



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Farelos dos frutos de *Geoffroea spinosa*: composição química, caracterização térmica e físico-química e aplicação como aditivos de pães**

**Everton Vieira da Silva**

SAPIENTIA ÆDIFICAT

João Pessoa – PB - Brasil  
Março - 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Farelos dos frutos de *Geoffroea spinosa*: composição química, caracterização térmica e físico-química e aplicação como aditivos de pães**

**Everton Vieira da Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Química, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadores: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Antonia Lúcia de Souza

Prof<sup>º</sup>.Dr. Antônio Gouveia de Souza

João Pessoa – PB – Brasil  
Março – 2013

S586f Silva, Everton Vieira da.

Farelos dos frutos de *Geoffroea spinosa*: composição química, caracterização térmica e físico-química e aplicação como aditivos de pães / Everton Vieira da Silva.-- João Pessoa, 2013.

175f.

Orientadores: Antonia Lúcia de Souza, Antônio Gouveia de Souza

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCEN

1. Química. 2. *Geoffroea spinosa*. 3. Aditivos - pães.  
4. Potencial antioxidante.

UFPB/BC

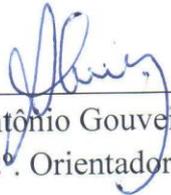
CDU: 54(043)

**“Farelo dos frutos de *Geoffroea spinosa*:  
Composição química, caracterização térmica e  
físico-química e aplicação como aditivos de  
pães.”.**

Dissertação de Mestrado de Everton Vieira da Silva aprovada pela banca  
examinadora em 14 de março de 2013:

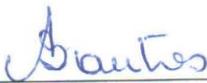
---

Profa. Dra. Antônia Lúcia de Souza  
Orientadora/Presidente



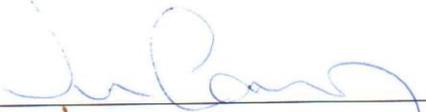
---

Prof. Dr. Antônio Gouveia de Souza  
2º. Orientador



---

Profa. Dra. Alfredina dos Santos Araújo  
Examinadora



---

Prof. Dr. José Rodrigues de Carvalho Filho  
Examinador

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação,  
À Deus por tudo que proporciona na minha vida,  
À minha mãe, meu pai e irmãos pelo amor incondicional  
a mim dedicado e por estarem sempre juntos nos  
momentos mais difíceis, esta vitória é de todos nós.

Viver a vida é uma forma em que não há receitas ou dicas,  
você apenas tem que viver. É ter novas descobertas a cada manhã,  
e não saber o que te espera no fim da tarde.

Autor Desconhecido

## AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Deus por todos os momentos vividos nessa jornada, pelo fortalecimento espiritual, por me dar força e confiança para continuar tentando até conseguir concluir todas as etapas dessa empreitada que foram importantes na minha vida profissional e pessoal;
- Aos meus familiares, em especial aos meus pais e irmãos pelo apoio, financiamento, carinho e, sobretudo por todo incentivo e encorajamento nos momentos mais difíceis;
- A Prof. Dra. Antonia Lúcia de Souza pela atenção, orientação, ensinamentos, sugestões, críticas e experiências compartilhadas;
- Ao Prof. Dr. Antonio Gouveia de Souza, pela orientação, amizade, profissionalismo e por disponibilizar meios para a realização desse estudo;
- A Prof. Dra. Alfredina dos Santos Araujo pela orientação, amizade, por disponibilizar meios para a realização desse estudo e pelos incentivos nos momentos difíceis e pelo exemplo de profissionalismo;
- Aos professores do LACOM e da PPGQ/UFPB, por todos os ensinamentos proporcionados e troca de experiências;
- A Marco Aurélio e Marcos Pequeno que contribuíram enormemente em todas as etapas desse trabalho;
- Ao amigo Luis Paulo que esteve presente em todas as análises, contribuindo enormemente para a realização e conclusão deste projeto;
- As amigas e técnicas de laboratório do CCTA/UFCG Fabiola, Welida, Jeanne e Climene, pela troca de experiências, realização de análises, companheirismo e incentivo nas etapas desse estudo;
- A José Nildo por ter cedido os frutos do Mari para a realização deste estudo;
- A minha irmã Fabiana e Gislânea pela correção deste projeto;
- Aos grandes amigos conquistados no LACOM: Marco Aurélio, Andrea Suame, Rebeca, Ana Flávia, Anderson, João Jarlys, Augusto, Jefferson, Kiko, Pedro, Ielena, Guilherme, Arnaira, Alex, Kleber, por me recebem com muito carinho e me propiciaram uma excelente convivência, além de contribuírem na troca de experiências e conhecimentos;
- Aos amigos e parceiros da UFCG/CCTA/CVT: Luis Paulo, Dani, Zelia, Milena, Fabiola, José Nildo, Fernanda Nunes, João Felipe, Geraildo, Dona Lucia, Rosane,

Karla, Ana Flávia, Williane, que propiciaram momentos de excelente convivência e momentos de descontração, além de contribuírem de forma direta ou indireta na conclusão deste estudo;

- Ao Centro Vocacional Tecnológico e UFCG/CCTA pela disponibilidade na realização das análises;
- E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma na realização e desenvolvimento deste projeto.

Muito Obrigado a todos.

**Título:** Farelos dos frutos de *Geoffroea spinosa*: composição química, caracterização térmica e físico-química e aplicação como aditivos de pães

**Autor:** Everton Vieira da Silva

**Orientadores:** Prof. Dr<sup>a</sup>. Antônia Lúcia de Souza

Prof. Dr. Antônio Gouveia de Souza

## RESUMO

A preocupação com uma alimentação de qualidade tem aumentado nos últimos anos e a procura por alimentos funcionais principalmente de origem natural tem sido objeto de estudos em indústrias e institutos de pesquisa do mundo inteiro. Neste trabalho são relatados os dados da caracterização físico-química, o estudo da estabilidade térmica e oxidativa dos farelos obtidos do mesocarpo e da amêndoa do fruto do Marizeiro (*Geoffroea spinosa*) bem como a aplicação dos mesmos como aditivos em pães em composições variadas, visando o seu consumo na forma de um alimento funcional. Os dados da caracterização físico-química revelaram excelentes níveis protéicos em todas as amostras e teores de amidos de 49 e 51% para as amostras FAC (farelo da amêndoa cozida) e FAI (farelo da amêndoa *in natura*) respectivamente. Com relação às análises de acidez, pH, sólidos solúveis, umidade, cinzas, teor de cloreto, lipídios e açúcares solúveis totais e redutores, todos os teores estão dentro dos padrões constantes na legislação brasileira. A análise termogravimétrica revelou diferenças entre os teores de cinzas e de umidades encontrados pelos métodos padrões de análises, mostrando não ter diferenças relevantes entre os farelos *in natura* e os farelos cozidos. A análise do potencial antioxidante indicou que os farelos do fruto do Marizeiro são fontes de antioxidantes consideráveis, principalmente os farelos obtidos da amêndoa, pois revelaram teores fenólicos totais, de flavonóides e de antocianinas compatíveis com fontes convencionais de antioxidantes. As análises microbiológicas mostraram não haver a presença de Coliformes a 45 °C e de *Salmonella* sp, bem como evidenciaram a redução de bolores e de leveduras nos pães fabricados, mostrando que os aditivos também proporcionaram efeito antimicrobiano. O conteúdo energético dos pães aditivos mostrou-se satisfatório quando comparado ao pão controle, indicando que o fato dos farelos serem fontes de proteínas, dá um caráter de alimento funcional ao pão.

**Palavras-chave:** *Geoffroea spinosa*, aditivos, antioxidantes, pães

**Title:** Fruit of sharps *Geoffroea spinosa*: chemical composition, thermal characterization and physical chemical and application as additives of bread.

