

UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DISSERTAÇÃO

Produção de Massa de Tomate Enriquecida com Fontes
Naturais de Carotenoides Importantes para a Saúde
Humana

Mariana Silva Pelosi

2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**PRODUÇÃO DE MASSA DE TOMATE ENRIQUECIDA COM FONTES
NATURAIS DE CAROTENOIDES IMPORTANTES PARA A SAÚDE
HUMANA**

MARIANA SILVA PELOSI

Sob a Orientação da Professora
Cristiane Hess de Azevedo Meleiro

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Seropédica, RJ
Maio de 2012

616.39

P381p

T

Pelosi, Mariana Silva, 1987-

Produção de massa de tomate enriquecida com fontes naturais de carotenoides importantes para a saúde humana / Mariana Silva Pelosi - 2012.

68 f. : il.

Orientador: Cristiane Hess de Azevedo Meleiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Bibliografia: f. 55-64.

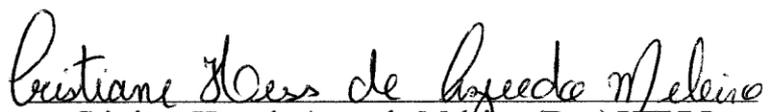
1. Avitaminose - Teses. 2. Alimentos enriquecidos - Teses. 3. Carotenoides - Teses. 4. Testes microbiológicos - Teses. 5. Tecnologia de alimentos - Teses. I. Meleiro, Cristiane Hess de Azevedo, 1972-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

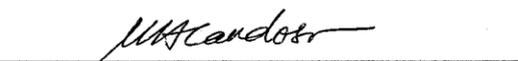
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

MARIANA SILVA PELOSI

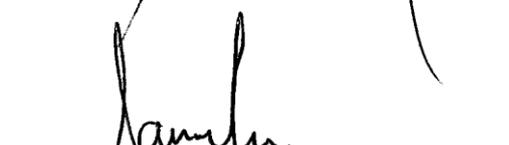
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28 / 05 / 2012


Cristiane Hess de Azevedo Meleiro. (Dra.) UFRRJ
(Orientadora)


Marisa Helena Cardoso. (Dra.) UNIRIO


Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur. (Dr.) UFRRJ


Sandra Regina Gregório. (Dra.) UFRRJ

Dedico essa dissertação a todos da minha família que participaram, apoiaram e incentivaram ao longo da caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, toda bondade, por ter permitido que eu realizasse mais esse sonho, por ter concedido força para eu lutar e chegar até o final desse trabalho e por ter colocado pessoas tão especiais na minha vida.

À minha querida família, especialmente minha mãe, Regina, minha melhor amiga, que desde cedo me incentivou a estudar, que sempre acreditou em mim, que participa de maneira intensa na minha vida, sempre orientando e ajudando em todas as coisas. Sem ela esse sonho não se concretizaria.

À professora Cristiane, por ter acreditado que eu fosse capaz de colocar em prática esse trabalho, por todos os conhecimentos comigo compartilhados ao longo da orientação, importantes para o meu aprimoramento, pela paciência, pela imensa simpatia e pelo incentivo nos momentos em que achei que quase tudo estava perdido e ela esteve sempre buscando a solução.

Ao professor Sabaa, pelas sugestões dadas na qualificação do trabalho, pela disponibilização da polpa de buriti, por ter permitido que eu participasse do trabalho desenvolvido no SENAI, junto aos seus novos alunos, pelo incentivo, enfim, por todo o auxílio.

À professora Sandra, que também esteve presente na qualificação do trabalho, dando sugestões, por ter emprestado seu laboratório de Análise Sensorial sempre que precisei e pelo auxílio nas análises estatísticas.

À professora Marisa, que me orientou durante a graduação do terceiro ao oitavo período e que agora tenho a felicidade de poder com ela compartilhar da leitura desse trabalho e contar novamente com as suas orientações.

À professora Marisa, do Departamento de Engenharia Química, e seus alunos, que me acolheram tão bem em seu laboratório quando precisei.

À professora Rosa, pelo auxílio nas análises microbiológicas.

À professora Mieko e suas alunas, pelo auxílio nas análises de carotenoides.

A todos os professores que participaram da minha formação desde a alfabetização até os dias de hoje, cumprindo essa missão grandiosa, que é ser professor.

A todos os trabalhadores da instituição e colegas que participaram comigo dessa jornada e que estiveram também dispostos a ajudar. Alguns deles: Cristiane, Daniel, Dilson, Dina, Edilene, Elaine, Felipe, Fernando, Flávia, Gabriela, Guilherme, Ivan, Ivanilda, Jair, Juarez, Júlio, Luciana, Lucimar, Maria da Glória, Mayra, Michelle, Rodrigo, Sérgio, Vânia.

Ao SENAI, pelo apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação da UFRRJ, pela oportunidade.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

PELOSI, Mariana Silva. **Produção de Massa de Tomate Enriquecida com Fontes Naturais de Carotenoides Importantes para a Saúde Humana**. 2012. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

A deficiência de vitamina A é um grande problema de saúde pública e um dos grupos mais vulneráveis a essa deficiência são as crianças em idade pré-escolar. Existem medidas de intervenção que podem ser adotadas como forma de prevenir ou reduzi-la, sendo o enriquecimento de alimentos uma dessas. Nesse sentido, os objetivos desse trabalho foram desenvolver formulações de massa de tomate com de suco de cenoura e com polpa de buriti; caracterizar os produtos com relação à segurança microbiológica (clostrídios butíricos, termófilos “flat-sour”, bactérias lácticas, bolores e leveduras), físico-química (pH, sólidos solúveis e carotenoides) e sensorial (teste de aceitação com escala hedônica e intenção de compra). Esses produtos alimentícios foram escolhidos por serem fontes de diferentes carotenoides com importância bioativa. Ao longo de 90 dias, todas as formulações foram aprovadas nos testes microbiológicos. Quanto às análises físico-químicas, verificou-se aumento significativo do pH nas três formulações com suco de cenoura e o teor de sólidos solúveis inalterado durante os 3 meses em cada um dos produtos. Na massa de tomate com polpa de buriti, encontrou-se acidez elevada, que pode estar associada à polpa, a qual se desconhece o processamento. A manutenção do teor de sólidos solúveis, também para essas amostras, sugere que o processamento térmico foi capaz de inativar as enzimas pécnicas. Na avaliação quantitativa dos carotenoides, é importante destacar que com o tempo ocorreu degradação significativa desses compostos presentes na massa de tomate com suco de cenoura. No entanto, mesmo após 90 dias de armazenamento à temperatura ambiente, as três formulações foram consideradas como enriquecidas para crianças em idade pré-escolar, atingindo pelo menos 30% da Ingestão Diária Recomendada para a faixa etária. A degradação dos carotenoides no extrato de tomate com polpa de buriti não foi acompanhada tendo em vista o perfil carotenogênico apresentado. Sensorialmente, as médias de notas para a massa de tomate com suco de cenoura oscilaram entre 5 e 7, em função do atributo avaliado, abrangendo das impressões “nem gostei nem desgostei” até “gostei moderadamente”. Aproximadamente 80% dos provadores comprariam uma das amostras com suco de cenoura, diferentemente daquela com polpa de buriti. Considerando o teor de carotenoides encontrados, as formulações com suco de cenoura podem ser uma alternativa na alimentação de crianças com hipovitaminose A. Além disso, foram caracterizadas como sensorialmente boa pelos avaliadores.

Palavras-chave: Hipovitaminose A. Fortificação de alimentos. Importância bioativa.

ABSTRACT

PELOSI, Mariana Silva. **Production of Tomato Paste Enriched with Natural Sources of Carotenoids Important to Human Health**. 2012. 68p. Dissertation (Master Science in Food Science and Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The vitamin A deficiency is an important public health problem, and one of the most susceptible human groups to this deficit is the children at preschool age. There are intervention procedures that can be adopted as a way to prevent or reduce this disease, and the food fortification is one of them. In this sense, the goals of this work were to develop formulations of tomato paste with carrot juice and buriti pulp; characterize these products in relation to microbiological security (butyric clostridia, thermophilic “flat sour”, lactic acid bacteria, yeasts and molds); physical-chemical analysis (pH, soluble solids, and carotenoids) and sensorial analysis (hedonic scale with acceptance test and purchase intent). These food products were chosen because they are sources of carotenoids with different bioactive importance. Over 90 days, all the formulations were approved in microbiological test. Concerning the physical-chemical analysis, there was significant increase in pH in the three formulations with carrot juice, while the soluble solids remained unchanged during the three months in each of these products. High acidity was found in tomato paste with buriti pulp. This behavior may be associated to the pulp features, whose processing is unknown. Maintenance of soluble solids for these samples suggests that the thermal processing was able to inactivate the pectic enzymes. It is important to remark that the quantitative evaluation of carotenoides showed a significant degradation of these compounds present in tomato sauce with carrot juice over time. However, even after 90 storage days at room temperature, the three formulations were considered enriched for infants at preschool age, reaching at least 30% of the daily recommended ingestion for this group. Degradation of carotenoids in tomato paste with buriti pulp was not monitored. Regarding to sensorial analysis, the average scores for the tomato paste with carrot juice ranged from 5 to 7, depending on the attribute tested, including the impressions “neither liked nor disliked” to “liked moderately”. Approximately 80% of the people that tasted the samples would buy one of the products with carrot juice, differently from those with buriti pulp. Considering the content of carotenoids found in the products, the formulations with carrot juice can be an alternative to feeding children with vitamin A deficiency. Moreover, were characterized as good by sensorial assessors.

Keywords: Vitamin A deficiency. Food fortification. Bioactive importance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais dos carotenoides importantes para a saúde humana	21
Tabela 2. Formulações utilizadas para a obtenção da massa de tomate com suco de cenoura	28
Tabela 3. Formulações utilizadas para a obtenção da massa de tomate com polpa de buriti	32
Tabela 4. Laudos das análises microbiológicas das massas de tomate formuladas com 20%, 30% e 50% de suco de cenoura após 90 dias	39
Tabela 5. Laudos das análises microbiológicas das massas de tomate formuladas com 5%, 10% e 15% de polpa de buriti após 90 dias	40
Tabela 6. Valores de pH em massa de tomate (MT) com suco de cenoura (SC)	41
Tabela 7. Teores de sólidos solúveis em massa de tomate (MT) com suco de cenoura (SC)	42
Tabela 8. Valores de pH em massa de tomate (MT) com polpa de buriti (PB)	43
Tabela 9. Teores de sólidos solúveis em massa de tomate (MT) com polpa de buriti (PB)	43
Tabela 10. Quantificação de carotenoides na matéria-prima	46
Tabela 11. Teor de carotenoides na mistura de 80% de MT com 20% de SC	47
Tabela 12. Teor de carotenoides na mistura de 70% de MT com 30% de SC	47
Tabela 13. Teor de carotenoides na mistura de 50% de MT com 50% de SC	48
Tabela 14. Percentual da IDR atingido para crianças entre 4 e 6 anos de idade ao longo do tempo considerando a conversão para retinol ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	48
Tabela 15. Médias de aceitação das amostras de massa de tomate com e sem suco de cenoura	50
Tabela 16. Médias de aceitação das amostras de massa de tomate com e sem polpa de buriti	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura de carotenoides considerados importantes para a saúde humana	20
Figura 2. Polpa de buriti	27
Figura 3. Centrífuga	29
Figura 4. Evaporador rotativo	30
Figura 5. Fluxograma do processamento da massa de tomate com suco de cenoura	31
Figura 6. Massas de tomate com suco de cenoura	31
Figura 7. Sistema “Hot break”	33
Figura 8. Despoldadeira / Refinadora 3 estágios	33
Figura 9. Conjunto concentrador a vácuo tipo “buller”	34
Figura 10. Fluxograma do processamento da massa de tomate com polpa de buriti	35
Figura 11. Massas de tomate com polpa de buriti	36
Figura 12. pHmetro de bancada	37
Figura 13. Cromatograma dos carotenoides das matérias-primas	45
Figura 14. Cromatograma dos carotenoides da massa de tomate com 20% de suco de cenoura	47
Figura 15. Cromatograma dos carotenoides da massa de tomate com 5% de polpa de buriti	49
Figura 16. Intenção de compra dos produtos	51
Figura 17. Intenção de compra dos produtos	53

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AU	absorbance units ou unidade de absorção
ANVISA	agência nacional de vigilância sanitária
ANOVA	análise de variância
CEASA	central de abastecimento
CLAE	cromatografia líquida de alta eficiência
DMRI	degeneração macular relacionada à idade
DTA	departamento de tecnologia de alimentos
g	grama
NaClO	hipoclorito de sódio
IDR	ingestão diária recomendada
IT	instituto de tecnologia
LAAB	laboratório analítico de alimentos e bebidas
LACPROV	laboratório de análise de carotenoides e produtos de origem vegetal
MT	massa de tomate
μ g	micrograma
μ g/dL	micrograma por decilitro
μ L	microlitro
μ mol/L	micromol por litro
mgKOH/g	miligrama de hidróxido de potássio por grama
mL	mililitro
mL/min	mililitro por minuto
mm	milímetro
mmHg	milímetro de mercúrio
nm	nanmetro
nd	não detectado
OMS	organização mundial da saúde
ppm	parte por milhão
PE	pectinesterase
PM	peso molecular
PG	poligalacturonase
PB	polpa de buriti
RBP	retinol binding protein ou proteína fixadora de retinol
Kg	quilo
SENAI	serviço nacional de aprendizagem industrial
SC	suco de cenoura
UFC	unidade formadora de colnia
UI	unidade internacional
var.	variedade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral	14
1.2 Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Perfil da Hipovitaminose A no Brasil e no Mundo	15
2.2 Deficiência de Vitamina A	16
2.3 Medidas de Intervenção	17
2.4 Carotenoides	18
2.4.1 Biodisponibilidade	21
2.4.2 Atividades bioativas dos carotenoides	22
2.4.2.1 Potencial antioxidante	22
2.4.2.2 Atividade pró-vitamínica A	24
2.4.2.3 Degeneração macular	25
2.5 Alimentos Enriquecidos Naturalmente	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 Materiais	27
3.1.1 Matérias-primas	27
3.1.2 Reagentes	27
3.1.3 Equipamentos	27
3.1.4 Embalagens	28
3.1.5 Amostra controle	28
3.2 Desenvolvimento e Processamento de Massa de Tomate com Suco de Cenoura	28
3.2.1 Experimentos preliminares	28
3.2.2 Processamento de massa de tomate com suco de cenoura	28
3.3 Desenvolvimento e Processamento de Massa de Tomate com Polpa de Buriti	32
3.3.1 Experimentos preliminares	32
3.3.2 Processamento de massa de tomate com polpa de buriti	32
3.4 Análise das Matérias-Primas e dos Produtos	36
3.4.1 Análise microbiológica	36
3.4.2 Determinação de pH e de sólidos solúveis	36
3.4.3 Quantificação de carotenoides	37
3.4.4 Análise sensorial	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Análise Microbiológica	39
4.1.1 Amostra controle	39
4.1.2 Massa de tomate com suco de cenoura	39
4.1.3 Massa de tomate com polpa de buriti	40
4.2 Determinação de pH e de Sólidos Solúveis	41
4.2.1 Massa de tomate com suco de cenoura	41
4.2.2 Massa de tomate com polpa de buriti	43
4.3 Quantificação de Carotenoides	44
4.3.1 Matérias-primas	44
4.3.2 Produtos enriquecidos	46
4.3.2.1 Massa de tomate com suco de cenoura	46
4.3.2.2 Massa de tomate com polpa de buriti	48

4.4 Avaliação Sensorial	49
4.4.1 Massa de tomate com suco de cenoura	49
4.4.1.1 Perfil dos julgadores	49
4.4.1.2 Avaliação da aceitação	49
4.4.1.3 Intenção de compra	51
4.4.2 Massa de tomate com polpa de buriti	51
4.4.2.1 Perfil dos julgadores	51
4.4.2.2 Avaliação da aceitação	51
4.4.2.3 Intenção de compra	52
5 CONCLUSÕES	54
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
7 ANEXOS	65
A – Abertura de Processo no Comitê de Ética	66
B – Ficha de Avaliação Sensorial da Massa de Tomate com Suco de Cenoura	67
C – Ficha de Avaliação Sensorial da Massa de Tomate com Polpa de Buriti	68

1 INTRODUÇÃO

A busca por alimentos saudáveis que agregam simultaneamente bons atributos sensoriais e baixo custo cresce cada dia mais pela população e gera um desafio para as indústrias de alimentos. Elas precisam se adaptar desenvolvendo produtos para atender às necessidades de um público cada vez mais exigente, que procura por produtos que os possam beneficiar de alguma forma com suas propriedades bioativas. Os produtos destinados a suprir algum tipo de carência crescem nas prateleiras dos supermercados. Sendo exemplos os ricos ou enriquecidos com minerais, vitaminas, fibras, dentre outros.

O uso da fortificação industrial de alimentos tem sido um dos melhores processos para o controle das carências nutricionais da população, em todo o mundo. A fortificação é um processo relativamente simples, mas é importante a seleção correta do tipo de composto a ser utilizado e do alimento usado como veículo de transporte. O alimento pode interferir na absorção do composto, diminuindo sua biodisponibilidade.

No presente estudo, a massa de tomate foi utilizada como veículo de transporte por ser de fácil emprego em alimentos e ser tradicionalmente preferido por crianças, que costumam apresentar boa aceitação por massas e lanches (sanduíches tipo cachorro-quente ou “pizzas”). Além disso, estudos mostram que o tomate e seus produtos apresentam teores consideráveis de licopeno, carotenoide que apresenta ação antioxidante e dispõe da maior capacidade para sequestrar o oxigênio singlete.

No entanto, o licopeno não é considerado um carotenoide pró-vitâmico A. Logo, a incorporação de alimentos fonte de carotenoides com essa atividade na massa de tomate é promissora, pois pode direcionar o consumo desse produto para indivíduos que sofrem com a hipovitaminose A, podendo ser incluído na dieta desses indivíduos quando diante de uma deficiência que não seja severa, em que a suplementação já se faz necessária.

A deficiência de vitamina A é considerada um dos problemas de saúde pública de fácil prevenção mais importantes em diversos países, inclusive o Brasil. Em todas as regiões brasileiras para as quais existem dados, foi constatada a carência marginal de vitamina A, com alta prevalência em diferentes faixas etárias, o que não se justifica ainda hoje, com a tecnologia e os recursos altamente disponíveis.

Estudos apontam para a necessidade de incluir estratégias de intervenção adicionais à suplementação, considerando-se a dimensão coletiva da deficiência de vitamina A, refletida nas taxas de morbimortalidade do grupo materno-infantil do país.

Desse modo, a elaboração de uma massa de tomate adicionada de fontes naturais de carotenoides do suco de cenoura e da polpa de buriti teve a intenção de gerar um produto rico em carotenoides, que se consumido poderia ajudar a suprir carências.

A cenoura foi selecionada como matéria-prima por ser fonte de β -caroteno e α -caroteno, que são pró-vitâmicos A. O buriti foi escolhido por ser um fruto detentor de um dos maiores teores de β -caroteno e também ser fonte de α -caroteno. Todos esses carotenoides são de importância para saúde humana. Além dos carotenoides que carregam, os produtos apresentam a vantagem de ser de origem vegetal e, apesar de não apresentarem vitamina A pré-formada como nos produtos de origem animal, certamente apresentarão um menor custo e, conseqüentemente, maior acesso pela população.

