condensação eleva a temperatura da gota da solução, aumentando, portanto, a sua pressão de vapor. A condensação do vapor cessa quando a pressão de vapor da solução se iguala à pressão de vapor do solvente puro dentro da célula. A diferença de temperatura resultante entre os termistores é proporcional à concentração osmolal, definida como a relação entre o número de moles do soluto e a massa do solvente expressa em kg, e detectada através de um sinal elétrico pelo equipamento. Devido a perdas térmicas, por dissipação através dos componentes do equipamento, assim como devido à radiação e à convecção, o efeito medido é sensivelmente inferior àquele teoricamente calculado (PETRUS, 2000).

As condições de ajuste do osmômetro foram as seguintes:

Temperatura de operação = 50°C
Balanceamento = 10
Intervalo = 16
Tempo de leitura = 2 minutos
Escala = 100%

4.2.2.3 - Determinação do potencial redox

Após terem sido realizados os testes preliminares físico-químicos (incluindo o pH) e microbiológicos, percebeu-se a necessidade de verificar também a possibilidade do crescimento do microrganismo *Clostridium botulinum*, através da determinação do potencial redox do produto. Esta suspeita surgiu porque o pH da água de coco apresentou valores acima de 4,50. Se comprovada a chance do desenvolvimento do microrganismo nessa bebida, o consumo dos produtos armazenados acima de 5°C poderia ser prejudicial aos provadores (LEITÃO, 1999).

A determinação do potencial redox foi realizada com o aparelho Corning-pH/Ion Meter 450. A medição é feita em mvolt (mV).

Segundo HARRISON *et al.* (1980), para a medição do potencial redox de amostras alimentícias líquidas, devem ser usados eletrodos de referência, de material inerte, tais como de calomelano ou de platina padrão. No experimento, foi usado eletrodo de calomelano.

4.2.2.4 - Determinação do oxigênio dissolvido

Determinou-se o teor de oxigênio dissolvido na água de coco, para avaliar a velocidade das reações ocorrentes na bebida com potencial para consumir o oxigênio presente. A determinação foi feita pelo aparelho eletrônico *Dissolved Oxygen Meter – MO128* da marca METTLER TOLEDO AG, sendo expressos os valores em % e em mg/l.

O oxigênio é o principal agente interferente na medição do potencial redox. Para prevenir a mínima influência do oxigênio, as garrafas com as amostras foram abertas apenas antes de serem realizadas as medições (FARIA, 1998).

4.2.2.5 - Determinação do ponto de congelamento/fusão

A determinação do ponto de congelamento/fusão da água de coco foi realizada utilizando-se o termômetro eletrônico RD-Temp, cujo sensor foi introduzido na garrafa com o produto líquido, e mantido na posição central da mesma.

Obteve-se a composição físico-química inicial e, depois, ao longo do tempo de armazenamento. Os dados obtidos foram comparados com os existentes na literatura, para se avaliar a estabilidade da água de coco.

4.2.3 - Determinação da atividade enzimática

Determinou-se a atividade enzimática das principais enzimas existentes e atuantes na água de coco, a polifenoloxidase e a peroxidase.

A atividade enzimática foi definida pela quantidade de extrato enzimático nas absorvâncias de 425 e 470 nm para a polifenoloxidase e peroxidase, respectivamente, em medições de 0,001 unidades por minuto (CAMPOS *et al.* 1996).

4.2.4 - Avaliação microbiológica

Foram efetuadas as seguintes análises microbiológicas segundo a metodologia Compêndio da Legislação de Alimentos (1999).

4.2.4.1. Contagem padrão (PCA): para obter a contagem total de microrganismos, foi realizada a contagem padrão pelo método "*pour plate*", com diluições seriadas até 10^{-3} e em triplicata. A incubação das placas foi feita a 35°C por 48 horas e os resultados das colônias foram expressos em Unidades formadoras de colônia (UFC)/ml.

4.2.4.2. Contagem de bolores e leveduras (PDA): para esta contagem, foi utilizado o meio ágar batata dextrose (PDA) com clorofenicol e o método de plaqueamento em superfície, com incubação a 25°C por 5 dias. Foram feitas diluições seriadas, até 10^{-3} , em triplicata. Os resultados foram expressos em UFC/ml.

4.2.4.3. Contagem de microrganismos do grupo coliformes: esta contagem foi realizada pelo método do Número Mais Provável (NMP), para coliformes de origem fecal e totais. Neste teste presuntivo, utilizou-se o Caldo Lauril Sulfato Tritose (LST), com incubação a 35°C por 24/48 horas nas diluições até 10^{-3} , triplicata. Após o período de incubação, para os tubos com presença de gás, realizou-se a contagem de coliformes totais em Caldo Verde Brilhante Bile (VB), com incubação a 35°C por 24/48 horas. A contagem de coliformes fecais e *E. coli* foi também em caldo verde, com incubação a 44,5°C por 24 horas.

4.2.5 - Avaliação sensorial

Foram conduzidas análises sensoriais, utilizando-se um painel (equipe) sensorial para a avaliação da água de coco com relação à aceitação das amostras por meio de testes usando escala hedônica de 1 a 9 pontos. Foi usado um painel (equipe) sensorial de 100 provadores não treinados, consumidores ou consumidoras potenciais do produto, para a execução dos testes sensoriais.

O painel sensorial foi selecionado em função da disponibilidade, interesse dos provadores e de gostar de consumir água de coco.

As amostras foram apresentadas em copinhos de plástico branco preenchido com um volume médio de 25 mL cada e codificados com números de três dígitos. As amostras foram provadas em cabines sob luz branca e servidas juntas com um copo de água para o provador beber entre o teste de uma amostra e outra visando não haver interferência no resultado da próxima amostra a ser provada.

As fichas foram apresentadas aos provadores para se obter as avaliações e são iguais à ficha mostrada na Figura 4.

ANÁLISE SENSORIAL DE ÁGUA DE COCO

Nome: _____ Depto.: _____

Você está recebendo 4 amostras de água de coco. Por favor, avalie as amostras da esquerda para a direita e indique, utilizando a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou de cada uma.

- 9- Gostei muitíssimo
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei moderado
- 6- Gostei pouco
- 5- Nem gostei nem desgostei
- 4- Desgostei pouco
- 3- Desgostei moderado
- 2- Desgostei muito
- 1- Desgostei muitíssimo

	Amostra	Amostra	Amostra	Amostra
	_____	_____	_____	_____
Valor:	_____	_____	_____	_____

Descreva o que você mais gostou e menos gostou em cada amostra:

Amostra	Mais Gostei	Menos Gostei
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Obs. Se possível, descreva o que achou quanto à sabor, odor e cor das amostras.

FIGURA 4. Ficha usada na análise sensorial da água de coco

4.2.6 - Delineamento experimental

Realizou-se a simulação das oscilações de temperatura na estocagem congelada na forma cíclica entre -20 a 0°C / 6 horas para as estufas ou congelador e entre -15 a -5°C / 6 horas para o produto congelado.

As garrafas contendo a água de coco congelada foram armazenadas em um congelador de marca Brastemp, modelo Quality 260.

Para verificar o efeito da temperatura na estocagem refrigerada foram usadas as condições isotérmicas de 0, 5, 10, 15, 20 e 25°C. As câmaras isotérmicas usadas foram duas incubadoras Mod. 347 CD, da marca FANEM e outras duas Mod. TE-400, da marca TECNAL.

Os produtos refrigerados foram armazenados em câmaras isotérmicas nas temperaturas de 0, 5, 10, 15°C, sendo 30 garrafas em cada uma e as 24 restantes usadas para os testes preliminares (20, 25°C).

Os resultados práticos foram obtidos registrando a temperatura pelo medidor eletrônico RD-Temp, cujo sensor foi colocado internamente na estufa, no ponto central e posterior. O mesmo sensor foi colocado no centro do interior da garrafa e dentro do produto. Esse termômetro eletrônico registrou, nas posições indicadas, as oscilações de temperatura ocorrentes tanto no congelador, como na água de coco congelada.

4.2.7 - Testes de avaliação da estabilidade

Os testes de avaliação da estabilidade foram realizados com base nas avaliações físico-químicas: pH, oxigênio dissolvido e turbidez e nas avaliações microbiológicas. Foi realizada a avaliação da estabilidade do produto periodicamente, ou seja, a cada 15 dias durante um tempo de 9 meses.

Basendo-se nos resultados das análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, estimou-se a vida-de-prateleira para a água de coco nas formas congelada e refrigerada.

4.2.8 - Análise estatística

Com o objetivo de verificar se haveria diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre as amostras, foi usada a regressão linear, para tratar os dados obtidos nas análises físico-químicas e sensoriais. A diferença estatística das médias foi determinada pelo teste de Tukey, usando um programa estatístico (STATISTICA). As análises estatísticas foram feitas usando um microcomputador com o programa STATISTICA versão 6.0, para avaliar onde houve diferença estatisticamente significativa, ou seja, ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), desde o início até o fim do período de estocagem e dos testes de estabilidade.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Caracterização das garrafas de PET

As análises de caracterização da embalagem realizadas visando verificar se a garrafa PET atenderia aos requisitos necessários para acondicionar a água de coco produziram os resultados mostrados nas Tabelas de 8 a 11.

TABELA 8. Volume de bebida na garrafa

Água de coco refrigerada (ml)	Água de coco congelada (ml)
326	338
332	342
328	341
335	339
325	340
valor médio: 329,20	valor médio: 340,00

Comparando-se os resultados com os volumes informados nas garrafas, (que são 330 ml para os dois tipos de bebida), há uma diferença mínima para a refrigerada e um volume superior para a congelada.

TABELA 9. Peso médio (g) das garrafas cheias e vazias das marcas Coco-Life e Trairi

Massa média (g)			
Coco Life	Trairi	Coco-Life	Trairi
vazia	vazia	cheia	cheia
32,46	32,19	369,31	372,79

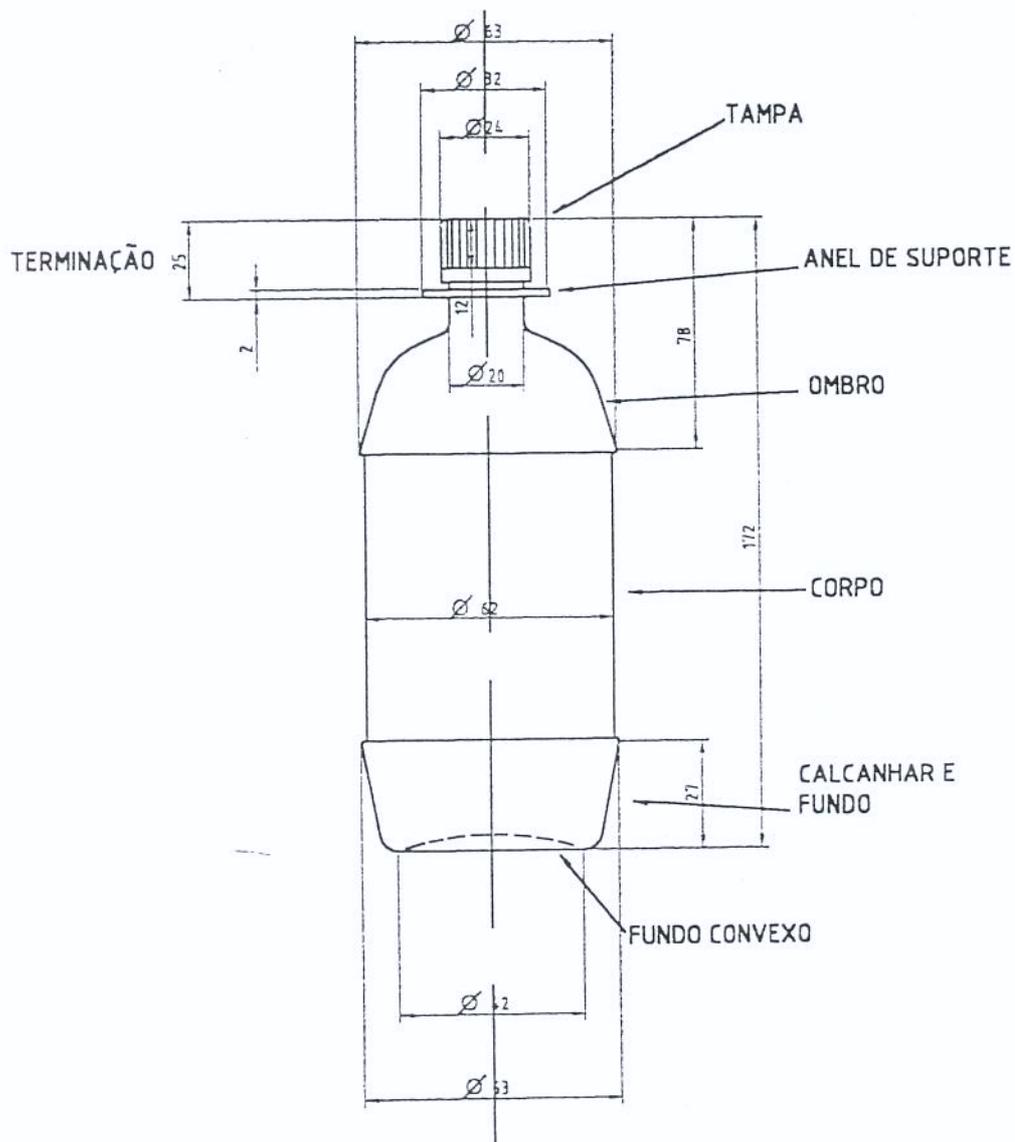
Foram pesadas 12 garrafas de cada marca e 24 tampas pertencentes às garrafas (maiores detalhes na Tabela II.2. no Anexo II).

As tampas apresentaram o peso médio de 2,45g.

A diferença de peso médio das garrafas cheias comparado às vazias da marca Trairi foi de 340,60g. Enquanto a diferença de peso médio da marca Coco-Life foi de 336,85g. Essa disparidade de diferença entre as 2 marcas pode ser devido as garrafas pertencerem a diferentes lotes e existir uma diferença de volume médio por garrafa entre as 2 marcas.

A caracterização dimensional da embalagem é importante, por estar relacionada com a barreira da embalagem, bem como atender aos requisitos da legislação sobre a rotulagem.

Na Figura 5 é representado o desenho e a caracterização dimensional da garrafa de PET usada para envasar as águas de coco refrigerada e congelada.



Nota: Desenho sem escala, valores em mm

FIGURA 5. Desenho frontal e dimensões da garrafa de PET (330 mL) com Terminação PCO 28 mm

5.1.1 - Determinação da permeabilidade ao O₂

Esta determinação foi feita no aparelho OXTRAN 2/20, cujo Kit de montagem permitiu avaliar a permeabilidade da garrafa com e sem a tampa. O Kit de montagem foi idealizado para estes tipos de determinações pelo Laboratório de Embalagens da FEA - Unicamp.

