



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE FARMÁCIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

EDUARDO LOPES DA MOTTA

Avaliação da composição nutricional e atividade antioxidante de
***Litchi chinensis* Sonn. (“Lichia”) cultivada no Brasil**

Rio de Janeiro

2009

EDUARDO LOPES DA MOTTA

Avaliação da Composição Nutricional e Atividade Antioxidante de *Litchi chinensis*

Sonn. (“Lichia”) Cultivada no Brasil

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas.

Orientadores:

Prof^a. Dr^a. Mirian Ribeiro Leite Moura

Prof^a.Dr^a.Nancy dos Santos Barbi

Rio de Janeiro

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

M917a Motta, Eduardo Lopes da.
Avaliação da composição nutricional e atividade antioxidante de *Litchi chinensis* Sonn. (“Lichia”) cultivada no Brasil / Eduardo Lopes da Motta; orientadores Mirian Ribeiro Leite Moura, Nancy dos Santos Barbi. – Rio de Janeiro : UFRJ, Faculdade de Farmácia, 2009.

xix, 80f. : il. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – UFRJ / Faculdade de Farmácia, 2009.

Inclui bibliografia.

1. *Litchi chinensis* Sonn. 2. Desidratação osmótica. 3. Composição centesimal. 4. Polifenóis. 5. Atividade antioxidante. I. Moura, Mirian Ribeiro Leite. II. Barbi, Nancy dos Santos. III. Título

CDD 615.32

EDUARDO LOPES DA MOTTA**Avaliação da Composição Nutricional e Atividade Antioxidante de *Litchi chinensis*
Sonn. ("Lichia") Cultivada no Brasil**

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas.

Aprovada em 01 / 07 / 2009

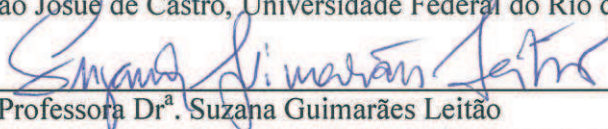
Orientadores

Presidente, Professora Dr^a. Mirian Ribeiro Leite Moura
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Professora Dr^a. Nancy dos Santos Barbi
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Banca Examinadora

Professora Dr^a. Lucia Maria Jaeger de Carvalho
Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Professora Dr^a. Suzana Guimarães Leitão
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Professor Dr. Victor Augustus Marin
Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Osvaldo Cruz

Membros Suplentes

Professora Dr^a. Mônica Freiman de Souza Ramos
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Professora Dr^a. Ana Cláudia de Macêdo Vieira
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

DEDICATÓRIA

Aos meus grandes amores avô Waldyr (*in memorian*), avó Wanuza, avó Dorothy (*in memorian*), meu pai Carlos e minha mãe Leila, dedico este trabalho e o pensamento do grande Dalai Lama:

“Determinação, coragem e auto-confiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares pela fundamental estrutura proporcionada para realização deste sonho, em especial: ao meu querido avô, Waldyr (*in memoriam*), pelo exemplo de vida e inspiração que me fortalece até os dias de hoje; à querida avó Dorothy (*in memoriam*), pelas grandes lembranças; ao meu querido pai, Carlos, pela dignidade, hombridade, vibração e alegria de viver que me contagia; à minha querida mãe, Leila, pela simplicidade, felicidade e paciência na convivência do dia-a-dia. À querida vovó Wanuza, pelo amor ao próximo, confiança, gratidão e paz de espírito. Ao querido irmão, Flávio, pela gana e persistência em vencer e à querida prima, Dani, por ouvir sempre meus problemas. Às queridas tias Maria e Laís, pelo grande carinho. Vocês são os meus pilares, muito obrigado por participarem desta jornada!

À minha segunda mãe, Professora Mirian, pela simpatia e carinho desde o primeiro encontro. Sua competência, amor ao próximo e disposição são de dar inveja a qualquer ser humano! Parceria e amizade entrelaçadas num nó cego, mil risadas num dia só, eficiência e despreendimento... As palavras não são suficientes para demonstrar toda minha gratidão, só me resta agradecer: muito obrigado!

À professora Nancy pela oportunidade, carinho e confiança mesmo após o fracasso na primeira tentativa. O conhecimento transmitido foi fundamental para o desenvolvimento da dissertação. Às professoras Lucia Jaeger e Ana Cláudia pela grande receptividade, adoção e comprometimento com o trabalho.

À coordenação e corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Farmácia da UFRJ, pela incansável atenção dedicada.

Ao meu “irmão”, Bernardo Doré, pela atenção, compreensão, colaboração e experiências, além da agradabilíssima amizade e convivência. Ao outro grande amigo Marcello Caldas, pela ajuda na tradução dos artigos e a todos os outros que compõem a minha base familiar: Marquinhos, Dennis, Ricardinho, Zerpini. Rumo ao Doutorado!

Aos amigos de faculdade que sempre me apoiaram: Carlinhos, Marcio, Doca, Eduardo, Erica, Dudu, e em especial a todos do LabCBrom: Carol e Larissa (minhas fiéis escudeiras!), Fábio, Aninha, Mariana, Andrea e ao sempre sorridente e prestativo Angelo. Aos companheiros da nutrição, Ediane e Alcides pela ajuda e amizade.

À todos aqueles que me deram o apoio instrumental para as análises realizadas: À Professora Priscilla pelo carinho e ajuda nas atividades didáticas e de liofilização, além da atualização constante dos produtos de Lichia; Sidinea, Simas e Juliana, pelas análises dos minerais (EMBRAPA); Ricardo Borges, Michele, Carol e Professor Lúcio, pelas inúmeras liofilizações; às técnicas Teresa e Cristina do laboratório de Nutrição; Incoplast, pelas embalagens fornecidas.

À Comexim Comercial Ltda por todas as amostras fornecidas e pela gentileza na recepção e parceria formada. Ao Sr. José Maurício pela atenção, disponibilidade, educação e prestatividade, além da confiança no trabalho realizado e a espera de uma nova oportunidade.

Aos autores que me forneceram gratuitamente artigos para elaboração da dissertação: Mr. Gontier e Sr. Yamanishi. A troca de informações é fundamental para o desenvolvimento da ciência, muito obrigado pela gentileza!

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

RESUMO

Avaliação da Composição Nutricional e Atividade Antioxidante de *Litchi Chinensis* Sonn. (“Lichia”) Cultivada no Brasil

A lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), é uma fruta tropical e subtropical da família *Sapindaceae*, de alto valor comercial pela sua cor vermelha atraente, arilo branco, translúcido e muito apreciado por seu sabor doce. Na gastronomia é utilizada fresca, enlatada, desidratada ou processada em sucos, vinhos, picles, compotas, sorvetes e iogurtes. Apesar de cultivada no país desde a década de 70, a lichia pode ser considerada uma fruta exótica para os brasileiros, no geral, devido a produção nacional limitada a pequenas áreas do sul e sudeste além de divulgação científica escassa. Frutos frescos, congelados e desidratados osmoticamente foram avaliados em função da composição centesimal, teores de minerais e vitamina C, conteúdo total de polifenóis (equivalentes de ácido gálico), atividade antioxidante (DPPH) e análise microscópica óptica. Frente à composição centesimal da amostra fresca calculada em base úmida, os resultados apontam para uma diminuição no conteúdo de carboidratos e aumento na umidade da amostra congelada, enquanto que na fruta desidratada ocorreu aumento na concentração de proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos concomitante à diminuição da umidade. Os minerais P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu foram determinados por espectrometria de emissão óptica (ICP-OES), com destaque para o K ($160,29 \pm 7,17$ mg/100g), P ($25,09 \pm 0,78$ mg/100g) e Cu ($0,24 \pm 0,03$ mg/100g) na fruta fresca. Ocorreu uma ligeira perda destes sais na fruta congelada – K ($148,41 \pm 7,16$ mg/100g), P ($22,29 \pm 0,68$ mg/100g) e Cu ($0,20 \pm 0,01$ mg/100g) – e um aumento significativo na amostra desidratada – K ($379,90 \pm 3,78$ mg/100g), P ($71,93 \pm 6,14$ mg/100g) e Cu ($0,68 \pm 0,02$ mg/100g) – quando comparados aos resultados obtidos para a fruta fresca. Os teores de vitamina C – fresca ($39,95 \pm 0,21$ mg/100g), congelada ($15,01 \pm 0,24$ mg/100g) e desidratada ($10,79 \pm 0,25$ mg/100g) – o conteúdo total de polifenóis – fresca (2,76 EAG), congelada (2,46 EAG) e desidratada (2,09 EAG) – e a atividade antioxidante determinada no extrato metanólico pelo método do DPPH – ácido ascórbico ($CE_{50} = 211,98$ µg/mL), fresca ($CE_{50} = 295,16$ µg/mL), congelada ($CE_{50} = 365,09$ µg/mL) e desidratada ($CE_{50} = 382,44$ µg/mL) – foram maiores na fruta fresca > congelada > desidratada. Estes resultados ocorreram, provavelmente, em função da desestruturação celular ocasionada pelo congelamento e desidratação osmótica. Na análise microscópica observou-se uma maior incidência de plasmólise nas frutas congeladas e desidratadas quando comparadas à amostra fresca. A lichia analisada no presente estudo demonstrou ser um fruto com quantidades apreciáveis de vitamina C e dos minerais K, P e Cu. Os processos de congelamento e desidratação osmótica, nas condições experimentais do presente estudo, demonstraram ser alternativas eficazes para conservação dos frutos de lichia.

ABSTRACT

Nutritional Composition and Antioxidant Activity Assessment of *Litchi chinensis* Sonn. (“Lychee”) Cultivated in Brazil

Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) is a tropical and subtropical fruit of the *Sapindaceae* family with high commercial value due to its attractive red color, white and translucent aril (edible part) and very appreciated for its sweet flavor. In the gastronomy it is used fresh, canned, dried or processed into juices, wines, pickles, jams, ice-creams and yoghurts. Although it is cultivated in the country since the 70's, lychee can be considered an exotic fruit for Brazilians, in general, due to limited domestic production in small areas of the south and southeast beyond the scarce scientific divulgation. Fresh, frozen and osmotically dehydrated fruits were evaluated according to the centesimal composition, contents of minerals and vitamin C, polyphenols total content (gallic acid equivalents), antioxidant activity (DPPH) and optical microscopic analysis. Facing the fresh sample's proximate composition calculated in wet basis, the results indicate a decrease in carbohydrate content and an increase in the frozen sample's moisture, while in osmotically dehydrated fruits the contents of proteins, lipids, ashes and carbohydrate had an increase with concomitant decrease of moisture. The minerals P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu were determined by optical emission spectrometry (ICP-OES), with emphasis on the K ($160.29 \pm 7,17$ mg/100g), P ($25.09 \pm 0,78$ mg/100g) and Cu ($0.24 \pm 0,03$ mg/100g) contents in fresh fruit. There was a slight loss of these salts in the frozen fruit – K ($148.41 \pm 7,16$ mg/100g), P ($22.29 \pm 0,68$ mg/100g) and Cu ($0.20 \pm 0,01$ mg/100g) – and a significant increase in the dehydrated sample – K ($379.90 \pm 3,78$ mg/100g), P ($71.93 \pm 6,14$ mg/100g) and Cu ($0.68 \pm 0,02$ mg/100g) – when compared to the results of the fresh fruit. The vitamin C contents – fresh ($39.95 \pm 0,21$ mg/100g), frozen ($15.01 \pm 0,24$ mg/100g) and dehydrated ($10.79 \pm 0,25$ mg/100g) – the total content of polyphenols – fresh (2.76 EAG), frozen (2.46 EAG) and dehydrated (2.09 EAG) – and the antioxidant activity determined in methanol extract by the DPPH method – ascorbic acid ($EC_{50} = 111.98$ μ g/mL), fresh ($EC_{50} = 295.16$ μ g/mL), frozen ($EC_{50} = 365.09$ μ g/mL) and dehydrated ($EC_{50} = 382.44$ μ g/mL) – were higher in fresh > frozen > dehydrated fruit. These results probably happened due to cell unstructuration caused freezing and osmotic dehydration. In microscopic analysis it was observed a higher incidence of plasmolysis in the frozen and dehydrated fruit when compared to fresh samples. Lychee examined in this study proved to be a fruit with appreciable quantities of vitamin C and K, P and Cu minerals. The experimental conditions for freezing and osmotic dehydration processes utilized in the present study, have shown to be efficient alternatives for the storage of lychee.

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AAO – atividade antioxidante.

AOAC – Association of Official Agricultural Chemists.

b.s. – base seca.

CARB – carboidratos.

BHT – butil-hidroxitolueno.

CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo.

DHAA – Ácido desidroascórbico.

D.O. – desidratação osmótica.

DPPH – 2,2-difenil-1-picril-hidrazila.

EAG – equivalentes de ácido gálico.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

ERO – espécies reativas de oxigênio.

E.U.A. – Estados Unidos da América.

ha – hectares.

ICP-AES – Espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado.

ICP-OES – Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado.

IDR – Ingestão Diária Recomendada.

IOM – Institute of Medicine.

LACMAC – Laboratório de Controle Microbiológico de Medicamentos, Alimentos e
Cosméticos.

LPDS – lipídios.

PET – politereftalato de etileno.

POD – peroxidase.

PPO – polifenoloxidase.

PTNS – proteínas.

TNF- α – fator de necrose tumoral-alfa.

t – tonelada.

T2DR – ratos com diabetes tipo 2.

UM – umidade.

U.S.D.A. – ARS – United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service.

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

UVA – ultravioleta A.

UVB – ultravioleta B.

VCT – valor calórico total.

2,6 DCFI – 2,6 diclorofenol-indofenol.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xi
SUMÁRIO	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE TABELAS	xix
1. INTRODUÇÃO	01
1.1 A família das Sapindaceae	02
1.2 Histórico, origem e distribuição	04
1.3 Aspectos botânicos de <i>L. chinensis</i> Sonn	07
1.4 Aspectos nutricionais	15
1.5 Aspectos fitoquímicos	20
1.6 Aspectos farmacológicos	23
1.7 Processos de conservação pós-colheita	26
1.8 Potencial mercadológico	28
2. OBJETIVOS	32
2.1 Objetivo geral	32
2.2 Objetivos específicos	32
3. PARTE EXPERIMENTAL	33
3.1 Reagentes	33
3.2 Material Botânico	33

3.3 Amostragem	33
3.4 Otimização do Processo de Desidratação Osmótica seguido de Secagem em Estufa	34
3.5 Composição Centesimal	36
3.6 Composição Mineral – micro e macroelementos	36
3.7 Teores de Vitamina C	37
3.8 Conteúdo Total de Polifenóis	38
3.9 Atividade Antioxidante	40
3.10 Análise Estatística	41
3.11 Análise Microscópica	42
3.12 Determinação da Qualidade Microbiológica da Fruta Desidratada	43
4. RESULTADOS	44
4.1 Otimização do Processo de Desidratação Osmótica seguido de Secagem em Estufa	44
4.2 Composição Centesimal	45
4.3 Composição Mineral – micro e macroelementos	45
4.4 Teores de Vitamina C	47
4.5 Conteúdo Total de Polifenóis	47
4.6 Atividade Antioxidante	48
4.7 Análise Microscópica	50
4.8 Determinação da Qualidade Microbiológica da Fruta Desidratada	51
5. DISCUSSÃO	52
5.1 Otimização do Processo de Desidratação Osmótica seguido de Secagem em Estufa	52
5.2 Composição Centesimal	52
5.3 Composição Mineral – micro e macroelementos	55
5.4 Teores de Vitamina C	58

5.5 Conteúdo Total de Polifenóis	60
5.6 Atividade Antioxidante	61
5.7 Análise Microscópica	63
5.8 Determinação da Qualidade Microbiológica da Fruta Desidratada	64
6. CONCLUSÃO	65
7. REFERÊNCIAS	67
ANEXO	80

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – ÁRVORE DE <i>Litchi chinensis</i> Sonn.....	08
FIGURA 2 – FOLHAS E FOLÍOLOS DE <i>Litchi chinensis</i> Sonn.....	08
FIGURA 3 – ASPECTO DAS FOLHAS DE <i>Litchi chinensis</i> Sonn.....	09
FIGURA 4 – INFLORESCÊNCIA DE <i>Litchi chinensis</i> Sonn.....	09
FIGURA 5 – INFLORESCÊNCIA DE <i>Litchi chinensis</i> Sonn. DESTAQUE PARA AS FLORES MASCULINAS.....	11
FIGURA 6 – TIPOS DE FLORES DE <i>Litchi chinensis</i> Sonn. I) MASCULINA 1; II) FEMININA; III) MASCULINA 2.....	11
FIGURA 7 – ARILO DE <i>Litchi chinensis</i> Sonn. VARIEDADE ‘BENGAL’.....	12
FIGURA 8 – LICHIAS EM CACHOS.....	13
FIGURA 9 – FRUTOS COM SEMENTES ABORTADA E NORMAL.....	14
FIGURA 10 – LICHIEIRAS FAZENDA PARAÍSO.....	15
FIGURA 11 – BIOQUÍMICA DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO, PROPOSTA POR JIANG E COLABORADORES (2004).....	23
FIGURA 12 – PRODUTOS À BASE DE LICHIA DISPONÍVEIS NO MERCADO. A) KIT COM SABONETE E COLÔNIA; B) SABONETE DE LICHIA E BAUNILHA; C) HIDRATANTE E SABONETE LÍQUIDO; D) HIDRATANTE DE LICHIA E ACÁCIA; E, F, G, H, I) PERFUMES; J) LINHA ANTIIDADE COM LICHIA; K) LICHIA EM CALDA; L) LICHIA ORGÂNICA; M) BALA SEM AÇÚCAR; N,O) BALAS DE FRUTA SABOR DE LICHIA; P) RESPOSITOR ENERGÉTICO; Q) LICOR DE LICHIA.....	31
FIGURA 13 – REGIÃO DE COLETA NO ESTADO DE MINAS GERAIS.....	34
FIGURA 14 – FLUXOGRAMA DO PROCEDIMENTO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM DOS FRUTOS.....	35
FIGURA 15 – FLUXOGRAMA DO PROCEDIMENTO PARA OBTENÇÃO DE EXTRATOS PARA DETERMINAÇÃO DE POLIFENÓIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	39

FIGURA 16 – NEUTRALIZAÇÃO DO RADICAL DPPH POR HIDROGÊNIO DE UM ANTIOXIDANTE – A REAÇÃO OCORRE COM A MUDANÇA DA COR VIOLETA PARA AMARELA (CHENG E COLABORADORES, 2003).....	40
FIGURA 171 – FLUXOGRAMA DO PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	42
FIGURA 18 – (A) FRUTO FRESCO DESIDRATADO SOB CONDIÇÃO N° 4; (B) FRUTO FRESCO DESIDRATADO SOB CONDIÇÃO N° 2 (TABELA 8).....	44
FIGURA 19 – FOTOMICROSCOPIAS DO CITOPLASMA DO ARILO FRESCO (1), CONGELADO (2) E DESIDRATADO (3) EM CORTE TRANSVERSAL (AUMENTO DE 4X).....	50
FIGURA 20 – FOTOMICROSCOPIAS DO CITOPLASMA DO ARILO FRESCO (1), CONGELADO (2) E DESIDRATADO (3) (AUMENTO DE 40 X).....	51
FIGURA 21 2– FOTOMICROSCOPIAS DOS ARILOS DA (1) FRUTA FRESCA (CORTE LONGITUDINAL) E DA (2) FRUTA CONGELADA (CORTE TRANSVERSAL) APÓS O TESTE DE FEHLING.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CURVA DE CALIBRAÇÃO DO ÁCIDO GÁLICO.....	47
GRÁFICO 2 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS PERCENTUAIS DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTES DO ÁCIDO ASCÓRBICO E DOS EXTRATOS LIOFILIZADOS DOS FRUTOS FRESCOS, CONGELADOS E DESIDRATADOS.....	50

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL MÉDIA (g/100g) DE LICHIA DISPONÍVEIS NA LITERATURA.....	16
TABELA 2 – TEORES DE ÁCIDO ASCÓRBICO (mg/100g) E SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (%) DE LICHIA DISPONÍVEIS NA LITERATURA.....	17
TABELA 3 – COMPOSIÇÃO MINERAL DE MACRONUTRIENTES (mg/100g) DE LICHIA DISPONÍVEIS NA LITERATURA	18
TABELA 4 – COMPOSIÇÃO MINERAL DE MICRONUTRIENTES (mg/100g) DE LICHIA DISPONÍVEIS NA LITERATURA.....	19
TABELA 5 – TEORES DE TIAMINA, RIBOFLAVINA E NIACINA (mg/100g) DE LICHIA DISPONÍVEIS NA LITERATURA.....	19
TABELA 6 – PRODUÇÃO/CONSUMO DE LICHIA NA CHINA, SOB AS DIVERSAS FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO, NO ANO DE 1999 (CHENG & HUANG, 2001)	27
TABELA 7 – COMERCIALIZAÇÃO ANUAL DE LICHIA ACONDICIONADA EM CAIXAS DE 3,5 KG, PELA CEAGESP.....	30
TABELA 8 – RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA A OTIMIZAÇÃO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA (D.O.) E FINAL SECAGEM EM ESTUFA.....	44
TABELA 9 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS FRUTOS FRESCOS, CONGELADOS E DESIDRATADOS.....	45
TABELA 10 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL EM BASE SECA (B.S.) DOS FRUTOS FRESCOS, CONGELADOS E DESIDRATADOS.	45
TABELA 11 – COMPOSIÇÃO MINERAL (MG/ 100G) EM MACRO E MICROELEMENTOS DAS FRUTAS FRESCAS, CONGELADAS E DESIDRATADAS.	46
TABELA 12 – PERCENTUAL DE IDR DOS MACRO E MICROELEMENTOS NOS FRUTOS FRESCOS, CONGELADOS E DESIDRATADOS.....	46
TABELA 13 – TEORES DE VITAMINA C (MG/ 100G) NOS FRUTOS FRESCOS, DESIDRATADOS E CONGELADOS.....	47
TABELA 14 – CONTEÚDO TOTAL DE POLIFENÓIS (EAG) NOS FRUTOS FRESCOS, CONGELADOS E DESIDRATADOS.....	48

TABELA 15 – ATIVIDADE ANTIOXIDANTE ($\% \pm DP$) DAS AMOSTRAS FRESCAS, CONGELADAS E DESIDRATADAS DE *Litchi chinensis* Sonn..... 49

TABELA 16 – EQUAÇÕES DAS RETAS, COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R^2) E CE_{50} ($\mu G/ML$) DAS AMOSTRAS FRESCAS, CONGELADAS E DESIDRATADAS DE *Litchi chinensis* Sonn E DO PADRÃO ÁCIDO ASCÓRBICO..... 55

1 INTRODUÇÃO

A busca incessante de novas fontes nutricionais para uma alimentação balanceada, despertou no exigente homem moderno o interesse em consumir frutas tropicais exóticas, por diversas razões: sabor diferenciado, presença de nutrientes essenciais e micronutrientes como os minerais e as vitaminas hidrossolúveis, especialmente a vitamina C, além de quantidade apreciáveis de compostos secundários de natureza fenólica, de conhecida atividade antioxidante (VINCI E COL., 1995; HARBORNE & WILLIAMS, 2000).