Assim, o presente estudo propôs uma fortificação que não apresentou fatores antinutricionais nem riscos de causar intoxicação através do seu consumo, trazendo apenas o benefício de fornecer um alimento de melhor qualidade nutricional, através da veiculação de carotenoides com ação pró-vitâmica A.

1.1 Objetivo Geral

Produzir massa de tomate enriquecida com fontes naturais de carotenoides importantes para a saúde humana.

1.2 Objetivos Específicos

Desenvolver e processar formulações de massa de tomate com suco de cenoura e com polpa de buriti, em diferentes concentrações.

Caracterizar os produtos em relação às propriedades físico-químicas.

Quantificar os teores de carotenoides dos produtos.

Analisar as características sensoriais das formulações.

Avaliar aspectos de vida útil dos produtos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Perfil da Hipovitaminose A no Brasil e no Mundo

A Organização Mundial da Saúde (2000) calcula que 2,8 milhões de crianças abaixo de cinco anos no mundo são afetadas pela hipovitaminose A. Estima-se que de 250 a 500 mil crianças tornem-se cegas todos os anos, sendo que cerca de metade delas morrem antes de completar um ano de vida.

Em 2009, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que no mundo há 5,2 milhões de crianças em idade pré-escolar com xerofthalmia e 190 milhões de crianças em idade pré-escolar com concentração sérica de retinol abaixo de $0,70\mu\text{mol/L}$.

Dados OMS (2009) revelam que 82,4% das crianças em idade pré-escolar e 96,8% das mulheres grávidas apresentam cegueira noturna no Sudeste da Ásia. Nessa região, 91,5 milhões de crianças em idade pré-escolar apresentam concentração sérica de retinol inferior a $0,70\mu\text{mol/L}$. Na Europa, o percentual de indivíduos com cegueira noturna foi equivalente a 1% para as crianças em idade pré-escolar e igual a 1,3% para as gestantes.

A OMS considera que valores de retinol sérico menor que $0,70\mu\text{mol/L}$ (ou $20\mu\text{g/dL}$) representa deficiência de vitamina A e que valores menores que $0,35\mu\text{mol/L}$ (ou $10\mu\text{g/dL}$) refere deficiência de vitamina A severa. Apesar de não haver um consenso internacional, a concentração sérica de retinol abaixo de $1,05\mu\text{mol/L}$ tem sido proposta para refletir a deficiência de vitamina A em gestantes e lactantes (OMS, 2009).

No mundo, as maiores prevalências de deficiência de vitamina A foram registradas em países da África, como Mali, Etiópia e Nigéria, sendo que os sinais clínicos estiveram presentes, principalmente, em regiões da Ásia e África (MILAGRES, NUNES, PINHEIRO-SANT'ANA, 2007).

Estudo que avaliou 1.257 crianças selecionadas aleatoriamente, entre 2 e 5 anos, em áreas urbanas e rurais de Teerã mostrou que essa deficiência foi encontrada em 23,6% dessas crianças (ROSTAMI, FARSAR, SHIVA, 2007).

Embora a deficiência de vitamina A se concentre mais no Terceiro Mundo, sabe-se que ela não é exclusiva de áreas geográficas economicamente desfavorecidas. No Brasil, o problema não está limitado às regiões mais pobres do Norte e Nordeste, o que torna esta deficiência independente do mapa econômico do país.

De acordo com Geraldo *et al.* (2003), a deficiência se encontra em vários Estados e capitais brasileiras, em cidades grandes e pequenas e em zonas rurais. Inquéritos bioquímicos disponíveis confirmam que a deficiência de vitamina A é um problema de saúde pública nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Paraíba, Ceará, Bahia e Amazonas (RAMALHO, FLORES, SAUNDERS, 2002).

Martins, Santos e Assis (2004) em estudo realizado de maio a junho de 1998, no estado de Sergipe, envolvendo 607 crianças de seis a 60 meses de idade, encontraram valores médios de retinol sérico de $0,87\mu\text{mol/L}$ ($\pm 0,38$) entre as crianças investigadas. A prevalência de níveis considerados baixos ($0,35$ a $0,69\mu\text{mol/L}$) foi de 22,5% e de níveis considerados deficientes ($<0,35\mu\text{mol/L}$), de 9,6%, resultando em 32,1% de crianças com níveis inadequados de retinol sérico.

Vasconcelos e Ferreira (2009) realizaram estudo observacional envolvendo 652 crianças com o objetivo de determinar a prevalência de hipovitaminose A em crianças de 0 a 59 meses da região semiárida do estado de Alagoas. A condição de hipovitaminose A foi assumida quando o nível sérico de retinol era inferior a $20\mu\text{g/dL}$ (ou $0,70\mu\text{mol/L}$). O trabalho mostrou que a prevalência de hipovitaminose A foi de 44,8%, com maior proporção de casos no sexo

feminino. A prevalência de hipovitaminose A encontrada foi aproximadamente 2,2 vezes maior que a estabelecida pela Organização Mundial de Saúde para caracterizar a situação como grave problema de saúde pública.

A OMS (2009) classifica a deficiência de vitamina A como problema de saúde pública leve quando a concentração plasmática de retinol para crianças em idade pré-escolar ou gestantes menor que $0,70\mu\text{mol/L}$ ocorre entre 2 e 9% da população. Moderada quando está entre 10 e 19% e severa quando atinge mais que 20% da população.

Apesar da deficiência de vitamina A ter sido diagnosticada em crianças de várias regiões do Brasil, principalmente no Sudeste e Nordeste, não foram encontrados estudos relativos a sinais clínicos segundo MILAGRES, NUNES, PINHEIRO-SANT'ANA (2007).

2.2 Deficiência de Vitamina A

A deficiência de vitamina A é um grande problema de saúde pública e os grupos mais vulneráveis a essa deficiência são as crianças em idade pré-escolar e as mulheres grávidas. Nas crianças é a maior causa preventiva de diminuição severa da visão e de cegueira (OMS, 2000).

A hipovitaminose A acarreta xeroftalmia, cegueira e morte em milhares de crianças no mundo e constitui um dos principais problemas nutricionais de populações de países em desenvolvimento (OLSON, 1969).

Essa deficiência tem sido diagnosticada, por exemplo: através da ingestão deficiente de alimentos fonte de vitamina A, exame clínico, níveis séricos de retinol abaixo do aceite como normal e concentração hepática de retinol (GERALDO *et al.*, 2003).

A carência dessa vitamina pode ser subclínica, definida como uma situação na qual as concentrações de retinol estão suficientemente baixas para levar a consequências deletérias à saúde, mesmo na ausência de evidências clínicas de xeroftalmia. Segundo especialistas, o termo deficiência inclui uma situação clínica e subclínica de distintos graus — grave, moderada e leve —, mas todos capazes de produzirem efeitos adversos sobre a saúde (BRASIL, 2007). De acordo com a OMS (1995) a deficiência de vitamina A é iniciada com a redução da concentração sérica de retinol e progride com as manifestações de xeroftalmia e cegueira noturna.

A deficiência de vitamina A pode ainda ser primária ou secundária. As deficiências primárias resultam das ingestões inadequadas de vitamina A pré-formada ou de carotenoides pró-vitamínicos A. As deficiências secundárias podem resultar da má absorção causada pela gordura dietética insuficiente, insuficiência biliar ou pancreática, transporte prejudicado por abetalipoproteinemia, hepatopatia, desnutrição protéico-calórica ou deficiência de zinco. Quando a deficiência é parte da desnutrição protéico-calórica, a desnutrição deve ser tratada para que o paciente possa se beneficiar com o tratamento da vitamina A, pois seu transporte pelo sangue depende da proteína fixadora de retinol (RBP), cuja síntese hepática depende da ingestão adequada de proteína e zinco (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010).

Dentre as consequências clínicas de deficiência de vitamina A podem ser destacados a cegueira noturna, manchas de Bitot, xerose conjuntiva e ainda danos mais graves, como as lesões corneanas e ceratomalácia (OMS, 1995).

A xeroftalmia envolve a atrofia das glândulas perioculares, hiperqueratose da conjuntiva e, finalmente, envolvimento da córnea, levando ao amolecimento (queratomalácia) e cegueira. A cegueira noturna ou nictalopia caracteriza-se por um prejuízo na adaptação ao escuro (a capacidade de se adaptar à luz brilhante ou da claridade para o escuro) e resulta da falha da retina em regenerar a rodopsina. A deficiência de vitamina A também produz alterações características na textura da pele que envolve hiperqueratose folicular

(frinodermia). Nesse caso, o bloqueio dos folículos pilosos com tampões de queratina causa a característica “pele de ganso” ou “pele de sapo” e a pele torna-se seca, escamosa e áspera (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010).

Os sinais de deficiência estão associados com as funções que essa vitamina desempenha no organismo. A vitamina A é importante em especial, para o funcionamento do ciclo visual na regeneração de fotorreceptores, mas também para o crescimento e desenvolvimento ósseo, desenvolvimento e manutenção do tecido epitelial, reprodução e sistema imunológico (OLSON, 1969).

2.3 Medidas de Intervenção

Na tentativa de resolver o problema da hipovitaminose A, algumas medidas de intervenção foram desenvolvidas e podem ser adotadas como forma de prevenir ou reduzir a deficiência da vitamina, tais como educação nutricional, implantação de programas de suplementação e fortificação de alimentos para populações de risco (MILAGRES, NUNES, PINHEIRO-SANT’ANA, 2007).

A suplementação com vitamina A é uma medida a curto prazo efetiva para combater a deficiência da vitamina A. Já a educação nutricional pode ser útil a longo prazo, como complemento à suplementação e à fortificação dos alimentos (MILAGRES, NUNES, PINHEIRO-SANT’ANA, 2007).

Estudo feito com alunos da 3ª série do ciclo básico de uma escola municipal demonstrou que técnicas pedagógicas baseadas em texto de conotação literária e em teatro de fantoches promoveram aprendizagem de conceitos em relação à vitamina A e incentivo para o consumo de alimentos ricos nesse nutriente, sugerindo o uso desses recursos nas escolas (SOUZA, VILAS BOAS, 2004).

É importante considerar que a vitamina A pré-formada é encontrada apenas em alimentos de origem animal, tais como o fígado ou a gordura de leite e ovos (OMS, 2009). Entretanto, esses produtos apresentam um custo menos acessível que as pró-vitaminas presentes em alimentos de origem vegetal, mais presente na dieta de populações desfavorecidas economicamente (OMS, 1998).

Os carotenoides pró-vitamina A são encontrados em vegetais folhosos verde-escuros e em vegetais e frutas amarelo-alaranjados (OMS, 2009). Embora haja grande disponibilidade de frutas e verduras, fontes de carotenoides no Brasil, a hipovitaminose A constitui ainda um grave problema de saúde pública (AMBRÓSIO, CAMPOS, FARO, 2006).

Segundo estudo de Martins *et al.* (2007), que descreveu a trajetória de implantação de ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil, o país foi pioneiro na iniciativa de introduzir a distribuição de vitamina A nas campanhas nacionais de imunização, estratégia posteriormente preconizada e apoiada pela Organização Mundial da Saúde e pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância. Desde 1983, o Ministério da Saúde utiliza grandes doses de vitamina A, como uma das ações para combater a deficiência desse micronutriente.

O Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A é destinado a prevenir ou controlar essa deficiência nutricional mediante a suplementação com grandes doses de vitamina A, em crianças de seis a cinquenta e nove meses de idade e em mulheres no puerpério imediato, pertencentes à Região Nordeste, ao Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais e ao Vale do Ribeira em São Paulo. Outras áreas ou regiões que detectem sinais da deficiência em crianças ou identifiquem, por meio de pesquisa científica, evidências da deficiência direta ou indireta podem ser incorporados ao Programa a qualquer tempo. O produto utilizado na suplementação é a vitamina A na forma líquida, nas concentrações de 100.000 UI e 200.000 UI, diluída em óleo de soja e acrescida de vitamina E (BRASIL, 2005).

Ramalho, Anjos e Flores (2001) avaliaram o impacto da suplementação com doses maciças de vitamina A (200.000UI) em pré-escolares atendidos em unidade de saúde do Rio de Janeiro. Inicialmente, avaliaram o nível de retinol sérico e as medidas antropométricas em 175 pré-escolares atendidos pelo Serviço Materno-Infantil da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Em seguida, foi fornecida a dose de 200.000 UI de vitamina A solicitando o retorno após 30 dias. Nas crianças que retornaram após este período (n=99), foi feita novamente a avaliação de retinol sérico. A prevalência de hipovitaminose A (< 1,05 µmol/L) foi de 34,3% em todas as crianças avaliadas na primeira visita. Após a administração do suplemento vitamínico, a prevalência de hipovitaminose A nas crianças que voltaram ao serviço reduziu de 42,4 para 3,0 %. A reversão do quadro de carência provocada pelo suplemento vitamínico pareceu indicar que a ingestão inadequada de alimentos fonte de vitamina A é um importante fator etiológico da hipovitaminose A.

Apesar das medidas de intervenção já existentes, estudo desenvolvido por Ramalho, Padilha e Saunders (2008) aponta para a necessidade de incluir estratégias de intervenção adicionais à suplementação, considerando-se a dimensão coletiva da deficiência de vitamina A, refletida nas taxas de mortalidade do grupo materno-infantil do país.

Em pronunciamento à nação por ocasião do Dia das Mães, a atual Presidenta da República, Dilma Rousseff, afirmou seu interesse em lançar um amplo programa de controle da deficiência de vitamina A (2012). A Organização Mundial da Saúde (2000) é a favor da implantação de medidas preventivas e corretivas que possam contribuir para a reversão desse quadro e inclui a fortificação de alimentos.

Considera-se alimento fortificado/enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma. Para alimentos enriquecidos ou fortificados é permitido o enriquecimento ou fortificação desde que 100mL ou 100g do produto, pronto para consumo, forneçam no mínimo 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência, no caso de líquidos, e 30% da IDR de referência, no caso de sólidos (BRASIL, 1998).

A IDR para adultos, lactente de 0-6 meses, lactente de 7-11 meses, crianças de 1-3 anos, crianças de 4-6 anos, crianças de 7-10 anos, gestante e lactante é de 600, 375, 400, 400, 450, 500, 800 e 850 microgramas de retinol, respectivamente, segundo o Ministério da Saúde (2005). Nos Estados Unidos, o leite sem gordura, que pela lei pode conter 0,1% de gordura, é rotineiramente fortificado com retinol (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010).

2.4 Carotenoides

Os carotenoides são compostos notáveis por possuírem ampla distribuição na natureza, estruturas químicas diversas e funções variadas. Embora sejam micronutrientes, presentes em níveis muito baixos (microgramas por grama), os carotenoides estão entre os constituintes alimentícios de destaque (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA, AMAYA-FARFAN, 2008).

Correspondem aos pigmentos naturais mais difundidos, sendo, portanto, responsáveis pela cor de vários alimentos. Na natureza já foram identificados mais de 600 diferentes carotenoides. Em alimentos, o número de carotenoides encontrados é menor (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

As maiores fontes de carotenoides são as frutas e verduras, mas em quantidades muito menores eles podem ser obtidos de leite e derivados, gema de ovos, alguns peixes e crustáceos e dos carotenoides adicionados como corantes em alimentos (NIIZU, 2003).

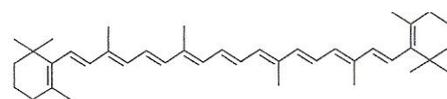
Os carotenoides dos alimentos são tetraterpenoides (C₄₀) formados pela união cauda-cabeça de oito unidades isoprenoides (C₅), exceto na posição central, onde a junção ocorre no sentido cauda-cauda, invertendo assim a ordem e resultando numa molécula simétrica. Os grupos metila centrais estão separados por seis carbonos, ao passo que os demais, por cinco (BRITTON, YOUNG, 1993).

O esqueleto básico dessa família de moléculas pode ser modificado de muitas maneiras, as quais incluem ciclização, hidrogenação, desidrogenação, introdução de grupos contendo oxigênio, rearranjos, encurtamento de cadeias ou combinações dessas modificações, resultando numa imensa variedade de estruturas (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

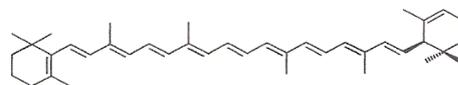
A característica de destaque dos carotenoides é a sua longa série de duplas ligações conjugadas formando a parte central da molécula. Os carotenoides mais comuns na natureza ocorrem na forma trans. Isso os confere forma, reatividade química e propriedade de absorção do cromóforo (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Dentre a enorme variedade de carotenoides até hoje contabilizada, o β -caroteno, o α -caroteno, a β -criptoxantina, o licopeno, a luteína e a zeaxantina se destacam como os principais carotenoides presentes no sangue humano. São também, com exceção da zeaxantina, os mais comumente encontrados nos alimentos, sendo o β -caroteno o mais largamente distribuído (NIIZU, 2003).

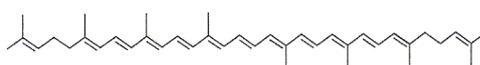
Os carotenoides são classificados segundo sua estrutura química (Figura 1) como carotenos, quando constituídos por carbono e hidrogênio, ou xantofilas, caracterizadas pela presença de um ou mais grupos funcionais contendo oxigênio (BRITTON, YOUNG, 1993).



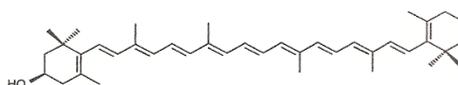
β -caroteno



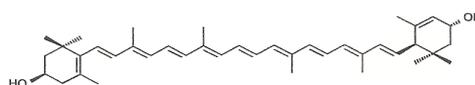
α -caroteno



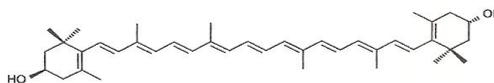
Licopeno



β -criptoxantina



Luteína



Zeaxantina

Figura 1. Estrutura de carotenoides considerados importantes para a saúde humana.

Alguns dados gerais que auxiliam na identificação dos carotenoides estão resumidos na Tabela 1. Informações como a classificação em carotenos ou xantofilas, a fórmula química, o peso molecular (PM) aproximado, o cromóforo, indicando o número de duplas ligações conjugadas; o comprimento de onda máximo absorvido, em nanômetros, indicado pelo símbolo λ , atribuindo-se o solvente éter de petróleo para os carotenos e o etanol para as xantofilas, devido à melhor solubilidade; e o percentual III/II, que define a estrutura fina (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Tabela 1. Características gerais dos carotenoides importantes para a saúde humana.

Carotenoides	β -caroteno	α -caroteno	Licopeno	β -criptoxantina	Luteína	Zeaxantina
Classificação	Caroteno	Caroteno	Caroteno	Xantofila	Xantofila	Xantofila
Fórmula	$C_{40}H_{56}$	$C_{40}H_{56}$	$C_{40}H_{56}$	$C_{40}H_{56}O$	$C_{40}H_{56}O_2$	$C_{40}H_{56}O_2$
PM (aproximado)	536	536	536	552	568	568
Cromóforo	11duplas	10 duplas	11duplas	11duplas	10 duplas	11 duplas
λ_{max} (nm)	(425);450; 477	422;445; 473	444;470; 502	(428);450; 478	422;445; 474	(428);450; 478
% III/II	25	55	65	27	60	26

Fonte: Rodriguez-Amaya (2001)

2.4.1 Biodisponibilidade

O termo biodisponibilidade representa a parte do nutriente ingerido que tem o potencial de suprir as demandas fisiológicas em tecidos alvos; por definição, não corresponde, na maioria das vezes, à quantidade ingerida (MOURÃO *et al.*, 2005).