TABELA 10. Taxa de permeabilidade ao oxigênio da garrafa com e sem a tampa, em cm³ de O₂/ garrafa.dia.0,21atm.25°C (1) e em mV (2):

Amostra	(1)		(2)	
	Garrafa sem tampa (a)	Garrafa com tampa (b)	Garrafa sem tampa (a)	Garrafa com tampa (b)
1	0,150	0,310	0,30	0,62
2	0,145	0,325	0,29	0,65
3	0,130	0,340	0,26	0,68
valor médio	0,140	0,325	0,28	0,65

(a) Para as garrafas sem a tampa, a medição foi feita somente pelo corpo, ou seja, mediu-se a permeabilidade da garrafa ao oxigênio ocorrente pela parede, uma vez que o instrumento para medir foi montado substituindo a tampa por uma placa de inox. (b) Na montagem para garrafa com a tampa, a medição foi feita pela parede da garrafa, ou seja, mediu-se a permeabilidade da garrafa ao oxigênio ocorrente pela tampa, uma vez que o instrumento para medir foi montado inserido na parede substituindo um retângulo do corpo por uma placa de inox.

Para as garrafas sem tampa o cálculo foi o seguinte:

$$\text{Sinal corrigido} = 0,28 - 0,05 \text{ (calibração)} = 0,23 \text{ mV.}$$

$$1\text{mV} = 0,5 \text{ cm}^3 \text{ de O}_2/\text{ garrafa.dia}$$

$$0,23\text{mV} = 0,115 \text{ cm}^3 \text{ de O}_2/\text{ garrafa.dia.25}^\circ\text{C}$$

A Tabela 10 mostra que a taxa de permeabilidade ao O₂ da garrafa sem a tampa, ou melhor, das paredes da garrafa é de 0,115 cm³ de O₂/ garrafa.dia.25°C.

Para as garrafas com a tampa o cálculo foi o seguinte:

Sinal corrigido com a tampa = $0,65 - 0,05$ (calibração) = $0,60$ mV.

$1\text{mV} = 0,5 \text{ cm}^3$ de O_2 / garrafa.dia. 25°C

$0,60\text{mV} = 0,3 \text{ cm}^3$ de O_2 / garrafa.dia. 25°C

Por outro lado, a Tabela 10 mostra também a taxa de permeabilidade ao oxigênio da garrafa com a tampa, ou seja a permeabilidade total da garrafa que foi de $0,325 \text{ cm}^3$ de O_2 / garrafa.dia. 25°C .

Portanto, a taxa de permeabilidade da tampa foi igual a $0,185 \text{ cm}^3$ de O_2 / garrafa.dia. 25°C , ou seja, superior à das paredes da garrafa.

Relativo à função das tampas, deve-se ressaltar que a eficiência do fechamento depende do tipo, da qualidade do vedante e da rosca, do design da tampa e do torque de fechamento.

5.1.2. Medição de Torque de Abertura da garrafa

Os resultados obtidos na medição da força de abertura das garrafas usando um torquímetro, são apresentados na Tabela 11.

TABELA 11. Torque de abertura das garrafas

Garrafa	Torque (lbf.in)	Torque (N.m)
1	9,0	1,02
2	9,5	1,07
3	9,0	1,02
4	13,0	1,47
5	10,5	1,19
6	11,0	1,24
7	13,5	1,53
8	11,0	1,24
9	12,0	1,36
Média	10,9	1,24

O valor médio obtido para o torque de abertura das garrafas foi de $1,24$ N.m.

5.2 - Caracterização da água de coco

5.2.1 - Análises físico-químicas

As Tabelas 12 e 13 mostram os valores médios dos parâmetros químicos e físico-químicos relacionados com a água de coco refrigerada e congelada, respectivamente.

TABELA 12. Caracterização química e físico-química média da água de coco refrigerada

Parâmetros	Valores Médios	Desvio padrão
água (g)/100mL	94,00	1,70
sólidos totais (g/100mL)	6,00	0,50
sólidos solúveis (°Brix)	5,87	0,65
açúcares totais (g/100mL)	4,80	0,16
açúcares redutores (g/100mL)	4,60	0,15
açúcares não redutores (g/100mL)	0,20	0,05
ácido ascórbico (mg/100mL)	18,00	2,20
proteínas (mg/100mL)	31,00	0,32
lipídeos (mg/100mL)	19,00	0,45
acidez total (mg ácido cítrico/ 100mL)	148,96	2,53
pH	4,58	0,02
transmitância (%)	86,30	0,60

TABELA 13. Caracterização química e físico-química média da água de coco congelada.

Parâmetros	Valores Médios	Desvio padrão
água (g)/100mL	94,50	1,95
sólidos totais (g/100mL)	5,50	0,40
sólidos solúveis (°Brix)	5,33	0,35
açúcares totais (g/100mL)	4,90	0,15
açúcares redutores (g/100mL)	4,75	0,14
açúcares não redutores (g/100mL)	0,15	0,02
ácido ascórbico (mg/100mL)	*	*
proteínas (mg/100mL)	30,00	0,24
lipídeos (mg/100mL)	20,00	0,28
acidez total (mg ácido cítrico / 100mL)	136,18	1,35
pH	5,01	0,09
transmitância (%)	96,94	1,03

* valor não determinável = aproximadamente 0,00

Comparando-se os resultados físico-químicos com os dados da literatura, pode-se afirmar que os valores encontrados são característicos para a variedade de coco estudada. Comparando-se os teores de açúcares, 4,80 g/100mL (refrigerada) e 4,90 g/100mL (congelada), com os dados de TOCCHINI (1998), 4,00-6,00 g/100mL, afirma-se que os dados obtidos experimentalmente estão condizentes com os encontrados na literatura consultada. Quanto aos lipídeos, os valores 19,00 mg/100mL (refrigerada) e 20,00 mg/100mL (refrigerada) estão acima dos dados de CAMPOS *et al.* (1996); 11,00mg/100mL. Da mesma forma, as proteínas, também se encontraram acima, (31,00 e 30,00) mg/100mL dos valores encontrados CAMPOS *et al.* (1996) (19,50 mg/100mL).

Quanto aos sólidos solúveis, 5,87 e 5,33 °Brix estão dentro da faixa 4,46 - 7,02 °Brix, determinada por CAMPOS *et al.* (1996).

Quanto ao pH, o valor encontrado para a água de coco congelada, 5,01, está dentro da faixa 4,70 - 6,40 determinada por CAMPOS *et al.* (1996), porém o pH da água refrigerada apresentou-se abaixo, devido à adição de ácido ascórbico na bebida, o que provocou a acidificação no produto. Quanto à acidez total, o valor para a água de coco congelada, 136,18 mg ácido cítrico/100mL, aproxima-se ao de 131,20 mg ácido cítrico/100mL determinado por CAMPOS *et al.* (1996), porém a acidez total da água refrigerada ficou mais acima, devido ao mesmo fator apontado para o pH.

Quanto à transmitância, os dados, 86,30% (refrigerada) e 96,94% (congelada) estão compatíveis com a faixa 26,6 - 95,0% determinada por CAMPOS *et al.* (1996) na Tabela 6. O valor da água de coco refrigerada também se apresentou próximo do dado 81,00% obtido por CAMPOS *et al.* (1996), na Tabela 7.

5.2.2 - Determinação da osmolalidade ou valor osmótico

A Figura I.1, no Anexo I, mostra a curva padrão de calibração obtida para a determinação do valor osmótico, usando soluções de cloreto de sódio em diferentes concentrações.

Os resultados obtidos da osmolalidade da água de coco são mostrados na Tabela 14.

TABELA 14. Osmolalidade ou pressão osmótica da água de coco refrigerada e congelada

Valores lidos	Temperatura de Armazenamento da Amostra			
	0°C	5°C	10°C	-18°C
Leitura (mV)	92,44	94,68	99,08	96,54
C (mOsmol)	298	303	307	312

KUBERSKI *et al.* (1979) encontraram valores relativos à osmolalidade da água de coco, variando na faixa de 255 a 340 mmOsmol/l, enquanto COLLARES & SOUZA (1985) obtiveram valores entre 400 a 470 mmOsmol/L e FAGUNDES NETO *et al.* (1989) entre 326 a 402 mmOsmol/L.

Segundo os dados obtidos por estes últimos pesquisadores, a água de coco pode ser classificada como uma substância hipertônica em relação ao plasma sanguíneo, cuja osmolalidade é de 285 a 295 mmOsmol/L.

Os resultados obtidos para a osmolalidade da água de coco foram comparados com a osmolalidade do plasma sanguíneo, para se poder classificar a bebida em hipotônica, isotônica ou hipertônica, dependendo de possuir, respectivamente, uma pressão osmótica inferior, igual ou superior ao do plasma sanguíneo (SREBERNICH, 1998).

Observando os resultados obtidos no presente estudo (Tabela 14), verifica-se que foram obtidos valores de osmolalidade um pouco acima dos valores do plasma sanguíneo, quando comparada à média mínima (285) da faixa de osmolalidade, mostrando que a água de coco - fato mais indicativo ainda para a congelada - é um líquido hipertônico. Mas, se comparados à média máxima (295) da faixa de osmolalidade, pode-se até considerar a água de coco uma bebida isotônica, pois os

valores da água refrigerada estão bem próximos ao do plasma. Os resultados estão compatíveis com os dados obtidos pelos pesquisadores citados anteriormente.

5.2.3 - Determinação do Potencial Redox

Através desta determinação, realizada no aparelho Corning - *pH/Ion Meter 450*, obtiveram-se os seguintes resultados para os dois tipos de água de coco:

Refrigerada: Eh médio = 85,16 mV em pH = 4,51 a 10°C;

Congelada: Eh médio = 103,85 mV em pH = 4,88 a 10°C.

Os microrganismos aeróbios requerem valores positivos de redox para crescerem, enquanto os anaeróbios, como é o caso do *C. botulinum*, requerem valores negativos. No entanto, alguns microrganismos, os anaeróbios facultativos por possuírem sistemas alternativos de metabolismo, variam tanto na faixa positiva, como na negativa do potencial redox, pela presença ou ausência de oxigênio. Em diferentes culturas microbianas, a variação do valor redox de crescimento é de - 600mV até + 500mV (SNYDER, 1996).

Conforme estudado por ROBERTS *et al.* (1980), o crescimento do *C. botulinum* ocorre em valores de potencial redox positivo (Eh) e acima de +200mV. Também ficou demonstrada a influência do pH no potencial redox, para limitar o crescimento do *C. perfringens*.

Assim, como os valores práticos obtidos não estão acima desses limites, pode-se afirmar estar controlado o crescimento do *C. botulinum* na água de coco, mesmo em bebidas armazenadas à temperatura de 10°C.

Também se verificou a influência do pH no potencial redox, já que cria condições favoráveis a diferentes tipos de metabolismo, como se observou na determinação anterior da água de coco. Em valores menores de pH (refrigerada), foi obtido Eh menor do que em valor maior de pH (congelada).

5.2.4 - Ponto de congelamento da água de coco

Neste experimento foi obtido o valor médio do ponto de congelamento de $-2,0^{\circ}\text{C}$.

Esta determinação foi importante e relevante, pois não havia dados de literatura sobre esse parâmetro.

5.2.5 - Obtenção da densidade da água de coco

Com os resultados obtidos no item 5.1. relativos aos volumes e aos pesos médios das águas de coco congelada e refrigerada, calculou-se as densidades. Os valores médios encontrados foram $1,0018\text{ g/mL}$ para a bebida da marca Trairi e $1,0232\text{ g/mL}$ para a marca Coco-Life. Analisando-se as densidades obtidas, afirma-se que a densidade da água de coco refrigerada é maior que a da água de coco congelada, significando que a bebida refrigerada é mais densa que a congelada e que ambas são mais densas que a água, os sólidos solúveis dando características da água de coco.

5.3 - Avaliação microbiológica da água de coco

5.3.1 - Ensaio Preliminares

Os resultados das análises preliminares de PCA, PDA e coliformes para a água de coco a 10°C , revelaram resultado negativo em todas elas. Logo, a qualidade inicial da bebida era muito boa.

As análises preliminares de PCA, PDA e coliformes para a água de coco congelada a -18°C , revelaram resultado negativo para PDA e coliformes. Já para o PCA foi observado o crescimento de colônias circulares brancas de dois tipos, uma que cresceu dentro do ágar, semelhantes a círculos de 1 a 2 mm de diâmetro, e a

outra superficial, circular, ramificada, de tamanho maior, provavelmente esporulada, cujo resultado está apresentado na Tabela 15.

Para as águas de coco armazenadas a 20 e a 25°C, as análises preliminares de PCA, PDA e coliformes revelaram resultado positivo em todas elas após 7 dias.

Os resultados de PCA foram tecnicamente incontáveis para as diluições de 10^{-1} e 10^{-2} , fato notável apenas pelo demasiado crescimento de colônias nas placas. Já para a diluição 10^{-3} obteve-se uma quantidade muito alta, com uma contagem acima de 10^5 , acima do permitido pela legislação.

Para o PDA, obtiveram-se quantidades tecnicamente incontáveis para todas as diluições, tendo crescido tanto bolores (de coloração cor-de-rosa) como leveduras.

Os coliformes cresceram em dois tubos (10^{-1}), e na segunda parte, de comprovação nas placas, confirmaram-se também os dois tipos de coliformes, os totais e os fecais.

Esses dados são relevantes, porque na literatura pesquisada não foram localizadas informações sobre a microbiologia em água de coco.

5.3.2 - Ensaio de Estabilidade

Posteriormente, foram realizados os ensaios para avaliar a estabilidade da bebida, quanto ao parâmetro microbiológico.

As bebidas analisadas foram as estocadas à 0, 5, 10, 15 e -18°C.

Os ensaios das bebidas estocadas a 20 e 25°C não tiveram prosseguimento por terem apresentado resultados desde logo tecnicamente incontáveis. O produto, no decorrer de uma semana, foi considerado impróprio para o consumo, pois havia se deteriorado microbiologicamente. Essas bebidas haviam ultrapassado o limite admissível determinado pela legislação para sucos e bebidas similares, que é um crescimento de até 10^4 UFC/ml.

As Tabelas 15 e 16 apresentam os resultados obtidos para os ensaios de contagem total padrão (PCA) e de contagem de bolores e leveduras (PDA), respectivamente, nas formas de água de coco congelada e refrigerada.

Para todos os tratamentos mostrados nas Tabelas 15 e 16, o resultado para o tempo de estocagem de zero meses foi igual a zero, ou seja, o produto não apresentou nenhum crescimento microbiológico tanto relativo à contagem padrão total (PCA) como à de bolores e leveduras (PDA).