**Author:** Everton Vieira da Silva

**Guiding:** Prof. Dr<sup>a</sup>. Antônia Lúcia de Souza

Prof. Dr. Antônio Gouveia de Souza

## ABSTRACT

Concern for quality food has increased in recent years and demand for functional foods, mainly of natural origin has been studied in industries and research institutes worldwide. This project relate informations of the characteristic physical-chemical, the study of the thermal and oxidative stability of the crumb obtained of the pith and of the almond by Marizeiro fruit (*Geoffroea spinosa*) as well as their application as mixture in bread in various compositions, aiming its consumption in way by a functional food. The information about characterization physical-chemical showed excellent protein levels at al the samples and starchs content of the 49 a 51% for samples FAC (bran almond baked) and FAI (bran almond *in natura*) respectively. In relation to acidic analyses, pH, soluble solids, humidity, grays, chloride content, fats and total and limited soluble sugar, all the content are inside the Brazilian law standard. The thermogravimetric analyse revealed differences between the gray content and of humidities founded by the methods standard by analyses, showing that there are not crumbs and boiled crumbs. The analyse of the oxidant potential showed that the sharps fruit of Marizeiro are significant sources of antioxidants especially the almond crumbs obtained, as revealed total phenolic contents of flavonoids and anthocyanins compatible with conventional sources of antioxidants. Microbiological analyses showed no presence of coliforms at 45 °C, and *Salmonella* sp, as well as reducing mold additive antimicrobial effect also provided. The energy content of bread additives proved satisfactory when compared to the control bread, given the fact that the sharps are sources of protein, gives a character of functional food.

**Keywords:** *Geoffroea spinosa*, additives, antioxidants, bread

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Marizeiro ( <i>Geoffroea spinosa</i> ) .....	32
Figura 02: Redução de oxigênio na formação de radicais livres .....	52
Figura 03: Estrutura geral dos flavonóides .....	55
Figura 04: Estrutura geral dos Ácidos Benzóicos .....	56
Figura 05: Estrutura geral dos Ácidos cinâmicos e cumarinas .....	56
Figura 06: Estrutura básica dos flavonóides .....	59
Figura 07: Estrutura geral dos flavanóis .....	60
Figura 08: Estrutura geral dos flavonóis .....	60
Figura 09: Estrutura geral da flavona .....	61
Figura 10: Estrutura geral das antocianidinas .....	61
Figura 11: Estrutura geral das isoflavonas .....	62
Figura 12: Estrutura geral das flavanonas .....	62
Figura 13: Mecanismo de ação antioxidante dos flavonóides .....	64
Figura 14: Estrutura geral das antocianinas .....	65
Figura 15: Mecanismo de ação antioxidante das antocianinas .....	66
Figura 16: Estruturas de diversos carotenóides .....	67
Figura 17: Estruturas de diversos carotenóides hidrocarbonetos .....	68
Figura 18: Estruturas de diversos carotenóides alcoóis .....	68
Figura 19: Estruturas de carotenóides cetonas .....	69
Figura 20: Estruturas de carotenóides epóxido .....	69
Figura 21: Estrutura de carotenóide éter .....	70
Figura 22: Estrutura de carotenóide ácido .....	70
Figura 23: Estrutura de carotenóide éster .....	70
Figura 24: Ação de carotenóide frente a radical livre e formação de peróxido .....	71
Figura 25: Reações de carotenóides em ação antioxidante .....	71
Figura 26: Procedimento de descasque dos frutos do Marizeiro .....	76
Figura 27: Mari Cozido e Separação Mesocarpo e Amêndoa .....	77
Figura 28: Amostras em processo de Secagem .....	77
Figura 29: Moinho utilizado e amostra captada .....	78
Figura 30: Medidor de pH utilizado na análise .....	79
Figura 31: Refratômetro utilizado na análise .....	79

Figura 32: Determinador de umidade utilizado na análise .....	80
Figura 33: Aparelho de Soxhlet utilizado na análise .....	81
Figura34: Espectrofotômetro utilizado na análise .....	81
Figura 35: Bloco digestor e destilador de nitrogênio utilizado em análise .....	82
Figura 36: Preparo dos pães em diferentes formulações .....	87
Figura 37: Etapas de fabricação do pão .....	87
Figura 38: Farelos produzidos a partir do mesocarpo e amêndoa do Mari .....	93
Figura 39: Resultados médios de Acidez Titulável dos farelos de Mari .....	94
Figura 40: Resultados médios de pH obtidos nos farelos analisados .....	95
Figura 41: Teor de sólidos solúveis nos farelos analisados .....	96
Figura 42: Teores de umidade presentes nos farelos do Mari .....	97
Figura 43: Teor de cinzas presentes nos farelos analisados .....	98
Figura 44: Teor de cloretos dos farelos do Mari .....	99
Figura 45: Quantidade de Ácido Ascórbico existente nos farelos analisados .....	100
Figura 46: Teor de lipídios nos farelos produzidos .....	101
Figura 47: Curva padrão de glicose para determinação de açúcar sol. totais nos farelos .....	102
Figura 48: Teor de Açúcares Totais em farelos .....	102
Figura 49: Curva padrão de glicose para determinação de açúcar redutor nos farelos .....	103
Figura 50: Teor de Açúcares redutores em farelos obtidos .....	103
Figura 51: Nível protéico nos farelos produzidos .....	104
Figura 52: Curva padrão de glicose para determinação de teor de amido nos farelos .....	105
Figura 53: Quantidade de amido nos farelos obtidos .....	106
Figura 54: Valor energético dos farelos .....	107
Figura 55: Curva padrão de ácido gálico para determinação de compostos fenólicos nos farelos .....	108
Figura 56: Teor de compostos fenólicos totais dos farelos do fruto Mari .....	108
Figura 57: Teor de flavonóides totais nos farelos obtidos .....	109
Figura 58: Teor de Antocianinas nos farelos obtidos .....	110
Figura 59: Teor de carotenóides nos farelos analisados .....	111
Figura 60: TG dos farelos FAC, FAI, FMC e FMI .....	112
Figura 61: Pães aditivados com farelos de Mari em diferentes concentrações .....	116
Figura 62: Teor de acidez dos pães aditivados com os farelos de Mari .....	117
Figura 63: pH em pães aditivados com farelos FAC, FAI, FMC e FMI .....	118

Figura 64: Teor de sólidos solúveis existentes nos pães (convencional e aditivados) .....	119
Figura 65: Níveis de umidade existentes nos pães produzidos .....	120
Figura 66: Quantidade de cinzas nas amostras de pães produzidos .....	121
Figura 67: Teor de cloretos nas amostras de pão .....	122
Figura 68: Teor de lipídios em pães produzidos .....	123
Figura 69: Curva padrão de glicose para determinação de açúcar sol. totais em pães .....	124
Figura 70: Teor de açúcares solúveis totais em pães comuns e aditivados .....	124
Figura 71: Curva padrão de glicose para determinação de açúcar redutor em pães .....	125
Figura 72: Teor médio de açúcares redutores em pães comuns e aditivados .....	126
Figura 73: Teor de proteínas nas amostras de pães produzidos .....	127
Figura 74: Curva padrão de glicose para determinação do teor de amido em pães .....	128
Figura 75: Teor médio de amido nas amostras de pães aditivados .....	128
Figura 76: Média de teor energético de pães produzidos e analisados .....	129
Figura 77: Dados quantitativos de coliformes a 35 °C em pães comuns e aditivados .....	130
Figura 78: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FAC 5% e 10% .....	131
Figura 79: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FAI 5% e 10% .....	131
Figura 80: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FMC 5% e 10% ....	132
Figura 81: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FMI 5% e 10% .....	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Teor de umidade em diversos alimentos .....	38
Tabela 02 – Correção para obter o valor do grau Brix em relação a temperatura .....	42
Tabela 03 – Teor de gordura aproximado de alguns alimentos .....	46
Tabela 04 – Teor de proteínas em alguns alimentos usais .....	48
Tabela 05 – Fatores de conversão de nitrogênio total em proteína .....	50
Tabela 06 – Formulação do Pão comum (PC) preparado .....	86
Tabela 07 – Composição de pão aditivado com farelos de FAC, FAI, FMC e FMI .....	86
Tabela 08: Dados obtidos na análise térmica dos farelos FAC, FAI, FMC e FMI .....	113