No caso, a biodisponibilidade corresponde àquela quantidade de carotenoide que é absorvida pelo intestino e chega a ser disponibilizada aos tecidos-alvo. A conversão da pró-vitamina A, absorvida, para retinol é denominada de bioconversão (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA, AMAYA-FARFAN, 2008).

Os fatores que influenciam a biodisponibilidade de carotenoides e bioconversão são a espécie do carotenoide, a natureza da matriz na qual os carotenoides estão incorporados, os efetadores de absorção, as interações entre os carotenoides, o estado nutricional e os fatores genéticos (WEST, CASTENMILLER 1998).

Os carotenoides são normalmente encontrados na natureza em sua forma *todo-trans*, também conhecida como *all-trans* (RODRIGUZ-AMAYA, 2001). A isomerização da pró-vitamina A da forma *trans* para *cis*-isômeros, particularmente durante o tratamento térmico, diminui os teores de vitamina A dos alimentos, mas não na mesma extensão que a oxidação (RODRIGUZ-AMAYA, 1997). A degradação por oxidação depende da presença de oxigênio, luz, enzimas (RODRIGUZ-AMAYA, 2001).

A presença dos carotenoides na forma *todo-trans* é de suma importância, pois há tempos se atribui uma atividade vitamínica mais alta às pró-vitaminas A na forma *trans*, em relação aos isômeros *cis* (ZECHMEISTER, 1962).

Estudo mostra que o *trans*- β -caroteno é mais absorvido que seus isômeros 9- e 13-*cis*- β -caroteno em humanos (GAZIANO *et al.* 1995). Entretanto, ao investigar a biodisponibilidade do licopeno em humanos, através da ingestão de massa de tomate, verificaram que ela é significativamente maior para o *cis*-licopeno em relação ao *trans*-licopeno (UNLU *et al.* 2007).

Contudo, não somente a espécie do carotenoide deve ser considerada. Para Hof *et al.* (2000), o tipo de matriz alimentar onde o carotenoide está localizado é o mais importante dentre os vários fatores que influenciam a biodisponibilidade dos carotenoides.

Estudos mostram que a ruptura da matriz alimentar aumenta a biodisponibilidade dos carotenoides (YONEKURA, NAGAO 2007). Desse modo, o processamento, assim como a homogeneização e o aquecimento têm o potencial de melhorar a biodisponibilidade dos carotenoides dos legumes, das verduras e das hortaliças, por facilitarem a destruição da integridade da parede celular onde os carotenoides estão localizados (HOF *et al.* 2000).

No estudo de Livny *et al.* (2003), por exemplo, foi possível verificar que a absorção de β -caroteno de purê de cenoura cozida foi significativamente maior que a absorção de β -caroteno de purê de cenoura crua em um grupo de voluntários com ileostomia.

Estudo conduzido por Stahl e Sies (1992), constatou que a captação de licopeno em adultos foi superior com suco de tomate processado, aquecido por 1 hora e com 1% de óleo de milho, em relação ao suco não processado. Além disso, os isômeros *cis* pareceram ser melhores absorvidos que os isômeros *trans*.

Com relação aos efeitos de outros componentes de alimentos sobre a biodisponibilidade, estudos mostram que a gordura parece aumentar a absorção dos mesmos (YONEKURA, NAGAO 2007). A adição de 150g de abacate ou 24g de óleo de abacate em uma refeição baseada em vegetais frescos aumentaram significativamente a absorção de α -caroteno, β -caroteno e luteína (UNLU, *et al.* 2005).

Ao avaliar a bioacessibilidade *in vitro* dos carotenoides das frutas amazônicas como buriti, pupunha e tucumã foi verificado que, além de constituírem ótimas fontes de carotenoides, eles são, no geral, mais bioacessíveis que os de outras fontes e isso esteve provavelmente associado à quantidade de lipídeos contidos nessas frutas (OLIVEIRA, 2011).

No entanto, compostos que não podem ser absorvidos como as fibras, reduzem a absorção dos carotenoides (HOF *et al.* 2000). A interação das fibras com ácidos biliares, resultando no aumento da excreção fecal de gorduras e substâncias lipossolúveis, como os carotenoides, pode ser um mecanismo responsável por esse efeito (RIEDL *et al.* 1999).

A mistura de carotenoides pode também interferir na biodisponibilidade. Estudo com indivíduos adultos mostra que a ingestão de β -caroteno pode interferir na absorção da luteína quando ingeridos simultaneamente (KOSTIC *et al.* 1995). Estudo “*in vitro*”, mostra que a mistura de licopeno e β -caroteno reduziu significativamente a captação de luteína por células intestinais (REBOUL *et al.* 2007).

Outro fator também interferente é o estado nutricional do indivíduo. Algumas doenças afetam a biodisponibilidade dos carotenoides. Colestase, insuficiência pancreática, cirrose biliar e outras síndromes responsáveis pela má absorção das gorduras, diminuem a biodisponibilidade dos carotenoides e podem induzir à deficiência de vitamina A (OLSON, 1999).

Para Ambrósio, Campos e Faro (2006), a falta de informação da população no que diz respeito aos alimentos fonte de carotenoides, assim como a sua biodisponibilidade, são fatores limitantes para o melhor aproveitamento de tais alimentos como alternativa contra a hipovitaminose A.

2.4.2 Atividades bioativas dos carotenoides

2.4.2.1 Potencial antioxidante

Atualmente, os carotenoides são investigados como substâncias bioativas com efeitos benéficos à saúde, além da bem conhecida atividade pró-vitamínica A de alguns deles. Esses outros efeitos promotores da saúde têm sido atribuídos à ação biológica sem relação à atividade pró-vitamínica A, e inclui redução do risco de contrair doenças degenerativas, como câncer e doenças cardiovasculares (GAZIANO, HENNEKENS 1993; KRINSKY, 1993; ASTORG, 1997; OSLON, 1999). Tais atividades fisiológicas ocorrem graças às propriedades antioxidantes, capacidade de sequestrar o oxigênio singlete e interagir com os radicais livres (PALOZZA, KRINSKY 1992; HANDELMAN, 2001).

A capacidade do carotenoide de sequestrar o oxigênio singlete depende do sistema de duplas ligações conjugadas, obtendo-se a máxima proteção por aqueles carotenoides que

apresentam nove ou mais duplas ligações (FOOTE, CHANG, DENNY, 1970). Entretanto, apesar do licopeno e do β -caroteno apresentar 11 duplas ligações conjugadas, o licopeno, sendo um isômero acíclico do β -caroteno, é mais eficiente do que o dicíclico β -caroteno (DI MASCIO, KAISER, SIES, 1989). O licopeno constitui uma cadeia de hidrocarbonetos altamente insaturados (AGARWAL, RAO, 2000).

O sequestro de oxigênio singlete ocorre por dois mecanismos. Pode ser por transferência física de energia de excitação do oxigênio singlete para o carotenoide, resultando na formação de carotenoide tripleto, que retorna ao estado não excitado após dissipar seu excesso de energia como calor. Outro mecanismo, porém menos comum, é uma reação química entre o oxigênio singlete e o carotenoide, que resulta na destruição irreversível desse último (KRINSKY, 1989; SIES, STAHL, 1995).

Além do sequestro do oxigênio singlete, os carotenoides atuam nos radicais livres. Radicais livres agem continuamente no organismo. No entanto, podem desencadear danos celulares e levar ao desenvolvimento de câncer e certas doenças crônicas. Nesses casos, os carotenoides interagem com espécies reativas do oxigênio neutralizando sua atuação e diminuindo o estresse oxidativo (BARREIROS *et al.* 2006).

Haeghele *et al.* (2000) identificaram uma correlação inversa entre o teor de xantofilas no plasma com os índices de lesão oxidativa do DNA. No estudo, altos índices oxidativos significaram baixos teores plasmáticos de luteína e β -criptoxantina. Esse fato permitiu aos autores concluir que o alto teor plasmático dos carotenoides citados significa baixo índice oxidativo, caracterizando sua atividade antioxidante.

Apesar do efeito antioxidante verificado nos carotenoides já citados, através dos estudos realizados, na análise de Stahl *et al.* (1998), o licopeno demonstrou ser o mais potente antioxidante dentre os carotenoides. Além disso, afirmou que as misturas de carotenoides foram mais efetivas que quando isoladamente. Esse efeito foi mais pronunciado quando o licopeno ou a luteína estavam presentes.

O licopeno é um carotenoide encontrado nos produtos à base de tomate e é responsável pela coloração vermelha que os confere (CLINTON, 1998). Além disso, é um pigmento natural sintetizado por plantas e microrganismos, mas não por animais, e que tem se mostrado associado com a diminuição dos riscos de desenvolvimento de doenças crônicas incluindo câncer e doenças cardiovasculares, de acordo com estudos. Os níveis de licopeno sérico e celular têm também sido inversamente relacionados com o risco de desenvolvimento de câncer de pulmão e de próstata. É um potente antioxidante, com capacidade de sequestrar o oxigênio singlete (HEBER, LU, 2002), uma forma mais reativa do oxigênio, sendo muito mais oxidante que o oxigênio molecular no seu estado fundamental (RONSEIN *et al.* 2006).

Estudo feito por Porrini *et al.* (2005) mostrou que a ingestão de 250mL de suco de tomate diariamente por 26 dias foi capaz de reduzir significativamente (em torno de 42%) o dano ao DNA em linfócitos sujeitos ao estresse oxidativo. Os autores concluíram que uma baixa ingestão dos carotenoides presentes nos produtos do tomate é suficiente para melhorar a proteção antioxidante da célula.

Dentre os produtos processados do tomate que são considerados boas fontes de licopeno são suco, “ketchup”, massa e sopa (AGARWAL, RAO, 2000). No Brasil, além do tomate, muitas outras frutas são fontes de licopeno.

No estudo de Tawata (2010) a pitanga, goiaba vermelha, mamão e melancia estiveram assim como o tomate dentre as fontes mais ricas em licopeno e que podem ser testadas quanto à atividade antioxidante.

2.4.2.2 Atividade pró-vitamínica A

Estruturalmente, a vitamina A (retinol) é essencialmente metade da molécula de β -caroteno com a adição de uma molécula de água no final da cadeia poliênica. Desse modo, o β -caroteno é um potente pró-vitamínico A, apresentando 100% dessa atividade. A presença de um anel β -ionona não substituído ligado a uma cadeia poliênica de 11 carbonos constitui uma exigência mínima para um carotenoide possuir atividade pró-vitamínica A (RODRIGUEZ-AMAYA, 1985).

A ingestão de pró-vitamina A tem a vantagem de só ser bioconvertida pelo organismo quando há carência, evitando-se assim a hipervitaminose (NIIZU, 2003). Mesmo assim, é importante afirmar que a toxicidade dos carotenoides é baixa e a ingestão diária igual a 30mg de β -caroteno não possui efeitos colaterais além do acúmulo do carotenoide na pele e o consequente armazenamento (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010).

Os carotenoides com atividade pró-vitamínica A, dentre aqueles considerados de importância para a saúde humana, são β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina (RODRIGUEZ-AMAYA, 1985). O licopeno, por exemplo, não é capaz de formar vitamina A por não apresentar o anel β -ionona em sua estrutura (STAHL, SIES, 1996).

O β -caroteno é abundante em frutas e em vegetais e tem sido o carotenoide mais extensivamente estudado se comparado às xantofilas (HAEGELE *et al.* 2000). Para Tawata (2010) abóbora, caruru, tucumã, umari, mentruz, hortelã, serralha, folha da capuchinha, taioba estão entre as dez fontes mais ricas em β -caroteno. O buriti foi destacado como sendo o primeiro colocado entre as fontes citadas, contendo 350 μ g/g.

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é um fruto típico da Amazônia, Nordeste e Centro-Oeste brasileiro. De acordo com Peixoto (1973), o peso médio do fruto é de 50g. Segundo Gomes (1972), a polpa carnosa do fruto, amarela, oleosa e açucarada é empregada na confecção de doce e bebida. O doce de buriti tem grande consumo em estados do Brasil como Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e Goiás. De acordo com Darnet *et al.* (2011), a polpa de buriti é tradicionalmente consumida pela população local, mas ainda não ganhou os mercados nacionais e internacionais.

Suas amêndoas encerram óleo finíssimo, vermelho-sangue, também utilizado na alimentação. Do broto terminal pode ainda ser produzido palmito. As folhas dão cobertura para casas, fibras muito resistentes e, em banhos, são emolientes. Além disso, os pecíolos servem para tapumes e balsas (GOMES, 1972).

Esse fruto do buritizeiro é considerado o produto alimentar detentor da maior concentração de β -caroteno dentro da vasta gama já analisada de alimentos brasileiros e, considerando que os lipídeos na dieta estimulam a absorção intestinal dos carotenoides, os frutos de palmas, como o buriti, podem proporcionar a vantagem adicional de possuírem elevada biodisponibilidade desses compostos (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA, AMAYA-FARFAN, 2008).

Além dos carotenoides são também encontrados o ácido ascórbico e açúcares (LIMA *et al.* 2009). Segundo análises desenvolvidas por Manhães (2007), a polpa de buriti apresenta poder antioxidante em função dos resultados de carotenoide, polifenol total e ácido ascórbico. No estudo, em 100mg de polpa foram encontrados 23mg de carotenoides totais, expresso em β -caroteno, sendo que o teor do carotenoide foi de 13,71mg/100g de polpa, um valor superior em relação aos teores encontrados na couve e na cenoura. Encontrou também 9,47mg de polifenóis/100g de polpa, também maior que os teores presentes na cenoura e na couve, além de 56mg de ácido ascórbico/100g de polpa.

A bocaiúva, alimento oriundo do cerrado brasileiro, apresenta a polpa rica em β -caroteno (49,0 \pm 2,0 μ g/g de polpa integral), principal carotenoide identificado no fruto

analisado (RAMOS *et al.* 2008). Ao revisar sobre as propriedades nutricionais da planta *Moringa oleifera*, Ferreira *et al.* (2008) enfatizou, dentre outros constituintes, o seu conteúdo de β -caroteno.

O α -caroteno, outro carotenoide precursor da vitamina A, não é tão largamente encontrado em alimentos e está presente, em maiores quantidades, no buriti e em algumas variedades de abóbora e cenoura, segundo Tawata (2010).

A β -criptoxantina, também com atividade pró-vitáminica A, é responsável pela coloração alaranjada de muitas frutas e está presente, principalmente, na pitanga (TAWATA, 2010). De acordo com Kimura, Rodriguez-Amaya e Yokoyama (1991) o mamão é um alimento fonte de β -criptoxantina. Os teores de β -criptoxantina, no entanto, não são altos. Com exceção da pitanga, as outras fontes mais ricas deste carotenoide têm conteúdo abaixo de 20 μ g/g (TAWATA, 2010).

2.4.2.3 Degeneração macular

A zeaxantina e a luteína são carotenoides relacionados à proteção contra a degeneração macular e a catarata. Isso está associado ao fato da zeaxantina e da luteína possuírem a singularidade de serem seletivamente acumulados na região central da retina humana, denominada mácula (CANOVAS *et al.* 2009).

Por estarem localizados nessa região, a zeaxantina e a luteína, pigmentos amarelos, são também chamados de pigmentos maculares (CANOVAS *et al.* 2009). São responsáveis pelo efeito protetor oftalmológico, diminuindo e filtrando a quantidade de luz, principalmente azul, que chega aos fotorreceptores e que induz a formação de radicais livres nas células da retina. Atuam como antioxidantes, podendo melhorar a qualidade visual (OLIVEIRA, RODRIGUEZ-AMAYA, 2007; CANOVAS *et al.* 2009).

A luteína é uma molécula lipossolúvel e após sua liberação no lúmen do trato gastrointestinal, é incorporada a lipoproteínas linfáticas formando micelas. A partir daí acredita-se que seja absorvida em sua maior parte na mucosa do intestino delgado e transportada até o fígado, onde lipoproteínas de baixa densidade e muito baixa densidade (LDL e VLDL) facilitarão sua distribuição aos tecidos periféricos (CANOVAS *et al.* 2009).

Segundo Stringheta *et al.* (2006), a luteína é um carotenoide capaz de dissipar a energia dos radicais livres, filtrar a luz azul e de sequestrar o oxigênio singleto. Protege moléculas de lipídios, membranas protéicas, lipoproteínas de baixa densidade, proteínas e DNA contra o ataque dos radicais livres, tendo um papel essencial na proteção de doenças, notadamente na redução do risco da degeneração macular relacionada à idade. Como prevenção, Stringheta *et al.* (2006) sugerem o consumo de alimentos ricos em luteína, como vegetais de folhas verdes.

Em 2001, Bone *et al.* demonstraram que a ingestão de luteína e zeaxantina podem reduzir o risco de degeneração macular relacionada à idade (DMRI) em até 82%. A DMRI é uma lesão degenerativa da mácula que pode levar anos para se desenvolver, ocorrendo principalmente em idosos, sendo a principal causa de cegueira na população acima de 60 anos. A DMRI pode ser dos tipos seca (não exsudativa) e úmida (exsudativa), sendo que ambas apresentam drusas — corpos amarelados, redondos ou ovais —, de contornos bem definidos espalhados na região macular (ABBUD, PINTO, PEREIRA, 2009).

Alguns estudos observacionais demonstram que o consumo de alimentos com luteína e zeaxantina, como espinafre, brócolis e ovos, estão associados a uma redução significativa do risco de catarata em até 20% e degeneração da mácula relacionada à idade em até 40% (MOELLER, JACQUES, BLUMBERG, 2000).

Tawata (2010) destaca as flores amarela e alaranjada da capuchinha como sendo fontes de luteína e o buriti como sendo fonte de zeaxantina. Niizu e Rodriguez-Amaya (2006) corroboram com a afirmação anterior, considerando também as flores comestíveis da capuchinha como excelentes fontes de luteína.

Amplamente consumidos pelas populações de todas as classes socioeconômicas em todo o mundo, o milho é uma das poucas fontes alimentares de luteína e zeaxantina. Foi o que mostrou o estudo de Oliveira e Rodriguez-Amaya em 2007, ao analisarem os carotenoides majoritários em produtos à base de milho.

De acordo com o estudo, os valores de luteína e zeaxantina ($\mu\text{g/g}$) variaram respectivamente de 0,56 a 4,12 e 7,10 a 22,90 para milho enlatado, 3,37 a 5,29 e 2,51 a 5,51 para não processado, 2,76 a 5,47 e 2,98 a 4,90 para milho cozido, 0,80 a 1,08 e 1,56 a 3,44 para curau, 1,12 a 1,98 e 1,92 a 4,34 para pamonha, 0,46 a 0,62 e 1,61 a 1,99 para polenta cozida e 0,24 a 0,36 e 0,90 a 1,48 para polenta frita (OLIVEIRA, RODRIGUEZ-AMAYA 2007).

2.5 Alimentos Enriquecidos Naturalmente

O enriquecimento natural apresenta como vantagens o uso de fontes naturais, o custo reduzido, o baixo risco de toxicidade e a possibilidade de aproveitamento de subprodutos descartados.

Ao enriquecer barras de chocolate com sementes de abóbora, Rodrigues *et al.* (2011) tiveram a intenção de aproveitar as sementes, reduzindo o desperdício, e agregar valor nutricional ao chocolate. Lima (2006) formulou pães tipo doce adicionados de casca de ovo e soro de queijo em pó com o objetivo de aumentar os teores de cálcio e proteína, respectivamente.

Carvalho *et al.* (2006) desenvolveram um iogurte de cenoura enriquecido com ferro a partir do emprego de melão, ingrediente rico em ferro. Silva (2008) enriqueceu doce de abóbora com pró-vitamina A da cenoura.