TABELA 15. Contagem média microbiológica padrão total (PCA) para a água de coco congelada e refrigerada

Temperatura de Estocagem (°C)	Contagem microbiológica (UFC/ml)							
	Tempo		de Estocagem (meses)					
	1	2	3	4	5	6	7	8
-18	-	-	$9,00 \times 10^1$	$8,00 \times 10^1$	$4,50 \times 10^1$	$6,00 \times 10^1$	$5,00 \times 10^1$	$5,10 \times 10^2$
0	0	0	0	0	0	0	$1,00 \times 10^1$	$3,80 \times 10^1$
5	0	0	0	0	$2,00 \times 10^1$	$4,50 \times 10^1$	$5,80 \times 10^1$	$2,25 \times 10^2$
10	0	$3,50 \times 10^1$	$5,625 \times 10^3$	$5,75 \times 10^4$	$*1,115 \times 10^5$	-	-	-
15	$3,90 \times 10^2$	$*3,42 \times 10^5$	$*8,20 \times 10^5$	-	-	-	-	-

TABELA 16. Contagem microbiológica de bolores e leveduras (PDA)

Temperatura de Estocagem (°C)	Contagem microbiológica (UFC/ml)							
	Tempo		de Estocagem (meses)					
	1	2	3	4	5	6	7	8
-18	$1,50 \times 10^1$	0	0	$2,50 \times 10^1$	$1,90 \times 10^1$	$1,00 \times 10^1$	0	$1,50 \times 10^2$
0	0	0	0	0	0	0	0	$2,00 \times 10^1$
5	0	0	0	0	$1,50 \times 10^1$	$3,00 \times 10^1$	$2,10 \times 10^2$	$2,575 \times 10^3$
10	0	0	$5,33 \times 10^2$	$1,15 \times 10^3$	$4,90 \times 10^4$	$*1,50 \times 10^5$	--	--
15	$8,03 \times 10^3$	$*3,41 \times 10^5$	-	-	-	-	-	-

As Figuras 6, 7 e 8 mostram gráficos com os dados obtidos do crescimento microbiológico, ou da evolução da contagem padrão total para a água de coco nas formas congelada e refrigerada.

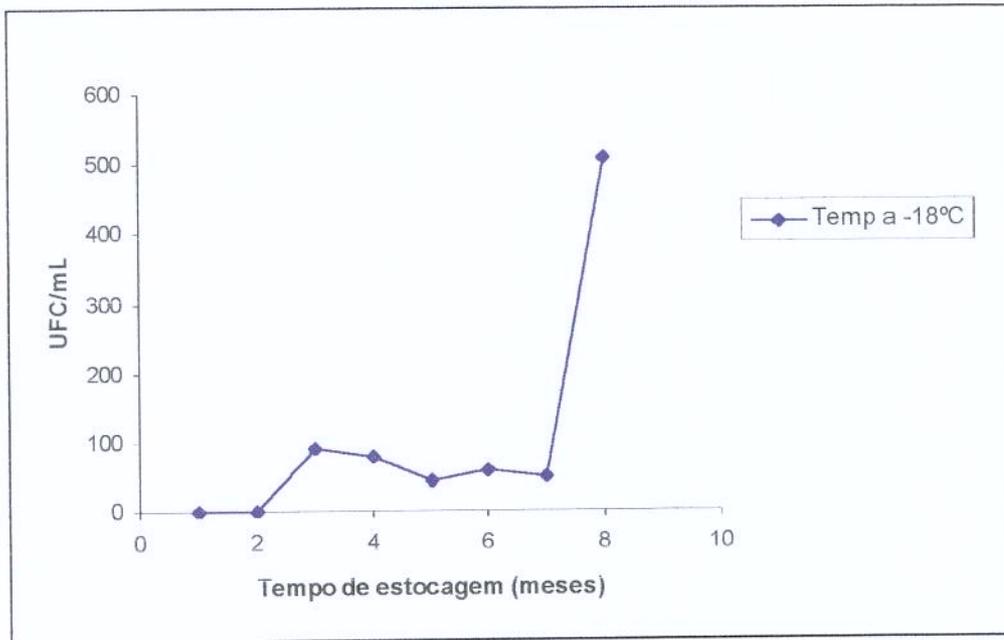


FIGURA 6. Evolução das contagens microbiológicas totais (UFC/ml) em função do tempo de estocagem (meses) da água de coco na forma congelada.

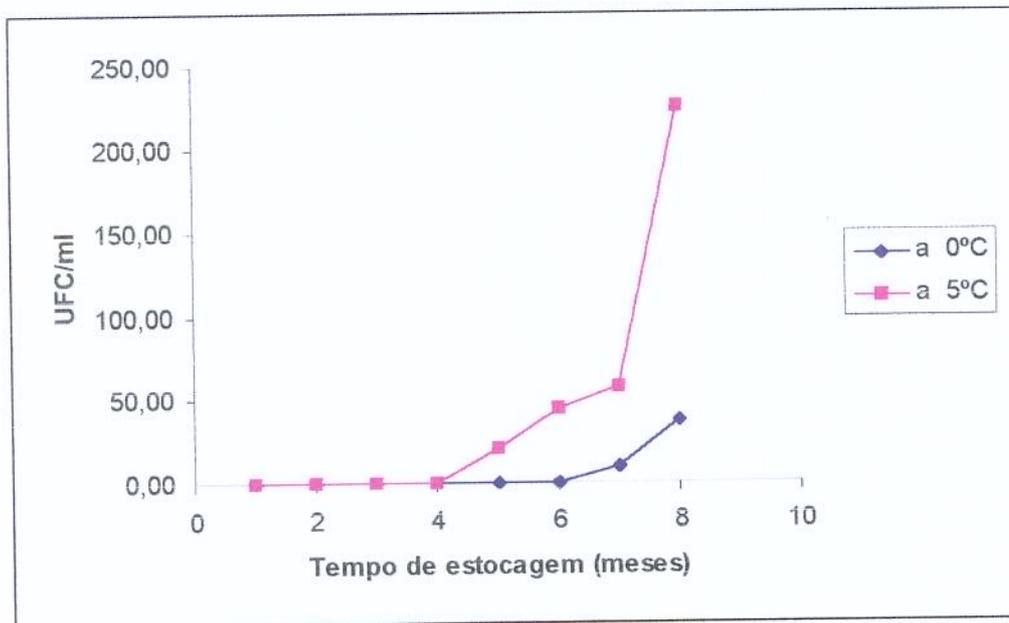


FIGURA 7. Evolução das contagens microbiológicas totais (UFC/ml) em função do tempo de estocagem (meses) da água de coco na forma refrigerada nas temperaturas de 0 e 5°C.

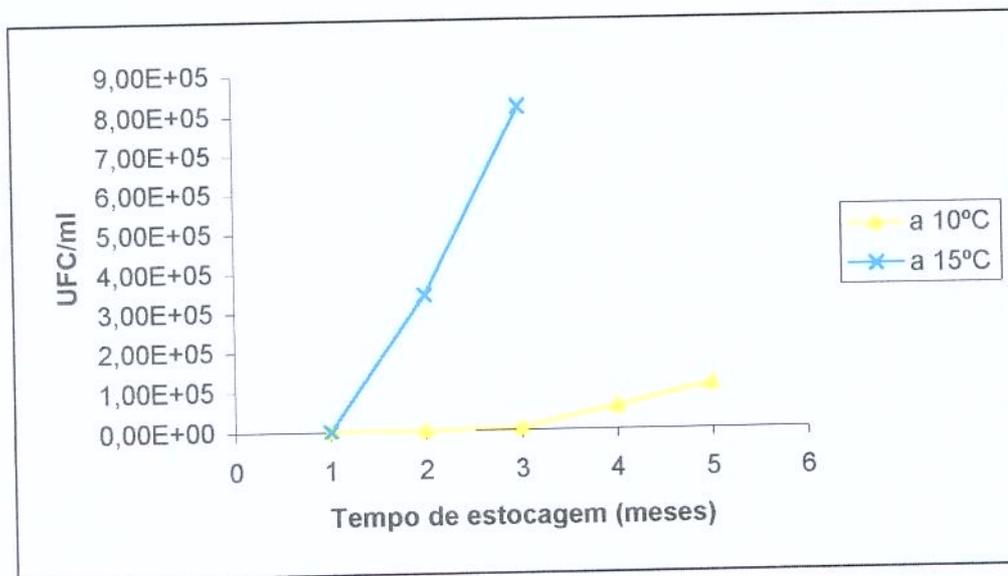


FIGURA 8. Evolução das contagens microbiológicas totais (UFC/ml) em função do tempo de estocagem (meses) das águas de coco conservada na forma refrigerada nas temperaturas de 10 e 15°C

SMITH *et alii* (1976) identificaram o crescimento da levedura *Saccharomyces fragilis* na água de coco, fazendo análises de proteína (aminoácidos), componentes macromoleculares e de material celular, concluindo que com um excesso de nitrogênio conseguiu-se gerar um máximo conteúdo celular de leveduras.

As análises microbiológicas mostraram que os produtos armazenados a 20 e a 25°C apresentaram uma contagem microbiológica superior a 10^5 UFC/ml no período de uma semana, indicando que o produto se deteriorou e ficou impróprio para ser consumido.

Outra característica notada no experimento com os produtos a 20 e 25°C, juntamente com a alta contagem, foi a grande produção de gás carbônico, gerando o estufamento de algumas embalagens e até provocando sua deformação. O estufamento gerou deformação tanto no ombro, no corpo como no fundo. As garrafas estufadas e deformadas não conseguiam mais ficar em pé devido ao fundo haver perdido o seu formato padrão e ter ficado arredondado. Isso foi causado pela fermentação do produto, gerada pela ação acelerada dos microrganismos e pela conseqüente liberação dos gases. O odor dos gases liberados cheirava a enxofre.

O produto armazenado a 15°C deteriorou-se num período de 2 meses, quando apresentou uma contagem superior a 10^5 UFC/ml, tanto de PCA quanto de PDA. Havendo também produção de gás e estufamento.

A bebida armazenada a 10°C deteriorou-se após 5 meses de estocagem, quando apresentou uma contagem superior a 10^4 UFC/ml. As bebidas que apresentaram um crescimento acima de 10^4 UFC/ml (10, 15, 20 e 25°C) estavam deterioradas, ou em condições sanitárias inaceitáveis para o consumo.

Já as bebidas armazenadas a 0 e a 5°C mantiveram-se estáveis até o fim deste trabalho (9 meses), apresentando uma contagem microbiológica inferior a 10^4 UFC/ml.

5.4 - Avaliação sensorial

A Tabela 17 mostra as médias de aceitação das amostras em diferentes tempos de armazenamento.

A bebida congelada obteve as melhores notas, ou seja melhor aceitação. O produto refrigerado obteve uma aceitação regular, mostrando um decréscimo nas notas com o passar do tempo de armazenamento, principalmente para as bebidas armazenadas à 10°C, as quais apresentaram uma certa variação estatística, ao nível de 95% de significância ($p < 0,05$), segundo regressão linear.

Pode-se afirmar que a diferença de resultados de aceitação entre as águas de coco congelada e refrigerada se deve ao fato de que a bebida congelada não sofreu nenhum tratamento térmico nem adição de nenhum conservante, enquanto que a refrigerada passou por uma pasteurização e foi adicionada de 3 conservantes, o ácido ascórbico, o metabissulfito de sódio e o benzoato de sódio que podem ter provocaram alterações organolépticas na bebida. Estas mudanças geraram o abaixamento na nota média de aceitação do produto refrigerado.

CAMPOS *et al.* (1996) observaram que o tratamento térmico a 90°C acima de 100s afeta significativamente o sabor da água de coco gerando decréscimo na qualidade sensorial. Quanto ao efeito dos aditivos, o metabissulfito de sódio afeta o sabor e as propriedades sensoriais da bebida, quando usado na quantidade necessária para inativar a atividade enzimática.

TABELA 17. Médias das notas dos testes de aceitação da água de coco nas diferentes condições de armazenamento.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)				
	Refrigerada				Congelada
	0	5	10	15	- 18
7	5,6	5,9	5,6	5,2	7,0
30	5,5	5,9	5,2	5,1	7,2
90	5,4	5,1	4,8	-*	6,9
120	5,2	5,1	4,9	-*	6,9

Legenda: 1-desgostei muitíssimo, 5-nem gostei/nem desgostei, 9-gostei muitíssimo

* Não foi feita análise sensorial destas amostras, porque elas já haviam sido reprovadas microbiologicamente.

As **Figuras 9 e 10** representam os histogramas do teste de aceitação sensorial dos dois produtos nos diferentes tempos e nas diversas temperaturas. Eles indicam uma maior frequência de respostas; concentrada em “gostei regularmente” para a bebida congelada e “gostei ligeiramente” para a bebida refrigerada. Como aspecto negativo da bebida refrigerada, foi mencionado que parecia estar muito doce. Enquanto, como aspecto positivo, para a congelada, foi ressaltado por alguns provadores que a bebida possuía um sabor bem natural, próximo ao da água de coco *in natura*.

Para o tempo de 7 dias, a % de provadores que deram notas igual ou maior que 7 (Gostei moderadamente) para a água de coco congelada foi de 68,42% enquanto para a água de coco refrigerada a porcentagem média foi de 36,84% e que deram notas igual ou menor que 4 (Desgostei moderadamente) foi de 18,42% para a congelada e 37,72% para a refrigerada. Para o tempo de 90 dias, a % de provadores que deram notas igual ou inferior a 7 para a bebida congelada foi de 61,90% e para a refrigerada foi de 42,00% e que deram notas igual ou superior a 4 foi de 14,29% para a congelada e 32,05% para a refrigerada. Assim, demonstrou-se a preferência e maior aceitação pelo produto estocado congelado.

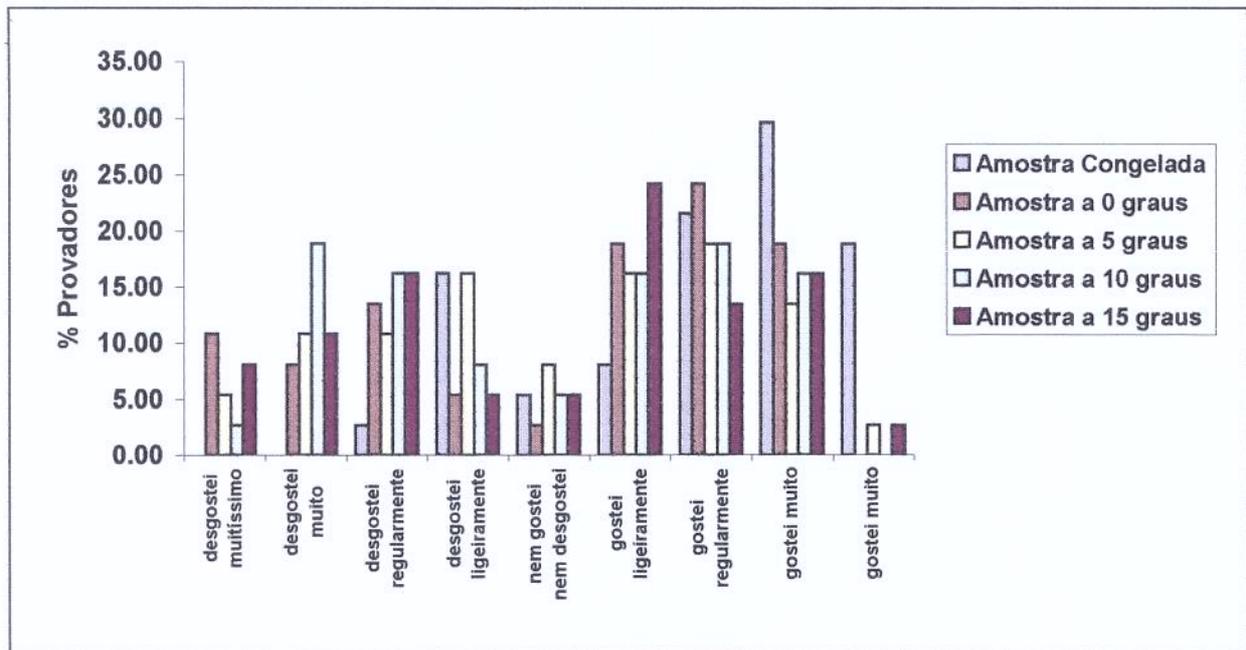


FIGURA 9. % de provadores que marcaram cada ponto da escala hedônica com relação ao sabor das águas de coco conservadas nas formas congelada e refrigerada, para o tempo de 7 dias.