As frutas exóticas que eram restritas às populações locais em áreas geograficamente limitadas, se tornaram alimentos comuns em países não-exóticos (VINCI E COL., 1995). Ano após ano aumenta a relevância e o consumo destas frutas cultivadas no Brasil, tanto em função do valor nutricional quanto pela divulgação científica, além do possível efeito terapêutico na “performance” de uma série de funções no organismo humano (KUSKOSKI E COL., 2006; OLIVEIRA E COL., 2006). O mercado brasileiro de frutas tropicais exóticas deixou de ser restrito a áreas limitadas e expandiu-se amplamente para os centros metropolitanos (OLIVEIRA E COL., 2006).

Os consumidores estão cada vez mais conscientes da necessidade de um estilo de vida saudável e de uma dieta equilibrada, haja visto a grande requisição de informações prévias sobre nutrientes e metabólitos especiais. Aliados aos avanços na ciência e tecnologia, com maior divulgação das propriedades dos alimentos e a potencial ação benéfica na saúde humana, prevenindo e tratando as doenças, estas frutas tropicais exóticas passam a ser consideradas promotores da saúde, peças-chave na promoção da qualidade de vida desde a infância ao envelhecimento (MORAES & COLLA, 2006; OLIVEIRA E COL., 2006).

Dentro deste contexto e, devido aos escassos dados sobre as frutas tropicais exóticas, se faz necessária a avaliação nutricional e da capacidade como antioxidante da lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivada e comercializada no Brasil, de alto valor agregado, cuja popularidade é crescente nos últimos anos.

1.1 A família das Sapindaceae

Proveniente do latim *Sapindus*, o termo Sapindaceae significa: *sapo* = sabão + *indus* = índia, devido à presença de saponinas em frutos, sementes e outros tecidos de algumas espécies, as quais são usadas na fabricação de sabonetes principalmente da espécie *Sapindus saponaria* L. (GUARIM NETO E COL., 2000; MENZEL, 2002). A família *Sapindaceae*, também conhecida como Saponáceas, é composta de plantas angiospérmicas e dicotiledôneas, pertencente à ordem Sapindales, inclusas na classe Magnoliopsida (SOUZA & LORENZI, 2005). Possui cerca de 150 gêneros e mais de 2.000 espécies, comumente árvores, arbustos, lianas e raramente ervas, com distribuição cosmopolita e bem adaptada nos trópicos e sub-trópicos (JOLY, 2005; MENZEL, 2002).

No Brasil foram descritos 24 gêneros e 400 espécies localizados, principalmente, em ecossistemas florestais e associados de Mata Atlântica nos estados do Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (SOUZA & LORENZI, 2005). Herculano & Matos (2008) descreveram 473 indivíduos, dentre 14 gêneros e 44 espécies no Estado do Rio de Janeiro, sendo os dois mais representativos: o *Cupania* e o *Allophylus*. Novas espécies ainda estão sendo descritas, mas sabe-se que a grande maioria das espécies são nativas da Ásia, apesar de existirem algumas na América do Sul, África e Austrália (MENZEL, 2002).

Dentre as mais diversas formas de uso das plantas desta família, descritas por Guarim Neto e col. (2000), destacam-se a ornamentação (*Sapindus saponaria*, *Diplokeleba floribunda*,

Cupania castaneifolia, *Cardiospermum grandiflorum*, *Tripterodendron filicifolium*, *Talisia acutifolia*, *Serjania caracasana*, *Serjania erecta*), a arborização (*Sapindus marginatus*, *Matayba guianensis*, *Diplokeleba floribunda*, *Allophylus edulis*) e o paisagismo (*Dilodendron bipinnatum*, *Matayba elaeagnoides*, *Dilodendron bipinnatum*), além dos usos no reflorestamento (*Cupania oblongifolia*) e na construção civil (*Magonia pubescens*). Várias espécies são usadas medicinalmente na forma de chás para: úlcera (*Serjania erecta*, raízes e folhas), hipertensão (*Serjania erecta*, raízes), “dores-de-cadeira” e rins (*Talisia esculenta*, folhas), diarreias (*Talisia esculenta*, semente cozida), tosse (*Cardiospermum grandiflorum*, raízes e folhas), dores-de-cabeça, “diarreias de sangue” e “doenças de urina” (*Paullinia cupana*, frutos e sementes). Certas espécies tóxicas de *Paullinia* e *Serjania*, responsáveis pela toxidez do mel de abelhas, foram outrora utilizadas nas flechas dos índios e por escravos africanos para o envenenamento de inimigos e senhores escravagistas (GUARIM NETO E COL., 2000; JOLY, 2005).

Sob o ponto de vista popular e econômico, o guaraná (*Paullinia cupana* HBK) é a espécie desta família mais explorada no Brasil (HERCULANO & MATOS, 2008). Existem ainda outros frutos comestíveis como a pitomba (*Talisia esculenta*), muito consumida no nordeste brasileiro e os orientais longan (*Euphoria longan*), rambutan (*Nephelium lappaceum*) e pulasan (*Nephelium mutabile*), frutos bastante atrativos da sub-família *Nepheleae*, da qual a lichia faz parte e é o membro mais importante economicamente (MENZEL, 2002; HERCULANO & MATOS, 2008).

As Sapindáceas possuem inúmeras características em comum. Geralmente as flores são pequenas, branco-esverdeadas, reunidas em inflorescências paniculadas axilares ou terminais, hermafroditas ou unisxuadas, zigomórficas, pentâmeras e com disco anular excêntrico entre a coroa e o androceu, com 8 a 10 estames. O ovário é súpero, com 2 a 4 lóculos e 2 a 3 carpelos concrecentes, com um único óvulo em cada lóculo. O fruto pode ser variável, capsular, seco e

indeísciente, esquizocárpico, em baga ou em drupa (WATSON & DALLWITZ, 2007; JOLY, 2005).

1.2 Histórico, origem e distribuição

A lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) é uma fruta tropical e subtropical de alto valor comercial pela sua cor vermelha atraente, arilo branco, translúcido e muito apreciado por seu sabor doce (ZHANG E COL., 2001; ZHANG E COL., 2004; MARTINS, 2005). Possui alto teor de açúcar, minerais como potássio, magnésio e fósforo em quantidades apreciáveis e vitaminas como riboflavina, niacina e tiamina. Na gastronomia é utilizada fresca, enlatada, desidratada ou processada em sucos, vinhos, picles, compotas, sorvetes e iogurtes (MENZEL & WAITE, 2005; WALL, 2006). Muito popular na China e no Sudeste da Ásia, mas ainda pouco conhecida na África, Europa e América, a lichia tem sua comercialização lenta devido ao pouco conhecimento do modo de cultivo, bem como o curto tempo de vida das sementes (MENZEL & WAITE, 2005).

A planta da família *Sapindaceae*, denominada lichieira, é originária da província de Guangdong na zona subtropical do sul da China (GARCÍA-PÉREZ & MARTINS, 2006), aproximadamente entre 23° e 27° de latitude norte (CARVALHO, 2005 *apud* KNIGHT, 1980).

A cultura da lichia tem sido descrita desde 1500 a.C pelos descendentes Malaios e cultivada durante milhares de anos na China. A partir deste país, chegou a Birmânia (Mianmar) no final do século XVII e foi introduzida na Índia cerca de 100 anos mais tarde. Em Madagascar, documentos datam seu estabelecimento antes de 1802 com várias plantações antigas ainda existentes. A cultura alcançou a Austrália pelos emigrantes chineses atraídos pela corrida do ouro em 1854. Dezenove anos mais tarde, um investidor chinês estabeleceu a fruta no Havaí, chegando à Flórida aproximadamente em 1880 e na Califórnia em 1897. Textos relatam sua introdução em Israel entre 1930-1940 (GHOSH, 2001).

Existem três subespécies de lichia, classificadas taxonomicamente de acordo com a espessura dos galhos, arranjo das flores, números de estames e características das frutas: *Litchi chinensis* ssp. *chinensis*, *Litchi chinensis* ssp. *philippinensis* e *Litchi chinensis* ssp. *javensis*, porém só a primeira é produzida comercialmente. O nome “litchi” ou “Li-zhi” do dialeto chinês, originalmente significa “ser destacada do galho”, e foi primeiramente descrita em 200 a.C.. Posteriormente, foi descoberto que o nome se referia à “rápida deterioração dos frutos após a colheita” (LEENHOUTS, 1978; MENZEL & WAITE, 2005).

A subespécie *philippinensis* é nativa das Filipinas e é encontrada na forma selvagem até 500 m de altitude, com frutos de formatos longos e ovais, com protuberâncias espinhosas e arilo não-comestível que cobre parcialmente a semente (SOTTO, 2002; MENZEL, 1991). Já a subespécie *javensis*, originária da Península Malaia e Indonésia, produz frutos similares aos comerciais, porém com arilos menores e mais ácidos, o que inviabiliza sua comercialização (MENZEL & WAITE, 2005). Estas subespécies selvagens são encontradas entre 600 e 1000 m de altitude em florestas nas Ilhas Hainan (província situada no sudeste da China) e também abaixo de 500 m nas áreas montanhosas da Península de Leizhou, do oeste de Guangdong e leste de Guangxi. Apesar da abundância de germoplasma das lichias plantadas na China, a diversidade genética das variedades cultivadas é bastante limitada (GHOSH, 2001).

Os principais produtores da cultura da lichia são: China, Vietnã, Tailândia, Índia, Madagascar e África do Sul (MENZEL & WAITE, 2005). Estima-se que o volume de fruta produzida no mundo, para os anos de grande produção, situa-se em torno de 2.000.000 t, podendo chegar a 2.500.000 t nos próximos anos (HUANG, 2004, ANÔNIMO, 2004).

Segundo Menzel & Waite (2005), o maior produtor de lichia é a China com 80% da plantação mundial, 1.440.000 t em 2006 (disponível em: <http://ir4.rutgers.edu/GMUS/presentation%20pdf/day1Chen.pdf>), sendo as principais regiões produtoras as províncias de

Guangdong, Guangxi, Fujian, Hainan e Taiwan, onde a colheita ocorre de final de maio a meados de julho. Mais de 60% das plantações chinesas foram criadas a partir de 1995, principalmente em áreas irrigadas em montanhas, ocasionando um salto de 161.700 para 592.000 ha na década de 1990 (MENZEL & WAITE, 2005). Guangdong tem a maior área plantada, com 303.080 ha, produzindo aproximadamente 800.000 t/ano. Apesar de Taiwan ter números bem mais modestos em termos de área plantada (11.961 ha), a sua produção situa-se em torno de incríveis 110.000 t, gerando uma média de rendimento (t/ha) de 9.1 contra 2.6 de Guangdong, sugerindo que há potencial para um aumento nas outras províncias (HUANG, 2002; MENZEL & WAITE, 2005).

O segundo maior centro de cultivo de lichia se encontra na Índia, com um total de 56.200 ha contabilizados em 1998. Bihar produz 11.6 t/ha, do início de maio a final de julho (GHOSH, 2001; MENZEL & WAITE, 2005). No Vietnã a área plantada corresponde a 30.000 ha produzindo 50.000 t da fruta em 2000, entre final de março e início de junho, nas áreas de Bacgiang, Haiduong e Quangninh. Com aproximadamente 23.000 ha, a Tailândia produz aproximadamente 80.000 t e tem uma posição de destaque pela grande produtividade. Os outros centros (Sul da África, Austrália, América do Norte e Brasil) não são tão expressivos mundialmente em termos de produção, entretanto, devido as diferentes épocas de colheita, estes se tornam potenciais exportadores (MENZEL & WAITE, 2005).

Apesar de ter sido introduzida no Brasil aproximadamente em 1810, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, a lichia só começou a ser comercializada a partir de 1970, em alguns pomares no oeste do Estado de São Paulo (CARVALHO & SALOMÃO, 2000). As variedades 'bengal', 'brewster' e 'americana' estão presentes em território nacional, principalmente no Estado de São Paulo, sul de Minas Gerais e norte do Paraná, onde a colheita ocorre no período de final de outubro a início de fevereiro (MENZEL, 2002; MARTINS, 2005).

Em 1997, foram registrados 347 ha nos Estados de Minas Gerais, Bahia, Paraná e São Paulo e no ano de 2004 a estimativa foi de 1.000 ha de área cultivada (KAWATI, 2004; YAMANISHI E COL., 2001). A grande rentabilidade da lichia resultou na expansão do cultivo pelo estado de São Paulo, que é o maior produtor, com aproximadamente 90% da produção brasileira (YAMANISHI, 2006).

1.3 Aspectos botânicos de *L. chinensis* Sonn.

A lichieira é uma árvore rústica e longeva – árvores de mais de 1.200 anos ainda florescem e dão frutos – com um belo porte, folhas verdes escuro permanentes, atinge 10 a 12 m de altura, ou até 20 m nas espécies mais antigas (ZHANG, 1997), que tem tendência a desenvolver ramos direcionados para o solo e praticamente dispensam tratamento fitossanitário (MARTINS, 2005). Geralmente, apresentam a copa arredondada, densa, compacta e simétrica, troncos curtos, grossos e retos e raízes castanho-escuras acinzentadas (Figura 1). Os galhos comumente apresentam formato em V, o que os torna facilmente quebráveis pela ação dos ventos (MENZEL & WAITE, 2005).

As folhas são pinadas, alternadas e compostas com 4 a 7 folíolos e aproximadamente 7 cm de comprimento (Figura 2), com coloração verde-escuro lustrosa na superfície e verde-acinzentado sob esta (Figura 3). Os folíolos são dispostos alternadamente ou ligeiramente oblíquos, em pecíolos curtos, ao longo da raque. Os pecíolos maduros atingem de 5 a 15 cm de comprimento e 2,5 a 4,0 cm de largura, desde o formato elíptico ao de lança. As bases das hastes são em forma de cunha ou arredondadas (MENZEL & WAITE, 2005).

A inflorescência é em forma de panícula, produzida em ramo do ano, com os panículos terminais agrupados em 10 ou mais (Figura 4). Em algumas árvores pode ocorrer a produção de

subterminais ou axilares em altas proporções. Os panículos tem de 10 a 40 cm de comprimento e produzem centenas de flores pequenas, brancas, verdes ou amarelas, as quais exalam um perfume distinto quando da total floração (MARTINS, 2005; MENZEL & WAITE, 2005).



Figura 1 – Árvore de *Litchi chinensis* Sonn (disponível em: <http://www.lycheesonline.com/photos/courthouse2.jpg>).



Figura 2 – Folhas e folíolos de *Litchi chinensis* Sonn (MENZEL & WAITE, 2005).



Figura 3 – Aspecto das folhas de *Litchi chinensis* Sonn (disponível em: http://edis.ifas.ufl.edu/LyraEDISServlet?command=getScreenImage&oid=3718_628).

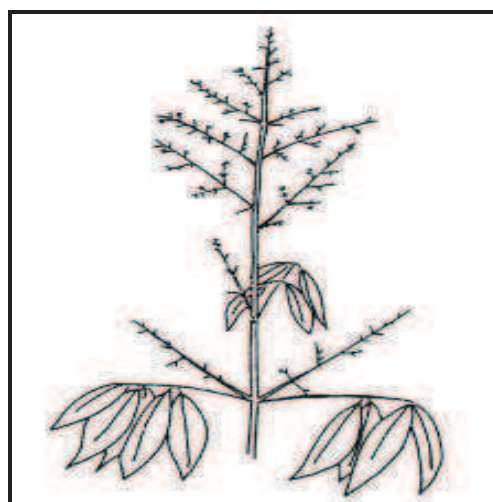


Figura 4 – Inflorescência de *Litchi chinensis* Sonn (MENZEL & WAITE, 2005).

As flores têm de 3 a 6 mm de largura quando totalmente abertas sobre pedículos de 1,5 mm. Possuem cálice em forma de copo com 4 a 5 sépalas serradas pequenas, sem pétalas. No final do inverno ao começo da primavera a florada se inicia, dependente principalmente de estresse hídrico e/ou baixas temperaturas. Cada flor possui de 6 a 10 estames, de três tipos que se abrem no mesmo panículo, variando no sexo, comprimento e função dos estames, e desenvolvimento e função do pistilo (Figura 5). A produção é alternante e dependente do número

de flores funcionalmente masculinas presentes por panículo. Existem três tipos de flores: 1) Masculina 1 (Figura 6 I): não possuem óvulos, possuem estigma contendo 6 a 8 estames, que produzem pólen abundante e viável e são funcionalmente masculinas; 2) Feminina (Figura 6 II): são hermafroditas, funcionalmente femininas, apresentam pistilo bicarpelar e estigma bilobado, com 5 a 8 estames indeiscentes; 3) Masculina 2 (Figura 6 III): funcionalmente masculinas, idênticas a masculina 1, a não ser pela presença de pistilo rudimentar e de ovários não desenvolvidos (MARTINS, 2005; MENZEL & WAITE, 2005). A antese floral ocorre em ciclos sobrepostos, que podem variar de duração dependendo do cultivar e clima, sendo muito menor sob temperaturas mais quentes (STERN & GAZIT, 2003).

Os frutos em forma de drupa são muito variados e demoram de 80 a 112 dias para amadurecer dependendo do cultivar e do clima. Podem ser redondos, ovóides ou em forma de coração, variando até 5 cm de comprimento, 4 cm de largura e de 2 a 3,5 cm de diâmetro (Figura 7). O pericarpo é macio ou áspero, com diferentes protuberâncias, grosso ou fino. Os frutos produzem em cachos (Figura 8), de forma e tamanho variáveis, a casca é rugosa e de diferentes tonalidades de vermelho e fácil de ser destacada quando madura, e verde quando imatura (MENZEL & WAITE, 2005).

O arilo, excrescência carnosa na superfície da semente proveniente do integumento externo, é gelatinoso, translúcido, sucoso e não aderente ao caroço (Figura 7), pode compreender até 80 % dos frutos e apresentar sabor doce e aromático nos melhores cultivares. A única semente marrom-escura presente, possui de 6 a 12 mm de largura e 10 a 23 mm de comprimento (MENZEL, 2002).

Pode ocorrer aborto de sementes, as chamadas "língua-de-galinha", pequenas e murchas, o que não diminui muito o tamanho dos frutos, que passam a ser preferidos por apresentarem maior percentual de polpa; esta característica é dependente da variedade. A variedade 'bengal'

tem por característica frutos de cor vermelha-clara, moderadamente grandes, com sementes pontiagudas e amplas (Figura 7), sendo que somente cerca de 3% são abortadas (MARTINS, 2005). Existem alguns cultivares com altos índices de sementes abortadas, alguns até quase sem sementes, e frequentemente, devido a maior quantidade de arilo, atingem preços mais altos no mercado. Entretanto, esta característica particular de cada cultivar, que varia a cada colheita e de pomar para pomar, torna a fruta mais suscetível à seca e outros estresses (Figura 9).



Figura 5 – Inflorescência de *Litchi chinensis* Sonn. Destaque para as flores masculinas (disponível em: http://www.lycheesonline.com/Pics_2009/Flower_Closeup_Male.jpg).

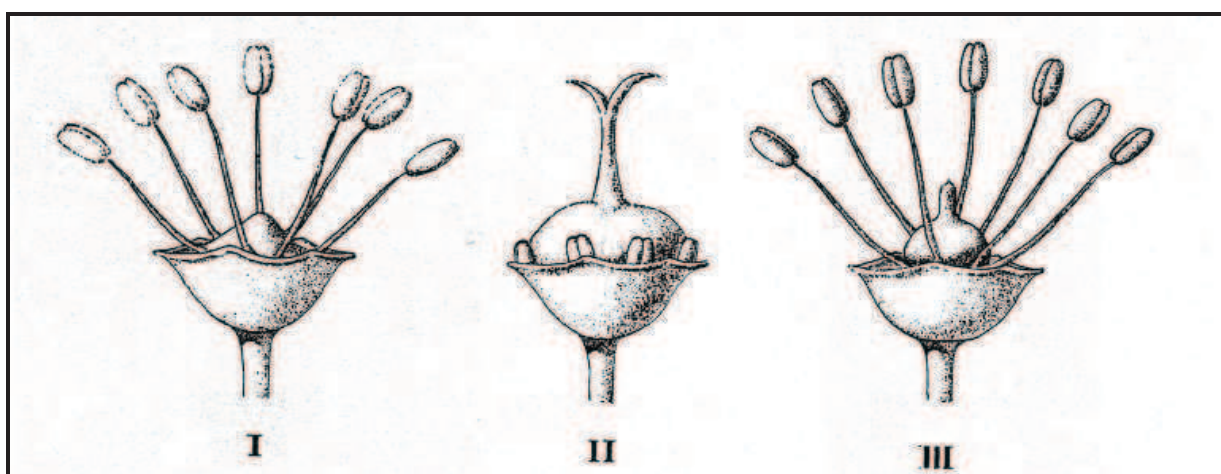


Figura 6 – Tipos de flores de *Litchi chinensis* Sonn. I) Masculina 1; II) Feminina; III) Masculina 2 (MENZEL, 2002).



Figura 7 – Arilo de *Litchi chinensis* Sonn. variedade ‘bengal’ (disponível em: <http://www.tropicalfruitnursery.com/lychee/images/Bengal.jpg>).