A multimistura constitui outro exemplo de enriquecimento natural e é geralmente composta por farelo (arroz, trigo, milho), sementes (abóbora, melancia, gergelim) e pó de folhas verde-escuras (de aipim, de batata doce e de abóbora), que costumam ser adicionados aos alimentos.

Fávaro e Oliveira (1999) sugeriram o enriquecimento do óleo de soja com óleos de palma, naturalmente ricos em pró-vitamina A, utilizados no preparo de pratos em algumas regiões do Brasil, como alternativa para aumentar a ingestão da pró-vitamina pela população.

Em 1994, López *et al.* elaboraram um livro com treze preparações utilizando alimentos ricos em carotenoides pró-vitamínicos A como cenoura, abóbora e manga, por exemplo, com o objetivo de promover o consumo desses alimentos em Honduras, onde foi detectado um baixo consumo pela população.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

3.1.1 Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas nesse trabalho foram tomate (*Solanum lycopersicum*) var. Carmin “in natura”, cenoura (*Daucus carota*) var. Nantes “in natura” e polpa de buriti (*Mauritia vinifera*) industrializada. Dois tipos de experimentos foram realizados, um com tomate e cenoura, ao nível de bancada e outro com tomate e buriti, ao nível de planta piloto.

Os tomates e as cenouras foram comprados no dia anterior ao processamento num supermercado do município do Rio de Janeiro, que por sua vez é abastecido pelo CEASA, uma central de abastecimento de hortifrutícolas da cidade do Rio de Janeiro.

A polpa de buriti industrializada (Figura 2) foi obtida congelada, do Pará, em embalagem plástica transparente com capacidade para 1Kg e conservada a uma temperatura de -18°C. Segundo informações contidas na embalagem, o produto não contém água, aditivos químicos ou corantes, além de não ser fermentado e estar dentro do seu prazo de validade.

Sal (cloreto de sódio) e açúcar (sacarose) também foram obtidos num supermercado da cidade do Rio de Janeiro para serem adicionados aos produtos.



Figura 2. Polpa de buriti.

3.1.2 Reagentes

Os reagentes foram utilizados nas análises segundo especificações de cada método.

3.1.3 Equipamentos

- Centrífuga “Super Juicer Deluxe” marca Winner Tech;
- Evaporador rotativo marca Fisatom modelo 802;
- Unidade de Processamento de Tomate – UPT. (Colaboração SENAI – Vassouras, RJ);
- Estufa incubadora para B.O.D. marca SP Labor;
- Refratômetro de campo (0 – 30°Brix) marca RL New;
- pHmetro de bancada marca Quimis modelo Q-400MT;

- Cromatógrafo líquido com detector de arranjo de diodos modelo 996 Waters® com detector de arranjo de diodos (PDA), controlado com software Empoyer;
- Cromatógrafo gasoso INTERCOM G-8000 com detector de ionização de chama (FID).

3.1.4 Embalagens

Frascos de vidro, transparente, com tampa metálica e capacidade para 40g, 150g e 500g do produto foram adquiridos no Rio de Janeiro para o seu armazenamento.

3.1.5 Amostra controle

As amostras controle foram analisadas microbiologicamente, para a realização da avaliação sensorial, e quanto ao pH e teor de sólidos solúveis no tempo inicial.

3.2 Desenvolvimento e Processamento de Massa de Tomate com Suco de Cenoura

3.2.1 Experimentos preliminares

Foram realizados vários experimentos para a obtenção da massa de tomate. Os testes realizados para se obter um produto que se adequasse às características físico-químicas e sensoriais desejadas foram executados durante o ano de 2011. O objetivo também foi obter um produto com atributos semelhantes ao comercial.

Segundo a legislação (BRASIL, 2005), massa de tomate é o produto obtido da polpa de frutos do tomateiro, devendo conter, no mínimo, 6% de sólidos solúveis naturais de tomate, podendo ser adicionado de sal e açúcar. O produto pode também ser denominado “concentrado de tomate” ou “extrato de tomate”, devendo ter um aspecto de massa mole.

Os experimentos foram realizados em nível de bancada, com a utilização de béquer e chapa aquecedora. Nos ensaios preliminares, os percentuais de sacarose e sal variaram de 1 a 1,5% e 0,1 a 0,2%, respectivamente.

3.2.2 Processamento de massa de tomate com suco de cenoura

A massa de tomate utilizada para ser adicionada de suco de cenoura foi preparada, em nível de bancada, no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Tecnologia (IT), sob a responsabilidade do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA).

Três tratamentos foram propostos, nos quais as concentrações de sal e de açúcar foram fixadas e as de massa de tomate e suco de cenoura variaram. As quantidades de ingredientes utilizados para o processamento do concentrado de tomate e cenoura podem ser visualizadas na Tabela 2.

Tabela 2. Formulações utilizadas para a obtenção da massa de tomate com suco de cenoura.

Ingredientes	TC1	TC2	TC3
Massa de tomate	80%	70%	50%
Suco de cenoura	20%	30%	50%
Sacarose*	1,2%	1,2%	1,2%
Sal*	0,2%	0,2%	0,2%

*Percentuais baseados na concentração total do produto.

As formulações de massa de tomate com suco de cenoura foram produzidas em quantidades suficientes para a realização das análises microbiológica, físico-química e sensorial. As etapas dos processos foram realizadas conforme as Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 2004), tendo em vista a segurança e a qualidade dos produtos. A seguir, estão as etapas do processamento.

a) Seleção / Limpeza / Sanitização

Inicialmente, o tomate foi selecionado, de modo a excluir os verdes e podres. Em seguida, foram limpos e sanitizados. Segundo Gava (2008), a limpeza e a sanitização estão baseadas numa sequência de quatro operações, que são pré-lavagem, limpeza com detergentes, nova lavagem e sanitização. Desse modo, os tomates foram pré-lavados, para a retirada da sujidade macroscópica e grosseira, com o auxílio de uma escova, utilizando-se água fria. Posteriormente, foi feita a limpeza com detergente, uma nova lavagem e, enfim, a sanitização em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 50ppm de cloro por 15 minutos para a desinfecção dos frutos.

b) Centrifugação

Após a sanitização, os tomates foram centrifugados em centrífuga com 700w de potência (Figura 3) para o aproveitamento do suco de tomate, excluindo-se, assim, sua casca e semente.



Figura 3. Centrífuga.

c) Concentração

A concentração é um processo que remove parte da água dos alimentos (GAVA, 2008). Essa etapa foi realizada em evaporador rotativo da marca Fisatom, modelo 802 (Figura 4), acoplado a uma bomba a vácuo. Em modo descontínuo, toda a massa de tomate foi produzida através da evaporação da água do suco de tomate. Para o banho de aquecimento foi utilizado como fluido de aquecimento óleo de soja para aumentar a transferência de calor. Sua temperatura foi regulada para não ultrapassar 100°C, minimizando danos aos compostos bioativos da matéria-prima. A concentração foi feita até aproximadamente 20°Brix.



Figura 4. Evaporador rotativo.

d) Congelamento / Descongelo

Toda a massa de tomate produzida foi armazenada à temperatura de -18°C , até atingir a quantidade necessária para desenvolver os produtos e encaminhar para as diferentes análises. Quando a quantidade foi suficiente, a massa foi descongelada, em refrigeração.

e) Padronização

Ingredientes como sacarose e sal foram incorporados ao concentrado nas proporções de 1,2% e 0,2%, respectivamente, permitindo, assim, a padronização do extrato de tomate, que apenas se diferenciou de uma formulação para a outra com relação às proporções de suco de cenoura. A legislação tolera a adição de até 5% de sacarose e de até 1% de cloreto de sódio (BRASIL, 1978).

f) Adição de suco de cenoura

Para a obtenção do suco, a cenoura foi também lavada, sanitizada (água clorada 50ppm) por 15 minutos, cortada e o suco foi extraído na mesma centrífuga, aproveitando-se a fração fluida. A adição do suco de cenoura à massa de tomate nas proporções de 20, 30 e 50% foi feita na Planta de Processamento de Frutas e Hortaliças do DTA/IT/UFRRJ.

g) Aquecimento / Envasamento

Após a realização das misturas nas proporções necessárias, as massas resultantes foram aquecidas até 85°C , mantendo-as nessa temperatura para pasteurização. Anteriormente ao envasamento, as embalagens de vidro com tampa metálica foram lavadas, sanitizadas (água clorada 10ppm) por 15 minutos para serem, então, preenchidas.

h) Inversão / Resfriamento / Armazenamento

Após o envasamento, a quente, os potes foram invertidos, permanecendo assim durante 5 minutos, para esterilização da tampa. O resfriamento foi realizado com água fria imediatamente. Os potes foram armazenados para as análises em estufa incubadora para B.O.D. com temperatura regulada para 25°C . A Figura 5 representa o fluxograma de execução do processo e a Figura 6 os produtos prontos para serem analisados.

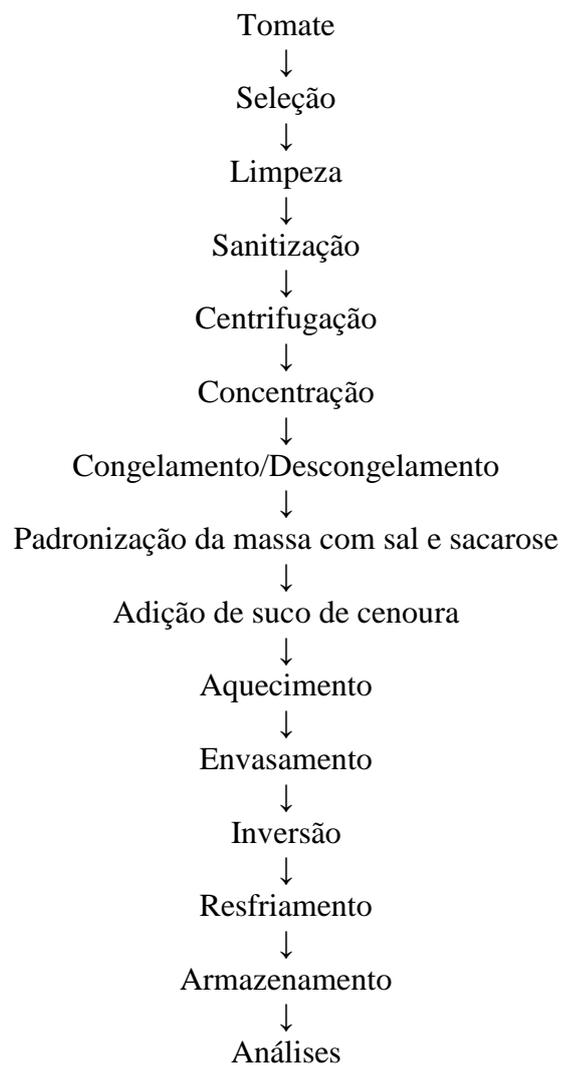


Figura 5. Fluxograma do processamento da massa de tomate com suco de cenoura.



Figura 6. Massas de tomate com suco de cenoura.

3.3 Desenvolvimento e Processamento de Massa de Tomate com Polpa de Buriti

3.3.1 Experimentos preliminares

Foram realizados vários experimentos para a elaboração dos produtos com base na massa de tomate e na polpa de buriti. Os testes realizados para se obter um produto que se adequasse às características físico-químicas e sensoriais desejada foram também executados durante o ano de 2011.

Os experimentos foram realizados em nível de bancada, com a utilização de béquer e chapa aquecedora. Nos ensaios preliminares, os percentuais de polpa de buriti, sacarose e sal variaram de 2 a 15%; 1 a 1,75% e 0,3 a 0,4%, respectivamente.

3.3.2 Processamento de massa de tomate com polpa de buriti

A produção da massa de tomate adicionada de polpa de buriti, diferentemente daquela adicionada de suco de cenoura, foi feita em nível piloto, na Planta de Frutas e Hortaliças do SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), em Vassouras/RJ, fixando-se as concentrações de sal e de açúcar e variando-se as concentrações de massa de tomate e de polpa de buriti, no total de três tratamentos.

As quantidades de ingredientes utilizadas para o processamento do concentrado de tomate com polpa de buriti podem ser visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3. Formulações utilizadas para a obtenção da massa de tomate com polpa de buriti.

Ingredientes	TB1	TB2	TB3
Massa de tomate	95%	90%	85%
Polpa de buriti	5%	10%	15%
Sacarose*	1,75%	1,75%	1,75%
Sal*	0,3%	0,3%	0,3%

*Percentuais baseados na concentração total do produto.

As etapas do processamento estão a seguir.

a) Seleção / Limpeza / Sanitização

Primeiramente, os frutos são separados daqueles impróprios (verdes e podres) para o uso, constituindo a etapa de seleção. Em seguida, os frutos foram submetidos a uma pré-lavagem, sendo descarregados em tanques contendo água potável para a remoção de sujidades aderidas nas superfícies dos mesmos com auxílio de escova e água fria. Em seguida, foi feita uma limpeza com detergente e uma nova lavagem para eliminar os resíduos de detergentes.

A sanitização foi feita posteriormente para reduzir a população microbiana dos frutos. Nessa etapa, os frutos foram imersos por 15 minutos em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 150ppm de cloro. Foi feito um teste qualitativo com ortotolidina, em que a solução tornou-se amarelo alaranjado, sugerindo a presença de cloro residual livre.

b) Trituração – Inativação enzimática

Logo após a higienização, os frutos foram triturados e suas enzimas inativadas em sistema “hot break” ou quebra à quente como mostra a Figura 7. As enzimas pécticas são indesejáveis na massa de tomate, podendo causar diminuição da consistência. Tais enzimas são a pectinesterase (PE), que catalisa a remoção de grupos metoxílicos da molécula de pectina e de ácido pectínico para dar ácido péctico e a poligalacturonase (PG), que ocasiona a quebra das ligações glicosídicas das substâncias pécticas para dar finalmente o ácido galacturônico (GAVA, 2008). Segundo Bobbio (1992), grande parte das enzimas são destruídas por aquecimento entre 70 e 80°C, durante um intervalo de tempo que varia de dois a cinco minutos. Daí a importância dessa etapa no processamento do fruto.



Figura 7. Sistema “Hot break”.

c) Despolpamento

Após a inativação enzimática, foi feito o despolpamento, que ocorreu através de uma bomba com sistema de rosca sem fim, em que o fruto triturado foi conduzido através de dutos para um sistema de despolpamento e refinamento (Figura 8), constituído de três estágios, onde a polpa foi separada da pele e das sementes, em um sistema constituído de peneiras com malhas diferenciadas e escovas de “nylon” apropriadas para pressionar por força centrífuga contra a peneira. Na primeira etapa, o material triturado atravessou a peneira com furos de 1,5mm de diâmetro, separando peles e sementes. Esse material foi automaticamente conduzido para a segunda peneira do conjunto, que continha furos de 1mm de diâmetro. Nessa etapa foram retidos pedaços que atravessaram a peneira anterior e descartados junto com as peles e sementes. O terceiro e último estágio correspondeu ao de refino da polpa, onde o material que atravessou a segunda peneira foi também automaticamente conduzido para a terceira peneira que continha aberturas com diâmetro de 0,5mm. Foi considerado produto final a polpa que atravessou essa peneira (PEREIRA, 2007). Foi descartado o material retido, constituído de pedaços maiores, considerados impróprios para o produto.



Figura 8. Despolpadeira / Refinadora 3 estágios.

d) Concentração

A partir daí, a polpa obtida foi bombeada para o concentrador a vácuo tipo “buller” (Figura 9), que depois de fechado hermeticamente teve o sistema de vácuo e aquecimento acionados, entre 280 a 320mmHg e 65 a 75°C, respectivamente, até que a polpa de tomate, que inicialmente apresentava 4°Brix, atingisse a concentração de sólidos solúveis de aproximadamente 13°Brix, quando todos os sistemas foram desligados.



Figura 9. Conjunto concentrador a vácuo tipo “buller”.

e) Envasamento

Primeiramente, as embalagens utilizadas foram higienizadas com solução clorada, a 10ppm (15 minutos). Em seguida, as polpas concentradas foram acondicionadas, à quente, em potes de vidro com tampa metálica, onde cada embalagem preencheu uma quantidade correspondente a 90% da capacidade.

f) Inversão / Resfriamento / Congelamento / Transporte

As embalagens foram invertidas por 5 minutos e em seguida o produto foi resfriado com água fria e congelado para então ser transportado em caixas de isopor para a Planta de Processamento de Frutas e Hortaliças do DTA/IT/UFRRJ, onde foi dada continuidade ao processo.

g) Descongelamento / Padronização

Para a elaboração dos produtos, a massa de tomate foi descongelada em refrigeração e padronizada com sal e sacarose.

h) Adição de polpa de buriti / Aquecimento / Envasamento / Inversão

As proporções de polpa de buriti adicionadas ao concentrado de tomate foram 5, 10 e 15%. Após a realização das misturas nas proporções necessárias, as massas resultantes foram aquecidas a 85°C, preenchendo-se as embalagens e mantendo-as invertidas por 5 minutos.

i) Resfriamento / Armazenamento

Após este tempo foi feito o resfriamento com água fria. Os potes foram armazenados para as análises em estufa incubadora para B.O.D. com temperatura regulada para 25°C. A

Figura 10 mostra o fluxograma de execução do processo e a Figura 11 os produtos prontos para serem analisados.

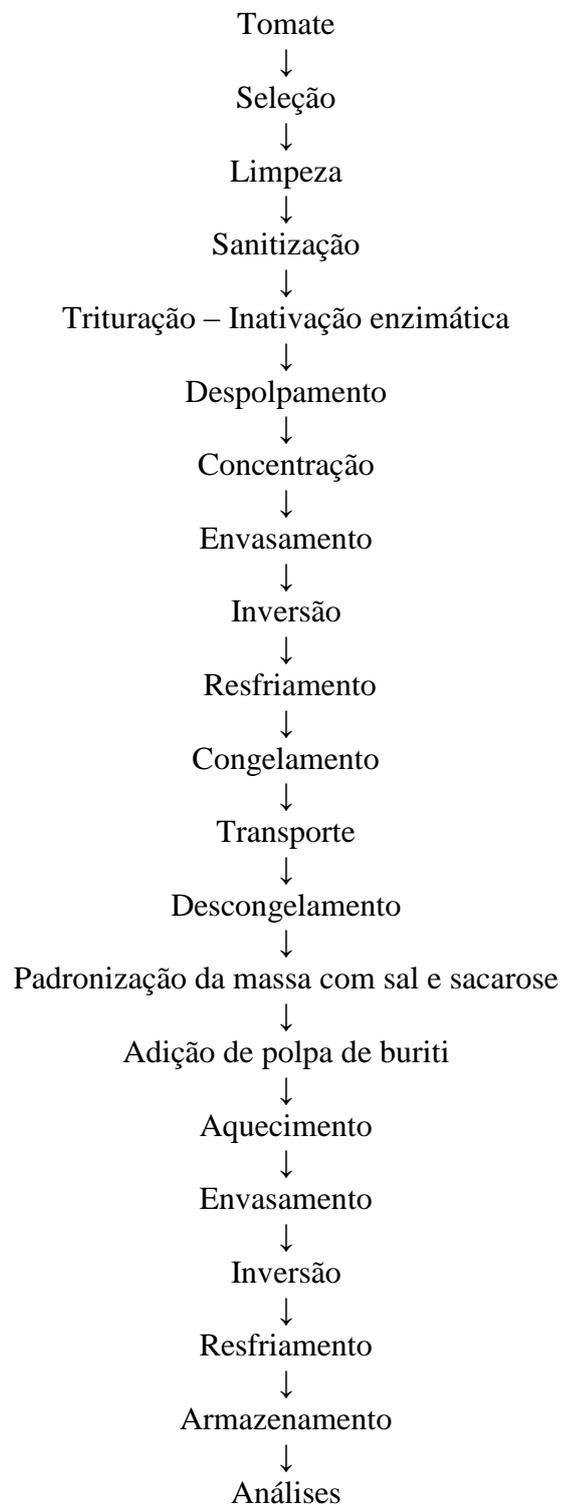


Figura 10. Fluxograma do processamento da massa de tomate com polpa de buriti.