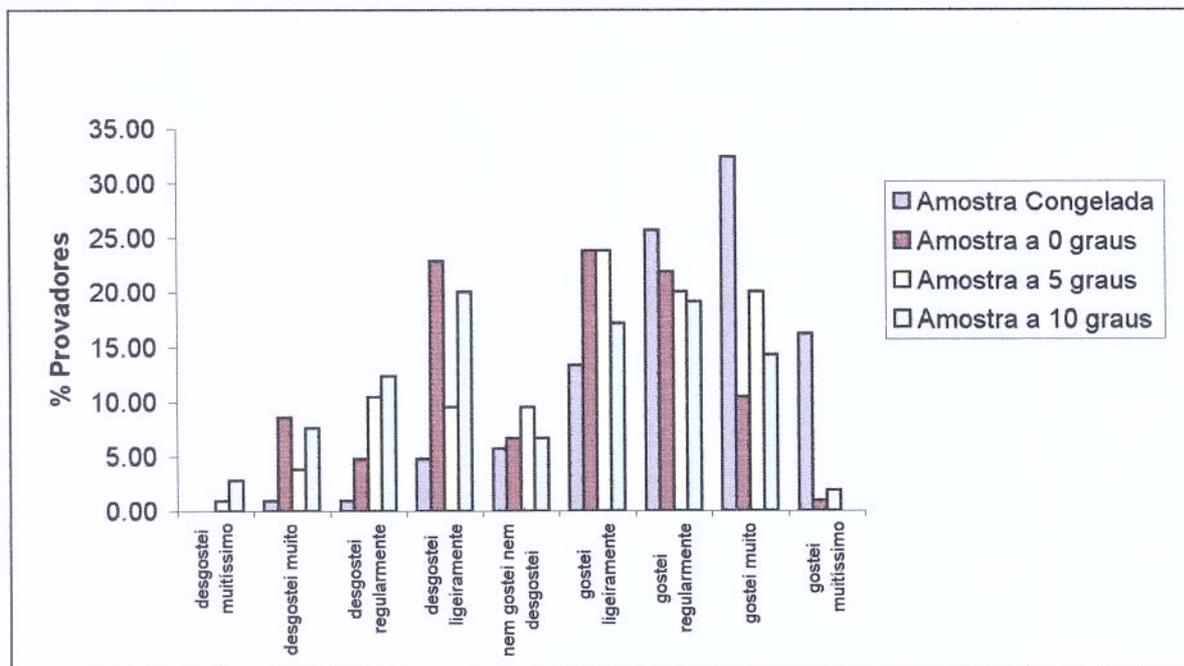


FIGURA 10. % de provadores que marcaram cada ponto da escala hedônica com relação ao sabor das águas de coco congelada e refrigerada com 3 meses de vida útil.

5.5 - Monitoramento da temperatura

A flutuação de temperatura deste experimento foi com um tempo cíclico de 6 horas e seguindo o perfil de onda mostrado na Figura 3.

Os perfis de oscilação de temperatura na água de coco e da câmara são mostrados nas Figuras 11 e 12:

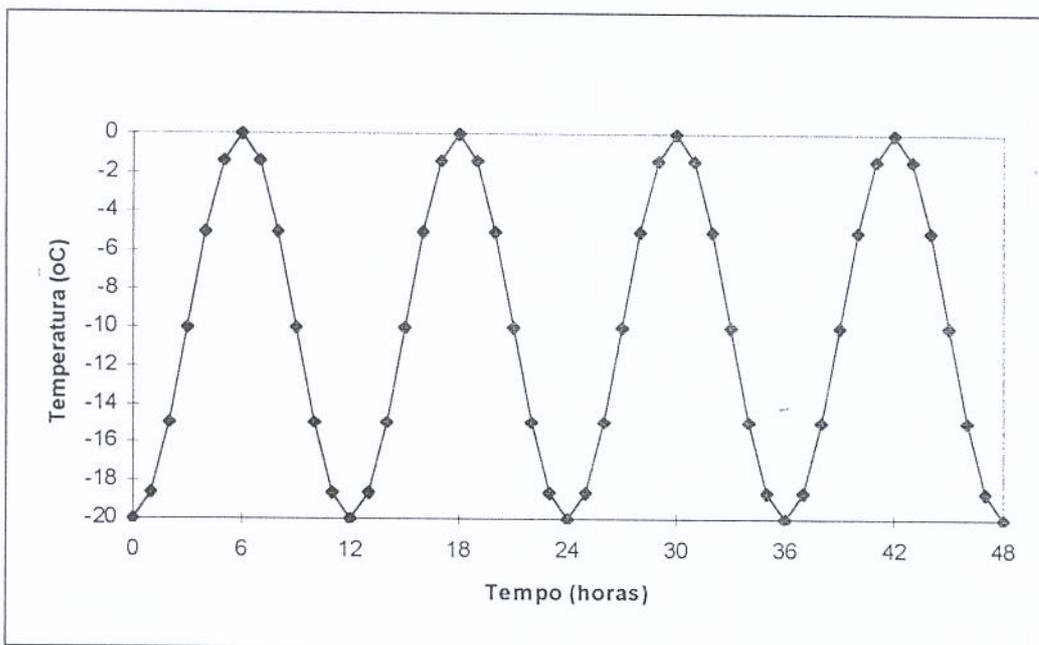


FIGURA 11. Oscilação induzida da temperatura no interior do congelador a -18°C , mantendo-se o sensor fora das garrafas.

Da análise do gráfico mostrado na Figura 11, pode-se concluir que a temperatura máxima atingida no congelador foi 0°C , a temperatura média foi -10°C e a mínima registrada foi -20°C .

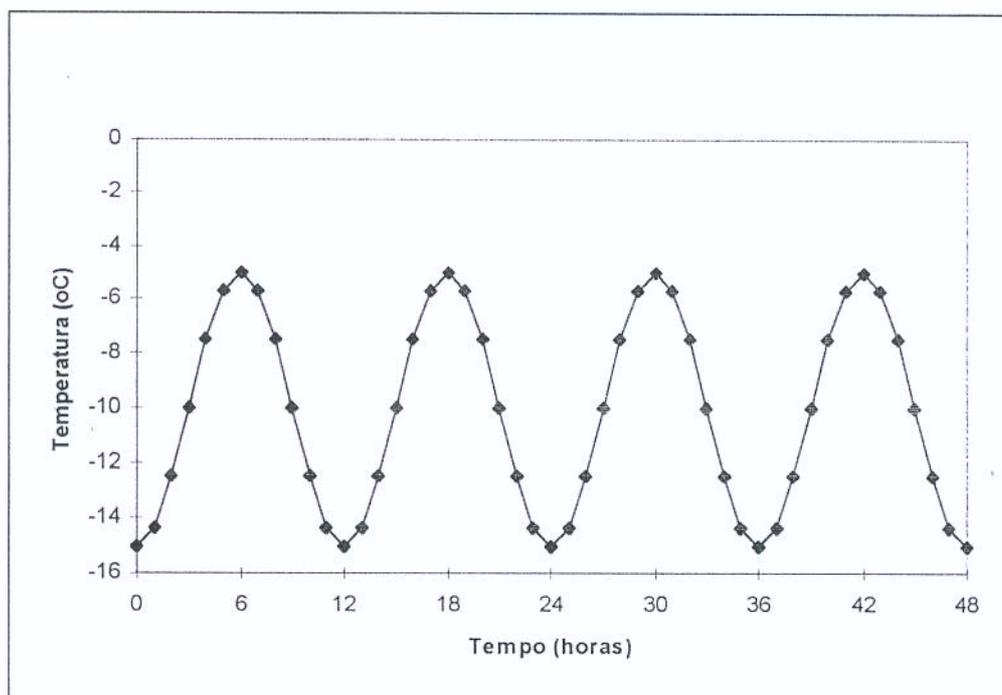


FIGURA 12. Oscilação induzida da temperatura da água de coco congelada em câmara à - 18°C, mantendo-se o sensor no centro da garrafa.

Da análise do gráfico mostrado na Figura 12, pode-se concluir que a temperatura máxima atingida na água de coco congelada foi -5°C, a temperatura média foi -10°C e a mínima mostrada foi -15°C.

Conforme discutido por LABUZA (1982), há um tipo de perfil de flutuação de temperatura que é exemplificado por meio de ondas senoidais.

Com os resultados obtidos dos experimentos e com a análise dos gráficos das Figuras 11 e 12, pode-se afirmar que o perfil de oscilação de temperatura, tanto no interior do congelador quanto dentro da garrafa de água de coco congelada mantida no congelador, é representada por meio de ondas senoidais.

A Tabela 18 mostra os resultados obtidos para as variações de temperatura ocorrentes no interior das câmaras e do congelador usados para a estocagem da água de coco.

TABELA 18. Temperaturas médias * das câmaras refrigeradas e do congelador e suas variações

Temperatura (°C)		
Câmara	Nominal	Oscilação
1	0	0 a -1
2	5	4,6 a 5,2
3	10	10,0 a 10,6
4	15	13,8 a 15,2
5 (Congelador)	-18	-20 a -16

* Essas temperaturas foram obtidas tanto para o congelador como para as câmaras de refrigeração carregadas com o produto, usando o termômetro eletrônico RD-Temp.

5.6 - Avaliação da estabilidade físico-química

Quanto às análises físico-químicas, após realizados os ensaios preliminares e analisados os seus resultados, notou-se que os parâmetros mais significativos para avaliar a estabilidade do produto, ou seja, os que se mostraram com influência significativa na estabilidade da água de coco foram: as determinações da transmitância (ou turbidez), de pH e de O₂ dissolvido. Assim, foram estes parâmetros usados para acompanhar a estabilidade da bebida.

Nas Tabelas e Figuras a seguir, são mostrados os resultados obtidos com os ensaios realizados, periodicamente (frequência semanal ou quinzenal), no decorrer do tempo de estocagem até 9 meses. Na Tabela 19 e nas Figuras 13 e 14, são representados os valores encontrados da transmitância da água de coco.

5.6.1 - Determinação da transmitância da água de coco

TABELA 19. Determinação da transmitância * por espectrofotometria a 610nm:

Temperatura de Estocagem (°C) **	Tempo de Estocagem (meses)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-18	98,35	94,65	93,77	92,11	93,48	91,86	90,37	74,82	59,03	56,64
0	86,30	85,73	85,60	84,65	79,72	76,95	75,83	73,45	73,51	70,13
5	86,30	84,73	83,99	80,82	76,98	75,37	74,95	73,06	72,72	70,04
10	86,30	82,67	78,92	75,37	74,95	73,73	73,50	70,89	69,71	66,00
15	86,30	70,20	47,99	22,90	5,79	-	-	-	-	-

* Valor médio em %

** A oscilação na temperatura do produto congelado iniciou-se no sétimo mês de experimento, utilizando-se um lote novo para realizar a oscilação e todas as análises subsequentes.

Inicialmente, os dois produtos apresentaram transmitância alta, ou seja, baixa turbidez, sendo que a bebida refrigerada se apresentou mais turva do que a congelada. Com o passar do tempo de armazenamento, verificou-se um aumento na turbidez do produto refrigerado, como também do congelado (a partir do início da oscilação na temperatura), tendo sido notado pela redução dos resultados da transmitância.

Os produtos a 15°C apresentaram uma rápida e brusca redução na transmitância em 2 meses, ou seja, o aumento na turbidez mostrou que a água de coco a esta temperatura se apresentou instável.

As bebidas a 0, 5 e 10°C apresentaram também um aumento na turbidez, porém essa redução na transmitância foi bem suave, ou seja, a água de coco às referidas temperaturas mostrou maior estabilidade quanto à alteração na turbidez do que os produtos à 15°C.

As variações das bebidas estocadas a 0, 5 e 10°C não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre si. Essa variação das bebidas, estatisticamente, não se mostrou diferente, enquanto a variação da água de coco a

15°C, e relacionada as demais, segundo a regressão linear, mostrou-se significativa ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Logo, a variação dos valores da transmitância para a bebida a 15°C representou maior influência na estabilidade do produto do que as estocadas nas outras demais temperaturas. Essas variações podem ser observadas nas Figuras 13 e 14.

Quanto à Figura 13, deve ser ressaltado o valor para a bebida estocada a 15°C no tempo de 4 meses de estocagem. A transmitância apresentou valor médio muito baixo (5,79%) em relação às condições normais (média de 80,00%) condizendo com a opacidade que o produto mostrou, ou seja, como a bebida estava bem deteriorada, se caracterizou por estar opaca.

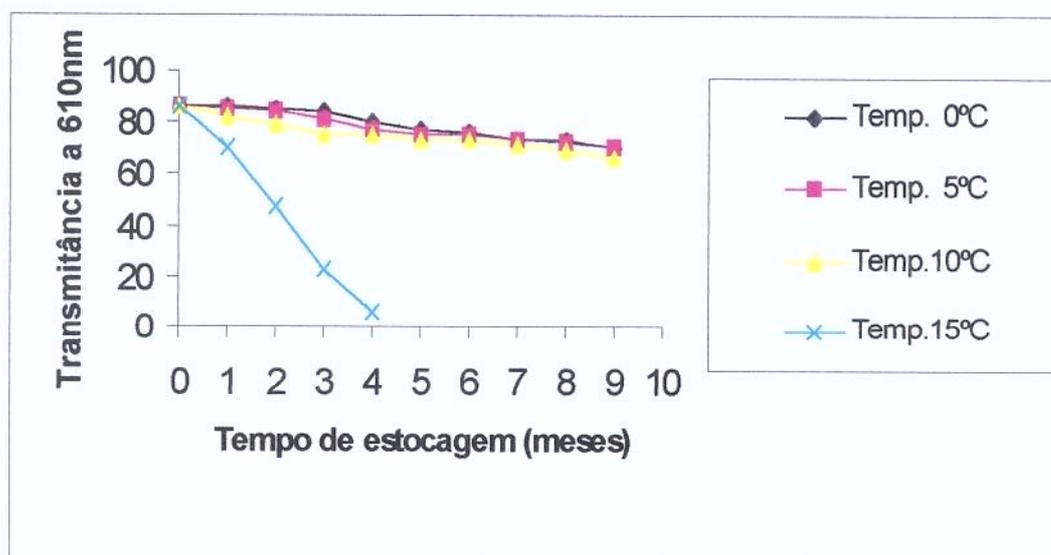


FIGURA 13. Variação da transmitância (%) da água de coco refrigerada em função da temperatura de estocagem

Concluiu-se que com o tempo de estocagem a bebida foi se tornando mais turva devido às transformações físico-químicas ocorridas, como agregação de proteínas e também atuação das enzimas nos compostos fenólicos (catequinas) na água de coco congelada, já que ela não sofreu nenhum tratamento térmico para inativar as enzimas polifenoloxidase e peroxidase. Esta afirmação é condizente com os resultados reportados por JAYALEKSHMY *et al.* (1996).