A lichieira exige variações sazonais de temperatura para melhor florescer e frutificar. Para o desenvolvimento da gema floral, na maioria das variedades, é necessário um período frio, de 100 a 200 horas entre 0 e 7°C, de preferência com baixas precipitações pluviométricas (GARCÍA-PÉREZ & MARTINS, 2006; MORTON, 1987). A resistência da árvore é dependente da idade: árvores maduras podem sobreviver a temperaturas até - 3°C, enquanto que as novas precisam ser protegidas do calor, geadas e ventos fortes (MORTON, 1987). Os solos mais propícios para o cultivo da planta, são aqueles bem irrigados e ricos em matéria orgânica, na faixa de pH entre 5,5 e 6,0 (MORTON, 1987; MENZEL & WAITE, 2005). Abaixo de pH 4 e acima de 8 a disponibilidade de alguns micronutrientes pode ser restrita (MENZEL & KERNOT, 2002).

O sistema de propagação da cultura utiliza o processo assexuado de mergulhia aérea (alporquia), de ramos que já entraram em produção; caso contrário, as novas plantas demoram de 6 a 10 anos para início de frutificação. Tal processo acarreta, entretanto, além de outros inconvenientes, alto custo para a produção de mudas (LEONEL, 1992). A propagação por sementes não é ideal para os fruticultores devido a extensa juvenalidade da árvore sem período

produtivo, pequena produção quando formadas e perda do poder germinativo das sementes (CARVALHO, CUNHA E RODRIGUES, 2005). Já a reprodução sexuada, apesar de ser utilizada para o melhoramento genético e na produção de porta-enxertos, tem como desvantagem a perda da viabilidade da semente após 24 horas da extração do fruto, o que dificulta a difusão da lichia ao Ocidente (MARTINS, BASTOS E SCALOPPI JR., 2001; MELETTI & COELHO, 2000). A viabilidade das sementes pode ser mantida por oito semanas se conservadas úmidas e cobertas com esfagno, porém pode ocorrer germinação nessas condições (MARTINS, BASTOS E SCALOPPI JR., 2001).



Figura 8 – Lichias em cachos (Fazenda Paraíso – Ouro Fino-MG, jan. 2009).

Apesar de ser uma árvore rústica e praticamente dispensar tratamento fitossanitário, ocasionalmente podem ocorrer infestações por ácaros, pulgões, brocas de tronco, lagartas, besouros, mariposas e abelhas. As aves são atraídas pelos frutos verdes ou maduros, e, portanto, às vezes se faz necessária a instalação de redes protetoras (MORTON, 1987; MENZEL & WAITE, 2005).

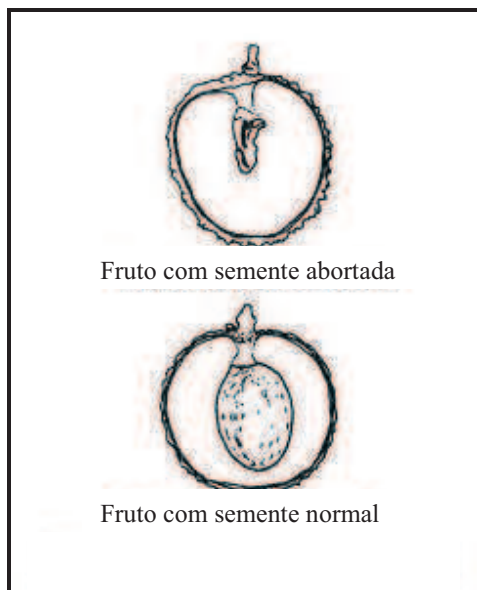


Figura 9 – Frutos com sementes abortada e normal (MENZEL & WAITE, 2005).

A lichia é uma fruta não-climatérica e por isso deve ser colhida quando apresentam aparência e qualidade ótimas para o consumo, ou seja, coloração vermelha totalmente desenvolvida com poucas áreas verdes, uma vez que os frutos imaturos são ácidos e, por não amadurecerem, não melhoram o sabor (NAKASONE & PAULL, 1998). Entre o 80º e 112º dia após a antese¹, dependendo do cultivar e condições ambientais, ocorre a maturação dos frutos, a qual também pode ser determinada pelo tamanho, peso, cor, teor de açúcares, acidez e relação açúcares/acidez (HOLCROFT & MITCHAM, 1996; NAKASONE & PAULL, 1998). Para a comercialização internacional da lichia, de acordo com o Codex Alimentarius (1995), a fruta deve apresentar coloração vermelha uniforme, relação teor sólidos solúveis totais/acidez entre 2 e 3 e diâmetro maior que 25 mm. Apesar destas determinações, na prática, a maturidade é determinada pela coloração, uma vez que estes parâmetros são bastante variáveis e dependentes das condições climáticas (UNDERHILL, COATES E SAKS, 1997).



Figura 10 – Licheiras Fazenda Paraíso (Ouro Fino – MG, jan. 2009).

1.4 Aspectos nutricionais

A aclimação de espécies vegetais não necessariamente gera espécimes que apresentem composições químicas semelhantes, ou mesmo equivalência nutricional. Não é raro observar a variação, principalmente em termos de nutrientes primários e metabólitos secundários, dentro de uma mesma espécie colhida em locais e épocas diferentes. A composição nutricional do fruto pode variar bastante dependendo do tipo do cultivo, do clima, tipo e fertilidade do solo (LEE & KADER, 2000; MOZAFAR, 1994; SHEWFELT, 1990). De acordo com relatos presentes na literatura observa-se diferenças nas propriedades nutricionais das diversas variedades de *Litchi chinensis* Sonn cultivadas pelo mundo. Na maioria dos casos, a identidade do cultivar e a localização da produção não são especificadas (WALL, 2006). A Tabela 1 ratifica tais afirmações, mostrando as diferentes composições centesimais dos frutos frescos:

¹ Antese é o ato da abertura das flores, quando um de seus órgãos sexuais (ou todos) amadurece e o perianto abre-se, iniciando o ciclo reprodutivo das flores.

Tabela 1 – Composição centesimal média (g/100g) de lichia disponíveis na literatura.

Referências (país)	Composição Centesimal (g/ 100g)			
	Umidade	Proteínas	Lipídios	Carboidratos
Holcroft & Mitcham, 1996 (E.U.A.)	77 - 83	0,8 - 0,9	≤ 1,0	n.e.
Deng, Han e Li, 1999 (China)	84	0,7	0,1	15
Menzel, 2002 (Austrália)	81	1,1	0,1	18
Wall, 2006 (E.U.A.)	79,05 - 81,89	n.e.	n.e.	n.e.

n.e. - não especificado

A fruta cultivada na China [90% da produção de Taiwan é da variedade ‘Haak Yip’ (MENZEL & WAITE, 2005)] possui maiores teores de umidade e menores teores de proteínas e carboidratos do que as demais reportadas (DENG, HAN E LI, 1999). Na Austrália, MENZEL (2002) determinou a composição da fruta sem especificar a variedade [‘Kwai May Pink’ é a mais cultivada (MENZEL & WAITE, 2005)] e observou maiores teores de proteínas e carboidratos. Holcroft & Mitcham (1996), em artigo de revisão, constataram que a fruta madura, sem especificar variedade, apresentava teores intermediários de proteínas. Já Wall (2006) estudou 3 variedades (‘Bosworth 3’, ‘Groff’ e ‘Kaimana’) em 6 diferentes cultivares nas ilhas do Havai e Kauai e obteve valores de umidade condizentes com os de Menzel (2002) e Holcroft & Mitcham (1996).

As concentrações de ácido ascórbico no fruto são influenciadas pela disponibilidade de luz. Dias mais longos e intensidades maiores de luz podem aumentar as concentrações de ácido

ascórbico e glicose no fruto (LEE & KADER, 2000; MOZAFAR, 1994; SHEWFELT, 1990). Excesso de nitrogênio ou fósforo no solo tende a diminuir o conteúdo de ácido ascórbico no fruto, enquanto que o excesso de potássio aumenta a sua concentração (NAGY & WARDOWSKI, 1988). O ácido ascórbico também varia de 2 a 3 vezes, em função de diferentes cultivares (MOZAFAR, 1994). Na Tabela 2 podem ser observados os diferentes teores de ácido ascórbico e sólidos solúveis totais encontrados na literatura. Através de análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), Wall (2006) obteve média de 27,6 mg de ácido ascórbico por 100g de fruto, superior à reportada por Vinci e col. (1995) e Deng, Han e Li (1999), enquanto Menzel (2002) e Holcroft & Mitcham (1996) observaram, respectivamente, valores aproximadamente duas e três vezes superiores. Assim, dependendo do cultivar, o consumo de 14 a 17 lichias atinge a média da ingestão diária recomendada (IDR) para vitamina C em adultos (Wall, 2006). Somente para a variedade ‘Groff’ cultivada nos E.U.A. é que o percentual de sólidos solúveis totais da fruta foi inferior ao reportado por Menzel (2002).

Tabela 2 – Teores de ácido ascórbico (mg/100g) e sólidos solúveis totais (%) de lichia disponíveis na literatura.

Referências (país)	Teores (unidade)	
	Ácido Ascórbico (mg/100g)	Sólidos Solúveis Totais (%)
Vinci e col., 1995 (Itália)	21,94	n.e.
Holcroft & Mitcham, 1996 (E.U.A.)	40,00 - 100,00	n.e.
Deng e col., 1999 (China)	15	n.e.
Menzel, 2002 (Austrália)	49	≥ 18,00
Wall, 2006 (E.U.A.)	21,00 - 36,00	17,47 - 19,93

n.e. - não especificado

A composição em minerais nos frutos varia com o clima, maturidade, cultivar e práticas agrícolas (WALL, 2006). Holcroft & Mitcham (1996) expuseram que a lichia não é fonte significativa de tiamina, riboflavina, cálcio, fósforo ou ferro. Já Cheng e colaboradores (2002) afirmaram que a lichia apresenta valor nutritivo apreciável devido ao seu alto teor em minerais como Zn, Fe, Mg e Ca, enquanto que Salunkhe & Desai (1986) publicaram que a fruta é pobre em Fe e Ca e possui conteúdo significativo de K e P, considerando-se as necessidades humanas (dados não mostrados). Nas Tabelas 3, 4 e 5 podem ser observadas as diferentes composições em minerais e vitaminas dos frutos frescos de lichia segundo os diversos autores.

Tabela 3 – Composição mineral de macronutrientes (mg/100g) de lichia disponíveis na literatura.

Referências (país)	Composição Mineral - Macronutrientes (mg/ 100g)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Deng, Han e Li, 1999 (China)	n.e.	32,0	n.e.	4,0	n.e.	n.e.
Menzel, 2002 (Austrália)	n.e.	n.e.	n.e.	2,0	n.e.	n.e.
Salomão, Siqueira e Pereira, 2006 (Brasil)	115,6	26,0	255,8	8,8	12,9	7,5
Wall, 2006 (E.U.A.)	n.e.	23,7 - 31,1	130,7 - 180,6	2,1 – 4,9	11,5 - 16,2	n.e.

n.e. - não especificado

Salomão, Siqueira e Pereira (2006), avaliando a composição mineral média por 100g do fruto aos 112 dias após a antese, da variedade ‘bengal’ cultivada em solo brasileiro, encontraram quantidades do mineral K superiores àquela declarada por Wall (2006) através de espectrometria

de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-AES). Segundo Wall (2006), 100 g da fruta abrange de 2 a 4% da IDR para seis minerais (P, K, Mg, Fe, Zn, Mn) e 22% para Cu. Portanto, é de fundamental importância a especificação da identidade do cultivar, bem como a localização e os métodos de análises para comparação dos teores de minerais.

Tabela 4 – Composição mineral de micronutrientes (mg/100g) de lichia disponíveis na literatura.

Referências (país)	Composição Mineral - Micronutrientes (mg/ 100g)					
	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	B
Deng, Han e Li, 1999 (China)	0,70	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Menzel, 2002 (Austrália)	0,50	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Salomão, Siqueira e Pereira, 2006 (Brasil)	0,17	0,19	0,31	0,10	n.e.	n.e.
Wall, 2006 (E.U.A.)	0,28 - 0,43	0,17 - 0,23	0,16 - 0,28	0,05 - 0,11	3,1 - 7,9	0,09 - 0,16

n.e. - não especificado

Tabela 5 – Teores de tiamina, riboflavina e niacina (mg/100g) de lichia disponíveis na literatura.

Referências	Vitaminas (mg/ 100g)		
	Tiamina	Riboflavina	Niacina
Deng, Han e Li, 1999 (China)	0,02	0,07	1,1
Menzel, 2002 (Austrália)	0,05	0,07	0,5

1.5 Aspectos fitoquímicos

A perda de água associada à respiração da fruta é considerada a principal causa da rapidez na senescência do fruto, atribuída às micro-rachaduras que ocorrem na superfície do pericarpo, que aceleram o processo de desidratação e escurecimento (UNDERHILL & CRITCHLEY, 1993; UNDERHILL & SIMONS, 1993). O escurecimento pós-colheita, por sua vez, é resultado de um complicado processo atribuído à degradação dos pigmentos vermelhos em associação com a oxidação de compostos fenólicos pelas enzimas polifenoloxidase (PPO) e/ou peroxidase (POD) (ZHANG, QUANTICK E GRIGOR, 2000; JIANG E COL., 2004).

Quimicamente, a lichia é caracterizada pela presença de substâncias fenólicas como as antocianinas (cianidina-3-rutinosídeo, cianidina-3-glicosídeo, quercetina-3-rutinosídeo e quercetina-3-glicosídeo), os flavonóides (procianidina B4, procianidina B2 e epicatequina) e taninos condensados (proantocianidinas poliméricas). Os taninos condensados foram os compostos mais abundantes encontrados no pericarpo fresco (4 mg/g) enquanto que o conteúdo de antocianinas (aproximadamente 0,4 mg/g) foi comparável ao dos flavonóides (SARNI-MANCHADO E COL., 2000; JIANG E COL., 2007).

Justamente as antocianinas, potentes antioxidantes presentes em altas concentrações no pericarpo, são responsáveis pela coloração avermelhada – que se tornam escuros após a colheita, reduzindo seu valor comercial (UNDERHILL & CRITCHLEY, 1994; JIANG E COL., 2007). A estrutura orto-difenólica dos polifenóis da lichia, os torna altamente oxidáveis (LEE & WICKER, 1991; SARNI-MANCHADO E COL., 2000; ZHANG, QUANTICK E GRIGOR, 2000; JIANG E COL., 2007), acelerando o processo de escurecimento, que pode ocorrer através de degradação não-enzimática das antocianinas (ZHANG E COL., 2001), desidratação (HUANG E COL.,

2005), ataques por patógenos ou pragas (THANH, HAI E LACHANCE, 2003) e, principalmente, por processo enzimático (JIANG E COL., 2004).

Underhill & Critchley (1995) demonstraram correlação entre a atividade da POD e o escurecimento celular, fato comprovado pela atividade elevada desta enzima no pericarpo escurecido. Já Jiang (2000) verificou que a PPO tem afinidade muito baixa pelas antocianinas da casca da lichia e a descoloração destas substâncias pode ocorrer como consequência do pH vacuolar elevado, o qual resulta no aumento da taxa de escurecimento (ZHANG E COL., 2001). Além disso, a presença de um grupamento glicosídico na estrutura das antocianinas pode, provavelmente, causar impedimento estérico a PPO. A hidrólise das antocianinas pela ação da antocianase, com formação das antocianidinas, parece acelerar a degradação enzimática destas substâncias. Portanto, a antocianase pode contribuir para o escurecimento do pericarpo, tornando os principais constituintes fenólicos acessíveis a POD ou PPO (JIANG E COL., 2004; ZHANG E COL., 2001).

Segundo Le Roux e colaboradores (1998), as epicatequinas interligadas pelos tipos A e B, incluindo as procianidinas A2, oligômeros e polímeros, são os substratos para o escurecimento enzimático. Zhang, Quantick e Grigor (2000) sugeriram que os monômeros e dímeros derivados de flavan-3-ol e cianidina-3-glicosídeo são os principais substratos para oxidação enzimática na fruta. Por outro lado, Jiang e colaboradores (2006) identificaram a (-) epicatequina como substrato direto para a PPO, isolada do pericarpo da lichia. Recentemente, Liu e colaboradores (2007) realizaram um estudo determinando as propriedades cinéticas desta enzima usando epicatequina como substrato. Os resultados sugeriram pH ótimo de 7,5, estabilidade até 45 °C e desnaturação aproximadamente a 70 °C e ainda, que a L-cisteína e a glutatona demonstraram ser fortes inibidores da atividade enzimática.

Apesar da bioquímica do escurecimento enzimático ainda não ter sido totalmente elucidada, Jiang e colaboradores (2004) propuseram o mecanismo, apresentado na Figura 11, para o escurecimento enzimático. Resumidamente, as antocianinas devem ser hidrolisadas primeiramente pela antocianase, formando antocianidinas, as quais podem ser oxidadas pela PPO e/ou POD. Assim, os produtos oxidativos dos fenóis, resultantes da atividade da PPO, aceleram a degradação das antocianidinas, resultando no escurecimento do fruto. Por outro lado, a deterioração na função da membrana pode resultar na perda da compartimentação entre as enzimas e seus substratos, podendo também contribuir para esse processo (JIANG E COL., 2004).

Portanto, ainda são necessários muitos estudos para a elucidação completa do mecanismo, objetivando o desenvolvimento de novas técnicas de controle pós-colheita para um maior aproveitamento dos cultivos, aumento da exportação e abastecimento dos mercados.

Outros estudos se referem a derivados terpenoídicos identificados na fração volátil dos frutos frescos e enlatados como, por exemplo, o cis-óxido de rosa (mais abundante), hexanoato/ isohexanoato de etila, β -damascenona, linalool, isobutirato de etila e geraniol, dentre outros (ONG & ACREE, 1999; CHYAU E COL., 2003). Nas sementes foram encontrados ácidos graxos de importância industrial contendo em suas estruturas um anel ciclopropanóico (diidrosterculato de metila foi o mais abundante), além de um ácido aminado incomum, denominado α -(metilenociclopropil) glicina (GONTIER E COL., 2000; MINAKATA E COL., 1985).

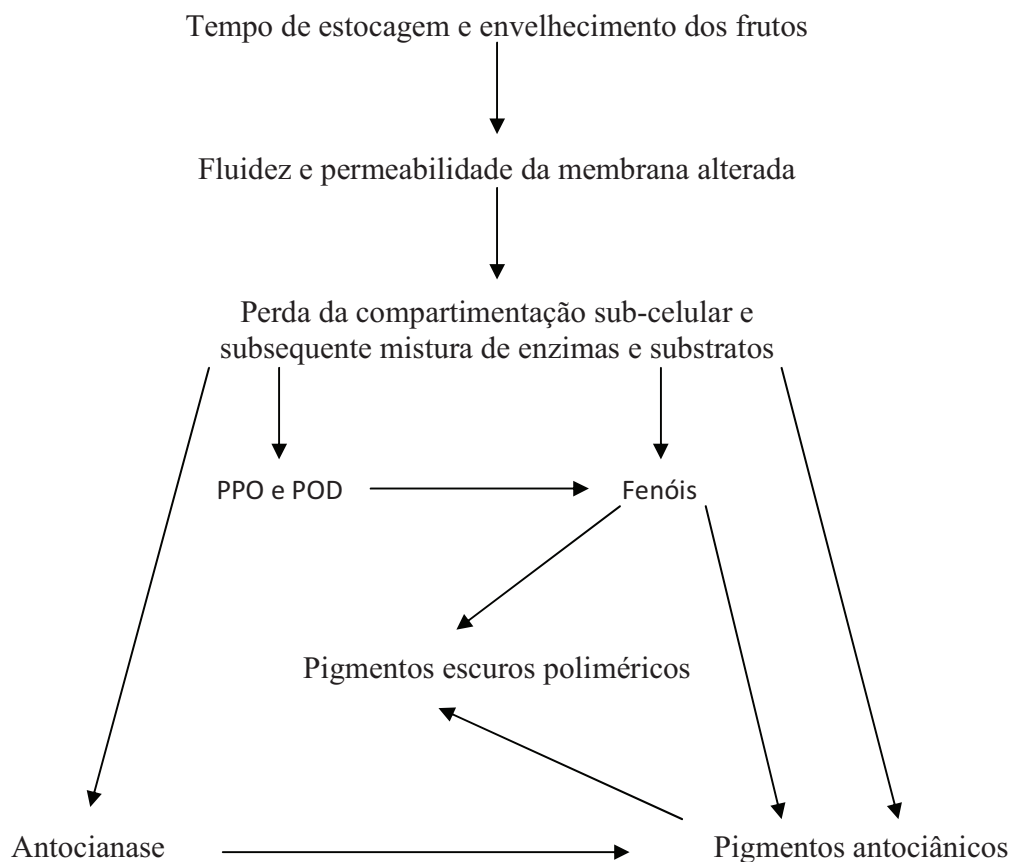


Figura 11 – Bioquímica do escurecimento enzimático do pericarpo dos frutos de lichia (JIANG E COL., 2004).

1.6 Aspectos farmacológicos

Além das vitaminas, os minerais exercem um importante papel na dieta humana, responsável por várias funções: perfeito funcionamento da célula e enzimas, formação óssea, composição da hemoglobina, expressão gênica e no metabolismo de ácidos aminados, lipídeos e carboidratos [Institute of Medicine (IOM), 2000; IOM, 2001 e IOM, 2004].

É crescente a importância dada aos antioxidantes vegetais, devido ao papel relevante na prevenção e tratamento de doenças degenerativas e cardiovasculares, alergias, inflamações, viroses e câncer, dentre outras patologias (BLOCH & THOMSON, 1995; HASLER E COL.,

2004; MERKEN & BEECHER, 2000). A produção de energia utilizada nos processos biológicos é proveniente da oxidação, essencial para diversos organismos vivos. As espécies reativas de oxigênio (ERO) são radicais livres com oxigênio centrados em suas moléculas como, por exemplo, superóxidos, peróxidos de hidrogênio, hidroxila (OH⁻), peroxila (ROO⁻) e alcóxila (RO⁻), que são produzidos *in vivo* durante a oxidação. As ERO não estão somente associadas com a peroxidação lipídica, levando a deterioração alimentar, mas também estão envolvidas no desenvolvimento de uma série de doenças, incluindo a senescência celular, mutagênese, carcinogênese, doença coronariana, diabetes e neurodegeneração (MOSKOVITZ, YIM E CHOKE, 2002). Apesar de quase todos os organismos possuírem defesas antioxidantes e sistemas de reparo para proteção contra danos oxidativos, estes sistemas são insuficientes para prevenir o dano por inteiro (SIMIC, 1988). Frutas e vegetais contêm diversos compostos antioxidantes, tais como ácido ascórbico, tocoferol, glutatona e carotenóides, os quais podem contribuir para a proteção contra o dano oxidativo.