Figura 11. Massas de tomate com polpa de buriti.

3.4 Análise das Matérias-Primas e dos Produtos

3.4.1 Análise microbiológica

As análises microbiológicas procederam-se nas amostras dos tratamentos TC1, TC2, TC3, TB1, TB2 e TB3, com o intuito de avaliar a segurança microbiológica dos produtos elaborados. Tais análises foram feitas no Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas (LAAB), na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no Instituto de Tecnologia (IT).

Considerando-se o produto comercialmente estéril e estável à temperatura ambiente, foi feito o teste de esterilidade comercial para produtos ácidos ($\text{pH} \leq 4,5$), conforme Brasil (2001). Para o teste, as amostras foram, inicialmente, pré-incubadas a 30°C por 10 dias. Apesar da inexistência de evidências de alteração após 10 dias, a análise foi continuada para certificação da esterilidade dos produtos. A análise visou quantificar os seguintes microrganismos: clostrídios butíricos — incubação a 30°C por 2 a 5 dias —, termófilos “flat sour” — incubação a 55°C por 2 a 5 dias —, bactérias lácticas — incubação a 30°C por 2 a 4 dias — e bolores e leveduras — incubação a 30°C por 2 a 4 dias (APHA, 2001; SILVA *et al.* 2010).

Para tal, as embalagens, antes da abertura, foram lavadas com detergente e desinfetadas com álcool iodado e flambadas até a completa combustão. Após a abertura das embalagens em ambiente asséptico, foram retiradas porções homogêneas de aproximadamente 2g do centro do recipiente e imediatamente transferidas para tubos contendo os seguintes meios: caldo ácido (4 tubos), sendo 2 para a detecção de clostrídios butíricos e 2 para termófilos “flat sour”; caldo APT (2 tubos) para a detecção de bactérias lácticas e extrato de malte (2 tubos) para a detecção de bolores e leveduras (APHA, 2001; SILVA *et al.* 2010).

As amostras dos seis tratamentos foram submetidas a esse tipo de análise durante quatro momentos, sendo o primeiro no tempo zero, logo após o preparo, e os demais a cada trinta dias (30, 60 e 90).

3.4.2 Determinação de pH e de sólidos solúveis

As análises de pH e de sólidos solúveis foram realizadas em triplicata, no IT da UFRRJ, no Laboratório de Análise de Carotenoides e Produtos de Origem Vegetal (LACPROV), de acordo com os métodos preconizados pelo Instituto Adolfo Lutz (2005).

Os valores de pH foram obtidos com o auxílio de um pHmetro de bancada (Figura 12), sendo calibrado com as soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0. A análise do teor de sólidos

solúveis foi realizada utilizando-se refratômetro de Abbé, com escala graduada de Brix, previamente calibrado com água destilada a 20°C. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software GraphPad Prism, Versão 5 (GRAPHPAD, 2011).



Figura 12. pHmetro de bancada.

3.4.3 Quantificação de carotenoides

No acompanhamento da vida útil de todos os produtos foi feita a quantificação dos carotenoides e análise do perfil carotenogênico. A coleta foi feita por amostra e por tempo estudado, e determinados conforme Rodriguez-Amaya (2001) no LACPROV. Para verificação da variação dos resultados ao longo do tempo foi usado o mesmo software citado anteriormente.

No estudo foi possível quantificar os teores de licopeno, α -caroteno e β -caroteno das amostras, uma vez que se utilizou como método analítico a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Utilizaram-se os fatores de conversão de α -caroteno e β -caroteno descritos pela RDC n°269 (BRASIL, 2005). Os totais de pró-vitamina A foram calculados a partir do somatório em microgramas (μg) de retinol dos dois carotenoides pesquisados. Considerou-se 1 μg de α -caroteno como equivalente a 0,084 μg de retinol e 1 μg de β -caroteno como equivalente a 0,167 μg de retinol, conforme preconizado pela legislação vigente.

Para as análises foi utilizado um cromatógrafo líquido de alta eficiência Waters modelo 2690, equipado com injetor automático e detectores de arranjo de diodos. Todo o sistema foi controlado pelo software Empoyer. A coluna foi um XTerra ODS2, C18 monomérica, 3 μm , 4,6 x 250mm. Logo antes da injeção, a amostra foi dissolvida em 2mL de acetona e foi injetado 10 μL . A fase móvel foi um gradiente de acetonitrila:metanol:acetato de etila, contendo 0,05% de trietilamina, começando com uma proporção de 95:5:0 até 60:20:20 em 20 minutos, permanecendo nesta proporção até o final da corrida. A vazão foi de 0,5mL/min e o reequilíbrio da coluna foi de 15 minutos.

3.4.4 Análise sensorial

Para a realização da avaliação, o projeto foi, inicialmente, submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da UFRRJ, que abriu processo de número 23083.010762/2011-16 (Anexo A).

O método escolhido para a avaliação dos produtos foi avaliação da aceitação, que é utilizada quando se deseja conhecer o comportamento do consumidor em relação ao produto, podendo ser aplicado em possíveis consumidores do produto (MEILGARD, CIVILLE e CARR, 1999).

As avaliações ocorreram no laboratório de Análise Sensorial da UFRRJ e foi realizado num dia com massa de tomate e suco de cenoura e no outro com massa de tomate e polpa de buriti. Os participantes receberam uma ficha de avaliação da aceitação e foram questionados

sobre idade, sexo, dentre outras informações que foram solicitadas, conforme apresentadas nos Anexos B e C.

Os testes foram conduzidos em cabine utilizando luz branca. Trinta e nove provadores, sendo esses professores, graduandos e funcionários do Instituto de Tecnologia da UFRuralRJ, avaliaram a aceitação das formulações controle e de massa de tomate com suco de cenoura ou com polpa de buriti. Foi utilizado um teste de escala hedônica de 9 pontos (1:desgostei muitíssimo; 5: nem gostei nem desgostei; 9: gostei muitíssimo) (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1999) para os provadores avaliarem cada uma das amostras em relação a sua aparência, cor, aroma, sabor e consistência. Na mesma ficha de teste, foi questionada a intenção de compra para os produtos.

As amostras foram servidas à temperatura ambiente em copos brancos descartáveis, codificados com números de três algarismos, juntamente com uma colher. Os julgadores não foram informados sobre o teor de suco de cenoura e de polpa de buriti adicionados nas formulações elaboradas para não influenciar as respostas. Os provadores receberam água, também à temperatura ambiente, para limpeza do palato entre a avaliação de uma amostra e outra. As amostras foram servidas sem o acompanhamento de massas alimentícias de trigo.

Os resultados foram avaliados através de Análise da Variância (ANOVA) e teste de *Tukey*, com nível de significância de 5% para verificar diferenças significativas entre as amostras, utilizando também o software GraphPad Prism, Versão 5 (GRAPHPAD, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Microbiológica

Dentre os microrganismos considerados importantes constituintes dessa análise estão os anaeróbios butíricos, pois podem provocar deterioração no tomate e suco de tomate, causando aroma butírico, assim como as bactérias não formadoras de esporos, principalmente as láticas, que deixam o produto com aroma ácido (FRANCO, 2008). Além desses, existem também os fungos termorresistentes que, além da deterioração, podem promover a produção de metabólitos secundários tóxicos (TOURNAS, 1994).

Em adição, as bactérias termófilas do tipo “flat sour”, tendo o *B. coagulans* como o mais importante na deterioração de produtos do tomate, em que o produto apresenta-se com alterações no pH e, conseqüentemente, no aroma e no sabor, que torna-se ácido (FRANCO, 2008). Segundo Leitão (1973), a causa de deterioração por essa bactéria é geralmente devida a tratamento térmico insuficiente ou resfriamento inadequado.

Devido à importância que tais microrganismos desempenham é que essas análises foram desenvolvidas ao longo do tempo nos produtos.

4.1.1 Amostra controle

As amostras sem suco de cenoura ou sem polpa de buriti, avaliadas apenas no tempo zero, foram aprovadas no teste.

4.1.2 Massa de tomate com suco de cenoura

A Tabela 4 mostra os resultados da avaliação microbiológica das três formulações, que não se alteraram ao longo dos 90 dias, determinando a aprovação dos produtos no teste de esterilidade comercial. A legislação (BRASIL, 2001) não determina um limite de tolerância para os microrganismos analisados, pois esse é um teste qualitativo. O produto não seria comercialmente estéril se o laudo fosse positivo.

Tabela 4. Laudos das análises microbiológicas das massas de tomate formuladas com suco de cenoura após 90 dias. ¹

Análises	80%MT e 20%SC	70%MT e 30%SC	50%MT e 50%SC
Bactérias láticas (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
Bolores e leveduras (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
Clostrídios butíricos (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
Termófilos “flat sour” (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo

¹ Os valores mantiveram-se constantes para zero, 30 e 60 dias.

O acondicionamento das formulações em embalagens hermeticamente fechadas pode ter contribuído para o resultado satisfatório, assim como o processamento térmico e resfriamento adequados. Ao analisar microbiologicamente os extratos de tomate desenvolvidos, Pereira (2007) também considerou os produtos comercialmente estéreis.

De acordo com Baglioni (1998), o uso de uma matéria-prima de boa qualidade, a lavagem e a seleção adequada dessa matéria-prima, a sanitização e a condição asséptica da área de processamento e embalagem são medidas de controle tanto de fungos

termorresistentes quanto de fungos comuns na planta de processamento de tomate. Dessa forma, essas medidas podem também ter contribuído para a esterilidade comercial dos produtos.

4.1.3 Massa de tomate com polpa de buriti

A Tabela 5 mostra os resultados das análises microbiológicas referentes à massa de tomate com polpa de buriti.

Tabela 5. Laudos das análises microbiológicas das massas de tomate formuladas com polpa de buriti após 90 dias. ¹

Análises	95%MT e 5%PB	90%MT e 10%PB	85%MT e 15%PB
Bactérias lácticas (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
Bolores e leveduras (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
Clostrídios butíricos (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
Termófilos “flat sour” (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo

¹ Idem Tabela 4.

Assim como na massa de tomate com suco de cenoura, os resultados permaneceram inalterados ao longo do tempo e o produto apresentou-se em condições de esterilidade comercial nas três referidas amostras.

Para Baruffaldi e Oliveira (1998), o tratamento térmico aplicado no produto pode controlar o crescimento de microrganismos formadores de esporos, como algumas espécies de *Clostridium*. Além disso, o controle higiênico sanitário durante o processamento é capaz de contribuir para a não proliferação dos microrganismos avaliados durante os tempos estudados.

Em 1999, foi desenvolvido estudo por Baglioni, Gumerato e Massaguer com o objetivo de determinar a ocorrência de fungos filamentosos termorresistentes durante o processamento asséptico da polpa de tomate (8°Brix). O estudo obteve contagens médias relativamente baixas, variando entre < 1 e 8 UFC/100mL de amostra, sendo que as maiores contagens foram obtidas na matéria-prima e água de transporte e pré-lavagem, o que já era esperado pelos autores já que essas etapas constituem o início da linha de processamento, onde não receberam algum tratamento térmico. Além disso, a água de transporte hídrico não era clorada e recebeu as sujidades da matéria-prima recém-chegada.

No estudo, que também teve por objetivo selecionar a cepa mais termorresistente de fungo detectada, foi verificado que apesar de 82% dos isolados terem sobrevivido ao choque inicial (80°C/20 minutos), e de 46,8% poderem sobreviver a 95°C/5 minutos (possível sobrevivência ao tratamento de pasteurização da polpa concentrada), não foram encontrados fungos termorresistentes, como o *Neosartorya fischeri* (BAGLIONI, GUMERATO, MASSAGUER, 1999). No processamento, a massa de tomate passou pelas etapas de concentração a vácuo, que empregou temperaturas entre 65 e 75°C, até que 1/3 a 2/3 da água fosse removida e também de aquecimento, a 85°C, durante 5 minutos.

Ao isolar e identificar fungos termorresistentes durante o processamento de néctar de maçã (pH 3,4 e 11,6°Brix), Salomão, Massaguer e Aragão (2008) detectaram 11 linhagens de bolores, sendo 5 termorresistentes. Dentre essas, três cepas, isoladas da matéria-prima e do concentrado de maçã, foram identificadas como *Neosartorya fischeri*; uma cepa isolada da matéria-prima foi identificada como *Byssoschlamys fulva* e uma cepa isolada do produto após a primeira pasteurização foi identificada como *Eupenicillium* sp. As cepas mais resistentes foram as de *N. fischeri* e *B. fulva*, que sobreviveram ao tratamento de 95°C / 20 minutos. Esse

binômio (tempo / temperatura) é bastante superior aos tratamentos de pasteurização aplicados a produtos de maçã (95°C / 30 segundos). Assim, *N. fischeri* e *Byssochlamys* sp foram considerados os fungos de maior termorresistência dentre os contaminantes de frutas.

4.2 Determinação de pH e de Sólidos Solúveis

O acompanhamento do pH ao longo do tempo é importante, pois a concentração hidrogeniônica é um fator de controle que regula muitas reações químicas e microbiológicas (GOULD, 1974).

O teor de sólidos solúveis é uma das principais características da matéria-prima. Quanto maior o seu teor, maior será o rendimento industrial e menor o gasto de energia no processo de concentração da polpa. Em termos práticos, para cada aumento de um grau Brix na matéria-prima há um incremento de 20% no rendimento industrial (SILVA *et al.* 2003).

Segundo Raupp *et al.* (2009), além de ser uma característica genética da variedade, o teor de sólidos solúveis no fruto é influenciado pela adubação, temperatura e irrigação.

Para Moura *et al.* (2005), a presença de concentrações adequadas de açúcares solúveis e ácidos orgânicos determina o desenvolvimento do sabor do fruto e afeta diretamente a qualidade do produto.

4.2.1 Massa de tomate com suco de cenoura

O pH das matérias-primas foi avaliado apenas inicialmente. Os valores encontrados foram equivalentes a 4,11 para a massa de tomate sem suco de cenoura e 5,38 para o suco de cenoura. Segundo Franco (2008), o pH aproximado do tomate oscila de 4,2 a 4,3.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, encontrou-se, inicialmente, 20°Brix para a massa de tomate sem suco de cenoura e 8°Brix para o suco de cenoura. Os valores médios de sólidos solúveis no tomate recebido pelas indústrias no Brasil têm sido baixos (4,5°Brix). Entretanto, há cultivares que possuem maior potencial genético, apresentando, em determinadas condições, valores próximos de 6,0°Brix (SILVA *et al.* 2003).

Ao comparar as médias de sólidos solúveis e pH dos extratos de tomate comercial e orgânico, Pereira (2007) encontrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os extratos, de modo que o teor de sólidos solúveis e o pH do extrato de tomate comercial foram iguais a 11,71 e 4,44, respectivamente; e para o extrato de tomate orgânico iguais a 12,52 e 4,32.

Para amostras de massa de tomate com suco de cenoura, a Tabela 6 mostra que a acidez foi reduzida de forma significativa após 90 dias de armazenamento, não sendo significativa apenas a variação entre 30 e 60 dias para as três formulações.

Tabela 6. Valores de pH em massa de tomate (MT) com suco de cenoura (SC).¹

Tratamentos		Períodos de tempo (dias)			
MT (%)	SC (%)	Zero	30	60	90
80	20	4,12a	4,31b	4,31b	4,63c
70	30	4,19a	4,32b	4,33b	4,65c
50	50	4,28a	4,44b	4,42b	4,73c

¹ Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Segundo Evangelista *et al.* (2008) aumentos de pH ao longo do período de armazenamento têm sido relatados para vários produtos inteiros ou para os que foram submetidos a um processamento mínimo. Silva (2007) observou aumento do pH com o

armazenamento por 250 dias à temperatura ambiente. Izumi *et al.* (1996) associaram o aumento de pH ao crescimento microbiano.

Para Monteiro *et al.* (2008) é desejável um pH inferior a 4,5 para impedir a proliferação de microrganismos, pois valores superiores ao pH 4,5 requerem períodos mais longos de processamento térmico da matéria-prima, ocasionando maior custo de energia e maior custo de processamento.

No trabalho em questão, a partir de 90 dias após o armazenamento, o pH das 3 formulações foi maior que 4,5. Apesar disso, não ocorreu proliferação de microrganismos, como mostrou os resultados da análise microbiológica. No entanto, sendo o pH superior a 4,5 aconselha-se o consumo dos produtos em até 60 dias para uma maior segurança do consumidor.

No estudo de Monteiro (2008), o valor de pH na massa de tomate sem cogumelo oscilou entre 3,59 e 3,82, não variando significativamente ($p < 0,05$) ao longo dos seis meses. Também não variou o pH das duas diferentes formulações de massa de tomate com o cogumelo *Agaricus brasiliensis*. Os valores de pH oscilaram entre 3,62 e 3,97 na amostra com 1,4% de cogumelo e entre 3,71 e 3,95 naquela com 3% de cogumelo. Apesar na inexistência de diferença significativa, os menores valores de pH para as amostras foram encontradas no sexto mês de avaliação.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, a Tabela 7 mostra que, ao longo do tempo, não foram constatadas diferenças significativas entre as amostras de massa de tomate com suco de cenoura.

Tal fato sugere que as enzimas pécticas, indesejáveis na massa de tomate, foram inativadas durante a concentração e o aquecimento, pois a presença dessas enzimas poderia causar uma diminuição da viscosidade dos produtos alterando, conseqüentemente, o teor de sólidos solúveis ao longo do tempo de modo significativo.

Entre os tratamentos, a diferença nos teores de sólidos solúveis está possivelmente associada com a adição de suco de cenoura, que apresentando um menor teor de sólidos solúveis, em relação ao concentrado de tomate, foi capaz de promover uma diluição no produto, justificando o menor teor na formulação caracterizada pela maior adição de suco de cenoura, ou seja, equivalente a 50%.

Tabela 7. Teores de sólidos solúveis em massa de tomate (MT) com suco de cenoura (SC).¹

Tratamentos		Períodos de tempo (dias)			
MT (%)	SC (%)	Zero	30	60	90
80	20	24a	22a	23a	22a
70	30	22a	21a	22a	21,2a
50	50	17a	17a	17a	17,4a

¹ Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Assim como no trabalho em questão, Monteiro (2008) também não encontrou diferença significativa entre o teor de sólidos solúveis das amostras ao longo do tempo. No entanto, o teor foi mais baixo, oscilando entre 9,55 e 11,10 na amostra controle; entre 8,50 e 11,35 na massa de tomate com 1,4% de cogumelo; e entre 8,20 e 11,70 naquela com 3% de cogumelo.

4.2.2 Massa de tomate com polpa de buriti

A polpa de buriti teve seu pH verificado no tempo inicial, assim como a massa de tomate sendo, respectivamente, iguais a 3,66 e 4,08. Quanto ao teor de sólidos solúveis, a massa de tomate sem polpa de buriti apresentou 14°Brix e a polpa de buriti 4°Brix. Ao longo do tempo, as matérias-primas não foram acompanhadas, assim como a massa de tomate com suco de cenoura.