## LISTA DE SIGLAS

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ABRITRIGO: Associação Brasileira da Indústria do Trigo

ABIP: Associação Brasileira das Indústrias de Panificação e Confeitaria

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

AT&R: Ache Tudo & Região

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IAL: Instituto Adolfo Lutz

ABAM: Associação Brasileira dos Produtores de Amido

RAI: Revista Alimentos e Ingredientes

CVT: Centro Vocacional Tecnológico

MI: Mari *in natura*

MC: Mari cozido

FAC: Farelo da Amêndoa Cozida

FAI: Farelo da Amêndoa *in natura*

FMC: Farelo do Mesocarpo Cozido

FMI: Farelo do Mesocarpo *in natura*

A.O.A.C.: Association Official Analytical Chemists

ICTA: Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos

PC: Pão Normal

RDC: Resolução da Diretoria Colegiada

$DP_M$  = Desvio Padrão Médio

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	221
2. Objetivos .....	254
2.1 Objetivo geral.....	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3. Fundamentação teórica.....	27
3.1 A Caatinga: Um bioma do nordeste brasileiro.....	27
3.2 A família Leguminosae e o bioma da Caatinga .....	29
3.3 <i>Geoffroea spinosa</i> .....	31
3.4 O Mari e o uso na alimentação nordestina.....	33
3.5 Caracterização química, física e biológica de alimentos .....	34
3.5.1 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	35
3.5.2 Acidez Total Titulável .....	36
3.5.3 Umidade ou Teor de Água.....	37
3.5.4 Cinzas .....	39
3.5.5 Teor de Cloretos .....	41
3.5.6 Sólidos Solúveis .....	41
3.5.7 Amido .....	42
3.5.8 Carboidratos .....	43
3.5.9 Lipídios .....	44
3.5.10 Proteínas.....	47
3.6. Radicais Livres, Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante .....	51
3.6.1 Radicais Livres .....	51
3.6.1.1 Atividade Antioxidante .....	52
3.6.2 Compostos Fenólicos.....	54
3.6.2.1 Categorias de Compostos Fenólicos .....	55
3.6.2.2 A Ação antioxidante dos compostos fenólicos .....	57
3.6.3 Pigmentos Naturais.....	58
3.6.3.1 Flavonóides Totais.....	59
3.6.3.1.1 Ação antioxidante dos flavonóides.....	63
3.6.3.2 Antocianinas .....	64
3.6.3.2.1 Ação antioxidante das Antocianinas .....	65
3.6.3.3 Carotenóides .....	66
3.6.3.3.1 Ação antioxidante dos carotenóides .....	71

3.6.4. Análise Térmica .....	72
3.6.5 Farinha de Trigo e Produção de Pães.....	72
4. Metodologia.....	76
4.1 Obtenção, higienização e descascamentos dos frutos do Marizeiro.....	76
4.2 Cozimento dos frutos.....	76
4.3 Secagem.....	77
4.4. Moagem.....	77
4.5. Caracterização Físico-química das amostras .....	78
4.5.1 Acidez Total.....	78
4.5.2. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	78
4.5.3 Sólidos Solúveis Totais (°Brix) .....	79
4.5.4 Umidade.....	79
4.5.5 Cinzas .....	80
4.5.6 Teor de Cloretos .....	80
4.5.7 Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	80
4.5.8 Lipídios .....	80
4.5.9 Açúcares Solúveis Totais (AST) .....	81
4.5.10 Açúcares Redutores .....	82
4.5.11 Proteínas.....	82
4.5.12 Teor de amido.....	83
4.5.13 Valor Energético.....	83
4.6 Determinação de Compostos Fenólicos e Carotenóides .....	83
4.6.1 Teor de Compostos Fenólicos Totais.....	83
4.6.2 Flavonóides .....	84
4.6.3 Antocianinas.....	84
4.6.4 Carotenóides.....	84
4.7 Análise Térmica .....	85
4.8 Aditivção de pães com farelos.....	85
4.8.1 Formulações .....	85
4.8.2 Preparo de Massa.....	86
4.8.3 Divisão e Forneamento dos pães .....	87
4.8.4 Caracterizações Químicas dos Pães Comum e Aditivados .....	87
4.8.4.1 Acidez Total .....	88
4.8.4.2 Potencial hidrogeniônico (pH).....	88
4.8.4.3 Sólidos Solúveis.....	88

4.8.4.4 Umidade .....	88
4.8.4.5 Cinzas.....	88
4.8.4.6 Teor de Cloretos .....	89
4.8.4.7 Lipídios .....	89
4.8.4.8 Açúcares Solúveis Totais .....	89
4.8.4.9 Açúcares Redutores .....	89
4.8.4.10 Proteínas .....	89
4.8.4.11 Amido.....	90
4.8.4.12 Valor Energético.....	90
4.8.5 Análise Microbiológica.....	91
5. Resultados e discussão dos farelos.....	93
5.1 Obtenção dos farelos .....	93
5.2 Caracterização físico-química.....	94
5.2.1 Acidez Titulável .....	94
5.2.2 Potencial hidrogeniônico (pH) .....	95
5.2.3 Sólidos Solúveis (°Brix).....	96
5.2.4 Umidade.....	96
5.2.5 Cinzas .....	97
5.2.6 Teor de Cloretos .....	98
5.2.7 Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	99
5.2.8 Lipídios .....	100
5.2.9 Açúcares Solúveis Totais .....	101
5.2.10 Açúcares Redutores .....	103
5.2.11 Proteína .....	104
5.2.12 Amido .....	105
5.2.13 Valor Energético.....	106
5.3 Compostos Fenólicos e Carotenóides.....	107
5.3.1 Compostos Fenólicos.....	108
5.3.2 Flavonóides Totais.....	109
5.3.3 Antocianinas totais .....	110
5.3.4 Carotenóides.....	111
5.4 Análise Térmica .....	112
6. Resultados e discussão da aditivção .....	115
6.1 Pão aditivado com farelos de Mari.....	115
6.2 Formulações e produto final .....	115

6.3 Caracterização química.....	116
6.3.1 Acidez titulável.....	116
6.3.2 Potencial hidrogeniônico (pH) .....	117
6.3.3 Sólidos Solúveis .....	118
6.3.4 Umidade.....	119
6.3.5 Cinzas .....	120
6.3.6 Teor de Cloretos .....	121
6.3.7 Lipídios .....	122
6.3.8 Açúcares Solúveis Totais .....	123
6.3.9 Açúcares Redutores .....	125
6.3.10 Proteínas.....	126
6.3.11 Amido .....	127
6.3.12 Valor Energético.....	129
6.4 Caracterização microbiológica.....	129
7. Conclusão .....	134
8. Referências bibliográficas .....	137
9. Anexos.....	1543
9.1 Dados obtidos nas análises químicas do farelo do mesocarpo e amêndoa do Mari .....	154
9.1.1 Acidez.....	154
9.1.2 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	154
9.1.3 Sólidos Solúveis (°Brix).....	154
9.1.4 Umidade.....	155
9.1.5 Cinzas .....	155
9.1.6 Teor de Cloretos .....	155
9.1.7 Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	156
9.1.8 Lipídios .....	156
9.1.9 Açúcares Solúveis Totais (AST) .....	156
9.1.10 Açúcares Redutores Totais (ART).....	157
9.1.11 Proteínas.....	157
9.1.12 Amido .....	157
9.1.13 Valor Energético.....	158
9.2 Dados obtidos nas análises de compostos fenólicos e carotenóides.....	158
9.2.1 Compostos Fenólicos Totais .....	158
9.2.2 Flavonóides .....	159
9.2.3 Antocianinas.....	159