De acordo com Besra, Sharma e Gomes (1996) o extrato etéreo de petróleo das folhas de outra variedade, *Litchi chinensis* Gaertn., revelou atividade antiinflamatória significativa ao inibir edema inflamatório induzido por carragenina e granuloma induzido por “pellet” de algodão, sugerindo um mecanismo de ação com envolvimento imunológico, uma vez que foi comprovado que a inibição não foi realizada via ácido araquidônico. Além disso, o extrato, atóxico na concentração de 1g/kg por via intra-peritoneal, provavelmente, possui ação analgésica e antipirética, ao inibir, em camundongos, respectivamente, convulsões induzidas por ácido acético e pirexia.

Wang e colaboradores (2006) em seus estudos sobre atividade anti-câncer *in vitro* e *in vivo* de carcinoma hepatocelular, constataram que o extrato aquoso do pericarpo de lichia exibiu grande inibição da proliferação e indução a apoptose das células cancerígenas.

Guo e colaboradores, 2004, investigaram o mecanismo farmacológico do extrato aquoso da semente de lichia em antagonizar a resistência à insulina em ratos com diabetes tipo 2 (T2DR). De acordo com os resultados obtidos, o extrato pode reduzir os níveis de TNF- α , hiperleptinemia e hiperinsulinemia, antagonizar a resistência, fortificar a sensibilidade à insulina, reajustar a lipodistrofia e o metabolismo irregular de glicose, reforçar a ação antioxidante e melhorar as funções do fígado e rim em T2DR.

Com o aumento no consumo de frutas exóticas, alergistas se depararam com reações alérgicas às substâncias encontradas na lichia. Um paciente atópico sofreu uma reação anafilática após o consumo da fruta. A substância que desencadeou a reação, profilina, está presente em quantidades significativas na lichia (FÄH, WÜTHRICH E VIETHS, 1995). Em estudo realizado por Hoppe e colaboradores (2006), foi demonstrado que o potencial alergênico da fruta diminuiu quando consumida na forma processada enlatada. Recentemente, o caso de um jovem com alergia à lichia e manga revelou o modo progressivo do aparecimento de sintomas alérgicos com a possibilidade do desenvolvimento destes acontecer por muitos anos (SIBONI, 2007).

As propriedades farmacológicas citadas precisam ser minuciosa e criteriosamente investigadas para elucidação dos benefícios que a lichia pode oferecer. A variação na composição nutricional e fenólica, bem como a atividade antioxidante da fruta são influenciadas por fatores diversos anteriormente citados e por métodos de conservação (ELIAS E COL., 2008).

1.7 Processos de conservação pós-colheita

Logo após a colheita, a lichia inicia os processos de desidratação e escurecimento. Os mecanismos de escurecimento, retenção da cor e manutenção da qualidade da polpa têm sido o foco de muitas pesquisas.

O método mais antigo de processamento conhecido na China é a secagem da lichia, para a produção de “noz de lichia”, e foi desenvolvido antes de outras tecnologias se tornarem disponíveis para conservação da fruta (CHEN & HUANG, 2001). A comercialização de lichia enlatada com xarope compreende uma pequena porção da indústria chinesa, sendo mais populares que as “nozes” somente na Europa e América do Norte, enquanto que os produtos congelados não constituem uma porção significativa no mercado (MENZEL & WAITE, 2005). Porém, não existem dados disponíveis na literatura sobre as lichias desidratadas osmoticamente.

A maior parte dos frutos é consumida fresca e aproximadamente 30% são desidratados (Tabela 6). A desidratação é um processo de fácil aplicação que, além de prolongar a vida-de-prateleira, diminui o peso do produto para o transporte e o espaço necessário para o armazenamento (AGUIRRE & GASPARINO FILHO, 2001). A produção de frutos em calda e congelados é exportada, principalmente, para o mercado japonês uma vez que a exportação de frutas frescas não é permitida devido à barreiras fitossanitárias. Outros países importadores da lichia congelada e enlatada são os Estados Unidos da América (E.U.A.), Coréia do Sul e Austrália (YAMANISHI, 2005).

Uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e processados é a quantidade de água livre neles presente, fato que, para diversos pesquisadores (EL-AOUAR, 2001; AZOUBEL, 2002) pode ser resolvido por métodos de desidratação.

Para aprimorar a qualidade do produto final, diminuir os gastos com energia ou até mesmo formular novos produtos, a desidratação osmótica (D.O.) tem sido usada como pré-tratamento de processos tradicionais, tais como secagem adiabática, microondas e liofilização (SERENO E COL., 2001).

Tabela 6 – Produção/consumo de lichia na China, sob as diversas formas de comercialização, no ano de 1999 (CHENG & HUANG, 2001).

Lichia	Produção (t)	Consumo (%)
Fresca	647.000	68,11
Desidratada	300.000	31,58
Enlatada	2.500	0,26
Congelada	500	0,05
Total	950.000	100

A D.O. é realizada com a imersão da fruta em solução concentrada de açúcar, onde ocorrem a desidratação parcial do tecido e a absorção de sólidos. Em adição, há uma perda dos solutos naturais do produto (açúcares, ácidos orgânicos, minerais, etc.) que pode ser negligenciável, podendo ter, entretanto, um impacto no seu valor nutricional e sensorial (AZOUBEL & MURR, 2000). As taxas de transferência de massa durante a D.O. dependem de fatores tais como temperatura, concentração do meio osmótico, tamanho e geometria das amostras e grau de agitação da solução (TORRES E COL., 2007). É um processo de fácil aplicação que reduz suavemente a atividade da água da fruta e limita o processo de deterioração, especialmente nas células mais externas, as quais sofrem um maior grau de desidratação e podem agir como uma barreira para o resto do tecido (TOVAR, GARCIA E MATA, 2001), tornando-o mais flexível e menos denso (LENART, 1996).

A inibição do escurecimento enzimático e aumento na retenção de compostos voláteis é a vantagem deste pré-processo em relação aos convencionais (MAEDA & LORETO, 1998; POKHARKAR, PRASAD E DAS, 1997). Soma-se a este fato, a redução da perda do sabor da fruta fresca e o aumento no conteúdo de açúcar, os quais tornam os produtos osmoticamente desidratados mais atrativos.

O fato do mercado doméstico brasileiro ainda não ter atingido todos seus setores e a demanda sempre ter sido maior que a oferta, torna necessária uma abordagem ampla sobre os aspectos nutricionais, fitoquímicos e farmacológicos da fruta, objetivando difundir o uso de produtos naturais e propiciar opções para uma alimentação mais saudável pela população, despertar o interesse de novos produtores no Brasil e, conseqüentemente, elevar a produção e consumo nacional da fruta. A divulgação fundamentada em estudos científicos com relação às propriedades medicinais dos frutos, provavelmente, intensificarão a procura do alimento por parte do consumidor.

1.8 Potencial Mercadológico

A lichia é uma fruta altamente perecível. Após a colheita, dentro de 2 ou 3 dias, ocorre desidratação e escurecimento do pericarpo, diminuição da qualidade e perda gradual do sabor (ZHANG, QUANTICK E GRIGOR, 2000). A vida curta de prateleira – é difícil estocar a fruta por mais do que 3 ou 4 dias à temperatura ambiente sem tratamento específico (NIP, 1988) – limita bastante sua comercialização e se tornou um dos maiores fatores limitantes à indústria da lichia na China (HUANG, 2002), a qual produziu aproximadamente 1,37 milhões de toneladas no período de maio a julho no ano de 1999.

Vários fatores são limitantes ao desenvolvimento comercial da lichia: rachadura (a falta de irrigação no período de molhamento, leva a um desenvolvimento do arilo maior que a casca) e queimadura da fruta pelo sol, confusão nos nomes das variedades, falta de materiais adequados à plantação, falta de variedades adequadas com maturidades precoces ou tardias, estabelecimento lento das árvores, controle deficiente dos parasitos como os ácaros causadores de erinose, alto custo de colheita e embalagem, pobre adoção de tecnologia disponível à colheita e comercialização, falta de estatísticas industriais e barreiras quarentenárias (GHOSH, 2001).

Apesar de ser o maior produtor mundial de lichia, a China é considerada importadora em potencial da fruta cultivada no Brasil, haja visto as diferentes épocas de colheita no ano. Desta forma, se faz necessária a antecipação e prolongamento do período de colheita com a introdução de novas variedades no Brasil, para evitar a concentração da produção no final do ano (YAMANISHI, 2006).

Toda a produção brasileira é ancorada na variedade ‘Bengal’ que, apesar da baixa rentabilidade do arilo, do ponto de vista comercial é atraente, pois na fase adulta atinge em média 40 a 50 kg fruta/árvore/ano (VIEIRA & WILDER, 2000). Esta variedade não é mais utilizada nos grandes centros produtores, os quais dão preferência às variedades com maior percentagem de sementes abortadas e conseqüentemente maior fartura do arilo (YAMANISHI, 2006). As perspectivas são ótimas para diversificação das variedades, haja visto a recente liberação do Ministério da Agricultura para a importação de 600 mudas de lichias australianas, da variedade ‘Kwai May Pink’ (YAMANISHI, 2006).

Como pode ser verificado na Tabela 6, a comercialização de lichia, no período de 1994 a 2005, é crescente na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). Vale destacar o grande salto da produção de 150 em 2003 para 850 t em 2004 (YAMANISHI,

2004). Já na altíssima safra 2004–2005, ocorrida em função das condições amplamente favoráveis à frutificação, foram comercializadas, somente na CEAGESP, 530.286 caixas de 3,50 kg, a um preço médio de R\$ 22,66 (MARTINS, 2005; FERNANDES, 2006). Em 2006, a fruta atingiu um preço 88% mais baixo do que em 2005 em consequência do volume 500% maior produzido (FERNANDES, 2006). Recentemente, a CEAGESP divulgou que o consumo de lichia nos anos de 2007 e 2008 foi de aproximadamente de 1.000 e 800 t, respectivamente, sem contabilizar o consumo de dezembro de 2008 (CENTRO DE QUALIDADE CEAGESP, 2008).

Tabela 7 – Comercialização anual de lichia acondicionada em caixas de 3,5 kg, pela CEAGESP.

Ano	Caixas (3,5 kg)
1994	9.401
1995	26.022
1996	39.281
1997	69.389
1998	58.361
2004/2005*	530.286

Fonte: Yamanishi, Machado e Kawati (2001) e * Martins (2005).

Do ponto de vista industrial as perspectivas são bastante promissoras, explorando o valor agregado que a lichia possui. Segundo Pauly, Danoux e Henry (2004) os extratos metanólico ou aquoso do pericarpo da fruta, sob patente n° US 20040101508, são muito utilizados em preparações cosméticas tópicas sob a forma de shampoo, espuma de banho, creme, loção, bastão, pó e pomada. São indicados para o cuidado da pele e cabelo, como protetores solares contra radiações UVA e UVB e, para o controle do envelhecimento (antiidade), como inibidores de protease, colagenase e/ou elastase. Nas preparações farmacêuticas, administradas oralmente

como comprimidos, drágeas, cápsulas, xaropes, soluções ou granulados, são úteis no controle dos radicais livres, agindo como antioxidantes, e também como antiinflamatório (disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/20040101508.html>).

Estão disponíveis no mercado (Figura 12) uma série de produtos à base de lichia dentre eles sabonetes, cremes, balas, repositores energéticos e perfumes.



Figura 12 – Produtos à base de lichia disponíveis no mercado. **a)** kit com sabonete e colônia; **b)** sabonete de lichia e baunilha; **c)** hidratante e sabonete líquido; **d)** hidratante de lichia e acácia; **e)**, **f)**, **g)**, **h)**, **i)** perfumes; **j)** linha antiidade; **k)** lichia em calda; **l)** lichia orgânica; **m)** bala sem açúcar; **n,o)** balas de fruta sabor de lichia; **p)** repositor energético; **q)** licor (disponível em: http://modices.com.br/website/images/stories/imagem_lichia_copy.jpg).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a variabilidade do teor de vitamina C, minerais, polifenóis totais e a atividade antioxidante tanto nos frutos frescos de lichia, como após seu congelamento e desidratação.

2.2 Objetivos Específicos

- Otimizar processo de desidratação osmótica seguido de secagem em estufa;
- Avaliar nos frutos frescos, desidratados e congelados:
 - Composição centesimal;
 - Composição mineral (Na, Mg, P, K, Ca, Mn, Fe, Cu e Zn);
 - Teores de vitamina C;
 - Conteúdo total de polifenóis expressos em equivalentes de ácido gálico (EAG);
 - Atividade antioxidante pela metodologia do DPPH;
 - Conteúdo citoplasmático através de microscopia óptica;
- Determinar a qualidade microbiológica da fruta desidratada.

3 EXPERIMENTAL

3.1 Reagentes

Todos os reagentes e solventes em grau analítico foram adquiridos das marcas Merck e Vetec. O ácido ascórbico, o reagente de Folin-Ciocalteu 2N e o DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) foram adquiridos da Sigma .

3.2 Material Botânico

Este trabalho foi realizado em parceria com a Fazenda Paraíso (Comexim Comercial Ltda.), localizada no município de Ouro Fino – MG (Figura 13), com altitude média de 900 m, latitude: 22° 17' 51 e longitude: 46° 23' 36", a qual deu suporte experimental para as análises, fornecendo frutos de altíssima qualidade.

Ramos contendo frutos de lichia da espécie *Litchi chinensis* Sonn., família *Sapindaceae*, foram coletados, em janeiro de 2008 e 2009. O material botânico foi preparado, identificado pela Dr^a Rosana Conrado Lopes do Instituto de Biologia da UFRJ e depositado no Herbário deste mesmo Instituto (RFA) sob os números 35650, 35651 e 35652.

3.3 Amostragem

A empresa Comexim Comercial Ltda. forneceu 24 kg de lichia fresca, um dia após a colheita, sendo 12 kg/ano, nos meses de janeiro de 2008 e janeiro de 2009, acondicionadas em embalagens plásticas de 400g. No ato do recebimento, as amostras foram divididas em três lotes: Lote 1) frutos frescos foram selecionados e lavados; Lote 2) frutos frescos foram desidratados (item 3.4 e Figura 14); Lote 3) frutos frescos foram congelados por 30 dias em freezer a - 18°C. Após estes procedimentos, todos os lotes foram analisados de acordo com o protocolo de análise proposto.

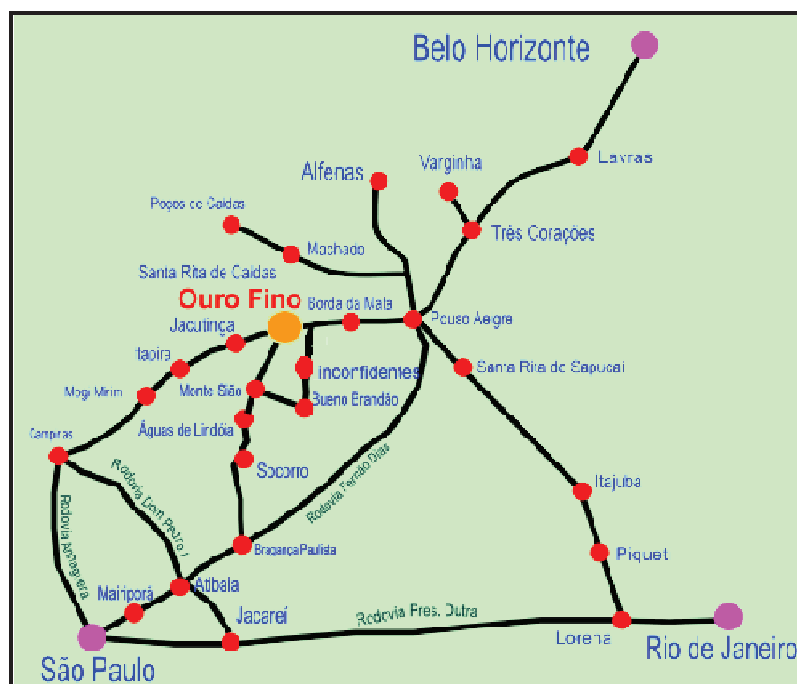


Figura 13 – Região de coleta no estado de Minas Gerais (Disponível em: <http://www.ourofino.mg.gov.br>).

3.4 Otimização do Processo de Desidratação Osmótica seguido de Secagem em Estufa

No fluxograma (Figura 14) pode ser observado o procedimento otimizado de desidratação do fruto, o qual foi realizado através de pré-tratamento osmótico (3h a 40 °C) seguido de secagem em estufa com circulação forçada de ar (24h a 55°C). Quatro condições de desidratação foram testadas (Tabela 8, p. 44), baseadas em dados da literatura, variando os tempos e as temperaturas dos processos e a adição ou não de xarope de glicose (TORRES E COL., 2007; ALMEIDA E COL., 2005; MARTIM, 2006).

As melhores condições do fruto desidratado foram determinadas através da avaliação da cor e textura. O acondicionamento foi realizado em embalagem do tipo PET própria para frutas desidratadas, com baixa permeabilidade a gases, vapor d'água e aromas (espessura – 12 μm ; gramatura – 16,8 g/m^2 ; permeabilidade ao oxigênio: 110 $\text{cm}^3/\text{m}^2.\text{dia}$; permeabilidade ao vapor d'água – 40 $\text{g}/\text{m}^2.\text{dia}$).

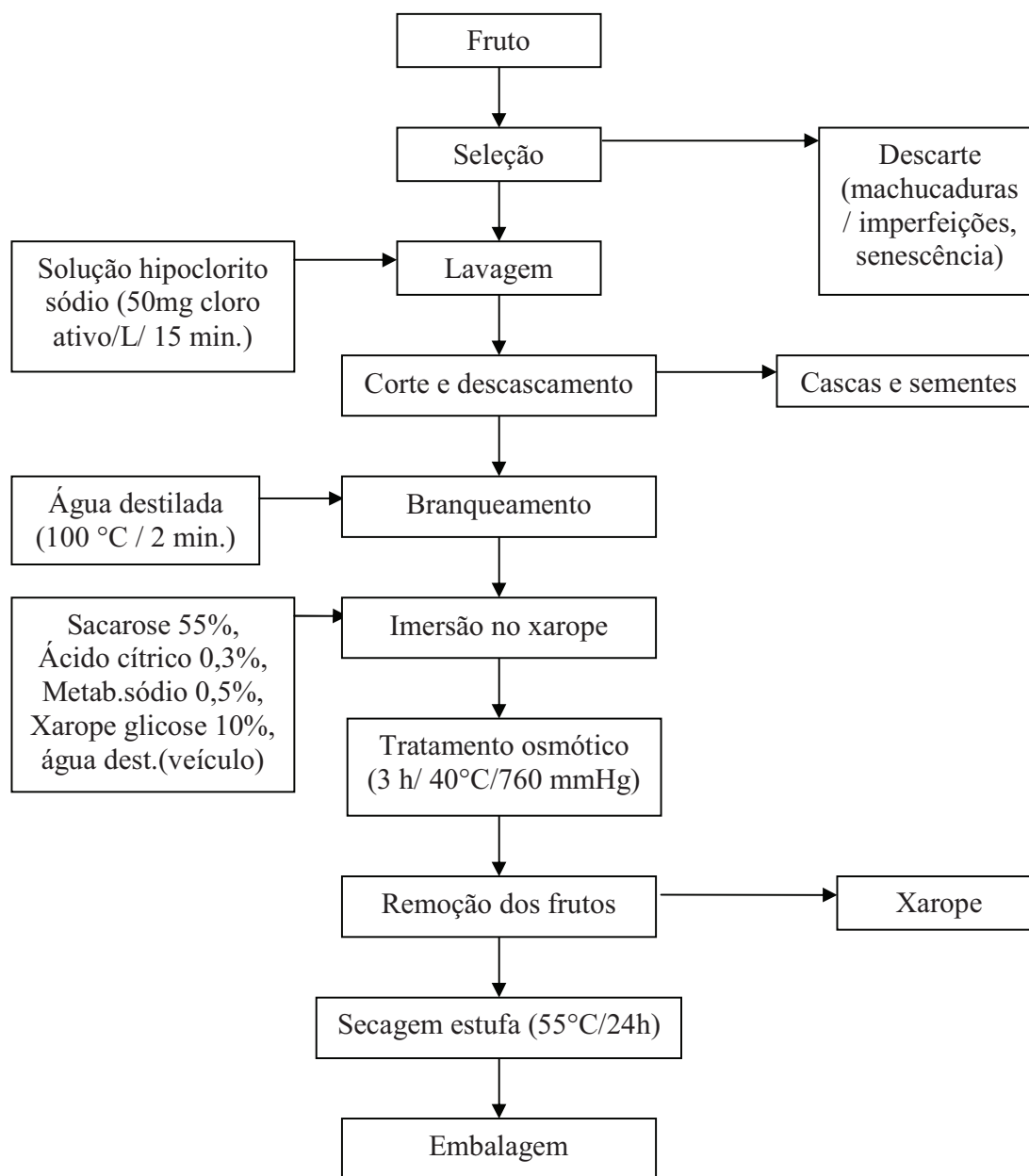


Figura 14 – Fluxograma do procedimento de desidratação osmótica e secagem dos frutos.

3.5 Composição Centesimal

A avaliação da composição centesimal foi realizada quanto aos seguintes parâmetros:

- Umidade (UM) – Foi determinada gravimetricamente, até peso constante, em estufa a 105°C (AOAC, 2005).

- Proteína Bruta (PTNS) – O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2005). A quantidade de proteína foi calculada utilizando fator 6,25, de acordo com a RDC 360-ANVISA para alimentos gerais (BRASIL, 2003).