A Tabela 8 mostra que houve diferença significativa ($p < 0,05$) no pH, nos diferentes períodos de tempo, para cada uma das amostras, com exceção da massa de tomate com 15% de polpa de buriti, que não variou de 60 para 90 dias após o armazenamento.

Inicialmente, houve aumento significativo no pH das amostras, que foi seguida de queda significativa após 90 dias de armazenamento. A acidez verificada nas diferentes formulações pode estar associada ao teor de óleo existente na polpa de buriti, a qual se desconhece o processo de obtenção.

A concentração de lipídios totais encontrada na polpa de buriti, segundo análises desenvolvidas por Manhães (2007) foi equivalente a $13,85 \pm 0,69\text{g}/100\text{g}$ de polpa, valor superior ao mostrado na Tabela de Composição de Alimentos (FRANCO, 2007), igual $10,50\text{ (g}/100\text{g)}$. Manhães (2007) encontrou ainda 73,32% de ácido oléico no óleo presente na polpa de buriti, considerado um nível elevado desse ácido quando comparado ao azeite de oliva e ao óleo de canola.

Ao estudar a estabilidade oxidativa do óleo de buriti, Cidreira *et al.* (2010) observaram um aumento no índice de acidez de $3,71\text{mgKOH/g}$ de óleo, no tempo inicial, para $5,22\text{ mgKOH/g}$ de óleo após seis meses de armazenamento em frascos tipo âmbar. Os autores apontaram a oxidação do óleo vegetal como determinante no aumento do índice. No estudo, foi verificado, ainda, alteração no aroma e no sabor a partir do sexto mês de análise. Na legislação (BRASIL, 1999), não existem dados sobre o valor máximo de índice de acidez permitido para o óleo de buriti.

Tabela 8. Valores de pH em massa de tomate (MT) com polpa de buriti (PB).¹

Tratamentos		Períodos de tempo (dias)			
MT (%)	PB (%)	Zero	30	60	90
95	5	4,09a	4,50b	4,04c	3,92d
90	10	4,09a	4,49b	4,05c	3,93d
85	15	4,07a	4,50b	4,01c	4,02c

¹ Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, as variações de grau Brix não foram significativas nas formulações de massa de tomate com polpa de buriti, ao longo dos três meses (Tabela 9), assim como na massa de tomate com suco de cenoura.

Tabela 9. Teores de sólidos solúveis em massa de tomate (MT) com polpa de buriti (PB).¹

Tratamentos		Períodos de tempo (dias)			
MT (%)	PB (%)	Zero	30	60	90
95	5	14a	14a	15a	14a
90	10	14a	13,2a	13,8a	13a
85	15	14a	13,2a	13,8a	13a

¹ Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Dentre as formulações, nesse caso, a adição da polpa de buriti não interferiu no teor de sólidos solúveis totais dos três produtos, como interferiu o suco de cenoura ao ser adicionado ao concentrado de tomate. O fato está provavelmente associado ao menor grau Brix da matéria-prima usada, ou seja, da polpa de buriti.

A manutenção do grau Brix ao longo do tempo sugere que as enzimas capazes de causar alterações na consistência dos produtos foram inativadas durante o processamento.

No trabalho desenvolvido por Tsuchiya *et al.* (2009) não foram encontradas variações de grau Brix, no tempo inicial, entre as amostras de geleia de tomate elaboradas. O grau Brix não foi avaliado ao longo do tempo e foi equivalente a 65, nas três formulações, inicialmente.

Na pesquisa desenvolvida por Pereira (2006), percebeu-se ausência de alterações nos sólidos solúveis durante o armazenamento do tomate em pó. Apesar de haver diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras nos tempos 10 e após 40 dias, o autor abordou como sendo uma discrepância isolada.

4.3 Quantificação de Carotenoides

4.3.1 Matérias-primas

A Figura 13 mostra o perfil de carotenoides da massa de tomate, do suco de cenoura e da polpa de buriti. Como a Figura retrata do perfil carotenogênico qualitativo, um único perfil para a massa de tomate é suficiente para evidenciar que o licopeno é o carotenoide majoritário nesse produto.

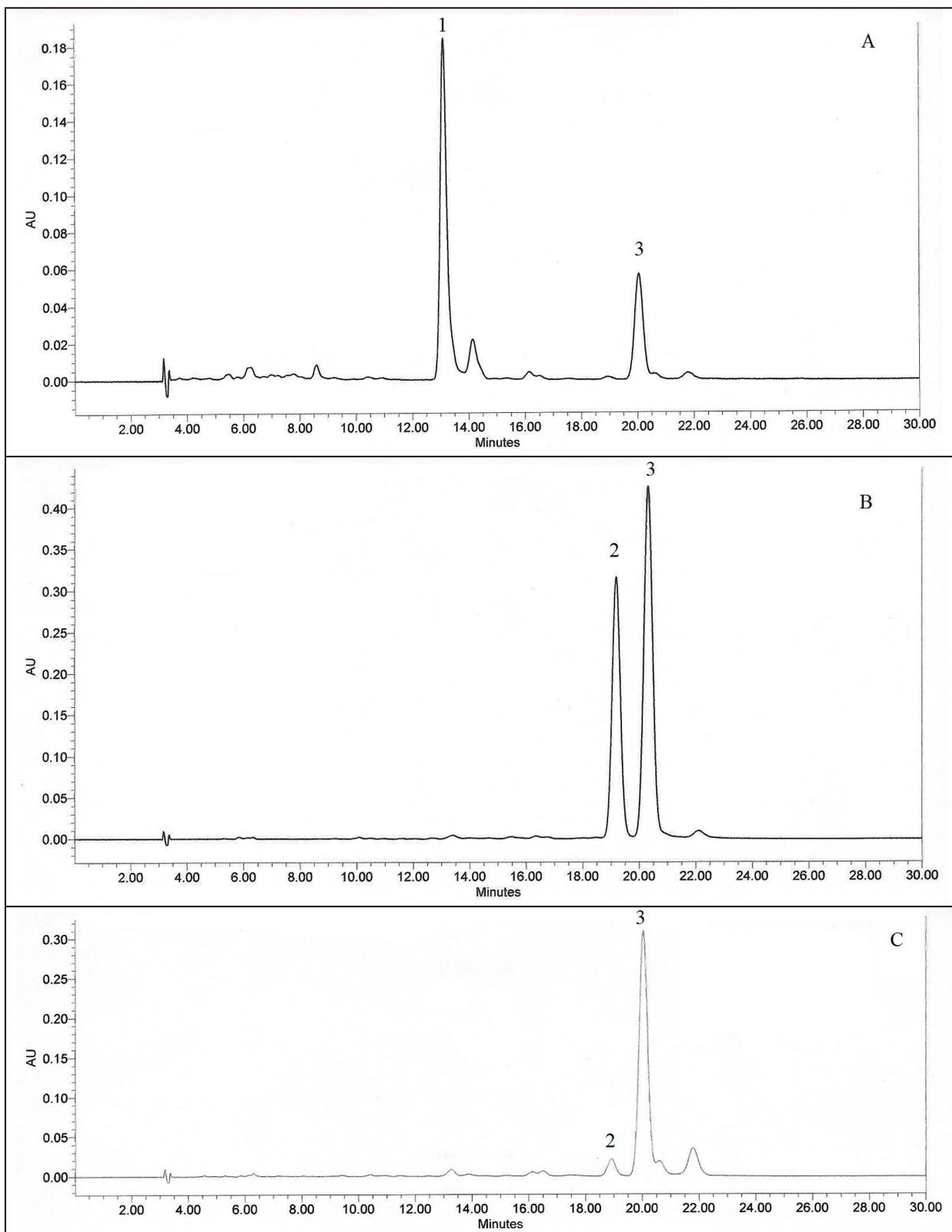


Figura 13. Cromatograma dos carotenoides das matérias-primas. A- Massa de tomate; B- Suco de cenoura; C- Polpa de buriti. Picos: (1) licopeno, (2) α -caroteno, (3) β -caroteno.

A Tabela 10 mostra que o teor de licopeno presente na massa de tomate controle 2 (sem polpa de buriti) foi quase três vezes maior que o teor encontrado na massa de tomate

controle 1 (sem suco de cenoura). Tal fato sugere que o processamento dos tomates em nível piloto foi capaz de degradar em menor proporção o carotenoide, se comparado àquele processado em nível de bancada. Além disso, é possível observar o teor de carotenoide pró-vitamínico A existente no produto do tomate, o que justifica a adição de suco de cenoura ou polpa de buriti ao concentrado.

Tabela 10. Quantificação de carotenoides na matéria-prima.

Matérias-primas	Licopeno (µg/g)	α-caroteno (µg/g)	β-caroteno (µg/g)
MT controle 1 ¹	19,92	nd	5,56
Suco de cenoura	nd ³	21,22	36,36
MT controle 2 ²	55,40	nd	3,35
Polpa de buriti	nd	1,01	28,82

¹ Massa de tomate (MT) controle 1 – massa preparada para adição do suco de cenoura

² Massa de tomate (MT) controle 2 – massa preparada para adição da polpa de buriti

³ Não detectado.

Ao comparar os valores encontrados com outros estudos, verificou-se que Pereira (2007) encontrou, em média, 44,60 µg/g de licopeno e 9,90 µg/g de β-caroteno para massa obtida em nível piloto. No estudo em questão, o teor foi maior, quando comparado com a massa de tomate 2. Isso indica que apesar do congelamento e do transporte da massa de tomate, o teor de licopeno se apresentou maior se comparado ao teor verificado pelo estudo citado, que não expôs o produto a tais condições.

Para o suco de cenoura, Niizu (2003), por exemplo, verificou teor de α-caroteno na cenoura crua igual a 35µg/g, sendo maior que o encontrado no estudo em questão. Rodriguez-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) encontraram na cenoura crua 33µg/g de β-caroteno, menor que o observado no presente trabalho.

Ao quantificar o teor de β-caroteno na polpa de buriti, Tawata (2010) encontrou aproximadamente 350µg/g, um teor praticamente doze vezes maior que o verificado na Tabela 10. Isso pode estar associado ao processamento da polpa, não só realizado no presente estudo, mas também realizado antes de ser embalada e transportada. Todas essas condições de processamento inicial da polpa são desconhecidas, podendo ter contribuído para uma menor quantidade do carotenoide. Além da transparência da embalagem, que permitia a passagem da luz.

A composição de carotenoide (µg/g) do buriti corresponde a 80 de α-caroteno, 360 de β-caroteno e 20 de zeaxantina, segundo Rodriguez-Amaya, Kimura, Amaya-Farfan (2008). No presente estudo, o teor de zeaxantina não foi detectado.

4.3.2 Produtos enriquecidos

4.3.2.1 Massa de tomate com suco de cenoura

Ao adicionar suco de cenoura ao concentrado de tomate, foi possível incorporar carotenoides pró-vitamínicos A, como α- e β-caroteno, que anteriormente apresentavam-se com teores inexistentes ou menores que após a adição ao concentrado. Isso é visualmente verificado na Figura 14, que mostra que foi possível somar esses carotenoides ao produto do tomate, conforme proposto no objetivo do trabalho.

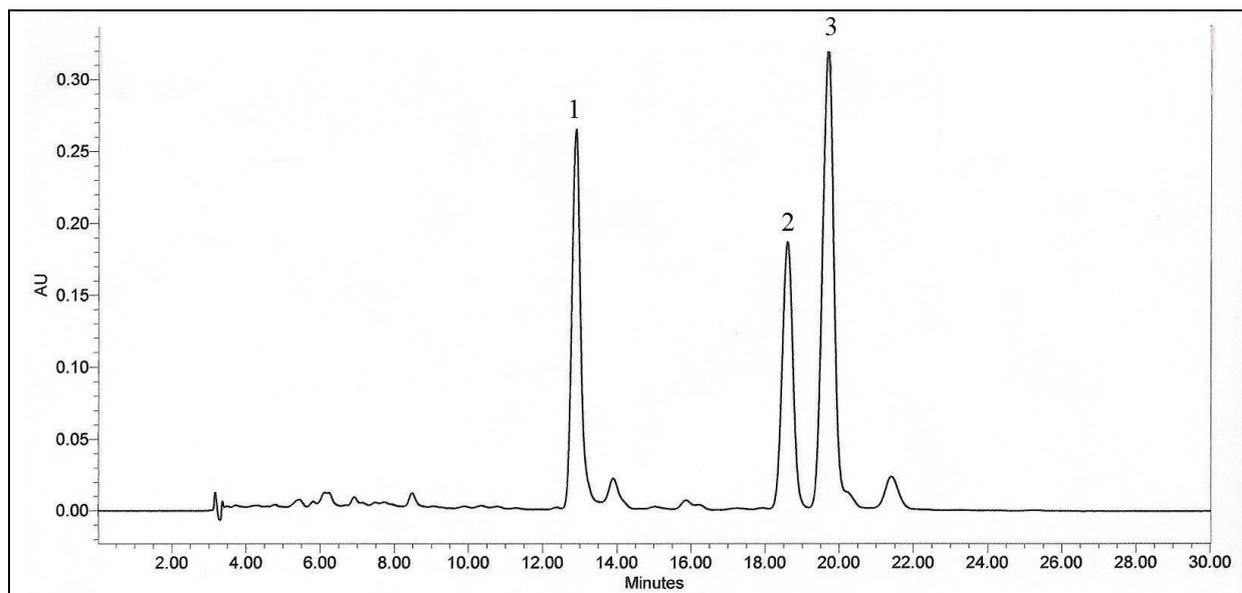


Figura 14. Cromatograma dos carotenoides da massa de tomate com 20% de suco de cenoura. Picos: (1) licopeno, (2) α -caroteno, (3) β -caroteno.

Ao longo do tempo foi observada perda significativa dos carotenoides presentes na massa de tomate com 20% de suco de cenoura já após 30 dias (Tabela 11). A variação apenas não foi significativa para o α -caroteno entre 60 e 90 dias.

Tabela 11. Teor de carotenoides na mistura de 80% de MT com 20% de SC.¹

Períodos de tempo (dias)	Licopeno ($\mu\text{g/g}$)	α -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)
Zero	20,5a	2,4a	21,5a
30	13,6b	1,6b	11,7b
60	9,4c	1,2c	9,7c
90	8,7d	1,1c	7,6d

¹ Letras iguais em uma mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Com relação à massa de tomate com 30% de suco de cenoura, a degradação dos carotenoides apenas não foi significativa de 30 para 60 dias para o β -caroteno, como mostra a Tabela 12.

Tabela 12. Teor de carotenoides na mistura de 70% de MT com 30% de SC.¹

Períodos de tempo (dias)	Licopeno ($\mu\text{g/g}$)	α -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)
Zero	20,5a	7,8a	22,7a
30	19,3b	6,2b	21,7b
60	18,9c	4,3c	21,5b
90	7,7d	2,3d	12,5c

¹ Letras iguais em uma mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Na massa de tomate com 50% de suco de cenoura a degradação do licopeno e do β -caroteno foi significativa ao longo dos 90 dias, como mostra a Tabela 13. Para o α -caroteno a variação não foi significativa entre 30 e 60 dias e entre 60 e 90 dias.

Tabela 13. Teor de carotenoides na mistura de 50% de MT com 50% de SC.¹

Períodos de tempo (dias)	Licopeno ($\mu\text{g/g}$)	α-caroteno ($\mu\text{g/g}$)	β-caroteno ($\mu\text{g/g}$)
Zero	7,1a	4,9a	19,6a
30	5,2b	4,4b	19,1b
60	2,4c	4,2bc	18,6c
90	1,2d	4,0c	15,4d

¹ Letras iguais em uma mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Segundo Rodriguez-Amaya (2001), o alto grau de insaturação dos carotenoides torna esses compostos suscetíveis à isomerização e à degradação oxidativa. De acordo com Rodriguez-Amaya (1997), a retenção da pró-vitamina A é favorecida pelas baixas temperaturas, proteção da luz e exclusão do oxigênio.

No presente estudo, os produtos permaneceram armazenados à temperatura ambiente, e não em condições de baixa temperatura, o que pode, dentre outros fatores, ter contribuído na degradação dos carotenoides. A exposição à luz pode ter influenciado, já que os potes de vidro usados para o armazenamento dos produtos eram transparentes. Além disso, a exposição ao oxigênio, durante a análise, pode também ter interferido. Os resultados encontrados corroboraram com os de Silva (2008), que observou uma degradação significativa do α -caroteno e β -caroteno ao longo dos 120 dias de armazenamento do doce de abóbora com cenoura.

Apesar da perda, que já era esperada com a vida de prateleira, o produto se apresentou enriquecido mesmo após 90 dias de armazenamento, sendo capaz de atingir pelo menos 30% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) para crianças entre 4 e 6 anos de idade como mostra a Tabela 14.

Tabela 14. Percentual da IDR atingido para crianças entre 4 e 6 anos de idade ao longo do tempo considerando a conversão para retinol ($\mu\text{g}/100\text{g}$).¹

Tratamentos		Períodos de tempo (dias)			
MT (%)	SC (%)	Zero	30	60	90
80	20	84,3%	46,4%	38,2%	30,0%
70	30	98,8%	92,1%	87,8%	50,7%
50	50	81,9%	79,1%	76,9%	64,6%

¹ 1 μg de β -caroteno = 0,167 μg de retinol; 1 μg dos demais pró-vitamínicos A = 0,084 μg de retinol.

4.3.2.2 Massa de tomate com polpa de buriti

O enriquecimento com polpa de buriti não foi viável como o enriquecimento da massa de tomate com suco de cenoura. A Figura 15 mostra o perfil de carotenoides da massa de tomate com polpa de buriti, que se apresenta semelhante ao da massa de tomate sem polpa de buriti.

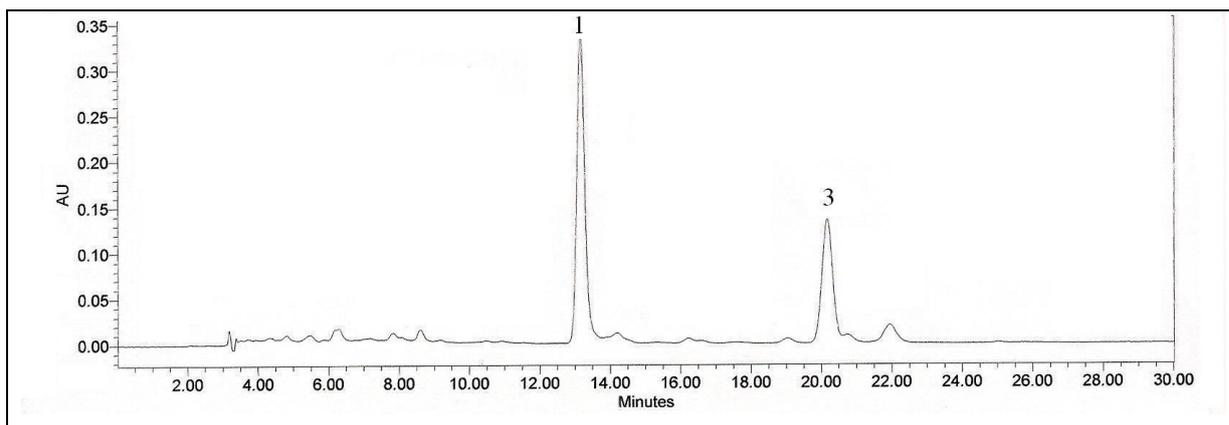


Figura 15. Cromatograma dos carotenoides da massa de tomate com 5% de polpa de buriti.
Pico: (1) licopeno, (3) β -caroteno.