9.2.4 Carotenóides.....	159
9.3 Dados obtidos nas análises químicas dos pães aditivados .....	160
9.3.1 Acidez.....	160
9.3.2 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	160
9.3.3 Sólidos Solúveis (°Brix).....	161
9.3.4 Umidade.....	162
9.3.5 Cinzas .....	163
9.3.6 Teor de Cloretos .....	163
9.3.7 Lipídios .....	164
9.3.8 Açúcares Solúveis Totais (AST) .....	165
9.3.9 Açúcares Redutores Totais (ART).....	165
9.3.10 Proteínas.....	166
9.3.11 Amido .....	167
9.3.12 Valor Energético.....	168
9.4 Dados microbiológicos obtidos nos pães aditivos .....	168
9.4.1 Coliformes a 35 °C .....	168
9.4.2 Coliformes a 45° C e <i>Salmonella sp</i> .....	169
9.4.3 Bolores e Leveduras .....	169
9.5 Curvas padrões adotadas.....	169
9.5.1 Farelos - Açúcares Solúveis Totais.....	169
9.5.2 Farelos - Açúcares Redutores.....	170
9.5.3 Farelos – Amido .....	170
9.5.4 Farelos - Fenólicos Totais.....	171
8.5.5 Pães aditivados – Açúcares Solúveis Totais .....	172
9.5.6 Pães aditivados - Açúcares Redutores Totais.....	172
9.5.7 Pães Aditivados – Amido.....	173

# Introdução

## 1. INTRODUÇÃO

Uma alimentação correta não significa ser restritiva ou monótona, ao contrário, um dos princípios fundamentais para uma alimentação saudável é a variedade. O consumo de alimentos diferentes implica na ingestão de nutrientes variados, fundamental ao bom funcionamento do organismo humano (CANDEIAS *et al*, 2005). De acordo com Brasil (2010), uma alimentação saudável precisa ter como enfoque principal o resgate de hábitos alimentares regionais, isso estimula o consumo de alimentos *in natura*, produzidos em nível local, integrados à cultura da região e de alto valor nutritivo, como frutas, legumes e verduras, grãos integrais, leguminosas, sementes e castanhas, além de ser fundamental a higiene durante as etapas de processamento e consumo.

Atualmente, há um grande consumo de alimentos ricos em aditivos que, embora melhorem as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais destes alimentos, não possuem nenhuma função específica na nutrição (ANVISA, 1997).

Levando-se em conta o resgate de alimentos regionais e saudáveis, bem como o uso de aditivos naturais para aplicação em alimentos, o fruto do Marizeiro (*Geoffroea spinosa*), apresenta-se como uma fonte alternativa no nordeste brasileiro, região conhecida por ter poucos recursos hídricos, aliado a uma considerável escassez de alimentos entre as populações rurais da região.

O Marizeiro é uma planta originária do bioma caatinga, vegetação característica da Região Nordeste do Brasil, que já fora considerada uma fonte de alimento. O fruto do Marizeiro, Mari, apresenta-se como uma massa oleosa, doce e comestível quando cozida e a amêndoa, inserida no interior do fruto, também é comestível, sendo consumida na forma de farinha (SANCHES *et al*, 2006; SOUZA *et al*, 2011). Trata-se de uma farinha bastante nutritiva, consumida nos períodos mais críticos da seca, porém tem caído em desuso nas gerações atuais e o Marizeiro assim como outras espécies da caatinga é uma planta em risco de extinção.

O pão é um produto de larga aceitação popular e possui excelentes características sensoriais, baixo custo de produção, além de ser acessível a praticamente todas as classes sociais (ABIP, 2010). Trata-se de uma fonte inestimável de carboidratos, portanto, de energia.

Por definição, pão é o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa, fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e/ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das

mesmas e água, podendo conter outros ingredientes (ANVISA RDC n. 90, 2000), tais como, aditivos, que têm como finalidade melhorar a qualidade do produto final ou até mesmo mudar suas características. Normalmente esses aditivos, geralmente artificiais, agem com a finalidade de equilibrar a atividade enzimática da farinha ou melhorar a textura ou resistência da massa e a tolerância ao processo de panificação. Dentre esses novos ingredientes encontramos: enzimas, gorduras, leite em pó, ácido ascórbico, ácido láctico, surfactante, brometo de potássio, estearoil-2-lactil latato de sódio ou cálcio, e além disso, para melhorar a qualidade nutricional do produto, pode-se adicionar ingredientes como ovos, farinhas de outros cereais como a de soja, por exemplo. Ou até mesmo, farinha de trigo enriquecida por vitaminas e sais minerais (UFRGS, 2012).

Seu mercado vem crescendo rapidamente em todo mundo e por isso, visa uma demanda maior na criação de novas plantas, maquinários, formulações e aditivos alimentícios seguros (BATTOCHIO *et al*, 2006).

A popularidade do pão é devida, sem dúvida, ao excelente sabor, preço e disponibilidade em milhares de padarias e supermercados do país. O segmento de panificação e confeitaria no Brasil representa um faturamento anual ao redor de R\$ 56,3 bilhões (ABIP, 2010). Já o consumo de pão no Brasil é de 27 kg anuais por pessoa, o que representa metade da porção recomendada por organizações mundiais como a OMS – 60 kg/habitante/ano, e FAO – 50 kg/habitante/ano (BATTOCHIO *et al*, 2006). Devido a isso, existe a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que visem o melhorando deste produto tão importante na mesa do consumidor.

Com base no exposto, este trabalho relata a obtenção dos farelos das partes dos frutos do Marizeiro, mesocarpo e amêndoa, a caracterização físico-química, o perfil biológico, o estudo da estabilidade térmica através da termogravimetria e a aplicação dos mesmos como aditivos de pães.

# Objetivos

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho teve como objetivo obter os farelos do mesocarpo e da amêndoa do fruto do Marizeiro (*Geoffroea spinosa*), como também determinar as propriedades térmicas e físico-químicas, o perfil microbiológico e a aplicação dos mesmos como aditivos em pães.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obter os farelos do mesocarpo e amêndoa do Mari *in natura* e cozidos;
- Determinar as características físico-químicas dos farelos obtidos;
- Avaliar a estabilidade térmica dos farelos através da análise termogravimétrica (TG/DTG);
- Analisar o conteúdo de fenólicos totais, de flavonóides, de antocianinas e de carotenóides dos farelos;
- Aplicar os farelos do Marizeiro em diferentes concentrações na fabricação de pães e avaliar a influência destes no produto final;
- Verificar as características físico-químicas dos pães aditivados e convencional;
- Examinar o perfil microbiológico nos pães aditivados produzidos;
- Estudar a cinética do crescimento microbiano das amostras de pães.

# Fundamentação Teórica

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 A CAATINGA: UM BIOMA DO NORDESTE BRASILEIRO

Característica da região nordeste do Brasil, a Caatinga é considerada a quarta maior formação vegetacional, sendo reconhecida como uma das 37 grandes áreas naturais do planeta (LEITE *et al*, 2009). O bioma caatinga segundo o IBAMA é o principal ecossistema existente na região nordestina, estendendo-se pelo domínio de climas semi-áridos, numa área de 73.683.649 ha, representando cerca de 6,3% do território nacional, podendo ser encontrado nos estados da Bahia, Ceará, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Alagoas, Maranhão e Minas Gerais.

O termo Caatinga é originário do tupi-guarani e significa “mata branca”, e tem sido considerado um bioma único, pois, apesar de estar localizado em área seca e quente, apresenta grande variedade de paisagens, relativa à riqueza biológica e endemismo (SILVA *et al*, 2003), como ressalta o pesquisador Marcos Antonio Drumond em entrevista a IHU On-line (2012).

A caatinga possui uma particularidade ímpar e uma beleza excepcional que reside na diversidade de paisagens e o contraste visual proporcionado pelas estações de seca e chuvosa.

De forma geral, o solo é raso e rico em minerais, mas pobre em matéria orgânica, já que a decomposição do referido material é prejudicado pelas altas temperaturas e a luminosidade intensa durante todo o ano. Fragmentos de rochas são frequentes na superfície, devido o relevo ser formado por planaltos e depressões, o que dá ao solo um aspecto pedregoso, que dificilmente armazena a água no período das chuvas (EMBRAPA, 1999).