- Lipídios Totais (LPDS) – Foi determinado por extração com éter etílico, em aparelho de Soxhlet (AOAC, 2005).

- Cinzas – Foi determinada por incineração em mufla a 450°C (AOAC, 2005).

- Carboidratos Totais ou *nifext* (CARB) – O teor de carboidratos totais corresponde a amostra livre de nitrogênio (*nitrogen free extract*), sendo obtida por diferença entre 100 e a soma das percentagens de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas (BRASIL, 2003).

- Valor Calórico Total (VCT) – Foi calculado utilizando-se as médias aritméticas dos teores de carboidratos, proteínas e lipídios, de acordo com os seguintes valores de conversão de Atwater (BRASIL, 2003): 4 kcal/g para carboidratos, 4 kcal/g para proteínas e 9 kcal/g para lipídeos.

3.6 Composição Mineral – micro e macroelementos

Descontaminação: Antes de iniciar a digestão, toda a vidraria e material necessários foram descontaminados de acordo com o método 991.12 previsto pela Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 2000). Inicialmente o material foi imerso em solução contendo ácido nítrico P.A. e água destilada na proporção de 1:1 por no mínimo 12 horas e, em seguida, em água destilada, por pelo menos 1 hora. Por último o material foi rinsado 4 vezes com água desmineralizada.

Digestão: Após descontaminação do material, a digestão foi realizada seguindo o método 999.11 (AOAC, 2000). Pesou-se aproximadamente 5 g da fruta, previamente lavada descascada e triturada em mixer, em um cadinho que permaneceu em estufa (105°C) por 24 horas. Em

seguida, a amostra foi incinerada com auxílio de bico de bunsen em capela (cadinho destampado) até completa extinção de fumaça e/ou as bordas do grumo carbonizado estivessem cinzentas. Após esta etapa, os cadinhos, devidamente tampados, foram colocados em forno tipo mufla à temperatura de 450° C por pelo menos 8 horas ou até que não houvesse mais matéria orgânica. Seis mL de ácido nítrico P.A. foram adicionados com pipetador automático e o sistema foi deixado em repouso por 30 minutos para solubilização do resíduo. Em seguida, foi adicionado 1 mL de peróxido de hidrogênio P.A. e após 30 minutos, o conteúdo do cadinho foi transferido quantitativamente, com auxílio de um funil, para o balão volumétrico de 50 mL e o volume ajustado com água desmineralizada.

Determinação: O conteúdo dos balões (acima descritos) foi transferido para tubos falcon, e os mesmos foram analisados por Espectrometria de Emissão Óptica em Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES – Spectroflame Model P; potência de 1200W) (AOAC, 2000, 990.08). Estes ensaios foram realizados para quantificação dos micro e macroelementos no Laboratório de Minerais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Pedra de Guaratiba, Rio de Janeiro, sob responsabilidade da Dr^a. Sidinea Cordeiro de Freitas.

3.7 Teores de Vitamina C

Os teores de vitamina C foram determinados pelo método de Tillmans, de acordo com as normas analíticas da AOAC, 1997.

Preparo da Amostra: as frutas sãs foram lavadas e descascadas, e 100g do pericarpo cortado em pedaços pequenos e homogeneizados em liquidificador a 1000 rpm por 20-30s, a temperatura ambiente, e reservados em erlenmeyer âmbar para análise imediata.

Reagentes: 1) *Solução Ácido Metafosfórico/ Ácido Acético:* Em bécher (100 mL), 15 g de ácido metafosfórico foi dissolvido em 40 mL de ácido acético e transferidos quantitativamente

para balão volumétrico de 200 mL e o volume ajustado com água destilada. 2) *Solução padrão de Ácido Ascórbico*: Em bécher contendo 25 mg de ácido ascórbico, foi adicionada a solução ácida anterior até a completa dissolução deste. Esta solução foi transferida para balão volumétrico de 25 mL e o volume ajustado com a solução ácida, obtendo-se uma solução com concentração final de 1 mg/mL. 3) *Solução 2,6 diclorofenol-indofenol (2,6 DCFI)*: 50 mg de 2,6 DCFI foram dissolvidos em 50 mL de água destilada adicionada de 42 mg de bicarbonato de sódio. Após completar o volume de 200 mL, com água destilada, em balão âmbar, a solução foi filtrada e acondicionada em frasco idêntico. Esta solução foi padronizada, com o ácido ascórbico, a cada análise realizada.

Extração e Determinação: 10 mL de amostra recém preparada foram extraídos em mesmo volume da solução ácida (10 mL), com auxílio de um mixer durante 5 minutos, e posteriormente filtrados a pressão ambiente. Adicionou-se 3 mL deste extrato a 5 mL da solução ácida e titulou-se com 2,6 DCFI.

$$\text{Cálculos: mg Ácido Ascórbico/ 100 g de amostra} = (100 \times \text{Vol. Tit.} \times f) / 1,5$$

3.8 Conteúdo Total de Polifenóis

Para as análises de polifenóis e da atividade antioxidante, os extratos foram preparados de acordo com o procedimento mostrado na Figura 15.

Determinação do Conteúdo Total de Polifenóis: A análise foi realizada de acordo com Andrade e colaboradores (2007), com algumas modificações, a saber: foram preparadas soluções aquosas, a partir do liofilizado das frutas frescas, congeladas e desidratadas, nas concentrações de 2,5 a 500 µg/ mL. A 1 mL de cada solução em tubo de ensaio, foi adicionado 1 mL de Folin-Ciocalteu 2N e 2,0 mL de água destilada e homogeneizado. Transcorridos 2 a 5 minutos, foi adicionado 1,0 mL de carbonato de sódio 10% e em seguida as amostras permaneceram em

banho de ultrassom por 10 minutos. Após 1 hora a temperatura ambiente, foi realizada a leitura da absorvância a 760 nm em espectrofotômetro UV mini 1240 UV-vis Spectrophotometer Shimadzu.

A curva de calibração foi elaborada utilizando o ácido gálico como padrão. Soluções de concentrações de 2,5 a 12,5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ foram preparadas em água destilada e as absorvâncias lidas para a construção da curva. O conteúdo total de polifenóis foi calculado em equivalentes de ácido gálico (EAG) utilizando a equação da reta obtida na curva de calibração.

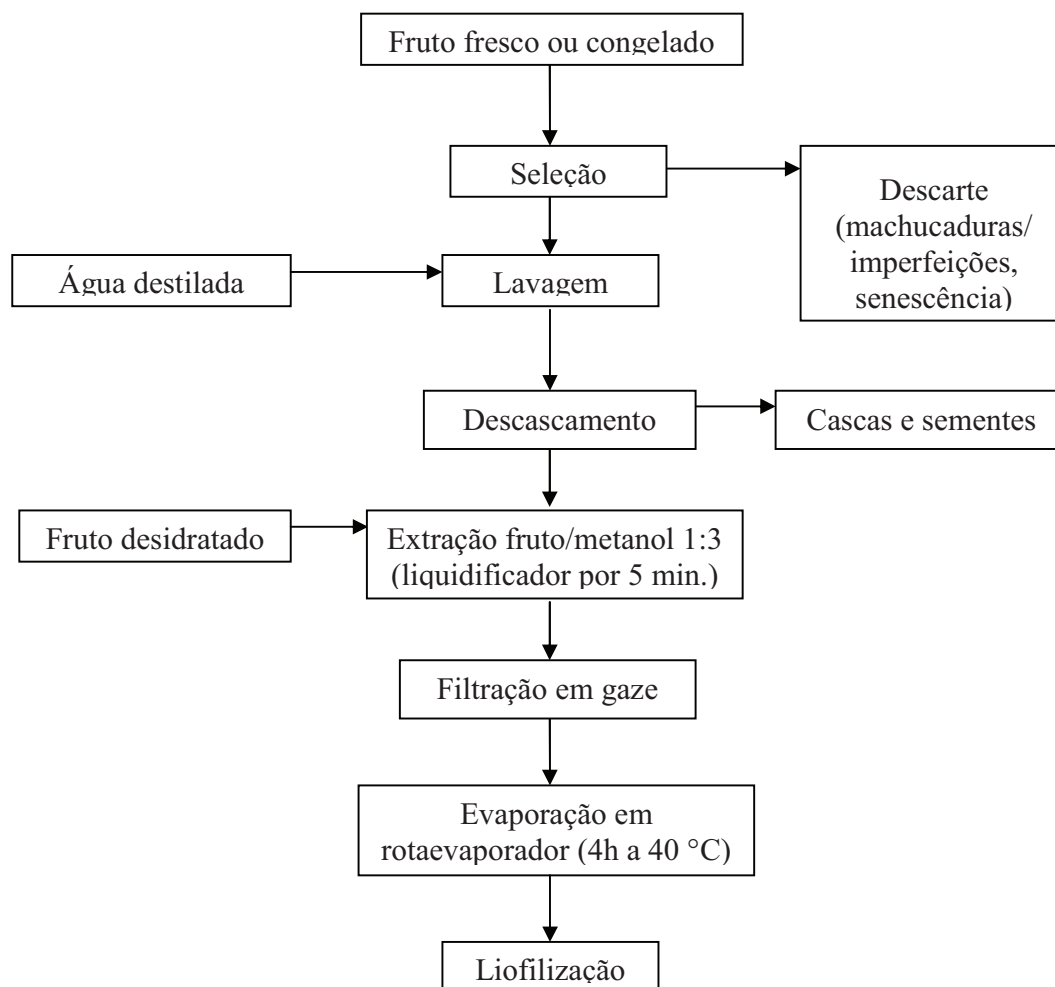


Figura 15 – Fluxograma do procedimento para obtenção de extratos para determinação de polifenóis e atividade antioxidante.

3.9 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi avaliada pelo método do DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazila), que consiste basicamente na capacidade de captura do radical livre DPPH pelo antioxidante presente na amostra. A coloração de violeta para o amarelo ocorre quando o elétron desemparelhado do radical DPPH emparelha com o hidrogênio de um antioxidante estabilizador de radical livre formando o DPPH-H reduzido, hidrazina correspondente, conforme demonstrado na Figura 16. Neste método, os radicais de DPPH, que absorvem a 515 nm são, em parte, neutralizados pelos compostos antioxidantes, o que resulta na redução da absorvância do sistema reacional.

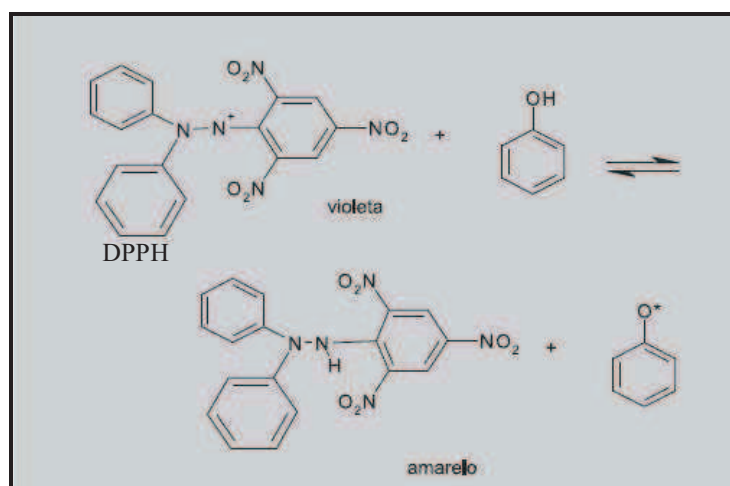


Figura 16 – Neutralização do radical DPPH por hidrogênio de um antioxidante – a reação ocorre com a mudança da cor violeta para amarela (CHENG E COL., 2003).

No presente trabalho, esta análise foi realizada segundo metodologia descrita por Menezes & Vicentino (2007), com as seguintes alterações, a saber: foi adicionado 1 mL da solução metanólica de DPPH 0,1 mM a 2,5 mL de soluções dos extratos liofilizados das frutas frescas, congeladas ou desidratadas diluídos em metanol nas concentrações de 2,5, 5, 10, 25, 50, 100, 250 e 500 µg/ mL. Nos ensaios em branco para as mesmas concentrações, ao invés do DPPH, foi adicionado 1 mL de metanol, enquanto que o controle negativo foi preparado com 2,5 mL de

metanol adicionado a 1 mL da solução de DPPH (Figura 17). As reações transcorreram no escuro, à temperatura ambiente durante 1 hora. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV mini 1240 UV-vis Spectrophotometer Shimadzu em 518 nm. Paralelamente, construiu-se uma curva de atividade antioxidante tendo como padrão ácido ascórbico. A partir das médias das leituras realizadas em triplicata, calculou-se a diferença de absorvância entre a amostra e o branco e obteve-se as atividades antioxidantes percentuais segundo fórmula abaixo:

$$\textit{Atividade Antioxidante (\%)} = 100 - \{[(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) \times 100] / Abs_{controle}\}$$

Através do programa Microsoft Excel foram traçados os gráficos dos padrões e amostras, onde a abcissa representa a concentração dos extratos testados, em $\mu\text{g/ mL}$ e, a ordenada, o percentual de atividade antioxidante por redução do DPPH calculado pelas médias das triplicatas. Para cada concentração testada, construiu-se a cinética da reação graficamente, pela qual se obteve, por regressão linear, o coeficiente de correlação (R^2) e a equação da reta $y = ax + b$. O valor de CE_{50} foi calculado por regressão linear e representa a concentração necessária para se obter 50% do efeito antioxidante máximo estimado de 100% (MENSOR E COL., 2001).

3.10 Análise Estatística

A análise estatística dos dados (Microsoft Excel) foi realizada para as análises de composição centesimal, minerais, teores de vitamina C, polifenóis totais e atividade antioxidante. Foi utilizado, o teste t de student, pareado unicaudal, em nível de significância de 5%. A diferença foi considerada estatisticamente significativa quando $p \leq 0,05$.

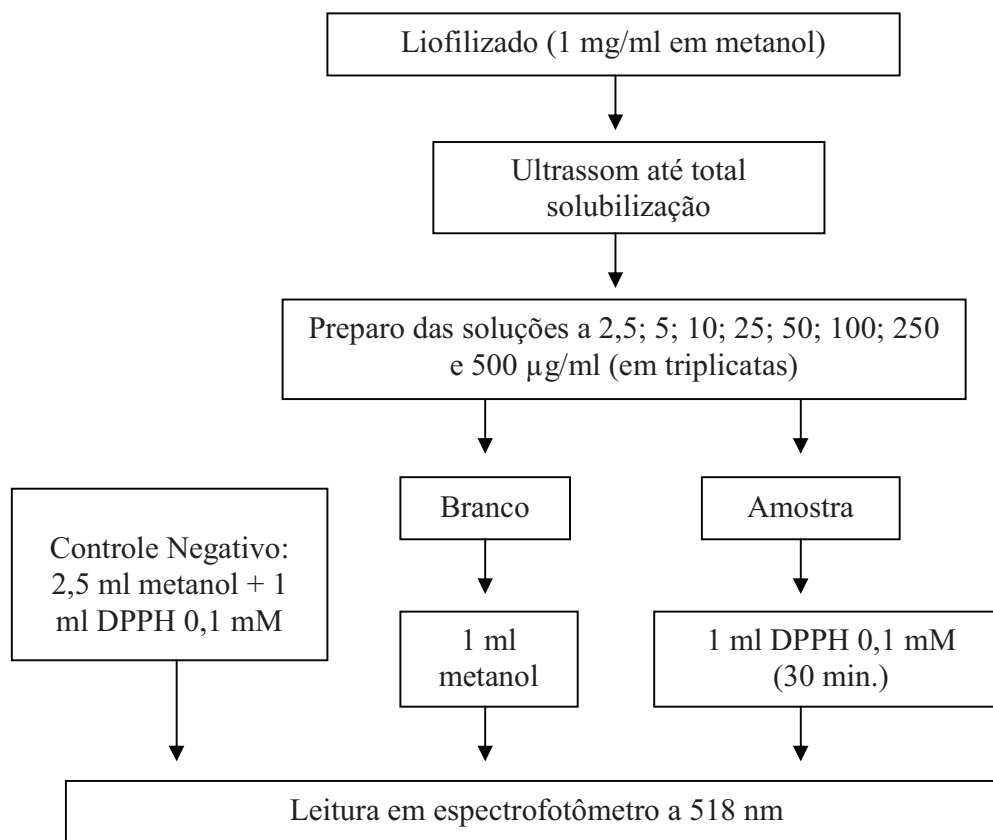


Figura 17 – Fluxograma do procedimento para determinação da atividade antioxidante.

3.11 Análise Microscópica

A análise microscópica foi realizada através de cortes histológicos efetuados no arilo dos frutos frescos, congelados e desidratados. Os cortes foram feitos no sentido transversal e longitudinal do arilo, com o auxílio de lâminas de barbear e suportes de isopor®. As lâminas foram montadas com solução aquosa de glicerina a 50% e observadas em microscópio óptico para caracterização anatômica e análise do conteúdo celular (KRAUS & ARDUIN, 1997). Para os materiais fresco e congelado foram realizados testes para detecção de açúcares com reagente de Fehling (MACLEAN & IVIMEY-COOK, 1952). Após análise, as amostras foram documentadas com o uso de microscópio óptico Olympus com câmera fotográfica acoplada.

3.12 Determinação da Qualidade Microbiológica da Fruta Desidratada

A determinação microbiológica da fruta desidratada do presente estudo foi realizada no Laboratório de Controle Microbiológico de Medicamentos, Alimentos e Cosméticos (LACMAC), desta universidade, de acordo com a Resolução RDC nº 12 da ANVISA que determina os critérios de qualidade dos produtos alimentícios para frutas desidratadas sendo expresso coliformes totais e fecais e *Salmonella* sp (BRASIL, 2001).

Colimetria : A determinação de Coliformes foi realizada pelo método de tubos múltiplos em caldo Lauril-Sulfato Triptose como meio para teste presuntivo, que foram incubados a 36°C/ 24h. Os tubos positivos foram repicados para caldo *Escherichia coli* e incubados a 44,5°C/ 24h (Coliformes Fecais), de acordo com a American Public Health Association [APHA (2001)].

Salmonella sp: Para pesquisa de *Salmonella* sp foi utilizado caldo de enriquecimento não seletivo (Solução Salina Peptonada 1% Tamponada) a 36°C/24h. Após este período foi repicado 1,0 mL do caldo para tubos contendo caldo de enriquecimento seletivo tetracionato e selenito-cistina, e incubados por 24 h a 43°C e 36°C, respectivamente. Transcorrido este tempo, os caldos foram repicados para placas contendo ágar *brilliant green* (BG) e *Salmonella-Shigella* (SS) pelo método de estrias (*Streak-Plate*) a 36°C/ 24h, procedendo-se a leitura das placas, de acordo com o descrito na APHA (2001).

4 RESULTADOS

4.1 Otimização do Processo de Desidratação Osmótica seguido de Secagem em Estufa

Os resultados do processo de otimização da desidratação osmótica dos frutos frescos de lichia encontram-se na Tabela 8. A Figura 18A ilustra o fruto em condições ideais do processo de desidratação (condição n°2).

Tabela 8 – Resultados dos ensaios para a otimização da desidratação osmótica (D.O.) e final secagem em estufa.

OTIMIZAÇÃO DE DESIDRATAÇÃO DO FRUTO FRESCO						
Condições	pH	° Brix	t (h)/ T (°C) de D.O.	t (h)/ T (°C) de Estufa	Xarope de Glicose a 10 %	Rendimento (%)
1	3,00	55	3/ 50	24/ 55	Não	22,5
2	3,00	55	4/ 40	24/ 55	Não	24,0
3	3,00	55	3/ 40	24/ 55	Não	21,0
4	3,00	55	3/ 40	24/ 55	Sim	21,7



A



B

Figura 18 – (A) Fruto fresco desidratado sob condição n° 4; (B) Fruto fresco desidratado sob condição n° 2 (Tabela 8).

4.2 Composição Centesimal

Os resultados da composição centesimal das amostras de lichias frescas, congeladas e desidratadas e em base seca encontram-se representados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Tabela 9 – Composição centesimal dos frutos frescos, congelados e desidratados.

Amostra	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (%)					VCT (kcal/100g)
	UM	PTNS	LPDS	CINZAS	CARB	
Fresca	82,42 ± 0,81	1,20 ^a ± 0,08	0,97 ^a ± 0,10	0,48 ^a ± 0,07	14,92 ± 0,86	73,21 ± 1,45
Congelada	84,23 ± 0,40	1,23 ^a ± 0,13	1,06 ^a ± 0,12	0,42 ^a ± 0,07	13,06 ± 0,43	66,7 ± 1,17
Desidratada	14,3 ± 0,95	2,54 ± 0,05	1,34 ± 0,13	1,18 ± 0,13	80,64 ± 1,03	344,78 ± 1,72

^aValores (média ± DP, n = 3) não significativamente diferentes ($p > 0,05$), nas mesmas colunas.

Tabela 10 – Composição centesimal em base seca (b.s.) dos frutos frescos, congelados e desidratados.

Amostra	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (% b.s.)			
	PTNS	LPDS	CINZAS	CARB
Fresca	6,85 ± 0,50	5,56 ± 0,82	2,72 ± 0,24 ^a	84,87 ± 1,14
Congelada	7,80 ± 0,94	6,72 ± 0,77	2,66 ± 0,23 ^a	82,81 ± 0,68
Desidratada	2,96 ± 0,07	1,56 ± 0,04	1,39 ± 0,03	94,09 ± 0,20

^aValores (média ± DP, n = 3) não significativamente diferentes ($p > 0,05$), nas mesmas colunas.

4.3 Composição Mineral – micro e macroelementos

Na Tabela 11 observa-se os valores de IDR e os resultados das análises de minerais para as frutas fresca, congelada e desidratada, enquanto que na Tabela 12 encontra-se o percentual de IDR atingido por cada elemento de acordo com os valores previstos pelo Instituto de Medicina dos E.U.A. [Institute of Medicine (IOM, 2004)].

Tabela 11 – Composição mineral (mg/ 100g) em macro e microelementos dos frutos frescos, congelados e desidratados.