Como o enriquecimento com polpa de buriti ficou marcado pelo tomate, ou seja, o tomate encobriu o enriquecimento, não foi possível quantificar o teor de β -caroteno na massa de tomate adicionada de polpa de buriti. Com isso, não foi feito o acompanhamento ao longo dos 90 dias, já que a análise implicaria em um alto custo para a realização.

Mais uma vez, o processamento inicial da polpa pode ter contribuído para o não alcance do objetivo de enriquecer o concentrado com polpa de buriti, apesar do elevado teor de β -caroteno no produto, conforme apresentado por alguns estudos. Além disso, o sabor pronunciado da polpa de buriti não colaborou para que uma maior quantidade de polpa de buriti fosse incorporada ao concentrado de tomate, visando aumentar o teor de β -caroteno.

4.4 Avaliação Sensorial

A avaliação da aceitação foi realizada após a liberação de laudo microbiológico atestando a segurança das amostras a serem avaliadas. Os provadores foram voluntários que autorizaram divulgar os resultados. As avaliações ocorreram em horário compreendido entre 9h e 11h. Os resultados estão explanados a seguir.

4.4.1 Massa de tomate com suco de cenoura

4.4.1.1 Perfil dos julgadores

Dentre os 39 entrevistados, com idade compreendida entre 17 e 50 anos, 68% pertenciam ao sexo feminino e 32% ao masculino. A faixa etária prevalente foi entre 17 e 30 anos, somando aproximadamente 90% da população entrevistada. Com relação ao consumo da massa de tomate, dos 85% que afirmaram consumir com frequência, 62% informaram consumir tal produto uma ou duas vezes por semana. Segundo os relatos, os produtos mais consumidos usando massa de tomate foram massa, “pizza” e carne, nessa ordem, dentre outros em menor escala.

4.4.1.2 Avaliação da aceitação

Na Tabela 15 encontram-se as médias de notas dadas pelos avaliadores para cada atributo avaliado nos produtos oferecidos.

Tabela 15. Médias de aceitação das amostras de massa de tomate com e sem suco de cenoura¹

Atributos	Controle	80%MT e 20%SC	70%MT e 30%SC	50%MT e 50%SC
Aparência	6,69a	6,90a	6,90a	6,21a
Cor	7,41a	7,21a	7,08ab	6,31b
Aroma	6,79a	6,67a	6,46a	6,87a
Sabor	5,77a	5,97a	5,85a	5,82a
Consistência	6,79a	6,92a	6,87a	5,82b

¹ Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).

A Tabela 15 mostra que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras para os atributos aparência, aroma e sabor que, por sua vez, recebeu a menor média de notas em comparação com os demais atributos, oscilando entre 5,77 e 5,97 que corresponde, na escala hedônica, a nem gostei, nem desgostei.

A cor foi o atributo que apresentou maior média de notas para a maioria das amostras, oscilando entre 6,31 e 7,41, que compreende na escala hedônica a afetividade de gostar ligeiramente e gostar moderadamente. Para o mesmo atributo, a amostra com 50% de suco diferiu significativamente das amostras controle e com 20% de suco. A maior média de notas para a amostra controle esteve, provavelmente, associada à proximidade do produto com a sua apresentação original no mercado, que apresenta coloração vermelha, mais evidente na amostra sem suco.

Outra variação significativa foi verificada no atributo consistência, em que a amostra com 50% de suco diferiu significativamente de todas as demais. A consistência dessa amostra possivelmente agradou menos os provadores pela diminuição do teor de sólidos solúveis que a adição de suco provocou no produto, tornando-o com aspecto de massa mais mole.

Apesar das variações, a literatura mostra que o consumidor costuma aceitar bem produtos enriquecidos ou adicionados de ingredientes com o intuito de aumentar o seu valor nutricional. No presente estudo, aproximadamente 62% dos indivíduos já apresentam o hábito de consumir produtos enriquecidos. No doce de abóbora com pró-vitamina A da cenoura, utilizada na forma de cubos, 57,5% e 65% dos julgadores deram nota máxima para os atributos aparência e cor, respectivamente. Com relação ao sabor, o doce de abóbora com pró-vitamina A também apresentou maior percentual de avaliadores que atribuíram maior nota em relação à amostra controle (SILVA, 2008).

Estudo que avaliou sensorialmente biscoito tipo “cookie” enriquecido com macambira apresentou média de aceitação entre os atributos analisados de 5,65 a 6,69, o que considera que o provador gostou ligeiramente ou moderadamente do produto (FARIAS *et al.* 2011). Salgado *et al.* (2006), ao avaliar sensorialmente a maionese enriquecida com ervas aromáticas verificou que aquela com manjerona e tomilho obteve maior frequência do índice hedônico (9), que se refere na escala a gostei extremamente. Ao enriquecer uma massa alimentícia fresca com cálcio de pó de casca de ovo, Correia (2010) verificou que tanto a amostra com 0,5% de substituição da farinha da formulação padrão pelo pó de casca de ovo quanto à outra com 1% de substituição agradaram aos julgadores.

4.4.1.3 Intenção de compra

Com relação à intenção de compra, 79% comprariam uma das amostras com suco de cenoura. Dentre essas, maior parte relatou que compraria a massa de tomate com 50% e com 30% de suco, como mostra a Figura 16, apesar da menor apreciação da consistência da

amostra com maior adição de suco. Além disso, 77% dos avaliadores informaram que pagaria mais caro pelo produto com suco de cenoura.

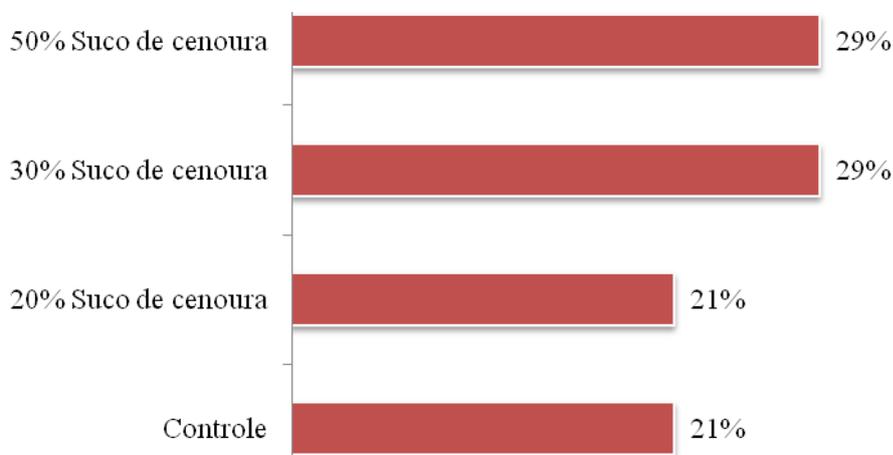


Figura 16. Intenção de compra dos produtos.

4.4.2 Massa de tomate com polpa de buriti

4.4.2.1 Perfil dos julgadores

A equipe de 39 julgadores abrangeu indivíduos de ambos os sexos, sendo 68% do sexo feminino e 32% do sexo masculino, com idade entre 17 e 50 anos. A faixa etária predominante foi entre 21 e 30 anos, representando quase 67% da população. Aproximadamente 20% apresentavam entre 31 e 40 anos de idade. Observou-se que dos 95% que afirmaram consumir massa de tomate frequentemente, 36% informaram consumir duas vezes por semana e 23% uma vez por semana, servindo de acompanhamento de massas, principalmente, além de “pizza” e carne.

4.4.2.2 Avaliação da Aceitação

Os provadores perceberam diferença entre todas as amostras para os atributos aparência, cor, aroma, sabor e para algumas amostras no atributo consistência, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16. Médias de aceitação das amostras de massa de tomate com e sem polpa de buriti.¹

Atributos	Controle	95%MT e 5%PB	90%MT e 10%PB	85%MT e 15%PB
Aparência	7,54a	7,38b	6,92c	6,59d
Cor	7,59a	7,21b	6,62c	6,18d
Aroma	7,13a	7,00b	6,74c	6,62d
Sabor	7,00a	6,13b	5,95c	5,69d
Consistência	7,31a	7,54b	7,54b	7,00c

¹ Letras iguais em uma mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).

O sabor pronunciado da polpa de buriti pode ter contribuído para a menor média de notas observadas no atributo para as formulações com polpa de buriti, quando comparada com as formulações de massa de tomate sem polpa de buriti. Tal fato corroborou com a menor incorporação da polpa no concentrado de tomate para o enriquecimento.

No estudo de Monteiro (2008), não foi verificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de massa de tomate com 1,4% de cogumelo e com 3,0% de cogumelo para todos os atributos avaliados, que foram aparência, cor, aroma, sabor ácido e textura. Esse estudo foi diferente dos demais ao aplicar o teste ADQ (Análise Descritiva Quantitativa), com indivíduos treinados, em que são usadas escalas não estruturadas de 9 a 15cm, com termos que indicam a intensidade do atributo que está sendo avaliado (DUTCOSKY, 2007).

A adição do cogumelo *Agaricus brasiliensis* no trabalho de Monteiro (2008) teve como hipótese principal a melhora da qualidade nutricional da massa de tomate e como hipótese secundária a presença de compostos com atividade antioxidante. Os resultados indicaram que o *Agaricus brasiliensis* contribuiu para o acréscimo de polifenóis nas massas de tomate elaboradas.

Ao elaborar geleias de tomate com 0,5% de folhas de hortelã e com 0,25% de cravo da Índia, Tsuchiya *et al.* (2009) não encontrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, em algum dos atributos avaliados, inclusive entre a geleia simples, ou seja, a controle, e as demais. Tal fato sugere que as amostras foram idênticas, sensorialmente. Sabor, aroma, cor, brilho e consistência foram características julgadas pelos participantes, nesse estudo. Em todas as formulações, a média de notas oscilou entre 7 e 8 que corresponde às impressões gostei regularmente e gostei muito, respectivamente. Nas formulações foram utilizados 62,5% de açúcar cristal.

Ao enriquecer barras de chocolate com semente de abóbora, as amostras sem semente apresentaram uma maior média de notas para todos os atributos avaliados, que foram textura, sabor e aparência, se comparado àquelas com semente, embora os resultados tenham apontado para uma boa aceitação do produto enriquecido. Mesmo assim, o estudo sugeriu a reformulação do produto a fim de melhorar os resultados (RODRIGUES *et al.* 2011).

4.4.2.3 Intenção de compra

Com relação à intenção de compra, 54% comprariam a massa de tomate com algum percentual de adição de polpa de buriti, com ênfase para o concentrado com 10% de adição, como mostra a Figura 17.

Aproximadamente 75% da população informou que pagaria mais caro pelo novo produto elaborado, que apresenta a adição de polpa de buriti e 56% relatou já apresentar o hábito de consumir produtos enriquecidos, o que provavelmente não os impediria de adquirir mais um produto com essa característica.

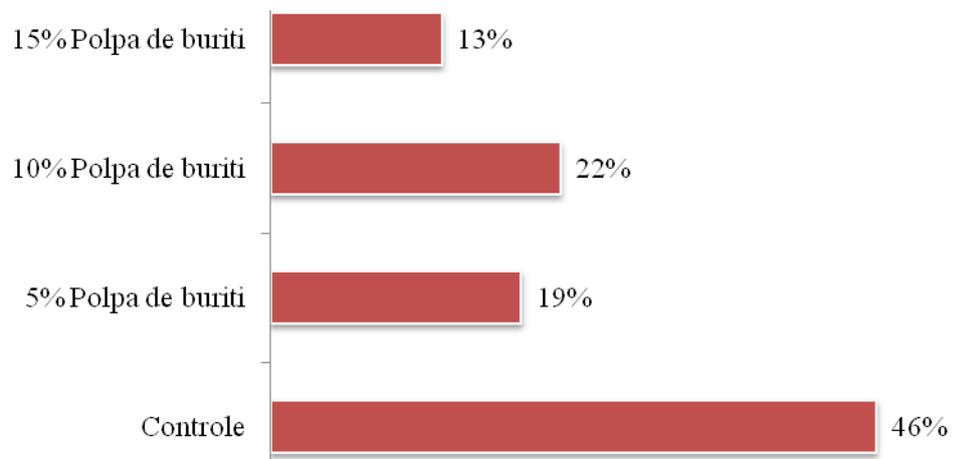


Figura 17. Intenção de compra dos produtos.

5 CONCLUSÕES

Foi possível desenvolver e processar produtos de massa de tomate com suco de cenoura e de massa de tomate com polpa de buriti. As condições de processamento dos produtos foram capazes de garantir a segurança microbiológica das formulações ao longo dos 90 dias, de acordo com o teste de esterilidade para produtos ácidos.

Se por um lado o desenvolvimento da massa de tomate com polpa de buriti industrializada não foi satisfatório com relação aos perfis carotenogênico e sensorial, por outro lado, o enriquecimento da massa de tomate com suco de cenoura foi viável. Assim, o produto massa de tomate com suco de cenoura pôde ser classificado como enriquecido para crianças entre 4 e 6 anos após 90 dias de armazenamento à temperatura ambiente, em embalagens hermeticamente fechadas. Além disso, os três tratamentos de massa de tomate com suco de cenoura causaram boa impressão sensorial.

Logo, o concentrado de tomate com suco de cenoura, especialmente aquele com 50% do suco, pode ajudar nos problemas de deficiência de vitamina A, através da contribuição para o aumento do nível de retinol sérico em crianças de 4 a 6 anos, comumente afetadas pela hipovitaminose A, considerando o teor de carotenoides pró-vitamínicos A que esse produto agrega. Faz-se necessário um estudo de intervenção de modo a verificar se o consumo do produto estabelece uma estratégia adicional à suplementação através da bioconversão dos carotenoides.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBUD, Z. F. R.; PINTO, M. N.; PEREIRA, C. A. M. Correlação entre o consumo de nutrientes alimentares preventivos e a incidência de degeneração macular relacionada à idade. **Revista Nutrição Brasil**, São Paulo, n.1, p. 59-69, jan./fev. 2009.
- AGARWAL, S.; RAO, A. V. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. **Canadian Medical Association Journal**, Toronto, v.163, n.6, p.739-744, 2000.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, n.2, p.233-243, abr. 2006.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4.ed., 2001.
- ASTORG, P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. **Trends in Food Science & Technology**, v.8, p.406-413, 1997.
- BAGLIONI, F. **Estudo da ocorrência de fungos filamentosos termorresistentes em polpa de tomate envasada assepticamente**. 94f. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- BAGLIONI, F.; GUMERATO, H.F.; MASSAGUER, P.R. Ocorrência de fungos filamentosos termo-resistentes em polpa de tomate envasada assepticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.258-263, maio/ago. 1999.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v.29, n.1, p.113-123, jan./fev. 2006.
- BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, v.3, 1998.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1992.
- BONE, R. A.; LANDRUM, J. T.; MAYNE, S. T.; GOMEZ, C. M.; TIBOR, S. E.; TWAROSKA, E. E. Macular pigment in donor eyes with and without AMD: a case-control study. **Investigative Ophthalmol & Visual Science**, EUA, v.42, n.1, p.235-240, jan. 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Normas técnicas especiais relativas a alimentos. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. **Diário Oficial da União**, 24 de julho de 1978.
- _____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. **Diário Oficial da União**, 16 de setembro de 2004.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes essenciais. Portaria n° 31. **Diário Oficial da União**, 13 de janeiro de 1998.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. Resolução RDC n° 482. **Diário Oficial da União**, 23 de setembro de 1999.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Resolução RDC n° 272. **Diário Oficial da União**, 22 de setembro de 2005.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. RDC n° 269. **Diário Oficial da União**, 23 de setembro de 2005.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para produtos expostos à venda ou de alguma forma destinados ao consumo. Resolução RDC n° 12. **Diário Oficial da União**, 2 de janeiro de 2001.

_____. Ministério da Saúde. Institui o Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A e dá outras providências. Portaria n° 729. **Diário Oficial da União**, 13 de maio de 2005.

_____. Ministério da Saúde. Unicef. Cadernos de Atenção Básica: Carências de Micronutrientes. Bethsáida de Abreu Soares Schmitz. - Brasília, 2007. 60p. ISBN 978-85-334-1404-4.

BRITTON, G.; YOUNG, A.J. **Methods for the isolation and analysis of carotenoids**. In: carotenoids in photosynthesis. A Young and G. Britton (Eds.) 1.ed. Chapman & Hall, London, 1993. p. 409-457.

CANOVAS, R.; CYPEL, M.; FARAH, M. E.; JÚNIOR, R. B. Pigmentos maculares. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v.72, n.6, p.839-844, 2009.

CARVALHO, A. F.; TORRES, R. P.; DORES, M. T.; NATALINO, R.; PIMENTEL FILHO, N.; REIS, E. L.; FERREIRA, C. L. L. F. Desenvolvimento de um iogurte de cenoura enriquecido com ferro. *In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2006. Curitiba, Paraná.

CIDREIRA, I. A.; RANGEL, J. H. G.; SOUSA, F. G.; VIANA, F. G.; PINHEIRO, O. C.; CAMPELO, D. D. Estudo da estabilidade oxidativa dos óleos de buriti (*Mauritia flexuosa*) e babaçu (*Orrbignya speciosa*). *In: 62ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, Natal, jul. 2010.

CLINTON, S. K. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Nutrition Reviews**, Boston, v.56, n.2, parte 1, p.35-51, fev. 1998.

CORREIA, C. **Desenvolvimento de massa fresca enriquecida com cálcio de pó de casca de ovo**. 2010. 41f. Monografia – Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DARNET, S. H.; SILVA, L. H. M.; RODRIGUES, A. M. C.; LINS, R. T. Composição centesimal, em ácidos graxos e tocoferóis das polpas amazônicas de buriti (*Mauritia flexuosa*) e de patauá (*Oenocarpus bataua*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.488-491, 2011.

DI MASCIO, P.; KAISER, S.; SIES, H. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, EUA, v.274, n.2, p.532-538, 1989.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007. 210p.

EVANGELISTA, R.M.; GODOY, A.R.; CARDOSO, A.I.I.; VIEITES, R.L. Qualidade de pimentão “rubia” minimamente processado e armazenado sob refrigeração. **Revista Ceres**, v.55, n.4, p.338-343, jul./ago. 2008.

FARIAS, N.S.; CAVALCANTI, M.T.; ELLER, S.C.W.S.; FEITOSA, V.A.; FLORENTINO, E.R. Elaboração de biscoitos tipo cookie enriquecido com macambira (*Bromélia laciniosa*). **Revista Verde**, Rio Grande do Norte, v.6, n.4, p.50-57, out./dez. 2011.

FAVARO, R.M.D.; OLIVEIRA, J.E.D. Enrichment of the diet with synthetic and natural sources of provitamin A. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.49, n.3, p. 34-37, 1999.

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U. *Moringa oleifera*: compostos bioativos e potencialidade nutricional. **Revista de Nutrição**, v.21, n.4, p.431-437, 2008.

FOOTE, C. S.; CHANG, Y. C.; DENNY, R.W. Chemistry of singlet oxygen x Carotenoid quenching parallels biological protection. **Journal of American Chemical Society**, v.92, p. 5216-5218, 1970.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2007.

GAVA, A.J. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

GAZIANO, J. M.; HENNEKENS, C.H. The role of beta-carotene in the prevention of cardiovascular disease. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.691, p.148-155, 1993.

GAZIANO, J.M.; JOHNSON, E.J.; RUSSELL, R.M.; MANSON, J.E.; STAMPFER, M.J.; RIDKER, P.M.; FREI, B.; HENNEKENS, C.H.; KRINSKY, N.I. Discrimination in absorption or transfer of β -carotene isomers after oral supplementation with either all-trans or 9-cis- β -carotene. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.61, p.1248-1252, 1995.