CAMPOS *et al.* (1996) também estudaram as alterações químicas e físico-químicas em amostras de água de coco e observaram a correlação entre as concentrações de proteínas, lipídios, sólidos solúveis e de compostos fenólicos (catequinas) e do pH com a porcentagem de transmitância. Os teores de proteínas, de lipídios e de sólidos solúveis decresceram tão como a transmitância.

Analisando os resultados obtidos, observou-se que conforme a bebida se deteriorava, a transmitância diminuía, os valores foram decrescendo, ou seja, a água de coco foi ficando mais turva. Comparando estes resultados com os microbiológicos e com os dados de pH, concluiu-se que eles estão relacionados. Quanto ao fator microbiológico os dados de transmitância estão em função, principalmente, do crescimento de leveduras, como pode ser percebido na Tabela 16.

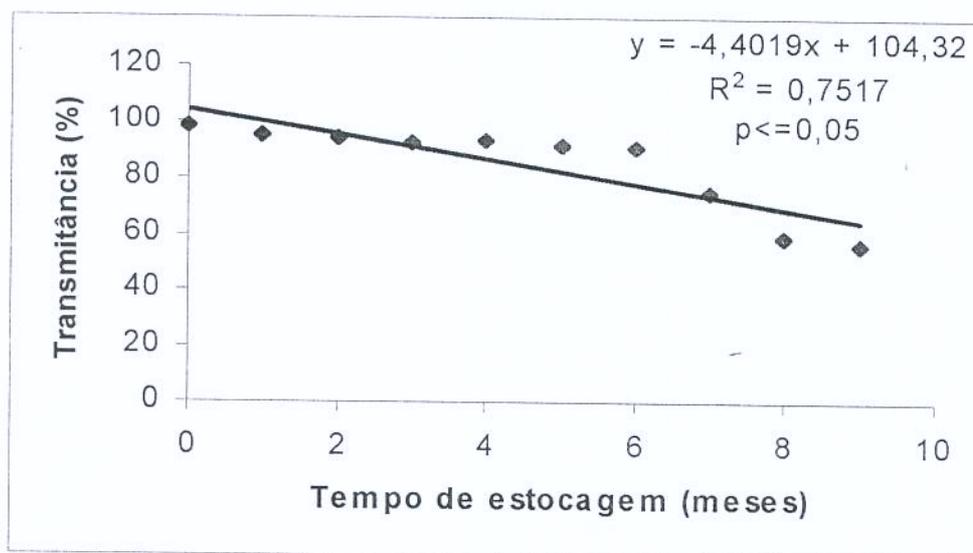


FIGURA 14. Variação da transmitância (%) da água de coco congelada.

Relacionando-se os resultados microbiológicos com os de transmitância e de pH, pode-se concluir que o valor médio para o limite mínimo da transmitância para a bebida congelada submetida à oscilação de temperatura foi de 59,03%, já que o produto congelado estocado a -18°C apresentou até o término deste trabalho a maior turbidez, ou seja, o menor valor para a transmitância, mas ainda em condições aceitáveis para o seu consumo. Para a bebida refrigerada o valor médio para o limite mínimo da transmitância foi de 47,99%, já que o produto refrigerado estocado a 15°C , o qual com 2 meses apresentou uma contagem microbiológica de $3,41 \times 10^5$ UFC/ml, superior a 10^5 UFC/ml, inaceitável para o consumo e determinando uma vida útil de 2 meses para a estocagem a esta temperatura.

5.6.2 - Determinação de pH

Nas Tabelas seguintes, são mostrados os resultados da avaliação do comportamento do pH da água de coco nos diversos tipos de armazenamento.

O pH apresentou uma variação semelhante ao da transmitância.

Na água de coco a 15°C houve uma queda brusca e rápida no pH, enquanto nos demais armazenamentos essa redução foi mais suave e mais demorada, semelhante ao comportamento da turbidez, comprovando assim a maior estabilidade físico-química da água de coco armazenada a 0, 5 e 10°C.

TABELA 20. Variação média do pH em função do tempo de armazenamento (de 0 a 9 meses) nas estufas, nas variadas temperaturas de refrigeração e no congelador, na temperatura de congelamento

Temperatura de Estocagem (°C)	Tempo de Estocagem (meses)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-18	5,02	5,01	5,01	5,00	4,97	4,96	4,97	4,87	4,82	4,77
0	4,60	4,60	4,59	4,59	4,59	4,58	4,58	4,56	4,54	4,53
5	4,59	4,59	4,58	4,57	4,56	4,55	4,55	4,53	4,52	4,50
10	4,59	4,58	4,57	4,55	4,54	4,53	4,52	4,50	4,48	4,44
15	4,59	4,51	4,35	4,30	-	-	-	-	-	-

Comparando os resultados de pH com os dados microbiológicos, pode-se deduzir que ocorre uma possível influência microbiológica nas alterações do pH das bebidas com o passar do tempo. Como bom exemplo, destaca-se o produto estocado a 15°C, o qual com 2 meses apresentou uma contagem microbiológica superior a 10^5 UFC/ml, o que é inaceitável para o consumo. Quanto ao pH, apresentou valor médio de 4,345, que é muito ácido para ser consumido.

Conforme a inter-relação existente entre os resultados de pH com os microbiológicos e com os de transmitância, afirma-se que o valor médio para pH crítico para a bebida refrigerada foi de 4,345, já que o produto refrigerado estocado a 15°C, o qual com 2 meses apresentou uma contagem microbiológica de $3,41 \times 10^5$ UFC/ml, superior a 10^5 UFC/ml, inaceitável para o consumo e determinando uma vida útil de 2 meses para a estocagem a esta temperatura. Este valor crítico de pH pode ser confirmado estar adequado quando relacionado com o valor limite mínimo da transmitância para a bebida refrigerada, que foi de 47,99%, que também foi obtido para o tempo de 2 meses.

Para a bebida congelada submetida à oscilação de temperatura, o valor médio para pH crítico foi de 4,815, já que o produto congelado estocado a -18°C apresentou até o término deste trabalho o menor valor para o pH, mas ainda em condições microbiológicas aceitáveis para o seu consumo. Este valor crítico de pH pode ser confirmado coerente quando relacionado com o valor limite mínimo da transmitância para a bebida congelada, que foi de 59,03% para o tempo de 8 meses.

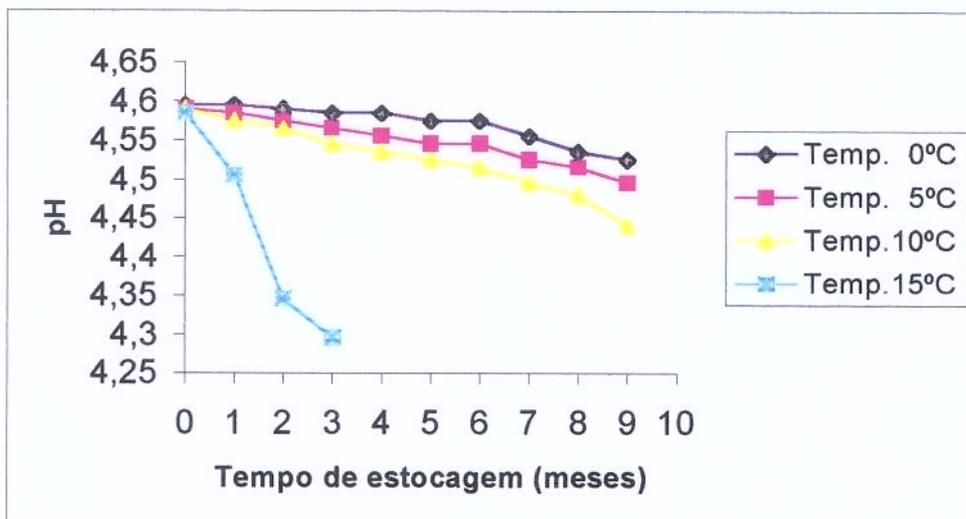


FIGURA 15. Variação do pH do produto refrigerado em função do tempo e da temperatura de armazenamento

Nota-se nas Figuras 15 e 16, que o pH foi decrescendo com o tempo, devido às alterações físico-químicas e principalmente microbiológicas, no caso da bebida refrigerada. O pH mais baixo é atingido pela bebida a quinze graus, porque a temperatura mais alta acelera o crescimento microbológico, deteriorando-a antes das outras.

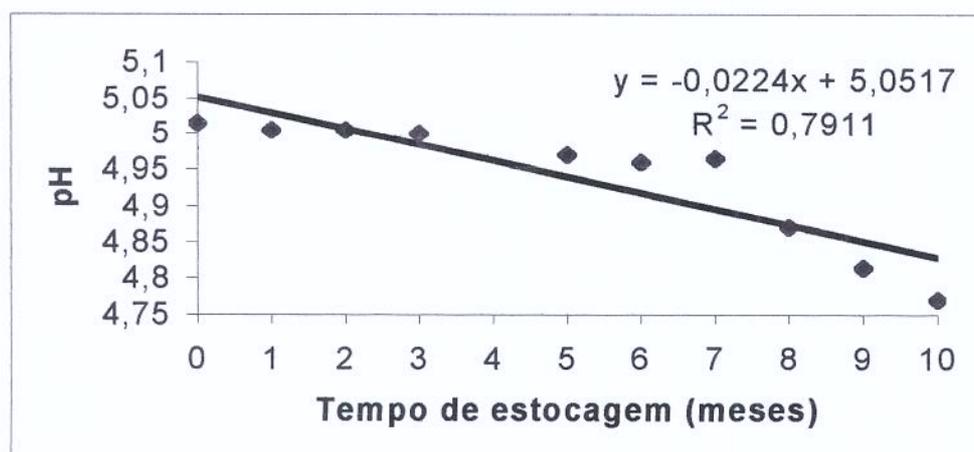


FIGURA 16. Variação do pH do produto congelado em função do tempo e da temperatura de estocagem

5.6.3 - Determinação do O₂ dissolvido na água de coco

TABELA 21. Valores médios do teor de O₂ dissolvido (%)

Temperatura de Estocagem (°C)	Tempo de Estocagem (meses)				
	0	2	2	9	10
-18	5,67	5,49	5,47	4,56	4,00
0	--	1,84	2,57	3,86	4,00
5	--	2,05	3,38	3,94	4,72
10	1,67	2,80	3,53	4,32	5,00
15	--	--	4,94	--	--

Na determinação de oxigênio dissolvido foi notada uma pequena variação ao longo do tempo de armazenamento, a qual estatisticamente não foi significativa ($p < 0,05$), conforme a regressão linear.

Essa variação apresentou um aumento nos valores medidos para a bebida refrigerada, mostrando que ocorre a permeabilidade do oxigênio para dentro da garrafa PET, a qual foi analisada na determinação de permeabilidade na caracterização da embalagem, apesar de ocorrer o consumo deste gás pelo desenvolvimento de microrganismos aeróbios. Para a bebida congelada, por ser estocada à baixa temperatura, a taxa de permeabilidade do O₂ é menor e o teor de oxigênio dissolvido variou muito pouco.

Através da análise da Figura 17 afirma-se que o teor de oxigênio dissolvido iniciou superior na bebida congelada e decresceu com o decorrer do tempo de estocagem, enquanto na bebida refrigerada (nas 4 diferentes temperaturas de armazenamento) apresentou-se menor no início e teve um aumento ao longo do experimento.

O teor de oxigênio se mostrou maior na bebida congelada do que na refrigerada, já que a velocidade das reações é bem menor no produto sob congelamento.

SYMONS (1992) explicou que a velocidade das reações microbiológicas e físico-químicas é maior no produto refrigerado, porque a temperatura de estocagem é mais alta e acelera as reações. O produto congelado é estocado à temperatura negativa (-18°C) a qual colabora para a redução da velocidade das reações e em algumas vezes gera a inibição do crescimento microbiológico.

Na bebida refrigerada, o crescimento dos microrganismos foi maior e envolvendo aeróbios, os quais consomem oxigênio do produto para se desenvolverem, o teor de oxigênio determinado foi menor.

Esta determinação foi de grande importância para caracterizar a água de coco quanto ao teor de oxigênio dissolvido na bebida, já que anteriormente não se encontrava nenhum tipo desse dado na literatura consultada, tanto nacional quanto internacional.

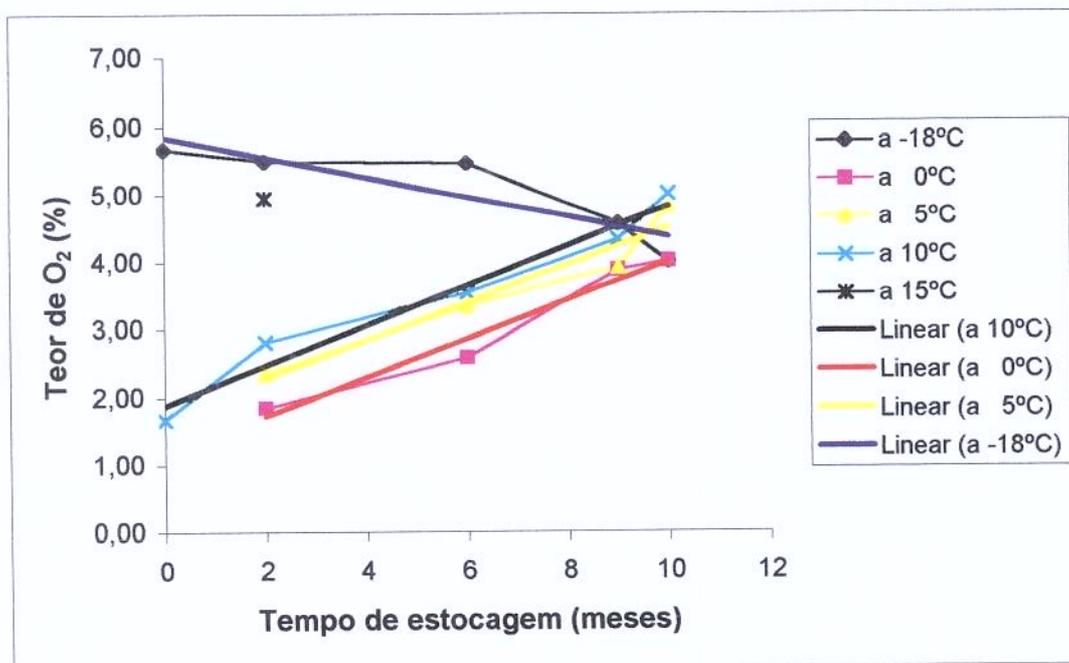


FIGURA 17. Variação do teor de O₂ dissolvido (%) em função do tempo de estocagem (meses) das águas de coco conservada nas formas congelada e refrigerada.

5.7 - Correlações entre fatores relacionados à estabilidade

5.7.1 - Correlação do pH com a transmitância

Analisando as correlações entre a variação da transmitância e o pH percebeu-se que tanto para a bebida congelada quanto para a bebida refrigerada apresentaram o mesmo perfil. Para a bebida refrigerada, foi mostrado também o mesmo tipo de relação nas diferentes temperaturas de estocagem (0, 5, 10 e 15°C).