Minerais (mg/100g)	IDR* (mg/ dia)	Amostras		
		Fresca	Congelada	Desidratada
<i>Macro</i>				
P	700	25,09 ± 0,78	22,29 ± 0,68	71,93 ± 6,14
K	4700	160,29 ± 7,17	148,41 ± 7,16	379,90 ± 3,78
Ca	1000	4,17 ± 0,10 ^a	4,18 ± 0,19 ^a	14,71 ± 1,12
Mg	320 / 420	12,04 ± 0,19 ^a	11,40 ± 1,01 ^a	46,12 ± 3,29
Na	1500	3,98 ± 0,33	2,04 ± 0,65	14,06 ± 3,35
<i>Micro</i>				
Fe	18 / 8	0,23 ± 0,09 ^a	0,22 ± 0,01 ^a	1,18 ± 0,17
Mn	1,8 / 2,3	0,05 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,02 ^a	0,25 ± 0,05
Zn	8 / 11	0,18 ± 0,02 ^a	0,17 ± 0,02 ^a	0,52 ± 0,07
Cu	0,9	0,24 ± 0,03	0,20 ± 0,01	0,68 ± 0,02

* Ingestão Diária Recomendada (IDR) para mulheres/ homens, de 19 a 50 anos, segundo Conselho Alimentar e Nutricional do Instituto de Medicina dos E.U.A. (IOM, 2000, 2001, 2004).

^aValores (média ± DP, n = 3) não significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabela 121 – Percentual de IDR dos macro e microelementos nas frutas fresca, congelada e desidratada.

Amostras	% INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA									
	Macroelementos					Microelementos				
	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	
Fresca	3,6	3,4	0,4	3,7/ 2,9	0,3	1,3/ 2,9	2,8 / 2,2	2,3/ 1,6	26,7	
Congelada	3,2	3,2	0,4	3,6/ 2,7	0,1	1,2/ 2,8	2,2/ 1,7	2,1/ 1,5	22,2	
Desidratada	10,3	8,1	1,5	14,4/ 11,0	3,6	6,6/ 14,8	13,9/ 10,9	6,5/ 4,7	75,6	

* Ingestão Diária Recomendada (IDR) para mulheres/ homens, de 19 a 50 anos, segundo Conselho Alimentar e Nutricional do Instituto de Medicina dos E.U.A. (IOM, 2000, 2001, 2004).

4.4 Teores de Vitamina C

Os teores de vitamina C dos frutos frescos, desidratados e congelados encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13 – Teores de vitamina C (mg/ 100g) nos frutos frescos, desidratados e congelados.

TEORES DE VITAMINA C (mg/100g)			
Dias Pós-Colheita	Fresca	Desidratada	Congelada
1	39,95 ± 0,21	10,79 ± 0,25	n.d.
8	36,07 ± 0,39	9,77 ± 0,28	n.d.
14	25,40 ± 0,57	7,36 ± 0,41	n.d.
30	n.d.	n.d.	15,01 ± 0,24
38	n.d.	n.d.	13,16 ± 0,16
44	n.d.	n.d.	11,26 ± 0,17

n.d. – não determinado.

4.5 Conteúdo Total de Polifenóis

O Gráfico 1 mostra a curva de calibração do ácido gálico, cuja equação da reta $y = 0,091x - 0,038$ – 0,038 foi utilizada para o cálculo do conteúdo total de polifenóis nas amostras de frutas frescas, congeladas e desidratadas.

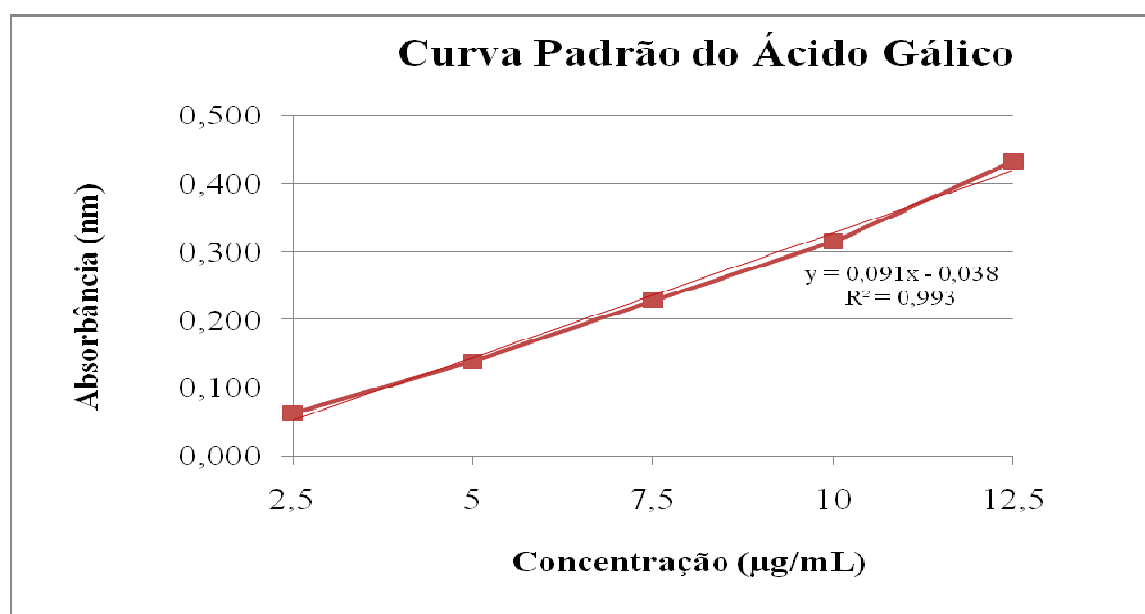


Gráfico 1 – Representação gráfica da curva de calibração do ácido gálico.

Na Tabela 14 observa-se a concentração total de polifenóis expressos como EAG (mg ácido gálico/ g amostra) para os frutos frescos, congelados e desidratados.

Tabela 14 – Conteúdo total de polifenóis (EAG) nos frutos frescos, congelados e desidratados.

Amostra	Polifenóis Totais (mg ácido gálico/g amostra ± DP)
Fresca	2,76 ± 0,38 ^a
Congelada	2,46 ± 0,36 ^b
Desidratada	2,09 ± 0,37 ^c

^{a, b, c} Valores (média ± DP, n = 3) significativamente diferentes (p < 0,05).

A equação da reta $y = 0,091x - 0,038$ obtida através do gráfico desta curva padrão foi utilizada para calcular o conteúdo total de polifenóis como equivalentes de ácido gálico [EAG (mg ácido gálico/ g de amostra)]. O coeficiente de correlação (R^2) entre X e Y no valor de 0,993 comprovou a correlação positiva.

4.6 Atividade Antioxidante

No Gráfico 2 são apresentados os percentuais médios das atividades antioxidantes (AAO %) realizadas pelo método do DPPH em função das diversas concentrações (2,5 a 500 µg/mL) do padrão Ácido Ascórbico e dos extratos liofilizados dos arilos de lichias frescas, congeladas e desidratadas.

Para comparação estatística das AAO (% ± DP) do padrão e dos arilos de amostras de lichia fresca, congelada e desidratada, os valores foram expostos em forma de tabela em função das concentrações dos extratos em µg/mL (Tabela 15). A partir dos gráficos desta análise para o padrão e amostras estudadas, obteve-se por regressão linear as equações das retas e os respectivos coeficientes de correlação (R^2) apresentados na Tabela 16.

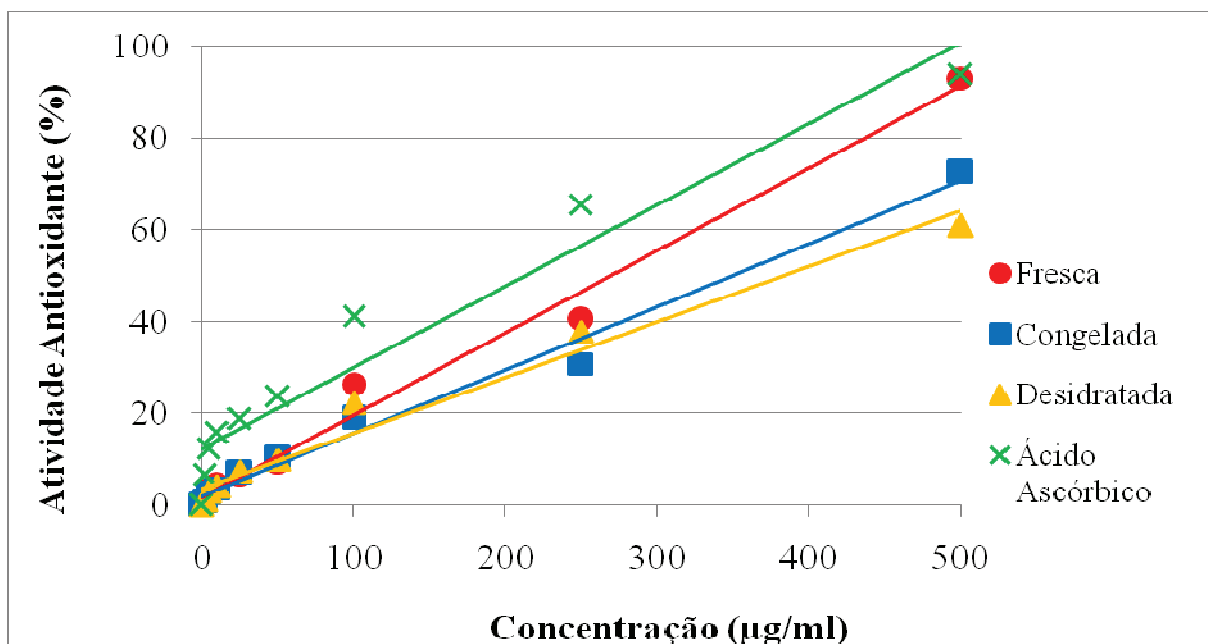


Gráfico 2 – Representação gráfica dos percentuais das atividades antioxidantes do ácido ascórbico e dos extratos liofilizados dos frutos frescos, congelados e desidratados.

Tabela 15 – Atividade antioxidante (% ± DP) das amostras frescas, congeladas e desidratadas de *Litchi chinensis* Sonn.

Concentração (µg/ml)	Atividade Antioxidante (% ± DP)			
	Fresca	Congelada	Desidratada	Ácido Ascórbico
2,5	1,20 ± 0,06 ^a	0,87 ± 0,20 ^a	1,13 ± 0,05 ^a	6,53 ± 0,13
5	3,30 ± 0,07	2,89 ± 0,14 ^a	2,99 ± 0,21 ^a	12,24 ± 0,12
10	4,30 ± 0,11	3,67 ± 0,12 ^a	4,02 ± 0,11 ^a	15,67 ± 0,13
25	6,60 ± 0,06	7,12 ± 0,09 ^a	7,45 ± 0,12 ^a	18,75 ± 0,10
50	9,30 ± 0,17	10,76 ± 0,11	9,87 ± 0,11	23,67 ± 0,40
100	26,50 ± 0,71	19,07 ± 0,44	22,33 ± 0,10	41,02 ± 0,08
250	40,53 ± 0,16	30,78 ± 0,50	37,9 ± 1,18	65,53 ± 0,12
500	92,94 ± 0,46	72,53 ± 1,04	60,74 ± 3,02	93,60 ± 0,17

^aValores (média ± DP, n = 3) não significativamente diferentes (p > 0,05) na mesma concentração.

Tabela 16 – Equações das retas, coeficiente de correlação (R^2) e CE_{50} ($\mu\text{g/mL}$) das amostras frescas, congeladas e desidratadas de *Litchi chinensis* Sonn e do padrão ácido ascórbico.

Amostra	Equação da Reta	R^2	CE_{50}
Fresca	$y = 0,178x + 1,790$	0,987	295,16
Congelada	$y = 0,141x + 2,717$	0,990	365,09
Desidratada	$y = 0,116x + 2,911$	0,987	382,44
Ácido Ascórbico	$y = 0,176x + 12,25$	0,939	211,98

CE_{50} - concentração necessária para se obter 50% do efeito antioxidante máximo estimado de 100%.

4.7 Análise Microscópica

A análise microscópica do citoplasma do arilo fresco, congelado e desidratado com aumento de 4 e 40 vezes estão representados nas Figuras 19 e 20, respectivamente.

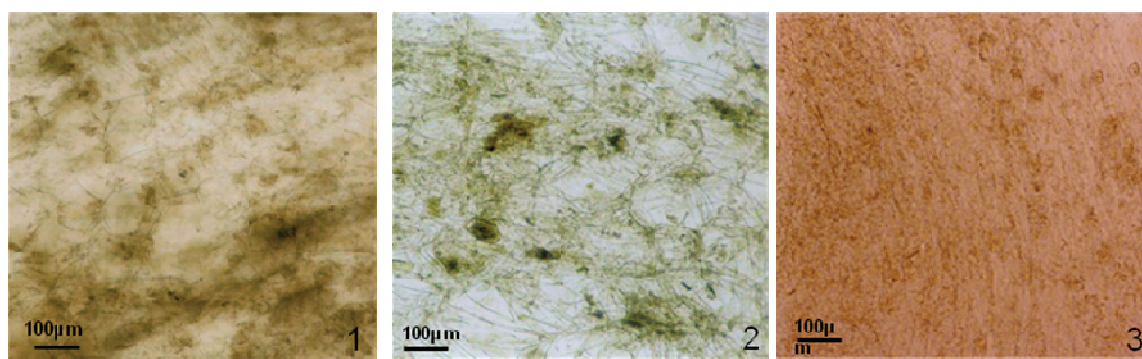


Figura 19 – Fotomicroscopias do citoplasma do arilo fresco (1), congelado (2) e desidratado (3) em corte transversal (aumento de 4x).

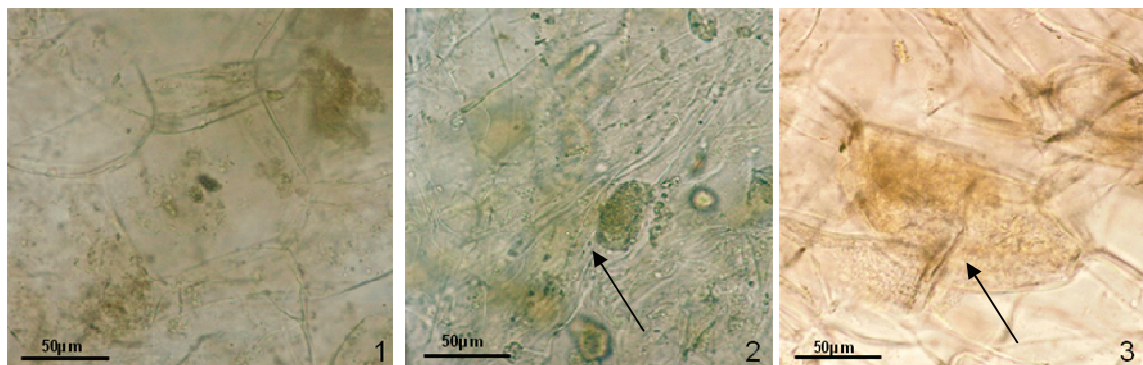


Figura 20 – Fotomicroscopias do citoplasma do arilo fresco (1), congelado (2) e desidratado (3) (aumento de 40 x).

Na Figura 21 podem ser visualizados os cortes transversais (fruta congelada) e longitudinais (fruta fresca) das amostras após serem submetidas ao teste de Fehling.

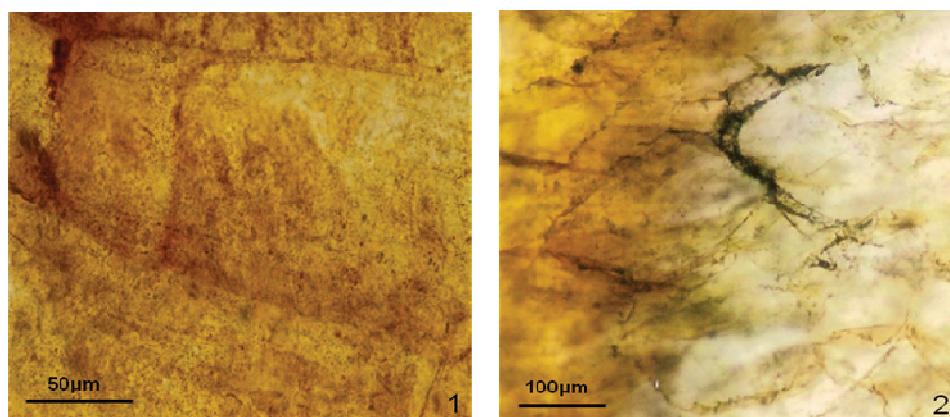


Figura 21 – Fotomicroscopias dos arilos da (1) fruta fresca (corte longitudinal) e da (2) fruta congelada (corte transversal) após o teste de Fehling.

4.8 Determinação da Qualidade Microbiológica da Fruta Desidratada

De acordo com o laudo n° 143/09 do LACMAC, em anexo, nas amostras desidratadas analisadas não foi observado crescimento para coliformes totais e fecais, bem como para *Salmonella sp.*

5 DISCUSSÃO

5.1 Otimização do Processo de Desidratação Osmótica seguido de Secagem em Estufa

Na Tabela 8 encontram-se as diferentes condições para otimização do processo de desidratação dos frutos frescos. Foram realizados testes variando-se o tempo (3 e 4 horas) e a temperatura (40 e 50°C) de D.O. e mantendo-se o tempo de 24h e a temperatura de 55°C para secagem em estufa. Após avaliação da cor e textura bem como do conteúdo citoplasmático, observado na análise microscópica (Figura 20.3), nas diferentes condições de desidratação, constatou-se que o tempo de 3h a 40 °C de D.O. em solução de açúcar a 55% adicionada de xarope de glicose a 10%, seguido de secagem em estufa por 24h a 55 ° C, o produto obtido apresentou aspecto atraente, com cor satisfatória e textura não-quebradiça (Figura 18A). A condição n° 2 de desidratação não foi eleita devido o fruto apresentar coloração escura (caramelizada) e textura quebradiça com bordas ressecadas e, portanto, com aspecto pouco atraente (Figura 18B). A adição de xarope de glicose contribuiu para a melhoria do aspecto, acentuando o brilho do fruto desidratado. O rendimento deste processo foi semelhante aos demais, não sendo um fator decisivo para a escolha do produto final.

5.2 Composição Centesimal

A composição centesimal encontrada na amostra fresca avaliada no presente trabalho (Tabela 9) é condizente com àquelas descritas pelos autores dos diversos países, conforme apresentado anteriormente na Tabela 1 (p. 16). As pequenas variações observadas ocorrem provavelmente das variedades, do tipo do cultivo, do clima, do tipo e da fertilidade do solo (LEE & KADER, 2000; MOZAFAR, 1994; SHEWFELT, 1990). Ressalta-se que os percentuais de proteínas (1,20%), umidade (82,42%) e carboidratos (14,92%), encontrados na lichia fresca são semelhantes aos valores reportados por Menzel (2002) para proteínas (1,1%), Wall (2006) para

umidade (81,89%) e Deng, Han e Li (1999) para carboidratos (15%) em frutas frescas coletadas na Austrália, E.U.A. e China, respectivamente.

Observando os valores apresentados por Menzel (2002) na Tabela 1 para a fruta fresca cultivada na Austrália, onde a variedade 'Kwai May Pink' é predominante, pode-se perceber diferenças com relação aos teores de carboidratos (18%) e lipídios (0,1%) quando comparados a fruta fresca da variedade 'Bengal' do presente estudo (Tabela 9). Por outro lado, a fruta cultivada no Brasil apresentou teores de lipídios (0,97%) e proteínas (1,20%) mais elevados que a lichia cultivada na China conforme descrição de Deng, Han e Li (1999) – 0,1% LPDS e 0,7% PTNS. De acordo com os resultados obtidos, as principais diferenças encontradas em relação às citadas na literatura, são quanto aos teores mais elevados de proteínas e lipídios bem como percentuais reduzidos de carboidratos da fruta estudada.

Frente às análises da amostra fresca (Tabela 9), os resultados dos frutos congelados apontam para uma diminuição no conteúdo de carboidratos e aumento na umidade, uma vez que os teores de proteínas, lipídios e cinzas da fruta fresca e congelada não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Quando calculados em base seca (Tabela 10), observa-se que somente os teores de cinzas foram estatisticamente iguais ($p > 0,05$). Gonçalves (2007) após estudar a composição centesimal dos frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), após o congelamento, observou um aumento de aproximadamente 16% na umidade com relação aos frutos frescos, enquanto que os teores de proteínas, lipídios, carboidratos e cinzas não sofreram alterações significativas. No presente estudo, o aumento da umidade e a diminuição de carboidratos dos frutos de lichia congelados, quando comparados aos mesmos frutos frescos, foi de aproximadamente 2 e 12%, respectivamente. O dano causado a estrutura celular, resultando na diminuição dos teores de carboidratos, provavelmente ocorreu em função do congelamento ter sido realizado em freezer convencional ($T = -18^{\circ}\text{C}$). O processo de branqueamento seguido de

congelamento por ar forçado, submetido aos frutos do pequiizeiro, se mostrou mais eficiente do que o congelamento convencional do presente estudo, na retenção principalmente dos carboidratos.

O Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos [United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service (USDA-ARS, 2008)] publicou a composição centesimal (g/ 100g) de lichias desidratadas sem pré-tratamento osmótico, a saber: UM – 22,30; PTNS – 3,80; LPDS – 1,20; CINZAS – 2,00; CARB – 70,70. A fruta desidratada osmoticamente do presente trabalho apresentou teores mais elevados de carboidratos (80,64%) e de lipídios (1,34%), e menores teores de umidade (14,30%), proteínas (2,54%) e cinzas (1,18%). Ressalta-se que as diferenças observadas nos teores de umidade e carboidratos ocorreram, possivelmente, em função do pré-tratamento osmótico realizado onde a perda de água para o meio externo é maior quando comparada à secagem convencional, o que possibilitou um aumento no conteúdo de açúcar.