GERALDO, R. R. C.; PAIVA, S. A. R.; PITAS, A. M. C. S.; GODOY, I.; CAMPANA, A.O. Distribuição da hipovitaminose A no Brasil nas últimas quatro décadas: ingestão alimentar, sinais clínicos e dados bioquímicos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.16, n.4, out./dez. 2003.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 1972.

GOULD, W. A. **Tomato production, processing and quality evaluation**. The Avi Publishing Company. USA, 1974.

GRAPHPAD PRISM. Versão 5, dezembro de 2011. GraphPad Prism Software, Inc. USA. www.graphpad.com, em 08/12/2011.

HAEGELE, A.D. *et al.* Plasma xanthophyll carotenoids correlate inversely with indices of oxidative DNA damage and lipid peroxidation. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, EUA, v.9, n.4, p.421-425, 2000.

HANDELMAN, G. J. The evolving role of carotenoids in human biochemistry. **Nutrition**, v.17, p.818-822, 2001.

HEBER, D.; LU, Q. Y. Overview of mechanisms of action of lycopene. **Experimental Biology and Medicine**, Los Angeles, v.227, n.10, p.920-923, 2002.

HOF, K. H. V. H.; WEST, C. E.; WESTSTRATE, J. A.; HAUTVAST, J. G.A. J. Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. **Journal of Nutrition**, EUA, v.130, p.503-506, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2005.

IZUMI, H.; WATADA, A.E.; DOUGLAS, W. Low O₂ atmospheres affect storage quality of zucchini squash slices treated with calcium. **Journal of Food Science**, v.61, n.2, p.317-321, 1996.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; YOKOYAMA, S. M. Cultivar differences and geographic effects on the carotenoid composition and vitamin A value of papaya. **Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, França, v.24, n.5, p.415-418, 1991.

KRINSKY, N.I. Actions of carotenoids in biological systems. **Annual Review of Nutrition**, v.13, p.561-587, 1993.

KRINSKY, N.I. Antioxidant functions of carotenoids. **Free Radicals Biology & Medicine**, v.7, p.617-635, 1989.

KOSTIC, D.; WHITE, W.S.; OLSON, J. A. Intestinal absorption, serum clearance, and interactions between lutein and β -carotene when administered to human adults in separate or combined oral doses. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.62, n.3, p.604-10, 1995.

LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos de produtos ácidos. **Boletim ITAL**, v.33, p.9-42, 1973.

LIMA, A. L. S., *et al.* Avaliação dos efeitos da radiação gama nos teores de carotenoides, ácido ascórbico e açúcares do fruto buriti do brejo (*Mauritia flexuosa* L.). **Acta Amazonica**, v.39, n.3, p.649-654, 2009.

LIMA, L. Avaliação tecnológica de pães tipo doce adicionados da mistura da casca de ovo e soro de queijo em pó. *In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2006. Curitiba, Paraná.

LIVNY, O.; REIFEN, R.; LEVY, I.; MADAR, Z.; FAULKS, R.; SOUTHON S.; SCHWARTZ, B. β -carotene bioavailability from differently processed carrot meals in human ileostomy volunteers. **European Journal of Nutrition**, v.42, n.6, p.338-345, 2003.

LÓPEZ, E.V.; CHINCHILLA, D.; MEJÍA, G. **Recetas a base de alimentos fuente de vitamina A**. Honduras, Ministerio de Salud Pública, 1994.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 12.ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2010.

MANHÃES, L. R. T. **Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.) com vista sua utilização como alimento funcional**. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Instituto de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

MARTINS, M. C.; OLIVEIRA, Y. P.; COITINHO, D. C.; SANTOS, L. M.P. Panorama das ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.20, n.1, fev. 2007.

MARTINS, M.C.; SANTOS, L.M.P.; ASSIS, A.M.O. Prevalência da hipovitaminose A em pré-escolares no estado de Sergipe, 1998. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.38, p.537-42, 2004.

MEILGAARD, H.L.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton CRC Press; 1999. 137p.

MILAGRES, R. C. R. M.; NUNES, L. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. A deficiência de vitamina A em crianças no Brasil e no mundo. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.12, n.5, p. 1253-1266, set./out. 2007.

MOELLER, S. M.; JACQUES, P. F.; BLUMBERG, J. B. The potential role of dietary xanthophylls in cataract and age-related macular degeneration. **Journal of the American College of Nutrition**, EUA, v.19, supl. 5, p.522S-527S, 2000.

MONTEIRO, C. S. **Desenvolvimento de molho de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill formulado com cogumelo *Agaricus brasiliensis***. 176f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)- Setor de Tecnologia de Alimentos, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. T. P. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.1, p.25-31, jan./mar. 2008.

MOURA, M. L.; FINGER, F. L.; MIZOBUTSI, G. P.; GALVÃO, H. L. Fisiologia do amadurecimento na planta do tomate “Santa Clara” e do mutante “Firme”. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.81-85, jan/mar. 2005.

MOURÃO, D. M.; SALES, N. S.; COELHO, S.B.; PINHEIRO-SANTANA, H.M. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.18, n.4, p.529-539, 2005.

NIIZU, P. Y. **Fontes de carotenóides importantes para a saúde humana**. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

NIIZU, P. Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flowers and leaves of *Tropaeolum majus* L. as rich sources of lutein. **Journal of Food Science**, EUA, v.70, n.9, p.S605-S609, maio 2006.

OLIVEIRA, G. P. R. **Composição e bioacessibilidade *in vitro* dos carotenóides em alimentos**. 150f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

OLIVEIRA, G. P. R.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Processed and prepared corn products as sources of lutein and zeaxanthin: compositional variation in the food chain. **Journal of Food Science**, EUA, v.72, n.1, p.S79-S85, jan. 2007.

OSLON, J. A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.49, p.7S - 11S, 1999.

OLSON, J. A. Metabolism and function of vitamin A. **Federation Proceedings**, v.28, n.5, p.1670-1677, 1969.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995-2005**. Global database on vitamin A deficiency. Geneva, 2009.

_____. **Nutrition for health and development: a global agenda for combating malnutrition**. Progress Report. France, 2000.

_____. **Vitamin A deficiency and its consequences**. A field guide to detection and control. Geneva, 1995.

_____. **Vitamin and mineral requirements in human nutrition.** Thailand, 1998.

PALOZZA, P.; KRINSKY, N.I. Antioxidant effects of carotenoids in vivo and in vitro: An overview. **Methods in Enzymology**, v.213, p.403-420, 1992.

PEREIRA, S. **Processamento de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill), cv. Débora cultivados de forma tradicional e orgânica para obtenção de extratos.** 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Instituto de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v.6, n.1, p.83-90, 2006.

PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas.** São Paulo: Nobel, 1973.

PORRINI, M.; RISO, P.; BRUSAMOLINO, A.; BERTI, C.; GUARNIERI, S.; VISIOLI, F. Daily intake of a formulated tomato drink affects carotenoid plasma and lymphocyte concentrations and improves cellular antioxidant protection. **The British Journal of Nutrition**, England, v.93, n.1, p.93-99, jan. 2005.

RAMALHO, R.A.; ANJOS, L.A.; FLORES, H. Valores séricos de vitamina A e teste terapêutico em pré-escolares atendidos em uma Unidade de Saúde do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.14, n.1, p.5-12, jan./abr. 2001.

RAMALHO, R. A.; FLORES, H.; SAUNDERS, C. Hipovitaminose A no Brasil: um problema de saúde pública. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, v.12, n.2, p.117-123, 2002.

RAMALHO, A.; PADILHA, P.; SAUDERS, C. Análise crítica de estudos brasileiros sobre deficiência de vitamina A no grupo materno-infantil. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v.26, n.4, dez. 2008.

RAMOS, M. I. L.; FILHO, M. M. R.; HIANE, P. A.; NETO, J. A. B.; SIQUEIRA, E. M. A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd, **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p.90-94, dez. 2008.

RAUPP, D. S.; GARDINGO, J. R.; SCHEBESKI, L. S.; AMADEU, S. A.; BORSATO, A. V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Revista Acta Amazônica**, Manaus, v.39, n.2, p.415-422, 2009.

REBOUL, E.; THAP, S.; TOURNIAIRE, F.; ANDRÉ, M.; JUHEL, C.; MORANGE, S.; AMIOT, M. J.; LAIRON, D.; BOREL, P. Differential effect of dietary antioxidant classes (carotenoids, polyphenols, vitamins C and E) on lutein absorption. **The British Journal of Nutrition**, v.97; n.3, p.440-6, 2007.

RIEDL, J.; LINSEISEN, J.; HOFFMANN, J.; WOLFRAM, G. Some dietary fibers reduce the absorption of carotenoids in women. **The Journal of Nutrition**, v.129, n.12, p.2170-6, 1999.

RODRIGUES, J. V.; LAGO, R. C.; AVELAR, B. A.; BASTOS, S. C.; NUNES, C.; PINHEIRO, A. C. M.; PÓRTO, L. C. J. Enriquecimento nutricional de barras de chocolate com sementes de abóbora: características sensoriais. **Revista Nutrição Brasil**, São Paulo, n.6, p.354-358, nov./dez. 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Os carotenóides como precursores de vitamina A**. Bol SBCTA v. 19 p.227-242, 1985.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods**. EUA: U.S. Agency for International Development - OMNI Project, 1997. 93p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100p., 25 cm, il. (Color).

RONSEIN, G. E.; MIYAMOTO, S.; BECHARA, E.; DI MASCIO, P.; MARTINEZ, G. R. Oxidação de proteínas por oxigênio singlete: mecanismos de dano, estratégias para detecção e implicações biológicas. **Química Nova**, São Paulo, v.29, n.3, p.563-568, maio/jun. 2006.

ROSTAMI, N.; FARSAR, A.R.; SHIVA, N. Prevalence of sub-clinical vitamin A deficiency in 2-5-year-old children in Tehran. **Eastern Mediterranean Health Journal**, v.13, n.2, p.273-279, mar./apr. 2007.

ROUSSEFF, D. Pronunciamento à nação da Presidenta da República por ocasião do Dia das Mães: Portal do Planalto, 2011. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/imprensa/discursos/pronunciamento-a-nacao-da-presidenta-da-republica-dilma-rousseff-por-ocasio-do-dia-das-maes>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

SALGADO, J.M.; CARRER, J.C.; DANIELI, F. Avaliação sensorial de maionese tradicional e maionese enriquecida com ervas aromáticas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.731-734, out./dez. 2006.

SALOMÃO, B. C. M.; MASSAGUER, P. R.; ARAGÃO, G. M. F. Isolamento e seleção de fungos filamentosos termorresistentes em etapas do processo produtivo de néctar de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.116-121, 2008.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.62, p.1315S-1321S, 1995.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba (*Psidium guajava* L.) não adoçado obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico**. 98f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Departamento de Tecnologia de Alimentos, Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, E. B. **Desenvolvimento de produtos alimentares adicionados de ferro, cálcio, zinco e carotenóides (alfacaroteno e betacaroteno) como proposta de alimentos enriquecidos ou fontes destes nutrientes.** 127f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Instituto de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. *et al.* **Cultivo do tomate para industrialização.** Brasília: Embrapa transferência de tecnologia – Embrapa Hortaliças, jan. 2003.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água.** 4.ed. – São Paulo: Livraria Varela, 2010, 632p.

SOUZA, W. A.; VILAS BOAS, O. M. G. C. Orientação sobre o uso de vitamina A na saúde escolar: comparação de técnicas pedagógicas. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v.9, n.1, p.183-190, 2004.

STAHL, W.; JUNGHANS, A.; BOER, B.; DRIOMINA, E. S.; BRIVIBA, K.; SIES, H. Carotenoid mixtures protect multilamellar liposomes against oxidative damage: synergistic effects of lycopene and lutein. **FEBS letters**, Netherlands, v. 427, n.2, p.305-308, maio 1998.

STAHL, W.; SIES, H. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? **Archives of Biochemistry and Biophysics**, EUA, v.336, n.1, p.1-9, dez.1996.

STAHL, W.; SIES, H. Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans. **The Journal of Nutrition**, v.122, n.11, p.2161-2166, 1992.

STRINGHETA, P. C.; NACHTIGALL, A. M.; OLIVEIRA, T. T.; RAMOS, A. M.; SANT'ANA, H. M. P.; GONÇALVES, M. P. J. C. Luteína: propriedades antioxidantes e benefícios à saúde. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.2, p.229-238, abr./jun. 2006.

TAWATA, N. **Determinação de carotenóides em alimentos brasileiros in natura processados e preparados para a tabela nacional de composição de alimentos.** 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

TOURNAS, V. Heat-resistant fungi of importance to the food and beverage industry. **Critical Review Microbiology**, v.20, n.4, p.243-263, 1994.

TSUCHIYA, A. C.; SILVA, A. G. M.; SOUZA, M.; SCHMIDT, C. A. P. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de geleia de tomate. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.2, p.165-170, 2009.

UNLU, N. Z.; BOHN, T.; CLINTON, S. K.; SCHWARTZ, S. J. Carotenoid absorption from salad and salsa by humans is enhanced by the addition of avocado or avocado oil. **The Journal of Nutrition**, v.135, n.3, p.431-436, 2005.

UNLU, N. Z.; BOHN, T.; FRANCIS, D. M.; NAGARAJA, H. N.; CLINTON, S. K.; SCHWARTZ, S. J. Lycopene from heat-induced cis-isomer-rich tomato sauce is more bioavailable than from all-trans-rich tomato sauce in human subjects. **British Journal of Nutrition**, v.98, n.1, p.140-6, 2007.

VASCONCELOS, A.M.A.; FERREIRA, H.S. Prevalência de hipovitaminose A em crianças da região semi-árida de Alagoas (Brasil), 2007. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Venezuela, v.59, n.2, p.152-158, 2009.

WEST, C. E.; CASTENMILLER, J. J. M. Quantification of "SLAMENGI" factors for carotenoid bioavailability and bioconversion. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v.68, n.6, p.371-377, 1998.

YONEKURA, L.; NAGAO, A. Intestinal absorption of dietary carotenoids. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.51, n.1, p.107-115, 2007.

ZECHMEISTER, L. *Cis-trans isomeric carotenoids, vitamins A and arylpolyenes*. Vienna, Springer Verlag, 1962.

7 ANEXOS

ANEXO A – Abertura de Processo no Comitê de Ética

ANEXO B – Ficha de Avaliação Sensorial da Massa de Tomate com Suco de Cenoura

ANEXO C – Ficha de Avaliação Sensorial da Massa de Tomate com Polpa de Buriti

ANEXO A

JT
1267
01/12/2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Nº 1403 010762
PROTOCOLO

SERVICO PÚBLICO FEDERAL

INTERESSADO:

ASSUNTO: **PROCESSO: 23083.010762/2011-16**
DATA: 08/11/2011 **VOLUME(S): DE: 0 A 0**
REQUERENTE:
CRISTIANE HESS DE AZEVEDO MELEIRO

OUTROS DADOS: **ASSUNTO: PROJETO**
ENC. PROJETO ENRIQUECIMENTO DO EXTRATO DE TOMATE COM FONTES
NATURAIS DE CAROTENOIDES DE IMPORTANCIA PARA A SAUDE HUMANA

SERVICO NACIONAL DE PROTOCOLO
- SENAPRO -

MOVIMENTAÇÕES							
Seq	SIGLA	CÓDIGO	DATA	Seq	SIGLA	CÓDIGO	DATA
01	D.F.P.G		08/11/11	15			
02	JT		27/01/12	16			
03			/ /	17			
04			/ /	18			
05			/ /	19			
06			/ /	20			
07			/ /	21			
08			/ /	22			
09			/ /	23			
10			/ /	24			
11			/ /	25			
12			/ /	26			
13			/ /	27			
14			/ /	28			

AS MOVIMENTAÇÕES DEVERÃO SER COMUNICADAS AO PROTOCOLO

ANEXOS:

ANEXO B

Teste de Aceitação

Nome: _____

Sexo: () Feminino () Masculino

Idade:

() entre 17 e 20 anos

() 21 a 30 anos

() 31 a 40 anos

() 41 a 50 anos

() mais de 51 anos

1) Você tem o hábito de consumir Massa de Tomate?

() sim () não

2) Qual a frequência semanal que consome Massa de Tomate?

() Menos que 1 vez por semana () 1 vez por semana () 2 vezes por semana

() 3 vezes por semana () 4 vezes por semana ou mais

3) Que produtos têm o hábito de consumir com Massa de Tomate?

() Massas (macarrão, lasanha, panquecas etc.)

() Pizza

() Carnes

() outros: _____

4) Você costuma comprar produtos enriquecidos (p.ex. leite com mais cálcio e vitaminas, pão com mais fibras)?

() sim () não

Prezado provador, você está recebendo quatro amostras codificadas de Massa de Tomate com Suco de Cenoura. Por favor, avalie sensorialmente as amostras e manifeste a sua opinião baseado na escala abaixo.

9 – gostei muitíssimo

8 – gostei muito

7 – gostei moderadamente

6 – gostei ligeiramente

5 – nem gostei / nem desgostei

4 – desgostei ligeiramente

3 – desgostei moderadamente

2 – desgostei muito

1 – desgostei muitíssimo

Atributos	Amostra___	Amostra___	Amostra___	Amostra___
Aparência				
Cor				
Aroma				
Sabor				
Consistência				

Você compraria esse produto? () sim, qual amostra? _____ () não

Você pagaria mais pelo produto? () sim () não

Sugestão: _____ Obrigada.

Prezado provador, este trabalho é parte integrada de uma Dissertação de Mestrado. Você autoriza usar suas respostas no trabalho? () sim () não

Assinatura: _____

ANEXO C

Teste de Aceitação

Nome: _____

Sexo: () Feminino () Masculino

Idade:

() entre 17 e 20 anos

() 21 a 30 anos

() 31 a 40 anos

() 41 a 50 anos

() mais de 51 anos

1) Você tem o hábito de consumir Massa de Tomate?

() sim () não

2) Qual a frequência semanal que consome Massa de Tomate?

() Menos que 1 vez por semana () 1 vez por semana () 2 vezes por semana

() 3 vezes por semana () 4 vezes por semana ou mais

3) Que produtos têm o hábito de consumir com Massa de Tomate?

() Massas (macarrão, lasanha, panquecas etc.)

() Pizza

() Carnes

() outros: _____

4) Você costuma comprar produtos enriquecidos (p.ex. leite com mais cálcio e vitaminas, pão com mais fibras)?

() sim () não

Prezado provador, você está recebendo quatro amostras codificadas de Massa de Tomate com Polpa de Buriti. Por favor, avalie sensorialmente as amostras e manifeste a sua opinião baseado na escala abaixo.

9 – gostei muitíssimo

8 – gostei muito

7 – gostei moderadamente

6 – gostei ligeiramente

5 – nem gostei / nem desgostei

4 – desgostei ligeiramente

3 – desgostei moderadamente

2 – desgostei muito

1 – desgostei muitíssimo

Atributos	Amostra___	Amostra___	Amostra___	Amostra___
Aparência				
Cor				
Aroma				
Sabor				
Consistência				

Você compraria esse produto? () sim, qual amostra? _____ () não

Você pagaria mais pelo produto? () sim () não

Sugestão: _____ Obrigada.

Prezado provador, este trabalho é parte integrada de uma Dissertação de Mestrado. Você autoriza usar suas respostas no trabalho? () sim () não

Assinatura: _____