Notou-se pelas Figuras 17 e 18 que o tipo de correlação foi de uma reta, ou seja seguindo uma função linear onde a transmitância e o pH estão diretamente relacionados. A relação foi de que conforme decresce o pH, a transmitância diminui também. Isto pode ser comprovado usando, por exemplo, valores da Figura 16 e aplicando na equação da reta da correlação entre a variação da transmitância (y) em função do pH (x) para a bebida congelada: $y = 172.83x - 768.84$ observada na Figura 17.

No início do experimento, para o pH da bebida congelada igual a 5,00, a transmitância calculada pela equação foi de 95,31. Depois de alguns meses de estocagem, para o pH de 4,80, a transmitância calculada pela equação foi de 60,44. Conforme afirmado, como o pH diminui de 5,00 para 4,80, a transmitância caiu de 95,31 para 60,44.

Realizando a mesma aplicação para a bebida refrigerada e nas diversas temperaturas usando as equações das retas, o resultado obtido foi o mesmo.

Como comprovação usou-se a equação de reta ($y = 197.96x - 820.59$) e os valores da bebida a 15°C. No início do experimento, para o pH da bebida refrigerada igual a 4,55, a transmitância calculada pela equação foi de 80,13. Depois de alguns meses de estocagem, para o pH de 4,30, a transmitância calculada pela equação foi de 30,64. Conforme esperado, como o pH diminui de 4,55 para 4,30, a transmitância caiu de 80,13 para 30,64. Estas análises podem ser observadas na Figura 18.

Os resultados calculados para comprovar as relações entre pH e transmitância se mostraram coerentes com os dados obtidos experimentalmente.

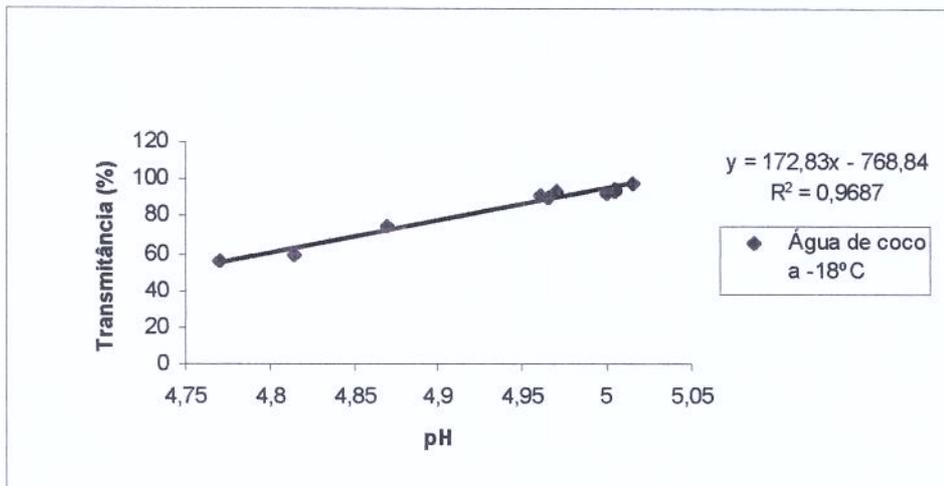


FIGURA 18. Correlação entre a variação da transmittância do produto congelado e o pH.

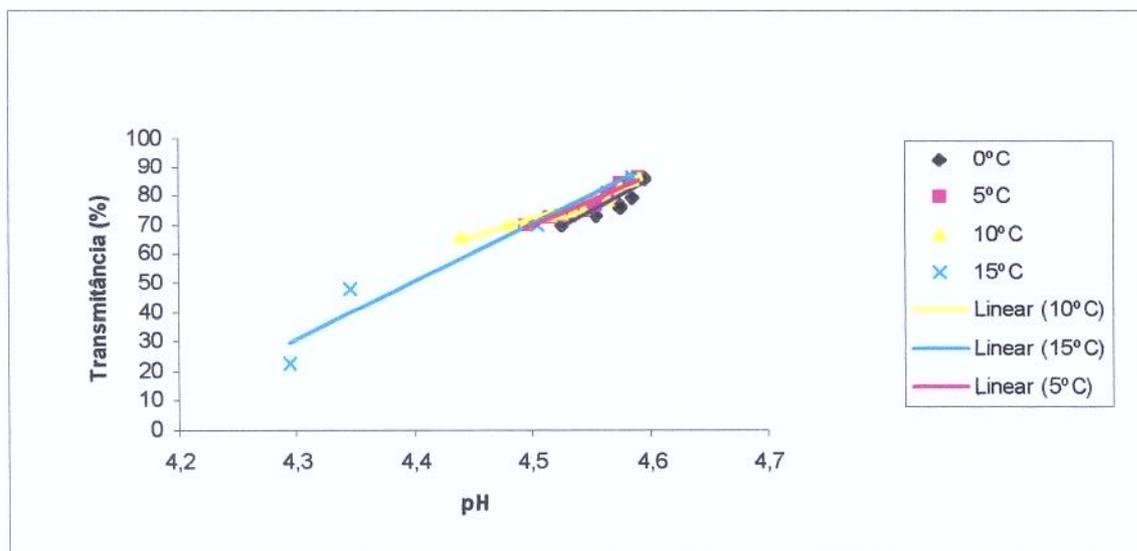


FIGURA 19. Correlação entre a variação da transmittância do produto refrigerado e o pH e da temperatura de armazenamento.

5.7.2 - Correlação do crescimento microbiológico com a transmitância

Analisando as correlações entre a variação da transmitância e o crescimento microbiológico percebeu-se que apresentaram perfis variados. Usando regressão linear, tanto para a bebida congelada quanto para a bebida refrigerada a 15°C o tipo de correlação foi de uma reta, ou seja segue uma função linear onde a transmitância e o crescimento microbiológico estão inversamente relacionados. Conforme aumenta o crescimento microbiológico, a transmitância diminui. Esta correlação pode ser observada nas Figuras 19 e 21.

Para a bebida refrigerada nas outras temperaturas de estocagem (0, 5, 10°C) o perfil apresentado foi de uma curva, a qual segue uma função exponencial onde a transmitância e o crescimento microbiológico estão inversamente relacionados. Conforme aumenta o crescimento microbiológico, a transmitância diminui. Tal correlação pode ser observada nas Figuras 20 e 21.

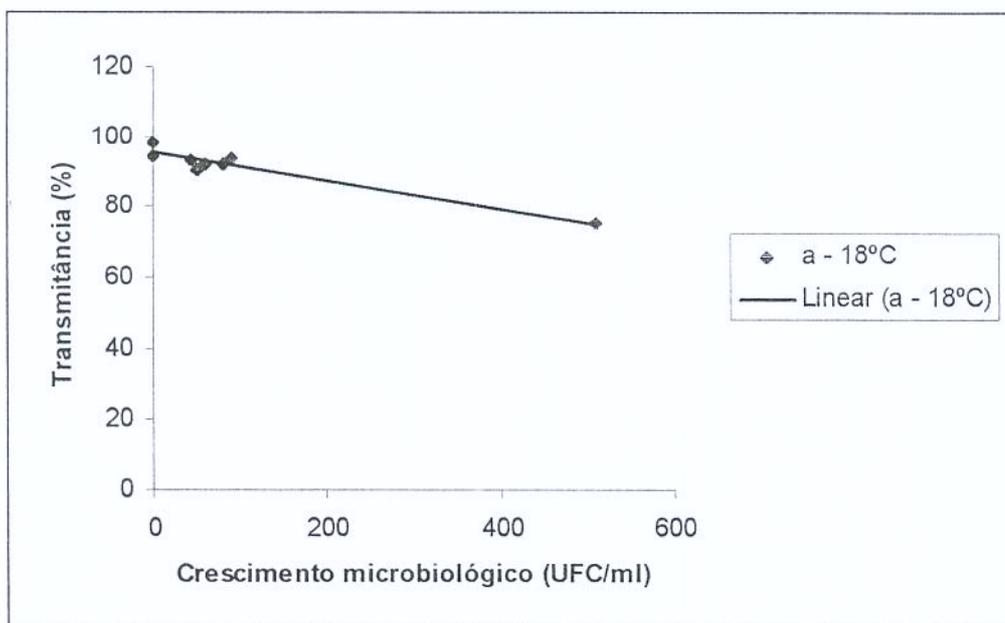


FIGURA 20. Correlação da transmitância do produto refrigerado em função da evolução da contagem microbiológica padrão total

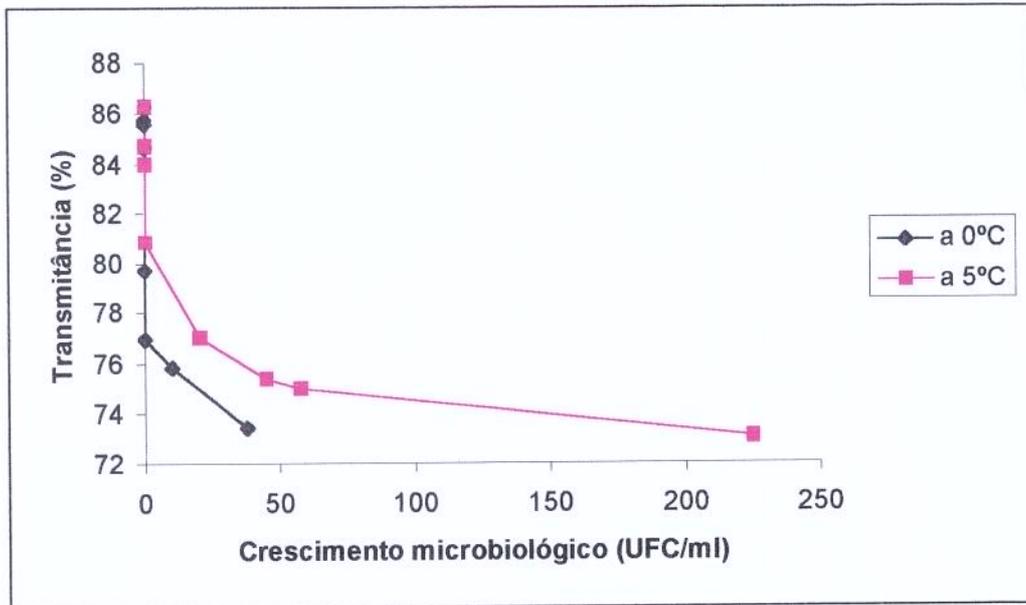


FIGURA 21. Correlação da transmitância em função da evolução da contagem microbiana total do produto refrigerado nas temperaturas de armazenamento de 0 e 5°C

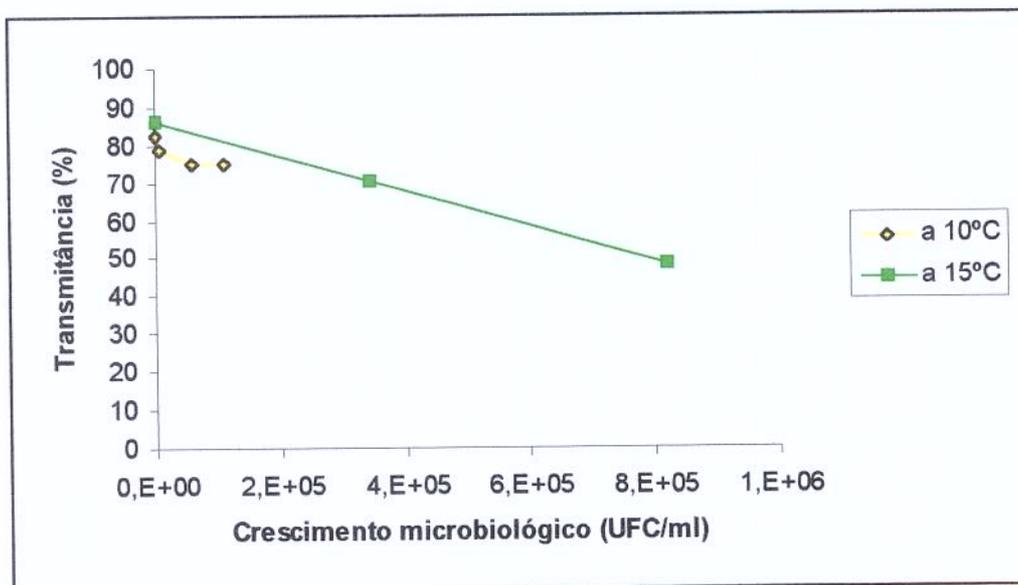


FIGURA 22. Correlação da transmitância em função da evolução da contagem microbiana total do produto refrigerado nas temperaturas de armazenamento de 10 e 15°C

6 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo conclui-se:

- A água de coco envasada em embalagem de PET estocada às temperaturas de 20 e 25°C apresentou a vida-de-prateleira de 1 semana, enquanto à 15°C chegou a quase 2 meses e à 10°C, cinco meses, com base nos ensaios microbiológicos. Ou seja, quando comparados e analisados os resultados das diversas análises, pode-se concluir que o parâmetro determinante da vida útil da água de coco refrigerada é o microbiológico, que foi o mais crítico. Os resultados obtidos mostraram uma diferença significativa com o passar do tempo, representando uma grande influência na estabilidade da bebida.
- Já para a água de coco congelada, até o término deste trabalho, não se pode estimar a vida útil porque ela apresentou-se em condições aceitáveis para o consumo, mesmo além da vida-de-prateleira determinada pelo fabricante. Em 9 meses, com base nos resultados, determinou-se um pH crítico e um limite mínimo de tolerância da transmitância, mas atendendo ainda as condições higiênico-sanitárias. Após realizada a avaliação da sua estabilidade, pode-se concluir que para a bebida congelada, o fator mais importante foi o físico-químico, considerando como significantes a transmitância e o pH, comprovado pela crescente turbidez da bebida, tornando-se translúcida, porém o consumidor prefere um produto cristalino. Assim, este foi o fator que teve influência significativa na estabilidade e, provavelmente, na determinação da vida útil do produto.
- Os resultados físico-químicos mostraram-se correlacionados, uma vez que, com o passar do tempo de armazenamento, houve um decréscimo no pH, acompanhado da redução na transmitância (devido ao aumento da turbidez), causado principalmente pela ação microbiológica e também pela ocorrência de reações químicas deteriorantes do produto refrigerado.

- Quando comparados todos os resultados provenientes das análises microbiológicas com os obtidos das físico-químicas, concluiu-se que o fator microbiológico tem maior influência na estabilidade da bebida refrigerada, sendo o parâmetro determinante para a sua estabilidade, enquanto que o físico-químico foi para a bebida congelada.
- Para se obter maior vida-de-prateleira da bebida refrigerada, deve ser mantida à temperatura de 5°C, porque a 10°C, a água de coco não conseguiu atingir a vida útil de 6 meses especificada pelo fabricante.
- Para a bebida congelada alcançar uma adequada vida útil, devem ser evitadas oscilações na temperatura de congelamento da câmara de estocagem. Mas, mesmo considerando tais oscilações da temperatura de estocagem, o produto congelado conseguiu atingir a vida útil de 12 meses especificada pelo fabricante.
- A água de coco é um produto facilmente perecível, por ser um ótimo meio de cultura para microrganismos, os quais deterioram a bebida, portanto para aumentar a vida útil da água de coco e poder comercializá-la refrigerada, há a necessidade de um tratamento térmico tipo pasteurização a fim de reduzir a carga microbiana.
- Nas avaliações sensoriais, feitas pelo teste de escala hedônica, quanto ao sabor geral, houve uma tendência à preferência pela água de coco mantida congelada. Entretanto, os testes sensoriais não permitiram determinar o final da vida-de-prateleira da água de coco tanto da refrigerada como também da congelada.