Em estudo comparativo entre caquis (*Dyospirus kaki* L.) *in natura* e desidratados osmoticamente seguidos de secagem em estufa, Elias e colaboradores (2008) observaram uma redução de 79% na umidade, concomitante a um aumento nos teores de proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos, quando calculados em base úmida. Mesmo utilizando tempos e temperaturas diferentes de desidratação osmótica e secagem, observou-se redução de 82% no teor de umidade da lichia desidratada, semelhante àquela do caqui anteriormente mencionada. O aumento de 145 e 440% nos teores de cinzas e carboidratos, respectivamente, obtidos na lichia desidratada do presente estudo, foram maiores quando comparados àqueles reportados para o caqui desidratado, ou seja, de 94% para as cinzas e de 376% para os carboidratos. O aumento no teor de proteínas (217%) desta última fruta foram semelhantes ao do presente estudo (212 %), diferentemente do conteúdo lipídico, para o qual o caqui desidratado obteve aumento aproximadamente dez vezes

maior que o da lichia desidratada. O comportamento apresentado pelas proteínas, lipídios e cinzas era esperado, uma vez que ocorre a concentração desses componentes como consequência da desidratação. No que diz respeito ao aumento expressivo do conteúdo de carboidratos, o branqueamento, por sua ação térmica, realizado previamente à desidratação osmótica, parece desestruturar as células e facilitar o ganho de sacarose pela fruta desidratada. De forma semelhante, processos de desidratação que reduzem a umidade da fruta a valores próximos a 17%, ajudam a elevar o conteúdo de carboidratos (ELIAS E COL., 2008).

Para uma avaliação mais precisa dos parâmetros PTNS, LPDS, CINZAS e CARB calculou-se em base seca a composição centesimal da lichia fresca, congelada e desidratada (Tabela 10), constatando-se um aumento de aproximadamente 10% para a amostra desidratada e uma redução de 2,43% para a amostra congelada nos teores de carboidratos.

O valor calórico da fruta desidratada foi influenciado pelo pré-tratamento osmótico, ocasionando um aumento de aproximadamente 370% comparado ao da fruta fresca analisada no presente estudo (Tabela 9).

A não realização de análises sobre a ocorrência de reações não-enzimáticas indesejáveis durante processamento do fruto, aliada a escassez de dados disponíveis na literatura sobre composições centesimais de lichias congeladas e desidratadas, prejudicaram uma avaliação mais abrangente dos resultados obtidos.

5.3 Composição Mineral – micro e macro elementos

A fruta fresca analisada no presente trabalho apresentou composição mineral (mg/100g) compatível àquelas reportadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS, 2008), a saber: P (31), K (171), Ca (5), Mg (10), Na (1), Fe (0,31), Mn (0,05), Zn (0,07) e

Cu (0,15); porém com valores maiores para Mg, Na, Zn e Cu, possivelmente em função do clima, época de colheita, cultivar e práticas agrícolas (WALL, 2006).

Considerando-se as necessidades humanas (Tabela 11), verifica-se que os teores de P, K, Mg e Mn encontrados na lichia fresca correspondem de 2 a 4 % da IDR. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Wall (2006), com exceção do Zn e Fe. O baixo conteúdo de Ca (4,17mg/ 100g) na fruta fresca no presente trabalho corresponde a 0,4% da IDR, valor este de acordo com os resultados observados por Salunkhe & Desai (1986) e Salomão, Siqueira e Pereira (2006), que encontraram teores abaixo de 1% da IDR.

Destaca-se entre os minerais o elemento Cu, cujo teor nos frutos frescos alcançou 26,7% da IDR, semelhante aos verificados por Wall (2006) em lichias do Havaí (22% IDR). Salomão e colaboradores (2006) observaram, após 112 dias da antese, um acúmulo maior deste micronutriente nas sementes com relação às outras partes da fruta e sendo, portanto, um alvo potencial para posterior investigação.

Tendo em vista que a composição em micro e macroelementos de uma fruta pode refletir o conteúdo mineral dos solos numa determinada região geográfica (latitude e longitude) (FORSTER E COL., 2002), faz-se necessário o estudo sobre a composição e a adubação dos solos brasileiros onde se cultivam lichias, para uma discussão mais abrangente dos resultados, uma vez que, segundo Wall (2006), os solos havaianos, por exemplo, podem aumentar os valores de K, Mg, Fe ou Mn.

São escassos os dados na literatura comparando composição mineral entre frutos frescos e congelados. Os minerais são estáveis quimicamente e são perdidos apenas fisicamente durante o descongelamento pela exsudação de líquidos (FENNEMA, 2000). A fruta congelada do presente estudo alcançou de 2 a 4% da IDR para três minerais (Mg, P, K), 22% para o Cu e apresentou, no geral, concentrações minerais semelhantes as da fruta fresca. Verifica-se que os teores de Ca, Mg,

Fe, Mn e Zn das frutas fresca e congelada do presente estudo não diferiram significativamente ($p > 0,05$).

Apesar de constituir uma parcela insignificante no comércio (MENZEL & WAITE, 2005), o processo de congelamento é uma alternativa viável a curto prazo para a manutenção das características nutricionais da fruta, como forma de preservar a riqueza mineral da mesma (SOARES E COL., 2004). A expansão da indústria de polpas congeladas, por exemplo, mesmo que utilizando processos artesanais, é observada pela praticidade/popularidade alcançadas para o fabrico de sucos e por isso se torna uma alternativa promissora (OLIVEIRA E COL., 1999).

A fruta desidratada osmoticamente mostrou ser uma ótima alternativa não só para evitar os desperdícios pós-colheita como de grande contribuição nutricional. De acordo com os valores de IDR (%) apresentados por esta amostra (Tabela 12), pode-se afirmar que é um produto rico em Mg, P, K, Mn e Fe, correspondendo de 5 a 15% da IDR. Ressalta-se o Cu, que corresponde a 75,6% do valor recomendado, segundo o IOM (2004).

Na literatura não foram encontrados dados sobre a composição mineral da fruta desidratada osmoticamente seguida de secagem em estufa, como a do presente trabalho. Os dados disponíveis sobre a composição mineral (mg/100g) referem-se às lichias desidratadas sem pré-tratamento osmótico, como publicadas pelo USDA-ARS (2008), a saber: P (181), K (1110), Ca (33), Mg (42), Na (3), Fe (1,7), Mn (0,23), Zn (0,28) e Cu (0,63). Observa-se, entretanto, que na amostra estudada, os teores de Mg (46,12), Na (14,06) e Zn (0,52) são maiores, enquanto que Mn (0,25) e Cu (0,68) são semelhantes àqueles reportados pela USDA-ARS (2008), possivelmente em função da variedade, condições edafoclimáticas e das condições de desidratação.

5.4 Teores de vitamina C

Segundo Fennema (2000), perdas nutricionais ocorrem com o congelamento, principalmente com relação às vitaminas, sendo a C a mais sensível e, embora a estabilidade da vitamina C aumente com o congelamento, estudos têm identificado uma perda desta nos alimentos congelados ou armazenados em baixas temperaturas.

Na Tabela 13 são observados os teores de vitamina C para as amostras estudadas, correlacionando-os com os dias pós-colheita. De acordo com o Conselho Alimentar e Nutricional do Instituto de Medicina, da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos (IOM, 2000b), 75 e 90 mg/ dia são os valores de IDR, respectivamente, para mulheres e homens entre 19 e 50 anos. Assim, considerando a variedade 'Bengal', é possível afirmar que o consumo de 13 a 15 lichias frescas supre a média da IDR para vitamina C em adultos.

Comparando aos dados das Tabelas 2 e 13, verificou-se que o teor de ácido ascórbico na fruta fresca estudada (~ 40mg/ 100g), um dia após a colheita, foi superior aos reportados por Wall (2006) (21 a 36 mg/ 100g), Vinci e colaboradores (1995) (~ 22mg/ 100g) e Deng, Han e Li (1999) (15 mg/ 100g) e inferior ao publicado por Menzel (2002) (49 mg/100g).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS, 2008), a fruta fresca (cultivar não mencionado) apresenta 71,5 mg de vitamina C/ 100 g de peso fresco. Mesmo em cultivares idênticos ocorre grande variação, planta-a-planta e na mesma planta, na composição nutricional da fruta colhida do mesmo campo (SHEFWELT, 1990). Para exemplificar a variação nos teores de vitamina C, amostras frescas de lichias de diferentes procedências comerciais brasileiras, foram analisadas no presente trabalho obtendo-se os seguintes valores (mg/ 100g ± DP), a saber: São Paulo 1 (72,43 ± 1,03), São Paulo 2 (54,53 ±

0,92) e Paraná ($35,96 \pm 0,43$). Resultados estes que demonstram a grande variação que pode ocorrer em função das condições edafoclimáticas das diversas regiões geográficas.

Como era de se esperar, as amostras congeladas e desidratadas apresentaram uma redução de aproximadamente 62 e 73%, respectivamente, comparadas à amostra fresca (Tabela 13). Verificou-se um decréscimo nos teores de vitamina C nas três amostras estudadas, fresca, congelada e desidratada, sob armazenamento refrigerado ($T = 4$ a 7°C) no período de 15 dias. As reduções nos teores de vitamina C - 36,42% e 31,79% - observadas na fruta fresca e na congelada, respectivamente, ao longo do período estudado, foram mais acentuadas quando comparadas à ocorrida na fruta desidratada (24,98%) no mesmo período. A estabilidade aparente da vitamina C na fruta desidratada ocorreu possivelmente pelo fato de terem sido armazenadas em embalagens PET (politereftalato de etileno) próprias para estocagem de frutas desidratadas.

O teor de vitamina C apresentado pela amostra desidratada do presente estudo (Tabela 13) difere daquele publicado pelo Conselho Alimentar e Nutricional do Instituto de Medicina, da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos (IOM, 2000b), que afirmam ter na fruta desidratada teor de vitamina C de 183 mg/ 100g.

Quando comparadas às outras frutas frescas, de acordo com a Tabela de Composição Química dos Alimentos (FRANCO, 1999), a lichia estudada apresenta teores de vitamina C superiores, por exemplo, aos do maracujá, da carambola, da tangerina e do melão. Vinci e colaboradores (1995) em investigação do conteúdo de vitamina C em frutas (abacaxi, manga, abacate, lichia, etc.), afirmou que as lichias podem ser consideradas como uma fonte adicional desta vitamina ou ainda substituir as frutas cítricas.

Para a obtenção de dados mais representativos do teor de vitamina C da lichia cultivada no Brasil, faz-se necessário uma análise por CLAE de um número maior de amostras de diferentes cultivares e localidades.

5.5 Conteúdo Total de Polifenóis

A curva de calibração do ácido gálico apresentou coeficiente de correlação linear (R^2) de 0,99, demonstrando uma correlação positiva, estando dentro do aceitável pela legislação vigente, segundo Resolução RE n° 899 da ANVISA (BRASIL, 2003b). A partir da equação da reta desta curva de calibração (Gráfico 1), foram obtidos os conteúdos totais de polifenóis para as três amostras estudadas (Tabela 14). No presente trabalho, o conteúdo total de polifenóis (mg ácido gálico/ g amostra \pm DP) encontrado na fruta fresca ($2,76 \pm 0,38$) foi superior àqueles das amostras congelada ($2,46 \pm 0,36$) e desidratada ($2,09 \pm 0,37$). Em estudo sobre a ingestão diária de polifenóis de frutas e vegetais, a lichia (variedade 'Kway May Pink') apresentou conteúdo total de polifenóis no valor de 222,3 mg de ácido gálico/ 100g de amostra comercializada na França, sendo a mais rica nestes compostos entre as frutas tropicais estudadas (BRAT E COL., 2006). Não há dados disponíveis na literatura com relação ao conteúdo total de polifenóis de lichias congeladas e desidratadas. Os resultados apontam para uma maior eficiência do método de congelamento quando comparado à desidratação, que possivelmente afeta a concentração total de polifenóis com a desestruturação celular após o processamento térmico do arilo fresco da lichia.

Sarni-Manchado e colaboradores (2000), analisando os compostos fenólicos presentes no pericarpo fresco de lichia, descreveram a presença em abundância de taninos condensados (4 mg/g de pericarpo fresco) e epicatequina (1,72 mg/g de pericarpo fresco), cuja soma com os outros compostos fenólicos totalizou aproximadamente 7,58 mg/g de pericarpo fresco. A variação observada pode ser oriunda dos diferentes cultivares analisados ou do método de quantificação utilizado (SARNI-MANCHADO E COL., 2000).

Kuskoski e colaboradores (2006) determinaram o conteúdo fenólico (mg ácido gálico/100g polpa congelada) de frutas tropicais e silvestres, a saber: extrato etanólico de baguaçu (897,6), extrato etanólico de jambolão (229,6), polpa de acerola (580,1), polpa de manga

(544,9), polpa de açaí (136,8) e polpa de morango (132,1) foram as amostras mais ricas em fenóis totais daquele estudo. Portanto, em 100g de lichia fresca o conteúdo total de polifenóis é de 276 mg ácido gálico, inferior àquele do extrato etanólico de baguaçu e polpas de acerola e manga e superior ao das polpas de açaí, morango e extrato etanólico de jambolão.

5.6 Atividade Antioxidante

O sequestro de radicais livres é um dos mecanismos pelos quais os antioxidantes inibem a peroxidação lipídica e contribuem para a proteção contra o dano oxidativo (BLOKNINA E COL., 2003). A atividade antioxidante baseada na método do DPPH tem sido amplamente utilizada para a avaliação dos antioxidantes presentes nas frutas (MELO E COL., 2008). Desta maneira, no presente trabalho foram analisadas as atividades antioxidantes do ácido ascórbico e dos arilos frescos, congelados e desidratados de lichia apresentadas no Gráfico 2.

A comparação estatística dos dados desta análise mostra que na concentração de 2,5 $\mu\text{g/mL}$ não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as atividades antioxidantes médias das amostras fresca, congelada e desidratada (Tabela 15). Os valores para as amostras congelada e desidratada permaneceram estatisticamente iguais entre as concentrações de 5 e 25 $\mu\text{g/mL}$. Na concentração de 100 $\mu\text{g/mL}$ as AAO% foram de 26,50; 22,33; 19,07 e 41,02 para as frutas fresca, congelada, desidratada e para o ácido ascórbico, respectivamente.

Na Tabela 16 são apresentados os valores de CE_{50} , cujo cálculo é utilizado para expressar as AAO% das amostras e do padrão analisados (ARBOS, 2004). No presente trabalho, o ácido ascórbico ($CE_{50} = 211,98 \mu\text{g/mL}$) apresentou atividade antioxidante mais alta seguido, nesta ordem, pelas atividades das frutas fresca, congelada e desidratada. O padrão estudado apresentou CE_{50} similar ao observado na curva traçada por Jiang e colaboradores (2007) e menor que o reportado por Longhi (2007) de aproximadamente 270 $\mu\text{g/mL}$.

O valor de CE_{50} (295,16 $\mu\text{g/mL}$) obtido do extrato metanólico do arilo fresco de lichia foi inferior àquele (298,95 $\mu\text{g/mL}$) obtido por Roesler e colaboradores (2007) para o extrato etanólico de semente e polpa de pequi (*Caryocar brasiliense*) e àquele (387,47 $\mu\text{g/mL}$) do extrato etanólico da casca e polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*). Desta forma, pode-se dizer que o extrato metanólico do arilo fresco de lichia é um antioxidante mais potente do que esses dois extratos analisados das frutas do cerrado, entretanto menos potente que o extrato etanólico da polpa do araticum (*Annona crassiflora*), cujo valor de CE_{50} declarado por Roesler e colaboradores (2007) foi de 148,82 $\mu\text{g/mL}$.

Jiang e colaboradores (2007), analisando as propriedades antioxidantes das antocianinas extraídas e purificadas do pericarpo de lichia, obtiveram resultados surpreendentes quando comparados aos padrões BHT (butil-hidroxitolueno) e ácido ascórbico. Na concentração de 50 $\mu\text{g/mL}$, a atividade sequestrante do radical DPPH, para as antocianinas, BHT e ácido ascórbico foram de 91,3, 20,1 e 9,73%, respectivamente, enquanto que a inibição aproximadamente completa da atividade do radical DPPH pelas antocianinas, foi observada na concentração de 100 $\mu\text{g/mL}$. A diferença de inibição da atividade do radical DPPH ocorrida entre as amostras do presente trabalho e de Jiang e colaboradores (2007) se deu em função daqueles autores terem trabalhado com extrato purificado. As antocianinas concentradas e isoladas da fruta fresca, foram capazes de inibir completamente a atividade do radical DPPH na concentração de 100 $\mu\text{g/mL}$, enquanto que o extrato obtido no presente trabalho inibiu aproximadamente 26% nesta mesma concentração.

Não existem dados disponíveis na literatura sobre CE_{50} de frutas congeladas ou desidratadas. As frutas congeladas e desidratadas analisadas no presente estudo apresentaram valores de CE_{50} (365,09 e 382,44, respectivamente) superiores ao da fruta fresca em função dos processos de conservação. Comparados ao valor de CE_{50} do extrato etanólico da casca e polpa de

cagaita, observa-se maior atividade antioxidante das frutas congeladas e menor atividade das frutas desidratadas.

Portanto, pode-se dizer que as amostras estudadas inibiram a atividade dos radicais DPPH de uma maneira dependente da dose, corroborando com a teoria de que os compostos fenólicos contribuem diretamente para as atividades antioxidantes (KUSKOSKI E COL., 2006).

5.7 Análise Microscópica

A análise microscópica revelou a predominância de tecido parenquimático, células com paredes delgadas e quadrangulares, maiores na região externa. O conteúdo citoplasmático da fruta fresca (Figura 19.1) apresentou-se mais denso (Figura 20.1) quando comparados aos das frutas congeladas (Figuras 19.2 e 20.2) e desidratadas (Figuras 19.3 e 20.3). Desta forma, portanto, verificou-se a ocorrência mais acentuada de plasmólise nas frutas desidratadas e nas congeladas (setas nas Figuras 20.2 e 20.3), quando comparadas à fruta fresca, provavelmente em função da desestruturação celular ocasionada pelo efeito térmico (MORENO E COL., 2000). Nos produtos desidratados osmoticamente, há um terceiro fluxo, insignificante proporcionalmente aos fluxos de entrada de sólidos e saída de água, relacionado a perda dos solutos naturais (AZOUBEL & MURR, 2000)

Para determinação qualitativa de açúcares, foi realizado o teste de Fehling nas frutas frescas (Figura 21.1) e congeladas (Figura 21.2). A fruta desidratada não foi submetida a tal teste, uma vez que os resultados seriam falso-positivos devido ao pré-tratamento osmótico, no qual ocorre um ganho significativo de sacarose pela fruta proveniente da solução hipertônica utilizada no processo (MORENO E COL., 2000). A intensidade amarela da coloração no teste de Fehling, revela um conteúdo de açúcar bastante homogêneo e denso nos arilos frescos (Figura 21.1) quando comparados aos congelados (Figura 21.2). Independentemente do corte realizado, observa-

se um tom mais esverdeado na fruta congelada (Figura 21.2), apontando para uma pequena diminuição da concentração de açúcares nas frutas congeladas, indicando a maior exsudação destes carboidratos durante o preparo das amostras, provavelmente devido a maior fragilidade das células nestas amostras.

Portanto, a análise microscópica mostrou ser uma ferramenta bastante valiosa para a discussão, corroborando com os resultados obtidos nas outras análises.

5.8 Determinação da Qualidade Microbiológica da Fruta Desidratada

Em função da ausência de *Salmonella* sp. e de coliformes totais e fecais nos testes microbiológicos realizados com a fruta desidratada osmoticamente, pode-se assegurar que as boas práticas de fabricação empregadas neste trabalho foram suficientes para a elaboração de um produto seguro para o consumo (Laudo em anexo).

6 CONCLUSÃO

- A composição centesimal (UM – 82,42%, PTNS – 1,20%, LPDS – 0,97, CINZAS – 0,48 e CARB – 14,92%) do fruto fresco está de acordo com os dados disponíveis na literatura.
- O valor calórico total encontrado na fruta desidratada é aproximadamente 370% maior que o da amostra congelada.
- Na análise de minerais, os teores de P, K, Mg e Mn encontrados na lichia fresca correspondem de 2 a 4 % da IDR.
- Na fruta congelada, os minerais Mg, P e K representam de 2 a 4% da IDR. Enquanto nas frutas desidratadas os teores dos minerais Mg, P, K, Mn e Fe correspondem de 5 a 15% da IDR.
- O Cu foi o mineral encontrado em maiores concentrações, representando 26,7%, 22% e 75,6% da IDR nos frutos frescos, congelados e desidratados, respectivamente.
- Os teores de vitamina C foram de aproximadamente, 40, 15 e 11 mg de vitamina C, em média, por 100g dos frutos frescos, congelados e desidratados, respectivamente.
- O conteúdo total de polifenóis da fruta fresca (2,76 mg ácido gálico/g amostra), congelada (2,46 mg ácido gálico/g amostra) e desidratada (2,09 mg ácido gálico/g amostra) mostrou coerência com os valores encontrados para a atividade antioxidante na fruta fresca ($CE_{50} = 295,16$) > congelada ($CE_{50} = 365,09$) > desidratada ($CE_{50} = 382,44$).
- O processo de otimização de secagem apresentou melhores condições de qualidade do fruto perante desidratação osmótica por 3h a 40° C com adição de xarope de glicose, seguida de secagem em estufa ventilada 24h / 55° C.
- A análise microscópica evidenciou a desidratação osmótica ser um bom pré-tratamento para a preservação do conteúdo celular, quando comparada ao congelamento.

- A fruta desidratada osmoticamente foi considerada segura e própria para o consumo devido a não verificação de crescimento microbiológico.
- Os métodos de congelamento e desidratação osmótica, nas condições experimentais utilizadas no presente estudo, mostraram ser alternativas eficientes para conservação dos frutos de lichia. Entretanto, estudos devem ser realizados a fim de que temperaturas menos elevadas na etapa de secagem sejam testadas bem como o congelamento em nitrogênio líquido.