A presença de minerais no solo é garantia de fertilidade, em um ambiente que sofre com a falta de chuvas, por isso, nos poucos meses chuvosos algumas regiões secas, rapidamente se transformam, dando espaço à árvores verdes e gramíneas. Mas no meio de tanta aridez, a caatinga surpreende com suas “chamadas ilhas de umidade” e solos férteis, são os brejos que quebram a monotonia das condições físicas e geológicas dos sertões, onde é possível a produção de quase todos os alimentos e frutas peculiares aos trópicos do mundo e necessários para a sobrevivência dos sertanejos (AT&R, 1999; SOARES, *et al*, 2011).

A fauna também é prejudicada pelos períodos de estiagem, mesmo assim é considerada bem diversificada e composta por répteis, especialmente lagartos e cobras,

roedores, insetos, aracnídeos, cachorro-do-mato, arara azul, sapo-cururu, asa branca, cutia, gambá, preá, veado-catingueiro, tatupeba, sagui-do-nordeste, entre outros (NUNES *et al*, 2012).

No tocante a flora, a ocorrência de secas estacionárias e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas, onde a mesma volta a brotar ficando verde novamente nos curtos períodos de chuva (IBAMA). A vegetação é então constituída principalmente de árvores e arbustos, sendo a forma arbustiva composta por espécies lenhosas de pequeno porte (geralmente até 5 m de altura), entremeadas por cactáceas e bromélias terrestres, porém esse bioma compreende também uma forma de vegetação de porte mais elevado e denso, designado como caatinga arbórea, com espécies de mais de 20 metros de altura, mas consideradas raríssimas atualmente devido à exploração histórica desenfreada (DRUMOND *et al*, 2000).

Segundo a Associação Caatinga (2010) para sobreviver aos períodos secos do ano em que geralmente ocorrem de 6 a 8 meses, as espécies de vegetais desenvolveram estratégias como a xerofilia, que indica a tolerância a seca; a microfilia, que aponta folhas miúdas e caducifólias ou as transformadas em espinhos com o intuito de evitar a perda excessiva de água, suculência e a presença de raízes tuberosas para armazenamento de água, sendo esses os mecanismos de adaptação das plantas ao meio, com o intuito de suprir as deficiências causadas pela transpiração excessiva, decorrente das altas temperaturas comuns nesses períodos, como mostra Leite *et al* (2009), a vegetação é composta principalmente por espécies xerofíticas, podendo apresentar uma fisionomia arbustivo-arbórea, ocorrendo em áreas com marcada sazonalidade.

Esse bioma apresenta duas estações não bem definidas, uma quente e seca e outra com chuva, sendo assim comum às irregularidades na distribuição das chuvas com índices variando entre 250 e 1.000 mm por ano e geralmente concentrado durante dois ou três meses. Devido a essas irregularidades fazem com que a vegetação da caatinga seja constituída de espécies lenhosas de pequeno porte, herbáceas, cactáceas e bromeliáceas. Sendo as primeiras dotadas de espinhos, geralmente caducifólias, perdendo suas folhas no início da estação seca, que determina a densidade, frequência e domínio das espécies (DRUMOND *et al*, 2000).

Segundo a EMBRAPA (2012) após estudos quantitativos e qualitativos sobre a flora e a vegetação da caatinga, foram registrados cerca de 1551 espécies arbóreas e arbustivas, sendo que 380 só ocorre nesse tipo de vegetação com destaque para as leguminosas que

apresentam o maior número de espécies endêmicas, nas quais segundo Drumond *et al* (2000), pode ser dividido de acordo com o potencial forrageiro, frutífero e medicinal.

Em termos forrageiros, a caatinga mostra-se bastante rica e diversificada. Entre as espécies merecem ênfase o Angico (*Anadenanthera macrocarpa Benth*); o Pau-ferro (*Caesalpiniaferrea mart Ex Tvl.*); a Caatingueira, a Catingueira-rasteira (*Caesalpinia microphylla Mart.*); a Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), o Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth*), o Juazeiro (*Zizyphus joazeiro Mart*) e o Marizeiro (*Geoffraea spinosa Jacq.*), fazem parte das espécies arbóreas. O Mororó (*Bauhinia sp*), o Feijão-bravo (*Capparis flexuosa L*), o Mata-pasto (*Sema sp*) são as mais comuns entre as arbustivas e subarbustivas e as mucuñas (*Stylozobium sp*) e as cunhas (*Centrosema sp*) entre as lianas e as cunhas (DRUMOND *et al*, 2000).

Em relação aos frutíferos, destacam-se o Umbu (*Spondias tuberosa arruda*), mangaba (*Hancornia speciosa Mart.*), Jatobá (*Hymeneae spp*) e o licuri (*Syagrus coronatta (Matt) Becc*), que são explorados de forma extrativista pela população local (DRUMOND *et al*, 2000).

A caatinga também é bastante utilizada no campo medicinal de uso popular, onde se destaca o uso de folhas, cascas e raízes com a aroeira (*Myracrodruon urundeuva F.F. & M.M.*) Alemão (adstringente), Caatingueira (antidiarreia), Velame (*Croton campestris (St Hill) Muell Arg*) e marmeleiro (*Croton sonderianus Muell Arg*) (antifebris) entre outros (DRUMOND *et al*, 2000).

Diante disso, percebemos a vasta diversidade vegetativa da caatinga, onde a família Leguminosae consiste em uma das mais representativas, sendo constituída por 293 espécies, estando distribuídas em suas três subfamílias que fazem parte do nosso estudo (LEITE *et al*, 2009).

### **3.2 A FAMÍLIA LEGUMINOSAE E O BIOMA DA CAATINGA**

A família Leguminosae Juss ou Fabaceae Lindl é a terceira maior família das angiospermas, com cerca de 727 gêneros e cerca de 19.325 espécies diferentes (LEWIS, 2005), ficando atrás apenas da Orchidaceae e Asteraceae. No Brasil, os números são bem destacantes com aproximadamente 188 gêneros e 2.100 espécies, distribuídas em quase todas as formações vegetacionais (BARROSO *et al* 2007; LIMA, 1995).

Segundo Lopes (2008), as espécies dessa família se apresentam como árvores e arbustos de folhas simples ou compostas, pinadas ou bipinadas e estipuladas, inflorescências

paniculadas, racemonas ou espigas. As flores são irregulares, hermafroditas, normalmente com cinco sépalas e cinco pétalas unidas na base, com dez estames livres ou unidos basalmente. Uma característica dessa família é apresentar o fruto do tipo legume, também conhecido como vargem, podendo ocorrer outros tipos como folículo (*Trifolium repens*), lomento (*Desmodium incanum*), Samara (*Tripuana tipu*) e aquênio (*Stylozanthos*).

Quase todas as espécies apresentam uma característica ecológica de extrema importância, que se caracteriza pela simbiose de suas raízes com bactérias do gênero *Rhizobium* e semelhantes, que fixam o nitrogênio da atmosfera (LOPES, 2008).

Mas a riqueza dessa família não pode ser resumida apenas na importância ecológica ou ao grande número e distribuição de suas espécies. Economicamente seu potencial é bastante acentuado, incluindo variedades alimentícias, medicinais, madeireiras, ornamentais, produtoras de fibras e óleos, além de contribuir com a agricultura fixando o nitrogênio nos solos (JUCHUM, 2007).

Para objeto de estudo a Leguminosae é subdividida em três subfamílias distintas, a Fabioideae ou Papilionoideae; a Caesalpinioideae ou Caesalpinaceae e a Mimosoideae ou Mimosaceae, cuja variação dos nomes se dá pela existência de outros sistemas de classificação (FARIA, 2003).

A subfamília Fabioideae é a maior com cerca de 476 gêneros e 14.000 espécies (LEWIS *et al*, 2005) de ampla distribuição pelo mundo. É considerada a subfamília mais evoluída dentre as leguminosas, e também a de maior importância econômica (LOPES, 2008). São árvores, arbustos, ervas anuais ou perenos, trepadeiras; suas folhas são predominantemente trifolioladas, pinadas, digitadas ou raramente unifolioladas; suas flores são fortemente zigomorfas, 5-mera com estandarte ou vexilo, asas ou alas e quila ou carena, dez estames do tipo monodelfos ou diadelfos. Alguns exemplos representativos da Fabioideae podem ser citados, a soja (*Glycinemax*), ervilha (*Pisum sativum*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e alfafa (*Medicago sativa*) (LOPES, 2008; LEWIS *et al*, 2005).