- Como no produto refrigerado, além da pasteurização são adicionados conservantes. Presume-se que os aditivos provocam uma alteração no sabor da bebida, notada e indesejada pelo consumidor. Este fato foi confirmado sensorialmente, já que nos testes sensoriais, os provadores comentaram em suas observações este ponto referente ao sabor da bebida refrigerada.
- A água de coco congelada apresentou condições higiênico-sanitárias melhores que a refrigerada. A bebida refrigerada mesmo com a pasteurização e a adição de conservantes teve um crescimento microbiológico acentuado para algumas temperaturas de armazenamento, deteriorando-se rapidamente e resultando num produto não mais consumível e com a qualidade comprometida. Enquanto, a bebida congelada teve um crescimento microbiológico baixo, sendo beneficiada pelo congelamento, que consegue evitar e inibir o desenvolvimento de microrganismos e manteve-se um produto de qualidade até após o fim deste trabalho.

7- SUGESTÕES PARA PRÓXIMAS PESQUISAS

Visando conservar a água de coco por uma vida útil adequada, mantendo o seu sabor natural, é aconselhável o envase asséptico desta bebida.

Dado o potencial mercadológico da embalagem de PET, recomenda-se o desenvolvimento de um sistema asséptico para o acondicionamento da água de coco natural neste tipo de embalagem.

Através de análises microbiológicas (PCA e PDA), sensoriais e físico-químicas, sugere-se estimar a vida-de-prateleira da água de coco envasada assepticamente em PET e verificar a estabilidade da bebida asséptica mantida à temperatura ambiente, já que, no presente estudo, a refrigerada se deteriorou rapidamente quando exposta ao ambiente. O sistema asséptico também evitaria o uso de conservantes.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR – 12806. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**, 8p., fev./1993.
2. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR – 12994. **Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas**, 2p., julho/1993.
3. ABREU, F.A.P. Embrapa revoluciona industrialização de água de coco. **Embrapa- Agência do Estado – Ciência e Tecnologia**, 09/junho/1999.
4. ABREU, F.A.P. de e ROSA, M. de F. **ÁGUA-DE-COCO: Métodos de Conservação**. Embrapa – SEBRAE, Fortaleza, junho/2000.
5. ANJOS, C.A.R. **Aplicação da energia de microondas na secagem da resina de Polietileno Tereftalato (PET)**. Campinas, agosto/1998.
6. ANJOS, C.A.R. **A Tendência da Embalagem plástica para alimentos**. Seminário Embalagens para a indústria alimentícia. ABEA. São Paulo, 28/novembro/1996.
7. ANZALDO, F.E. Coconut water as intravenous liquid. **Phil.Coco Studies**. 10(1), p.31-43, 1985.
8. ASHRAE Handbook Refrigeration. **The refrigerating data book**. The American Society of Refrigerating Engineers, New York, 1990.

9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Determinação da estanqueidade.** In: **ABNT projeto no. 23.05.08-002.** São Paulo: ABNT, 1985. 2p. Apud: Embalagens Plásticas: controle de qualidade. Campinas: ITAL, p. 177-181, 1989.
10. BANZON, J.A. **The coconut palm and its fruit.** 1990. In: Coconut as Food. (J.A. BANZON, O.N. GONZALEZ, S.Y. LEON and P.C. SANCHEZ, eds.) Phillippines Coconut Research and Development Foundation, Quezon City, Phillippines. p.3-7.
11. BEKBÖLET, M. Light Effects on Food. **Journal of Food Protection**, v.53, n.5, p.430-440, May 1990.
12. BLENFORD, D.E. **Shelf life of Foods.** Guidelines for its Determination and Prediction. Institute of Food Science & Technology. UK, 1992.
13. BLISKA, F.M.M.; LEITE, R.S.S.F.; SAVITCI, L.A. O coco no Brasil – Aspectos Econômicos e de Mercado In: **Coletânea do Ital**, Campinas, v.25, n.1, p. 81-105, jan/jun. 1995.
14. CAMPOS, C.F.; SOUZA, P.E.A.; COELHO, J.V. and GLÓRIA, M.B.A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.20, p.487-500, 1996.
15. CARNAÚBA, T.T. Possibilidades da Cultura do Coqueiro no Litoral Norte de São Paulo. **O Agrônomo**. Campinas, v.18, p.36-40, 1966.
16. CHERDCHAI, T.A.; WARAMUT, K. Nata de coco product mixed in lychee juice. **Food**, v.23.n.3, p.107-114,1993.

17. CLIFFORD, W.H., GYESZLY, S.W. and MANATHUNYA V. Accelerated tests vs. Calculations based on product/package properties. **Package Development & Systems**. Michigan, p. 29-32, Sep/oct. 1977
18. COLLARES, E.F. & SOUZA, N.M. Soluções alternativas para hidratação oral em pediatria. I – Composição de Refrigerantes, de Infusões e de Água de Coco. **Revista Paulista de Pediatria**, n.3, p. 46-49, 1985.
19. COMPÊNDIO DA LEGISLAÇÃO DE ALIMENTOS. Consolidação das Normas e Padrões de Alimentos. **Atos do Ministério da Saúde**, ABIA, Revisão n.7, 1999.
20. CORRÊA, C.P.A. **Avaliação da Influência de embalagens na qualidade da aguardente de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)**. Unicamp, Campinas, 2001.
21. CURIALE, M.S. Shelf-Life Evaluation Analysis. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**. Chicago. V. 11, n. 7, p.364-369, jul.1991.
22. FAGUNDES NETO, U.; FRANCO, L.; TABACOW, K.M.B.D.; MACHADO, N.L. Água de Coco. Variações de sua composição durante o processo de maturação. **Jornal de Pediatria**, v.65, n. 1/2, p. 17-21, 1989.
23. FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Production Yearbook 1995**, Roma, v.49, p. 47, 1995.
24. FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Production Yearbook 1998**, Rome, v.52, p.150-152 e 293-294, 1999.

25. FARIA, J.A.F. **Estabilidade de Alimentos em Embalagens Plásticas**. Campinas, Unicamp/FEA, p.23-40, Fevereiro, 1990.
26. FARIA, J.A.F. Estimativa de Vida-de-Prateleira (Shelf Life). **Embalagem e Estabilidade de Alimentos**. Campinas, Unicamp/FEA, 1995.
27. FARIA, J.A.F. Determinação da permeabilidade de embalagens. **Controle de Qualidade de Embalagens**, Campinas, Unicamp, 1998.
28. FARIA, J.A.F. **Consulta pessoal**. Campinas, Unicamp/FEA, 2000.
29. FARR, S. 2001 a soft drinks odyssey. **Food Manufacture**, v.69, n.3, p.29-30, 1994.
30. GACULA JR., M.C. The Design of Experiments for Shelf Life Study. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 399-403, 1975.
31. GOMES, P. **O coqueiro da Bahia**. Chácaras e quintais. São Paulo, v.79, p.59-60, 1961.
32. GONZALEZ, O.N.1990. **Coconut-based beverages**. In: Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. CAMPOS, C.F.; SOUZA, P.E.A.; COELHO, J.V. and GLÓRIA, M.B.A. **Journal of Food Processing and Preservation**, n. 20, p.487-500, 1996.
33. HICKS, E.W. Note on the estimation of the effect of diurnal temperature fluctuation on reaction rates in stored foodstuffs and other materials. **J. Counc. Sci. Ind. Res.**, v.17, p.111, 1944.

34. HORWITZ, W. **Official Methods of Association of Official Analytical Chemists**. Association of Official Analytical Chemists. 13th Ed, Washington D.C., p.1044, 1989.
35. HUERTE, E.V.M.; URRUTIA, A.E.; MEZA, H.A. Sensory evaluation of a coco-gin drink. In: **IFT Annual Meeting 1995 Reports**, p.233, 1995.
36. IBGE. **Culturas temporárias e permanentes - produção agrícola municipal**. IBGE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, v. 14, 1987.
37. INSTITUTE of FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL. Shelf Life of Foods, **Food Technology**, Aug. 1974.
38. INSTITUTE of FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL. Open Shelf-life Dating of Food (A Scientific Status Summary on Food Safety & Nutrition), **Food Technology**, p.89-96. Feb. 1981.
39. JAY. J.M. **Microbiología Moderna de los alimentos**. 2ed.. Zaragoza, España. p.300-320. 1978.
40. JAYALEKSHMY, A. , ARUMAGHAN, C., NARAYNAN, S. and MATHEW, A.G. Changes in the chemical composition of coconut water during maturation. **J. Food Sci. Technol.** 23(4), p.203-207, 1986.
41. KAREL, M. Packaging Protection for Oxygen-Sensitive Products. **J. Food Technology**. M.I.T. Cambridge, Mass, p. 50-60, august 1974.
42. KOVOOR . 1968. In: MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; MARTIN, Z.J. D.; KATO, K.; TERUO, P.; TURATTI, J.M.; SANTOS, L.C. Dos; SILVA, M.T.C.; CANTO, W.L. do; NETO, L. de C. B. e MORETTI, V.A. **Coco:**

Da cultura ao Processamento e Comercialização. Série Frutas Tropicais. Campinas. ITAL, 1980.

43. KUBALA, J.J. and GACULA JR., M.C. Statistical Models for Shelf Life Failures. **Journal of Food Science** - v. 40, p. 404-409, 1975.
44. KUBERSKI, T.; ROBERTS, A.; LINEHAN, B.; BRYDEN R.N. TEBURAE, M. Coconut water as a rehydration fluid. **New Zealand Medical Journal**, n.8, p.98-100, August/1979.
45. LABUZA, T.P. Enthalpy/Entropy Compensation in Food Reactions. **Food Technology**, p.67-77, Feb.1980.
46. LABUZA, T.P. A theoretical comparison of losses in foods under fluctuating temperature sequences. **J. Food Science**, n. 44, p. 1162-1168, 1982a.
47. LABUZA, T.P. **Shelf-Life Dating of Foods**. Food & Nutrition Press, INC. St. Paul, p.33-66, 1982b.
48. LABUZA, T.P. Application of Chemical Kinetics to Deterioration of Foods. **Journal of Chemical Education**, St. Paul, p. 348-358, April 1984.
49. LABUZA, T.P. and SCHMIDL, M.K. Accelerated Shelf-life Testing of Foods. **Food Technology**, p. 57-64, Sept. 1985.
50. LABUZA, T.P. and SCHMIDL, M.K. Use of Sensory Data in the Shelf Life Testing of Foods: Principles and Graphical Methods for Evaluation. **Cereal Foods World**, v. 33, n. 2, p. 193-206, Feb. 1988.

51. LABUZA, T.P. and FU, B. Shelf-life prediction: theory and application. **Food Control**, v.4, n.3, p.125-133, 1993.
52. LABUZA, T.P. and TAOUKIS, P.S. The Relationship Between Processing and Shelf-Life. **Foods for the 90s**, n. 6, p.73-106, 1990.
53. LEITÃO, M.F.F. **Consulta pessoal**. Campinas, Unicamp/FEA, 1999.
54. MACIEL, M.I.; OLIVEIRA, S.L. and SILVA, I.P. **Effects of different storage conditions on preservation of coconut (*Cocos nucifera*) water**. J. Food Processing and Preservation. 16(1), p. 13-22, 1992.
55. MAGDA, R.R. Coco-soft-drink: health beverage from coconut water. **Food Marketing and Technology**, v.6, n.6, p.22-23, 1992.
56. MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; MARTIN, Z.J. D.; KATO, K.; TERUO, P.; TURATTI, J.M.; SANTOS, L.C. Dos; SILVA, M.T.C.; CANTO, W.L. do; NETO, L. de C. B. e MORETTI, V.A. **Coco: Da cultura ao Processamento e Comercialização**. Série Frutas Tropicais. Campinas. ITAL, p. 7-14, 24,25,38,155-164,173-181, 249-252, 1980.
57. MONTENEGRO, H.M. **Coconut oil and its byproducts**. JAOCS. 62(2), p.259-261, 1985.
58. MORENO, F.S.M. **Consulta pessoal na empresa Coco Brasil, Osasco - SP, 1998/1999**.
59. MOURA, J.I.L.; DONALD, E. R.C. e LEITE, P.C. **Cultivo do coco**, SEBRAE/SENAR, Brasília, 1999.

60. NETO, R. C. S. **Processamento de suco de laranja pasteurizado em garrafas de polietileno tereftalato (PET)**. Campinas. São Paulo, p.26-36, 1998.
61. NUNES, J.F. Água de coco vira diluente de sêmen. **Embrapa**. Internet, 1999.
62. PADULA, M. , SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. , ARDITO, E.F.G., GARCIA, E.E.C., OLIVEIRA, L.M. e ALVES, R.M.V. **Embalagens plásticas: controle de qualidade**. Campinas: ITAL/CETEA, 1989, 202p.
63. PENHA, E.M. Características do coco verde para industrialização da água e da polpa gelatinosa. **XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Rio de Janeiro, v.2, p.1105-1108, julho/1998.
64. PEREIRA, R. & GUARNIERI, M. Água-de-coco. **Revista Saúde**, n.208, p.22-29, janeiro/2001.
65. PETRUS, R. R. **Desenvolvimento de processo e Avaliação de estabilidade de bebida isotônica acondicionada em garrafa plástica asséptica**. Campinas. São Paulo. 2000.
66. PINTO, G.P. e OLIVEIRA, A.R.C. **Composição química e valor nutritivo da água de coco anão e de praia**. Anais da II Reunião de Investigação Agrônômica do Nordeste. Recife, v.7, p.41-43, 1962.
67. POWERS, J.J., LUKASZEWICZ, W., WHELLER, R., and DORNSETTER, T.P. Chemical and microbial activity ratio under square wave and sinusoidal temperature fluctuations. **J. Food Science**, v. 30, p.520, 1965.

68. PRAPHAILONG, W. and FLEET, G.H. The effect of pH, sodium chloride, sucrose, sorbate and benzoate on the growth of food spoilage yeasts. **Food Microbiology**, Sidney, v. 14, p.459-468, 1997.
69. QUAST, D.G. e KAREL, M. Effects of oxygen diffusion on oxidation of some dry foods. **J. Food Technol.** 6: 95, 1971.
70. QUAST, D.G. e KAREL, M. Simulating shelf life. **Technical / Engineering Methods, Research, Testing.** p. 51-55, March 1973.
71. RAMMERT, M. Aseptic Cold Fill: Experiences and Developments. **Industrie delle Bevande**, v.25, p.123-128, aprile 1996.
72. ROBERTS, P.; JACOB, J. and HARRISON, D. Microbial ecology of foods. **Factors Affecting life and death of microorganisms.** Academic Press. ICMSF, v.1, p.112-125, 1980.
73. ROSA Jr., C. Del R. M. **Coqueiro: cultivo sob condição irrigada**, 2.ed., SEBRAE/PE, Recife, 2000.
74. ROSARIO, R.R.del. Coconut research revisited. **Philippine Agriculturist**, v.75, n.3/4, p.77-90,1992.
75. SABADINI, E.; ASSANO, E. M.; ATVARIS, T.D.Z. Molecular weight of polyethylene glycols by vapor pressure osmometry: an alternative data treatment. **J. Appl. Plym Sci**, n.65, p.595-600, 1997.
76. SAGUY and KAREL, M. Modeling of Quality Deterioration During Food Processing and Storage. **Food Technology**, p.78-85, Feb.1980.