7 REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, J.M. DE; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2001, 8p. (Manual Técnico).
- ALMEIDA, F. de A. C.; RIBEIRO, C. de F. A.; TOBINAGA, S.; GOMES, J. P. Otimização do processo de secagem osmótica na obtenção de produtos secos da manga Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 576-584, 2005.
- ANDRADE, C. A.; COSTA, C. K.; BORA, K.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.; KERBER, V. A. Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. Ex G. Don., Leguminosae-mimosoideae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 2, p. 231-235, 2007.
- ANÔNIMO. Lychee Production Soars in China. **Chronica Horticulturae**, v. 44, n. 4, p. 16, 2004. Disponível em: <http://www.actahort.org/chronica/pdf/ch4404.pdf>.
- ARBOS, A. K. **Estudo do potencial antioxidante de vegetais da família Cruciferae de diferentes cultivos**. Curitiba, 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná.
- ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997. 1141p.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 19.ed. Washington, D.C.: AOAC International, 2000. 1219p.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18.ed. Washington, D.C.: AOAC International, 2005.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC, 2001. 676p.
- AZOUBEL, P.M. **Influência de pré-tratamento na obtenção de produtos secos de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. Campinas: UNICAMP. 2002. 154p. Tese Doutorado.

- AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. Mathematical modelling of the osmotic dehydration of cherry tomato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 228-232, 2000.
- BESRA, S. E.; SHARMA, R. M.; GOMES, A. Antiinflammatory effect of petroleum ether extract of leaves of *Litchi chinensis* Gaertn. (Sapindaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 54, p. 1-6, 1996.
- BLOCH, A.; THOMSON, C. A. Position of the American Dietetic Association: Phytochemicals and Functional foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 95, p. 493-496, 1995.
- BLOKNINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. **Annals of Botany**, v. 91, p. 179–194, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 12**, de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre padrões microbiológicos para alimentos , ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. D.O.U. - Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan., 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº. 360**, de 23 de dezembro de 2003. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez., 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RE nº. 899**, de 29 de Maio de 2003. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mai., 2003b.
- BRAT, P.; GEORGE, S.; BELLAMY, A.; DU CHAFFAUT, L.; SCALBERT, A.; MENNEN, L.; ARNAULT, N.; AMIOT, M. J. Daily Polyphenol Intake in France from Fruit and Vegetables. **The Journal of Nutrition**, v. 136, p. 2368–2373, 2006.
- CARVALHO, C. M.; SALOMÃO, C. CH. Cultura da lichieira. Universidade Federal de Viçosa, **boletim de extensão**, v. 43, p. 38, 2000.
- CARVALHO, C. M.; CUNHA, R. J. P.; RODRIGUES, J. D. Enraizamento de estacas semilenhosas de lichieira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 95-97, Abril 2005.

CENTRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA DA CEAGESP. **Lichia cai no gosto dos brasileiros**. São Paulo, Brasil: Jornal Entrepasto, dez, 2008. Disponível em: <http://www.jornalentreposto.com.br/dez2008/cqh.htm>.

CHEN, H. B.; HUANG, H. B. China litchi industry: development, achievements and problems. **Acta Horticulturae**, v. 558, p. 31-39, 2001.

CHENG, F.; NING, M.; MO, J.; LLIANG, Y. Determination of trace elements in lychee of different growth periods. **Guang Pu**, v. 22, n. 4, p. 676-678, 2002.

CHENG, Z.; REN, J.; YAN, G.; LI, Y.; CHANG, W.; CHEN, Z. Quantitative elucidation of the molecular mechanisms of hydroxyl radical quenching reactivity of phenolic compounds. **Bioorganic Chemistry**, v. 31, n. 2, p. 149-162, 2003.

CHYAU, C.; KO, P.; CHANG, C.; MAU, J. Free and glycosidically bound aroma compounds in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) **Food Chemistry**, v. 80, n. 3, p. 387-392, 2003.

DENG, X. M.; HAN, Z. H.; LI, S. H. **Fruit Tree Biology**. P. 141, 1999. In: MENZEL, C. M., WAITE, G. K. **Litchi and Longan: botany, cultivation and uses**. Queensland, Australia: CABI Publishing, 2005, p. 1. ISBN 085 199 696 5.

EL-AOUAR, A. A. **Avaliação do processo combinado de desidratação osmótica e secagem na qualidade de cubos de mamão formosa (*Carica papaya L.*)** Campinas: UNICAMP. 2001. 113p. Dissertação Mestrado.

ELIAS, N. F.; BERBERT, P. A.; de MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; DIONELLO, R. G.; QUEIROZ, V. A. V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 322-328, abr.-jun., 2008.

FÄH, J.; WÜTHRICH, B.; VIETHS, S. Anaphylactic reaction to lychee fruit: evidence for sensitization to profiling. **Clinical and Experimental Allergy**, v. 25, n. 10, p. 1018-1023, out, 1995.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2ª edição. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258p.

- FERNANDES, E. Reportagem “Preços de produtos de final de ano caem na Ceasa”. **Notícias Prefeitura Municipal de Campinas**, 11/12/2006. Disponível em: http://www.campinas.sp.gov.br/noticias/?not_id=1&sec_id=&link_rss=http://www.campinas.sp.gov.br/admin/ler_noticia.php?not_id=14532.
- FORSTER, M. P.; RODRIGUEZ, E.; MARTIN, J. D.; ROMERO, C. D. Statistical differentiation of bananas according to their mineral composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 6130–6135, 2002.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Livraria Atheneu, 1999. 308p.
- GARCÍA-PÉREZ, E.; MARTINS, A. B. G. Florescimento e frutificação de lichieiras em função do anelamento de ramos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 14-17, Abril 2006.
- GHOSH, S. P. World trade in litchi: past, present and future. **Acta Horticulturae**, v. 558, p. 23-30, 2001.
- GONÇALVES, G. A. S. **Qualidade dos frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetidos aos processos de congelamento e cozimento**. 2007. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade federal de Lavras, 2007.
- GONTIER, E.; BOUSSOUEL, N.; TERRASSE, C.; JANNOYER, M.; MÉNARD, M.; THOMASSET, B.; BOUGARD, F. *Litchi chinensis* fatty acid diversity: occurrence of the unusual cyclopropanoic fatty acids. **Biochemical Society Transactions**, v. 28, n. 6, p. 578-580, 2000.
- GUARIM NETO, G.; SANTANA, S. R.; DA SILVA, J. V. B. Notas etnobotânicas de espécies de sapindaceae jussieu. **Acta Botânica Brasileira**, v. 14, n. 3, p. 327-334, 2000.
- GUO, J.; LI, L.; PAN, J.; QIU, G.; LI, A.; HUANG, G.; XU, L. Pharmacological mechanism of Semen Litchi on antagonizing insulin resistance in rats with type 2 diabetes. **Zhong Yao Cai**, v. 27, n. 6, p. 435-438, jun, 2004.
- HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 52, p. 481-504, 2000.

- HASLER C. M.; BLOCH A. S.; THOMSON C. A.; ENRIONE E.; MANNING, C. Position of the American Dietetic Association: Functional foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 104, n. 5, p. 814-26, 2004.
- HERCULANO, A. C. M.; MATOS, W. R. Levantamento das espécies de sapindáceas arbóreas no Rio de Janeiro. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 3, n. 1, p. 76-85, 2008.
- HOLCROFT, D. M.; MITCHAM, E. J. Post-harvest physiology and handling of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, p. 265-281, 1996.
- HOPPE, S.; NEIDHART, S.; ZUNKER, K.; HUTASINGH, P.; CARLE, R.; STEINHART, H.; PASCHKE, A. The influences of cultivar and thermal processing on the allergenic potency of lychees (*Litchi chinensis* Sonn.). **Food Chemistry**, v. 96, p. 209–219, 2006.
- HUANG, X.M. Lychee production in China. In: Papademetriou, M. K., Dent, F. J. (Eds.). **Lychee Production in the Asia-Pacific Region**. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand, 2002, p. 41–54.
- HUANG, X. Production of sapindaceae fruits in China development and challenges. In: **Seminário Internacional de Lichia no Brasil**, Limeira-SP, 2004.
- HUANG, X. M.; WANG, H. C.; YUAN, W. Q.; LU, J. M.; YIN, J. H.; LUO, S. A study of rapid senescence of detached litchi: roles of water loss and calcium. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, p. 177–189, 2005.
- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride**. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids**. Washington, DC: National Academy Press, 2000b.
- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc**. Washington, DC: National Academy Press, 2001.

- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary Reference Intakes: Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate**. Washington, DC: National Academy Press, 2004.
- JIANG, Y. Role of anthocyanins, polyphenol oxidase and phenols in lychee pericarp browning. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 305–310, 2000.
- JIANG, Y.; DUAN, X.; JOYCE, D.; ZHANG, Z.; LI, J. Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. **Food Chemistry**, v. 88, p. 443–446, 2004.
- JIANG, Y.; ZHAO, M.; YANG, B.; LI, B. Identification of the major flavonoids from pericarp tissues of lychee fruit in relation to their antioxidant activities. **Food Chemistry**, v. 98, p. 539–544, 2006.
- JIANG, Y.; DUAN, X.; SU, X.; ZHANG, Z.; SHI, J. Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1365–1371, 2007.
- JOLY, A. B. **BOTÂNICA: introdução à taxonomia vegetal**. 13ª edição. São paulo: Companhia Editora Nacional, 2005, v. 4, p. 420-428.
- KAWATI, R. O crescimento das culturas de lichia e carambola no Brasil. In: **Simpósio Brasileiro de Lichia e Carambola**, Jaboticabal-SP, 2004, v. 1.
- KNIGHT, R. Origin and world importance of tropical and subtropical fruit crops. In: Nagy, S., Shaw, P. E. (Ed.). **Tropical and subtropical fruits: composition, properties and uses**. Connecticut: Avi Publishing Westport, 1980, p. 1-120.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR., 1997, 198p.
- KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural** [online], v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000400037&lng=en&nrm=iso.

- LE ROUX, E.; DOCO, T.; SARNI-MANCHADO, P.; LOZANO, Y.; CHEYNIER, V. A-type proanthocyanidins from pericarp of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). **Phytochemistry**, v. 48, p. 1251-1258, 1998.
- LEE, H. S.; WICKER, L. Quantitative changes in anthocyanin pigments of lychee fruit during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 40, n. 3, p. 263-270, 1991.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 207-220, 2000.
- LEENHOUTS, P. W. Systematic notes on the Sapindaceae - Nephelieae. **Blumea**, v. 24, n. 2, p. 395 – 403, 1978.
- LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application. **Drying Technology**, v. 14, p. 391-413, 1996.
- LEONEL, S. **Efeitos de fitorreguladores e ácido bórico, na promoção do sistema radicular, em estacas de *Litchi chinensis* Sonn.** 1992. 138 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.
- LIU, L.; CAO, S.; XIE, B.; SUN, Z.; LI, X.; MIAO, W. Characterization of polyphenol oxidase from litchi pericarp using (-)-epicatechin as substrate. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 55, p. 7140-7143, 2007.
- LONGHI, J. G. **Atividade biológica da semente de *Mucuna pruriens*.** 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná.
- MACLEAN, R. C.; IVIMEY-COOK, W. R. **Textbook of practical botany. 5th edition.** London : Longmans, Greenands Co., 1952, 476p.
- MAEDA, M.; LORETO, R. L. Desidratação osmótica de bananas. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 60-67, 1998.
- MARTIM, N. S. P. P. **Estudo das características de processamento da manga (*mangifera indica* L.) variedade *tommy atkins* desidratada.** 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em

Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, 2006.

MARTINS, A. B. G. Lichia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n.3, dez, 2005.

MARTINS, A. B. G.; BASTOS, D. C.; SCALOPPI JR., E. J. **Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001, 48p.

MELETTI, L. M. M.; COELHO, S. M. B. M. Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn). In: MELETTI, L. M. M. (Coord.). **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000, p.155-163.

MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; de LIMA, V. L. A. G. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, abr./jun., 2008.

MENEZES, F. de S.; VICENTINO, A. R. R. Atividade antioxidante de tinturas vegetais, vendidas em farmácia com manipulação e indicadas para diversos tipos de doença pela metodologia do DPPH. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 3, p. 384-387, 2007.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; DOS SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, n. 15, p. 127-130, 2001.

MENZEL, C. M. *Litchi chinensis* Sonn. In: VERHEIJ, E. W., CORONEL, R. E. (eds) **Plant resources of south east Asia n°2: Edible Fruit and Nuts**. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 1991, p. 191-195.

MENZEL, C. M. **Lychee crop in Asia and the pacific**. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand, 2002, p. 8-9.

MENZEL, C.; KERNOT, I. **Lychee information kit**. Series Agrilink. Nambour: Department of Primary Industries, 2002. 260p.

MENZEL, C. M.; WAITE, G. K. **Litchi and Longan: botany, cultivation and uses**. Queensland, Australia: CABI Publishing , 2005, 305 p. ISBN 085 199 696 5.

- MERKEN, H. M.; BEECHER, G. R. Measurement of foods flavonoids by high-performance liquid chromatography: a review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, n. 3, p. 577-597, 2000.
- MINAKATA, H.; KOMURA, H.; TAMURA, S.Y.; OHFUNE, Y.; NAKANISHI, K.; KADA, T. Antimutagenic unusual amino acids from plants. **Experientia**, v. 41, n. 12, p. 1622-1623, 1985.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.
- MORENO, J.; CHIRALT, A.; ESCRICHE, I.; SERRA, J. A. Effect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries. **Food Research International**, v. 33, n. 7, p. 609-616, 2000.
- MORTON, J. F. **Fruits of Warm Climates**. Creative Resources Systems, Inc., 1987, p. 249-259.
- MOSKOVITZ, J.; YIM, K. A.; CHOKE, P. B. Free radicals and disease. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 397, p. 354-359, 2002.
- MOZAFAR, A. **Plant Vitamins: agronomic, physiological and nutritional aspects**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1994, p. 186-196.
- NAGY S.; WARDOWSKI, W. F. Effects of agricultural practices, handling, processing and storage on fruits. In: KARMAS, E., HARRIS, R. S. (eds) **Nutritional evaluation of food processing**, New York: Van Nostrand Reinhold/AVI, 1988, p. 73-100.
- NAKASONE, H. K.; PAULL, R. E. **Tropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1998, p. 132-148.
- NIP, W. K. Handling and preservation of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) with emphasis on colour retention. **Tropical Science**, v. 28, p. 511, 1988.
- OLIVEIRA, M. E. B. de; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, set./dez., 1999.

- OLIVEIRA, A. L. de; ALMEIDA, E. de; SILVA, F. B. R. Da; NASCIMENTO FILHO, V. F. Elemental contents in exotic Brazilian tropical fruits evaluated by energy dispersive X-ray fluorescence. **Scientia Agricola** (Piracicaba, Braz.) [online], v. 63, n. 1, p. 82-84, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162006000100013&lng=en&nrm=iso.
- ONG, P. K.; ACREE, T. E. Similarities in the aroma chemistry of Gewürztraminer variety wines and lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 47, n. 2, p. 665-670, 1999.
- PAULY, G.; DANOUX, L.; HENRY, F. Use of extracts of the plant *Litchi chinensis* sonn. **United States 20040101508**, 2004. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/20040101508.html>
- POKHARKAR, S.M.; PRASAD, S.; DAS, H. A. Model for osmotic concentration of bananas slices. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 34, n. 3, p. 230-232, 1997.
- ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan.-mar., 2007.
- SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de; PEREIRA, M. E. C. Macro and micronutrients accumulation in inflorescences and fruits of the litchi 'Bengal'. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 793-800, 2006.
- SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton, Florida: CRC, 1986, v.1, 168p.
- SARNI-MANCHADO, P.; LE ROUX, E.; LE GUERNEVÉ, C.; LOZANO, Y.; CHEYNIER, V. Phenolic composition of litchi fruit pericarp. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p. 5995-6002, 2000.
- SERENO, A. M.; HUBINGER, M. D.; COMESAÑA, J. F.; CORREA, A. Prediction of water activity of osmotic solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 1, p. 103-114, 2001.
- SHEWFELT, R. L. Sources of variation in the nutrient content of agricultural commodities from the farm to the consumer. **Journal of Food Quality**, v. 13, p. 37-54, 1990.

- SIBONI, G. Allergie alimentaire au litchi et la mangue Litchi and mango allergy. **Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique**, v. 47, p. 5-7, 2007.
- SIMIC, M. G. Mechanisms of inhibition of free-radical processed in mutagenesis and carcinogenesis. **Mutation Research**, v. 202, p. 377-386, 1988.
- SOARES, L. M. V.; SHISHIDO, K.; MORAES, A. M. M.; MOREIRA, V. A. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 202-206, abr.-jun, 2004.
- SOTTO, R. C. Lychee production in the Philippines. In: PAPADEMETRIOU, M. K., DENT, F. J. (eds) **Lychee Production in the Asia-Pacific Region**. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand, 2002, p. 94-105.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. São Paulo: Nova Odessa, 2005, p. 640.
- STERN, R. A.; GAZIT, S. The reproductive biology of the lychee. **Horticultural Reviews**, v. 28, p. 393-453, 2003.
- THANH, V. N.; HAI, D. A.; LACHANCE, M. *Issatchenkia hanoiensis*, a new yeast species isolated from frass of the litchi fruit borer *Conopomorpha cramerella* Snellen. **FEMS Yeast Research**, v. 4, p. 113-117, 2003.
- TORRES, J. D.; TALENS, P.; CAROT, J. M.; CHIRALT, A.; ESCRICHE, I. Volatile profile of mango (*Mangifera indica* L.), as affected by osmotic dehydration. **Food Chemistry**, v. 101, p. 219-228, 2007.
- TOVAR, B.; GARCIA, H. S.; MATA, M. Physiology of pre-cut mango II. Evolution of organic acids. **Food Research International**, v. 34, p. 705-714, 2001.
- UNDERHILL, S. J. R.; CRITCHLEY, C. Physiological, biochemical and anatomical changes in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during storage. **Journal of Horticultural Science**, v. 68, n. 3, p. 327-335, 1993.

- UNDERHILL, S. J. R.; SIMONS, D. H. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn) pericarp desiccation and the importance of postharvest micro-cracking. **Scientia Horticulturae**, v. 54, p. 287–294, 1993.
- UNDERHILL, S. J. R.; CRITCHLEY, C. Anthocyanin decolorisation and its role in lychee pericarp browning. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, n. 1, p. 115-122, 1994.
- UNDERHILL, S. J. R.; CRITCHLEY, C. Cellular localization of polyphenol oxidase and peroxidase activity in *Litchi chinensis* Sonn. Pericarp. Lychee pericarp browning caused by heat injury. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 22, p. 627-632, 1995.
- UNDERHILL, S. J. R.; COATES, L. M.; SAKS, Y. Litchi. In: MITRA, S.K. (Ed.). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. London: CAB International, 1997, p. 191-208.
- USDA-ARS (2008) – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – Serviço de Pesquisa em Agricultura. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Pesquisa disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.
- VIEIRA, F. de C.; WILDER, A. Lichia. **Revista Preço Agrícola**, p. 38, mar, 2000. Disponível em: <http://am.esalq.usp.br/~pa/pa0300/frut0300.pdf>.
- VINCI, G.; BOTRÈ, F.; MELE, G.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v. 53, n. 2, p. 211-214, 1995.
- WALL, M. M. Ascorbic acid and mineral composition of longan (*Dimocarpus longan*), lychee (*Litchi chinensis*) and rambutan (*Nephelium lappaceum*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6-7, set-nov, p. 655-663, 2006.
- WANG, X.; WEI, Y.; YUAN, S.; LIU, G.; LU, Y.; ZHANG, J.; WANG, W. Potential anticancer activity of litchi fruit pericarp extract against hepatocellular carcinoma *in vitro* and *in vivo*. **Cancer Letters**, v. 239, 144-150, 2006.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Abril, 2009. Disponível em: <http://delta-intkey.com/angio/www/sapindac.htm>.

YAMANISHI, O. K.; MACHADO, J. A.; KAWATI, R. Overview of *litchi* production in São Paulo state, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 558, p. 59-62, 2001.

YAMANISHI, O. K. Lichia cai no gosto do brasileiro. Brasil: Jornal O Estado de São Paulo, 23/03/2004, p. 1-2, 2004.

YAMANISHI, O. K. **Panorama da produção de Lichia na China**. Edição: 25/01/05, 2005. Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=8225.

YAMANISHI, O. K. Frutas exóticas made in Brazil. **Agrosoft Brasil**, 2006. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/21812.htm>.

ZHANG, D. P. The relationship between structures of fruit stalks and fruit dropping in litchi. **Acta Horticulturae Sinica**, v. 24, n. 2, p. 105-110, 1997.

ZHANG, D.; QUANTICK, P. C.; GRIGOR, J. M. Changes in phenolic compounds in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19, n. 2, p. 165-172, 2000.

ZHANG, Z.; XUEQUN, P.; JI, Z.; JIANG, Y. Role of anthocyanin degradation in litchi browning. **Food Chemistry**, v. 75, n. 2, p. 217-221, 2001.

ZHANG, Z.; XUEQUN, P.; YANG, C.; JI, Z.; JING, Y. Purification and structural analysis of anthocyanins from *litchi* pericarp. **Food Chemistry**, v. 84, n. 4, p. 601-604, 2004.

ANEXO



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Faculdade de Farmácia
Laboratório de Controle Microbiológico de Medicamentos,
Alimentos e Cosméticos - LACMAC

Laudo de Análise N^o 143/09 Data 12/03/2009

Produto: Lixia Desidratada Desidratação Osmótica	
Procedência: LabCBrom – Laboratório de Controle Bromatológico	
Faculdade de Farmácia – Universidade Federal do Rio de Janeiro	Tel.: (0xx21) 2562-6378

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA:

Lixia desidratada osmoticamente.

ANÁLISES SOLICITADAS:

Microbiológicas.

RESULTADOS DAS ANÁLISES**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:** Nas amostras analisadas

-Coliformes a 45°C/g: <3,0x10 NMP/g

(limite: 10² NMP/g)

-*Salmonella sp*: ausência em 25g

CONCLUSÃO: Resultados de acordo com os Padrões de Qualidade estabelecidos pela Resolução RDC n^o 12 de 02/01/2001, da ANVISA/MS (Grupo 1, item c).

O presente LAUDO DE ANÁLISE somente é válido para as amostras enviadas pelo interessado, não sendo permitido o uso de seu resultado para fins publicitários ou promocionais.

Analista: <i>Cristina E. de O. P. Campos</i>	Responsável: <i>Helena Keiko Toma</i>
--	---

Cristina Elizabeth de Oliveira P. Campos
BÍOLOGA
CRC 22.575 / RJ 2^a Região

Helena Keiko Toma
Prof. Adjunto
UFRRJ 00899466