Enquanto a subfamília Caesalpinioideae é constituída por 150 gêneros e aproximadamente 3.000 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais. Predominam árvores e arbustos, cipós, raramente ervas; as folhas são pinadas ou bipinadas e suas flores são grandes, zigomorfas, diplostêmones e dialistêmones. Dentre as espécies mais conhecidas no Brasil dessa subfamília destacamos o Tamarindo (*Tamarindus indica*), Pau-ferro (*Caesalpinia férrea*), Pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) e Sibipiruna (*Caesalpineia peltrophoroides*) (LOPES, 2008; LEWIS *et al*, 2005).

E por fim a subfamília Mimosoideae, que é constituída por 77 gêneros e 3.000 espécies de ampla distribuição geográfica. Suas folhas são bipinadas e suas flores actinomorfas com corola diminuta, diplostêmones ou polistêmones, filetes compridos e coloridos constituindo o atrativo das flores, inflorescência capituliforme (predominante) ou espiciforme. Os exemplos representativos incluem o Faveiro (*Albizia lebbek*), Angico rajado (*Pithecellorhium incuriale*), Bracatinga (*Mimosa scabrella*), Dormideira (*Mimosa pudica*), Ingá-do-brejo (*Inga uruguensis*) (LOPES, 2008; LEWIS *et al*, 2005)

O táxon *Geoffroea* sp ou apenas *Geoffraea* pertence a subfamília Fabioideae e ocorre em toda a America do Sul e será o nosso objeto de estudo.

### 3.3 GEOFFROEA SPINOSA

Pertencente a família da Leguminosae e a subfamília Faboideae ou Papilionoideae, a *Geoffroea* sp ou simplesmente *Geoffraea* é uma espécie taxonomicamente bem definida como um tipo de caducifólias (CAETANO *et al*, 2012), que cresce como árvores únicas, isoladas, em terreno alagável, em margens de rios ou ao lado de água parada em áreas de florestas xerófitas (NASCIMENTO *et al*, 2003). Isto implica que as sementes são capazes de sobreviver a imersão e dispersão em água doce (IRELAND & PENNINGTON 1999).

A *Geoffroea* é um táxon relativamente pequeno e constituído de apenas cinco espécies: *Geoffroea estriata*, *Geoffroea inermis*, *Geoffroea superba*, *Geoffroea decorticans* e *Geoffroea spinosa* (KILLEEN, 1993). Estas espécies são encontradas em florestas neotropicais sazonalmente secas, mais especificamente no nordeste e no cerrado brasileiro, leste do Paraguai e nordeste da Argentina, mas também em áreas menores como nos vales secos Andinos na Bolívia, Peru e Equador, costa Caribenha da Colômbia e Venezuela (NACIRI-GRAVEN *et al*, 2005).

Dentre as espécies citadas apenas as espécies *Geoffroea estriata* e *Geoffroea decorticans* apresentam estudos relacionados a composição química, sendo a primeira rica em flavonóides e a última rica em carotenóides (CAETANO *et al*, 2012).

A espécie *Geoffroea spinosa*, objeto de nosso estudo, é popularmente conhecido como Mari ou Marizeiro (Figura 01), tendo ocorrência natural em matas ciliares e ambiente inundável, como lagoas e áreas depressionárias, em vastas áreas do semi-árido e ecossistemas associados, podendo ser encontrados no nordeste brasileiro e em parte da região Centro-Oeste (SOUZA *et al*, 2011).

Figura 01 – Marizeiro (*Geoffroea spinosa*)



O nome “Mari” ou “Umari” vem de Y-mori, que na língua indígena quer dizer árvore que verta água, alusivo ao fenômeno desta planta de verter água pelos brotos no princípio da estação pluvial, que chega a molhar a terra (LOPES, 2008)

Dotados de espinhos, os indivíduos adultos atingem entre seis e doze metros, são árvores frondosas que apresentam copa longa e com aparência muito peculiar. A madeira é moderadamente pesada, medianamente resistente, podendo ser empregada na fabricação de móveis rústicos, além de lenha e carvão (SOUZA *et al*, 2011). Possui frutos com um endocarpo duplo, lenhoso e rígido, contendo uma única semente (SANCHES *et al*, 2006) que são utilizados na alimentação de muitos nordestinos. As folhas desse vegetal são alternadas, imparipinadas com cinco a nove folículos oblongos que são utilizadas como forragem para rebanho bovino ou caprino, as flores são amareladas, cheirosas e em cachos axilares e o chá é utilizado como antidiarreico (MATOS, 1997).

A *Geoffroea spinosa* também tem sido tradicionalmente utilizada na construção civil, para carpintaria e fabricação de móveis, etc (LUCENA *et al* 2007).

Essa espécie, por ser endêmica, tem se tornado vulnerável a extinção, sobretudo quando seus nichos de ocorrência são ocupados ou profundamente alterados pela ação antrópica. Não obstante a sua importância, a *Geoffroea spinosa* é muito pouco estudada, principalmente pesquisas relacionadas a composição química propriamente dita e a atividade oxidativa e as suas funções como antioxidantes naturais (LOPES, 2008).

### 3.4 O MARI E O USO NA ALIMENTAÇÃO NORDESTINA

O fruto do Mari apresenta forma oval, medindo de dois a quatro centímetros, pele fina que envolve uma massa oleosa, doce e comestível quando cozida. No centro da fruta encontramos um caroço cuja semente ou amêndoa também serve de alimento. Da polpa faz-se farinha para mingau por ocasião das secas e o mesmo em tempos normais nas áreas do sertão. A massa do mesocarpo é utilizada como uma espécie de vermífugo e das folhas pode-se fazer chá, que misturados aos brotos combatem a diarreia e tosse (CARDOSO, 1997).

Em entrevista com Vieira (2012), sertaneja da cidade de Pombal no estado da Paraíba, o Mari é colhido entre os meses de maio e junho, podendo ser prejudicado pelo nível de chuva de cada ano. O fruto é colhido quando apresenta uma aparência amarelada semelhante a frutos típicos como o Cajá e a Macaúba, sendo retirado da própria planta (colheita comum) ou apenas recolhendo os que já caíram, como ressalta a sertaneja entrevistada.

*“O Mari amadurece no próprio pé, ficando bem amarelinho, onde a gente usa os que caem no chão ou então batemos na árvore com uma vara para cair mais algumas, sempre fazemos isso nos meses de maio e junho”.*

O preparo do Mari para a alimentação se dá de forma universal entre os sertanejos. Depois de colhidos, o fruto passa por um processo de limpeza e sanitização para retirada das sujeiras e bactérias, em seguida faz-se um esfregão com o intuito de retirar a fina casca do mesmo, que apresenta sabor adocicado, mas não apreciado pela população local, devido ao receio das impurezas já mencionadas.

*“Depois de colhido, agente pega o Mari e coloca num balde cheio de água e esfrega os frutos até sair à pele, só que algumas pessoas comiam com a pele mesmo porque era bem docinho” (VIEIRA, 2012).*

Depois de lavados, os frutos sem casca são colocados para cozinhar sendo utilizados diferentes tempos de cozimento. Em recipientes abertos, o tempo de preparo mais comum está entre uma hora e meia e duas horas, enquanto em recipientes fechados com pressão em torno de 65 minutos. O Mari é considerado bom para o consumo quando o seu mesocarpo começar a abrir-se durante o preparo. Abre-se o mesocarpo e retira a amêndoa, que apresenta uma fina pele que deve ser eliminada.

*“Depois que a gente lava, pegamos uma panela grande ou uma lata e coloca água e deixa cozinha por duas horas, até abrir uma espécie de bico na parte dura, e logo após agente abre, retira aquela amêndoa, ai você elimina a pele e come moído com leite, café ou normal mesmo, até se saciar” (VIEIRA, 2012).*

O Mari serve ainda de alimentação para muitas pessoas, que por falta de dinheiro recorria a esse fruto saboroso e vindo sem custos, podendo ser armazenado em ambientes naturais por aproximadamente oito dias e em geladeiras por mais de seis meses, sem estragar suas propriedades físicas químicas e funcionais.