77. SASAKI, M. **Consulta pessoal** a trabalho realizado sobre produção de água de coco. Campinas, Unicamp/FEA, 1998.
78. SATTAR, A. and deMan, J. M. Photooxidation of Milk and Milk Products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p.13-37, Nov. 1975.
79. SATTAR, A., deMan, J. M. and ALEXANDER, J.C. Effect of Wavelength on Light Induced Quality Deterioration of Edible Oils and Fats. **J. Inst. Can. Food Sci. Technol.**, v.9, n.3, p.108-113, 1976.
80. SENRA, F. do V. **Trabalho sobre Envase de leite pasteurizado em garrafas de Polietileno tereftalato (PET)**. São Caetano do Sul – SP, 1997.
81. SHARF, J.M. **Métodos recomendados para o Exame Microbiológico de Alimentos**, São Paulo. p. 121-128, 1975.
82. SILVA, A.A. M. da. **Estudo da estabilidade do leite de coco concentrado**. Tese Apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos, da Unicamp. FEA. Campinas. p.4-11, 1972.
83. SILVA, M. R. **Caracterização química e nutricional da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.): desenvolvimento e otimização de produtos através de testes sensoriais afetivos**. Tese de Doutorado. Unicamp. Campinas, 1997.
84. SILVA, R.F. **Notas sobre a cultura do coqueiro anão**. Boletim de Agricultura. B. Horizonte. 5(1/2), p.63-66, 1956.

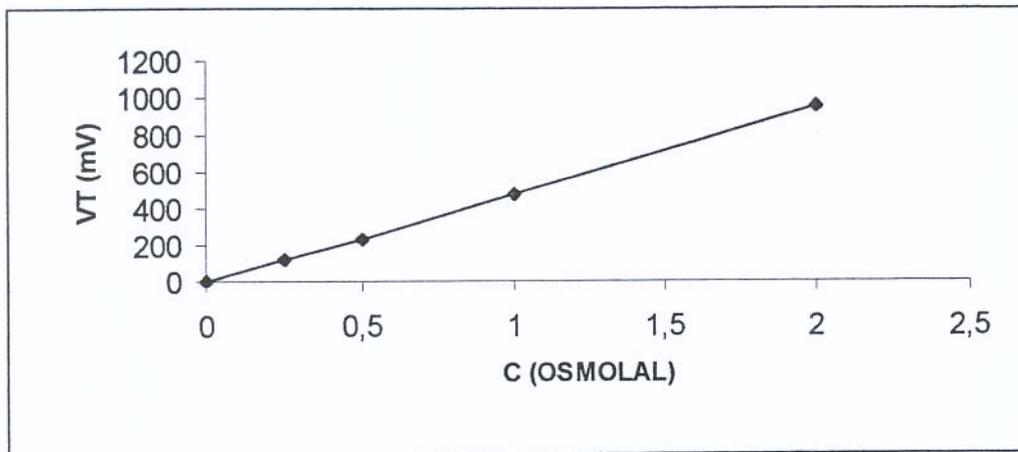
85. SMITH, M.E.; BULL, A.T. Protein and other compositional analyses of *Saccharomyces fragilis* grown on coconut water waste. **Journal of Applied Bacteriology**, v.41, p.97-107, 1976.
86. SNYDER, O.P.J. Redox Potencial in Deli Foods: Botulism Risk?. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, St. Paul, v.16, n.9, p. 546-548, september 1996.
87. SPIEGEL, A. **Shelf Life Testing**. Chapter 9, p.358-396, 1992.
88. SREBERNICH, M.S. **Caracterização física e química da água de fruto de coco, variedades gigante e híbrido PB-121, visando o desenvolvimento de uma bebida com características próximas às da água de coco**. FEA, Unicamp, Campinas, 1998.
89. SYMONS, H. **Shelf Life Evaluation of Foods – Frozen foods**. C.M.D. Man e A.A. Jones, Londres, p. 296–316, 1992.
90. TAVARES, M.; CAMPOS, N.C.; NAGATO, L.A.F. ; LAMARDO, L.C.A.; INOMATA, E.I.; CARVALHO, M.F.H. e ARAGÃO, W.M. Estudo da composição química da água de coco-anão verde em diferentes estágios de maturação. **XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Rio de Janeiro, v.2, p.1262-1265, julho/1998.
91. TOCCHINI, R. **Água de coco**. Apostila do curso de Tecnologia de Bebidas. Frutotec. ITAL. Campinas, set.1998.
92. TOLEDO. Kinetics of Chemical Reactions in Foods. **Fundamentals of Food Process Engineering**, p.302-314, 1985.

93. TRESSLER, D.K.; VAN ARSDEL, W.B.; COPLEY, M.J. **The freezing preservation of foods**. Factors affecting quality in frozen foods. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, CT, v.2, 1968.
94. VAL, A.J. **Coco: o falso baiano**. Globo Rural 6, p.49-54, 1992.
95. VAN OVERBEEK et al. 1968. In: MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; MARTIN, Z.J. D.; KATO, K.; TERUO, P.; TURATTI, J.M.; SANTOS, L.C. Dos; SILVA, M.T.C.; CANTO, W.L. do; NETO, L. de C. B. e MORETTI, V.A. **Coco: Da cultura ao Processamento e Comercialização**. Série Frutas Tropicais. Campinas. ITAL. 1980.
96. VITALI, A. de A.; NETO, T. R.O; JARDIM, D.C.P.; QUAST,G.D.; PADULA, M. e MORI, E.E.M.M. **Reações de Transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Manual Técnico, n.6. 2ª.edição. ITAL. Campinas, 1996.
97. WOODROOF, J. G. **Coconuts: Production, Processing and Products**. The AVI Publishing Company Inc., Connecticut, U.S.A., p.145-148, 1970.

ANEXO I

FIGURA

GRÁFICO



A equação de regressão da reta é: $y = 0,0042 + 0,0021x$.

FIGURA I.1 - Curva padrão de calibração para determinação do valor osmótico da bebida.

ANEXO II

RESULTADOS
MÉDIAS
DESVIOS PADRÃO
E
RESULTADOS ESTATÍSTICOS
DAS ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS

TABELA II.1- Determinação de sólidos solúveis

Temperatura (°C)	Sólidos solúveis (°Brix)	Sólidos solúveis (°Brix)	Sólidos solúveis (°Brix)	Valor Médio (°Brix)
0	6,0	5,5	6,0	5,83
5	6,0	6,0	6,0	6,00
10	6,0	6,0	6,0	6,00
15	5,5	6,0	5,5	5,67
Média total	-	-	-	5,87
congelada	5,5	5,0	5,5	5,33

TABELA II. 2 - Peso das garrafas cheias e vazias

Peso médio das garrafas vazias de marca Coco Life (g)	Peso médio das garrafas cheias refrigerada (total) (g)	Peso médio das garrafas vazias de marca Trairi (g)	Peso médio das garrafas cheias congelada (total) (g)
33,18	376,01	33,29	376,15
33,13	375,88	32,39	375,46
33,12	372,59	32,36	375,33
32,95	372,09	32,31	373,75
32,34	369,95	32,24	372,99
32,25	369,47	32,15	372,95
32,23	368,17	32,08	372,94
32,12	367,11	32,07	372,43
32,11	366,40	32,05	371,72
32,10	366,11	31,99	371,68
32,00	364,67	31,92	370,03
31,96	363,28	31,44	368,04
32,46	369,31	32,19	372,79

TABELA II.3 - Determinação da transmitância (%) por espectrofotometria a 610nm:

Amostra	0	1	2	3	Tempo 4	de 5	estocagem 6	(meses) 7	8	9	10
Congelada (-18°C)	99,44	96,39	97,58	95,26	96,12	96,44	93,38	75,36	63,59	60,24	57,90
	98,88	95,82	95,46	93,32	93,54	96,39	91,46	75,22	62,78	59,83	57,77
	97,97	93,47	91,18	90,35	92,81	93,38	91,18	75,14	62,44	59,79	57,59
	97,11	92,94	90,88	89,51	91,46	90,13	90,88	75,08	61,92	59,49	56,67
						90,09	89,51	74,95	61,51	59,33	56,47
						88,43	88,16	74,64	61,11	58,68	56,27
						88,19	88,01	73,33	61,08	58,24	55,77
a 0°C	-	86,15	86,08	85,05	80,85	77,32	76,00	74,45	73,87	70,83	69,74
	-	86,13	86,05	84,91	79,75	77,15	75,93	73,84	73,73	70,35	69,66
	-	85,48	85,25	84,76	79,54	76,69	75,79	73,09	73,57	69,98	69,17
	-	85,16	85,03	83,87	78,76	76,64	75,61	72,42	72,87	69,36	68,76
a 5°C	-	85,27	84,90	82,86	77,32	76,61	75,31	74,03	73,35	70,40	67,95
	-	85,02	84,76	81,40	77,15	75,17	75,00	73,80	72,84	70,28	67,61
	-	84,50	83,56	79,93	76,93	75,03	74,96	72,41	72,70	69,86	67,38
	-	84,13	82,75	79,10	76,51	74,66	74,53	72,00	71,99	69,63	67,01
a 10°C	86,94	83,45	79,68	75,69	75,31	74,62	73,83	71,95	70,29	67,29	65,81
	86,77	83,19	79,10	75,61	75,00	74,16	73,69	71,28	69,74	66,06	65,65
	85,92	82,28	78,76	75,14	74,95	73,48	73,32	70,64	69,51	65,73	65,64
	85,55	81,75	78,14	75,03	74,53	72,65	73,15	69,69	69,31	64,92	65,27
a 15°C	-	71,99	49,47	23,21	5,99						
	-	70,60	48,87	23,14	5,78						
	-	69,66	47,56	22,72	5,71						
	-	68,54	46,07	22,55	5,66						

TABELA II.4- Contagem microbiológica padrão total (PCA) para a água de coco congelada e refrigerada

Amostra	Contagem microbiológica (UFC/ml)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tempo		de		Estocagem		(meses)	
Congelada	-	-	$8,00 \times 10^1$	$7,00 \times 10^1$	$6,00 \times 10^1$	$7,00 \times 10^1$	$6,00 \times 10^1$	$5,20 \times 10^2$
(-18°C)	-	-	$1,00 \times 10^2$	$9,00 \times 10^1$	$3,00 \times 10^1$	$5,00 \times 10^1$	$4,00 \times 10^1$	$5,00 \times 10^2$
a 0°C	0	0	0	0	0	0	$1,00 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$
	0	0	0	0	0	0	$1,00 \times 10^1$	$3,5 \times 10^1$
a 5°C	0	0	0	0	$2,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^1$	$5,50 \times 10^1$	$2,5 \times 10^2$
	0	0	0	0	$2,0 \times 10^1$	$5,0 \times 10^1$	$6,00 \times 10^1$	$2,0 \times 10^2$
a 10°C	0	$4,00 \times 10^1$	$5,75 \times 10^3$	$6,50 \times 10^4$	$*9,50 \times 10^4$	-	-	-
	0	$3,00 \times 10^1$	$5,50 \times 10^3$	$5,00 \times 10^4$	$*1,28 \times 10^5$	-	-	-
a 15°C	$3,9 \times 10^2$	$*3,42 \times 10^5$	$*8,20 \times 10^5$	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

TABELA II.5 . Contagem microbiológica (UFC/ml) de bolores e leveduras (PDA)

Amostra	Contagem microbiológica (UFC/ml)								
	Tempo		de		Estocagem		(meses)		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Congelada (-18°C)	0	2,00 x10 ¹	0	0	3,00 x10 ¹	1,80 x10 ¹	1,00 x10 ¹	0	1,00 x10 ²
	0	1,00 x10 ¹	0	0	2,00 x10 ¹	2,00 x10 ¹	0	0	2,00 x10 ²
a 0°C	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0 x10 ¹
	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0 x10 ¹
a 5°C	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0 x10 ¹
	0	0	0	0	0	2,0 x10 ¹	4,0 x10 ¹	2,00 x10 ²	2,70 x10 ³
a 10°C	0	0	0	0	0	1,0 x10 ¹	2,0 x10 ¹	2,20 x10 ²	2,45 x10 ³
	0	0	0	0	5,65 x10 ²	1,0 x10 ³	4,90 x10 ⁴	*1,50 x10 ⁵	--
a 15°C	0	8,03 x10 ³	*3,41 x10 ⁵	-	1,3 x10 ³	--	--	--	--

TABELA II.6 . Variação do pH em função do tempo de armazenamento (de 0 a 9 meses) nas estufas, nas variadas temperaturas de refrigeração e no congelador, na temperatura de congelamento

Temperatura da Amostra (°C)	Tempo de Estocagem (meses)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-18	5,02	5,00	5,01	5,01	4,99	4,98	4,97	4,88	4,83	4,78
	5,01	5,01	5,00	4,99	4,95	4,94	4,96	4,86	4,80	4,76
	4,60	4,60	4,59	4,59	4,59	4,58	4,58	4,56	4,54	4,53
0	4,59	4,59	4,59	4,58	4,58	4,57	4,57	4,55	4,53	4,52
	4,60	4,59	4,58	4,57	4,56	4,55	4,55	4,53	4,52	4,50
	4,58	4,58	4,57	4,56	4,55	4,54	4,54	4,52	4,51	4,49
10	4,59	4,58	4,57	4,55	4,54	4,53	4,52	4,50	4,49	4,45
	4,59	4,57	4,56	4,54	4,53	4,52	4,51	4,49	4,47	4,43
	4,59	4,51	4,34	4,30	4,53	4,52	4,51	4,49	4,47	4,43
15	4,59	4,51	4,34	4,30	4,53	4,52	4,51	4,49	4,47	4,43
	4,58	4,50	4,35	4,29	-	-	-	-	-	-
	4,58	4,50	4,35	4,29	-	-	-	-	-	-

TABELA II.7. Medição do teor de O₂ dissolvido (%)

Amostra	Tempo de Estocagem (meses)				
	0	2	6	9	10
Congelada (-18°C)	5,96	5,85	5,58	4,89	4,26
	5,63	5,37	5,43	4,47	3,93
	5,42	5,26	5,41	4,33	3,82
a 0°C	--	1,70	2,48	3,78	3,85
	--	1,97	2,65	3,93	4,14
a 5°C	--	2,62	3,28	3,86	4,87
	--	2,05	3,38	3,94	4,72
a 10°C	1,49	2,76	3,49	4,35	5,02
	1,85	2,83	3,57	4,28	4,98
a 15°C	--	--	4,89	--	--
	--	--	4,99	--	--