*“Muita gente se criou com isso, porque não tinham alimentação por falta de dinheiro, o período era bom para o cultivo porque ainda tem chuva, mas sem o dinheiro não tinha como. Alguns armazenavam por oito dias no chão mesmo, pois agente não tinha geladeira” (VIEIRA, 2012).*

Diante disso, percebemos a importância do Mari para o povo nordestino e em especial as áreas da caatinga, mas não há na literatura trabalhos relacionados ao fruto da *Geoffroea spinosa*, principalmente no âmbito da composição físico química, produção de alimentos diversos e atividade antioxidante natural.

### **3.5 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E BIOLÓGICA DE ALIMENTOS**

A análise de alimentos é muito importante no ensino da Ciência de Alimentos, pois ela atua em vários segmentos desde o controle de qualidade, da fabricação até a estocagem do alimento processado. Além disso, também é muito útil na caracterização de alimentos *in natura*, principalmente alimentos novos e ainda desconhecidos, como frutas típicas do Nordeste brasileiro. Assim, podemos destacar quatro áreas de maior aplicação da análise de alimentos: a indústria, as universidades, institutos de pesquisa e os órgãos governamentais. Nas indústrias, os fabricantes realizam um rígido controle de qualidade, tanto na matéria-prima que recebem como no produto final processado que sai das fábricas. A matéria-prima é comprada e paga tendo em vista as análises realizadas no recebimento. O produto final processado deve possuir qualidades e uniformidades antes de ser colocado no mercado. Para tanto, é necessário um controle analítico nas várias fases do processamento e, por último, no produto final. Nas universidades e institutos de pesquisas, os processos analíticos são utilizados de varias maneiras: pesquisa de nova metodologia analítica; pesquisa de novos

produtos; controle de qualidade dos produtos existentes. Nos órgãos governamentais, a principal utilização de processos analíticos é na fiscalização e no controle de qualidade dos produtos alimentícios e na padronização de novos produtos (CECCHI, 2003).

O termo análise de alimentos é substituído por outros termos como química de alimentos e ou bromatologia, cuja palavra deriva do grego: Broma, Bromatos significa “dos alimentos”; e Logos que significa Ciência. Portanto, podemos definir Bromatologia com a ciência que estuda os alimentos. A Bromatologia estuda os alimentos, desde a sua composição química, sua ação no organismo, seu valor alimentício e calórico, suas propriedades físicas, químicas, toxicológicas e também adulterantes, contaminantes, fraudes e etc. (VICENZI, 2011).

Em análise de alimentos os objetivos se resumem em determinar um componente específico do alimento, ou vários componentes, através de alguma propriedade física como medida de massa e volume, medida de absorção de radiação, medida do potencial elétrico, etc. Basicamente existem dois métodos em análise de alimentos sendo eles, os métodos convencionais que não necessitam de equipamentos mais elaborados, isto é, utilizam apenas as vidrarias e reagentes, através de técnicas de gravimetria e volumetria; e os métodos instrumentais que são realizados em equipamentos eletrônicos (VICENZI, 2011) como espectrofotômetros, cromatógrafos, etc.

Dentre as principais caracterizações na área de alimentos destacam-se: A acidez total titulável, potencial hidrogênionico, ácido ascórbico (vitamina C), umidade, sólidos solúveis, cinzas, cloretos, açúcares totais e redutores, lipídios, amido e proteínas.

### **3.5.1 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)**

O pH é inversamente proporcional à atividade dos íons hidrogênio. A atividade é o teor de íons  $H^+$  efetivamente dissociados, porém, em soluções diluídas, como os alimentos, pode-se considerar a atividade igual à concentração de  $H^+$ . Sendo assim por definição  $pH = -\log[H^+]$  (CECCHI,2003).

Todos os processos que avaliam o pH são colorimétricos ou eletrométricos, sendo que os primeiros usam certos indicadores que produzem ou alteram sua coloração em determinadas concentrações de íons hidrogênio. São processos de aplicação limitada, pois as medidas são aproximadas e não se aplicam às soluções intensamente coloridas ou turvas, bem como às soluções coloidais que podem absorver o indicador, falseando os resultados. Nos

processos eletrométricos empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (IAL, 2008).

De acordo com CECCHI (2003), na área de alimentos, a medida de pH é importante por determinar entre outras, a deterioração do alimento como o crescimento de microrganismos, atividades enzimáticas, texturas em geléias e gelatinas, retenção do sabor-odor de produtos de frutas, estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas e escolha da embalagem.

Segundo CECCHI (2003), alguns cuidados devem ser tomados com certos tipos de alimentos como, por exemplo: bebidas com gás carbônico, devem ser submetidas a agitação mecânica ou a vácuo antes de tomar a medida de pH, pois o CO<sub>2</sub> existente pode formar o gás carbônico e abaixar o pH; bebidas com polpa em suspensão devem ser agitadas para misturar a polpa decantada e medir o pH imediatamente; em produtos sólidos e secos como farinhas, polpa, macarrão e biscoitos deve-se preparar um extrato com suspensão em água e toma-se o pH do líquido sobrenadante; em bebidas alcoólicas deve ter cuidado com a uniformidade do álcool no produto e em produtos sólidos com elevada umidade, devem ser macerados e homogeneizados e os eletrodos colocados em três locais diferentes para verificar a média do pH obtido.

### **3.5.2 ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL**

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção da qualidade do mesmo. A acidez titulável tende a variar de acordo com os compostos naturais dos alimentos, como no caso das frutas, cujo pH varia de 0,2 a 0,3% em frutas de baixa acidez como maçãs vermelhas e bananas, 2,0% em ameixas e acima de 6% em limão, no caso de tecidos vegetais, com exceção do tomate, são consideravelmente mais baixos em acidez, variando de 0,1% em abóbora a 0,4% em brócolis, no caso de produtos marinhos, peixes, aves e produtos cárneos são menores em acidez. Além disso, a acidez pode variar com os produtos formados durante a fermentação ou outro tipo de processamento, podem também ser acrescentados durante o processamento ou resultado da deterioração do alimento (CECCHI, 2003).

A determinação da acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício, onde um processo de decomposição por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio (IAL, 2008). O nível de acidez é aplicado no valor nutritivo, ou seja, na manutenção do

balanceamento ácido base no organismo; indicação de pureza e qualidade em produtos fermentados, como vinhos; indicação de deterioração por bactérias com produção de ácido; indicação de deterioração de óleos e gorduras pela presença de ácidos graxos livres provenientes da hidrólise de triacilgliceróis; critério de identidade de óleos e gorduras pela caracterização dos ácidos graxos presentes; estabilidade do alimento/deterioração, onde os produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração (CECCHI, 2003).

Nos alimentos os principais ácidos orgânicos encontrados são o cítrico, málico, oxálico, succínio, tartárico e os menos conhecidos, isocítrico, fumárico, oxalacético e cetoglutárico. O ácido cítrico é o principal constituinte de várias frutas como limão, laranja, figo, pêsego, pêra, abacaxi, morango e tomate. O ácido málico é predominante em maçã, alface, brócolis e espinafre. O ácido tartárico foi encontrado somente em uvas e tamarindo. A proporção relativa de ácidos orgânicos presente em frutas e vegetais varia com o grau de maturação e condições de crescimento. Por exemplo, ácido málico predomina na uva verde e diminui na uva madura, enquanto o conteúdo de ácido tartárico aumenta inicialmente como ácido livre e mais tarde como tartarato de potássio (CECCHI, 2003).

Os métodos de determinação da acidez podem ser os que avaliam a acidez titulável ou fornecem a concentração de íons hidrogênio livres, por meio de pH, que resumem-se em titular com soluções de álcali padrão a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos graxos obtidos dos lipídios (IAL, 2008).

De acordo com Cecchi (2003) a análise mais comum é a quantitativa, que determina a acidez total por titulação, porém não sendo eficientes para amostras coloridas, que dificultam o ponto de viragem. A acidez titulável é a quantidade de ácido de uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida até o ponto de viragem e em caso de amostras coloridas deve ser usado a titulação com pHmetro

### **3.5.3 UMIDADE OU TEOR DE ÁGUA**

A água é considerada o adulterante universal dos alimentos, por isso sua determinação é de grande importância (VICENZI, 2011), pois a quantidade, localização e estrutura adequada são essenciais para o processo vital, influencia na textura, na aparência, no sabor e na deterioração química e microbiológica dos alimentos (RIBEIRO *et al*, 2007).

A umidade ou teor de água de um alimento está relacionado com sua estabilidade, qualidade e composição e pode afetar a estocagem, onde os alimentos com alta umidade irão deteriorar mais rapidamente em relação aos de baixa umidade, a embalagem, onde a

deterioração pode ocorrer em algumas embalagens se o alimento apresentar elevada umidade, e no processamento de alimentos (CECCHI, 2003). A tabela 01 apresenta valores de teor de água em alguns alimentos.

Tabela 01 – Teor de umidade em diversos alimentos

Alimento	Umidade
Produtos lácteos fluidos	87% - 91%
Leite em pó	4%
Queijos	40% - 75%
Manteiga	15%
Creme de leite	60% - 70%
Sorvetes	65%
Margarina e maionese	15%
Molho de salada	40%
Frutas	65 – 95%
Vegetais	66% em média
Carnes e peixes	50% - 70%
Cereais	Abaixo de 10%
Macarrão	9%
Pães e produtos de padaria	35% – 45%
Açúcar	1% ou menos
Ovos	74%

Fonte: CECCHI (2003)

Quanto maior o teor de água de um alimento, maior é a sensibilidade a deterioração e é por isso que a maioria dos métodos de preservação de alimentos baseia-se na remoção da água pela secagem, na redução da mobilidade da água por congelamento ou, ainda, na adição de solutos (RIBEIRO *et al*, 2007).

A verificação do teor de água é realizada através de processos de secagem que é uma operação unitária de retirada de água de um produto por evaporação ou sublimação, mediante aplicação de calor sob condições controladas, com a finalidade de conservar os alimentos (KAJIYAMA, 2008), inibindo o crescimento microbiano e a atividade enzimática, porém, a

secagem causa uma deterioração tanto na qualidade sensorial quanto no valor nutricional do alimento (ZEN, 2010).

De acordo com IAL (2008), todos os alimentos, independente do método de industrialização, contem água em maior ou menor proporção. A umidade contida no alimento, que pode ser classificada em umidade de superfície, e se refere à água livre ou presente na superfície externa do alimento, facilmente evaporada e umidade adsorvida, encontrada no interior do alimento, sem combinar-se quimicamente com o mesmo. A umidade corresponde a perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições pré determinadas, mas além da água, outras substâncias se volatilizam em conjunto e o resíduo obtido no aquecimento direto é chamado de resíduo seco.

O método de secagem em estufas é o mais utilizado em alimentos, levando cerca de 6 à 18 horas em 100 à 105 °C, ou até peso constante, devido a sua condutividade térmica baixa que provoca limitações para o calor atingir as porções mais internas do alimento (VICENZI, 2011). Amostras de alimentos que se decompõem ou iniciam transformações a esta temperatura, devem ser aquecidas em estufas a vácuo, onde se reduz a pressão e se mantém a temperatura de 70°C. Nos casos em que outras substâncias voláteis estão presentes, a determinação de umidade real deve ser feita por processo de destilação com líquidos imiscíveis. Outros processos usados são baseados em reações que se dão em presença de água. Dentre estes, o método de Karl Fischer é baseado na redução de iodo pelo dióxido de enxofre, na presença de água. Em alimentos de composição padronizada, certas medidas físicas, como índice de refração, densidade, entre outras, são capazes de fornecer uma avaliação da umidade de modo rápido, mediante o uso de tabelas ou gráficos já estabelecidos (IAL, 2008).

#### **3.5.4 CINZAS**

As cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão, sendo importante observar que a composição das mesmas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos devido a perdas por volatilização ou mesmo por reação entre os componentes (CHAVES et. al., 2004).

Os elementos minerais se apresentam na cinza sob forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições da incineração e da composição do alimento (CECCHI, 2003).

Segundo Vicenzi (2011), a cinza é constituída principalmente de macronutrientes, micronutrientes e elementos traços, onde os macronutrientes são requeridos em uma dieta em valores diários acima de 100 mg e normalmente presentes em grandes quantidades nos alimentos, como K, Na, Ca, P, S, Cl e Mg. Os micronutrientes são requeridos em dietas em valores diários abaixo de 100 mg e normalmente presentes em pequena quantidade nos alimentos, como Al, Fe, Cu, Mn e Zn e os elementos traços encontra-se em quantidades muito pequenas nos alimentos, onde alguns são necessários ao organismo humano e muitos deles são prejudiciais, sendo considerados contaminantes químicos, como Ar, I, F, Cr, Co, Cd, entre outros.

A composição da cinza vai depender da natureza do alimento e do método de determinação utilizado, como expõe Cecchi (2003):

- Ca, alta concentração: produtos lácteos, cereais, nozes, alguns peixes e certos vegetais.
- Ca, baixa concentração: todos os alimentos exceto açúcar, amido e óleo.
- P, alta concentração: produtos lácteos, grãos, nozes, carnes, peixes, aves, ovos e legumes.
- Fe, alta concentração: grãos, farinhas, produtos farináceos, cereais, cereais assados e cozidos, nozes, carnes, aves, frutos do mar, peixes, ovos e legumes.
- Fe, baixa concentração: produtos lácteos, frutas e vegetais.
- Na: sal é a principal fonte, e em quantidade média em produtos lácteos, frutas, cereais, nozes, carnes, peixes, aves, ovos e vegetais.
- Mg: nozes, cereais e legumes.
- Mn: cereais, vegetais e algumas frutas e carnes.
- Cu: frutos do mar, cereais e vegetais.
- S: alimentos ricos em proteínas e alguns vegetais.
- Co: vegetais e frutas.
- Zn: frutos do mar e em pequena quantidade na maioria dos alimentos.

O perfil da cinza nos mostra uma indicação do nível de nutrientes que cada tipo de alimento pode conter e também é considerado medida geral de qualidade e usado na identificação de alimentos (ALBUQUERQUE, 2006), verificando o nível de adulteração caso haja.

Segundo Cecchi (2003) o conteúdo de cinzas totais variam consideravelmente para cada tipo de alimento como, por exemplo: os cereais (0,3%-3,3%), produtos lácteos (0,7%-

6,0%), peixes e produtos marinhos (1,2%-3,9%), frutas frescas (0,3%-2,1%), vegetais frescos (0,4%-2,1%), carnes e produtos cárneos (0,5%-6,7%), aves (1,0%-1,2%), nozes (1,7%-3,6%), óleos e gorduras (0,0 para óleos e gorduras vegetais – 2,5% para manteiga e margarina), leguminosas (2,2-4,0), açúcares e xaropes (0,0-1,2%).

### **3.5.5 TEOR DE CLORETOS**

A análise de cloretos é realizada para se determinar o teor de NaCl e KCl que se encontram em um determinado alimento Cecchi (2003). Os cloretos são precipitados na forma de cloretos de prata, em pH levemente alcalino em presença de cromato de potássio, como indicador. O ponto final da titulação é visualizado pela formação de um precipitado vermelho-tijolo de cromato de prata (IAL, 2008).

### **3.5.6 SÓLIDOS SOLÚVEIS**

Os sólidos solúveis totais (°Brix) desempenham um papel primordial para a qualidade dos alimentos, devido a influência nas propriedades termofísicas, químicas e biológicas. Na indústria, a análise do °Brix tem grande importância no controle dos ingredientes a serem adicionados ao produto e na quantidade final. A determinação do °Brix é utilizada nas indústrias de doces, sucos, néctar, polpas, leite condensado, álcool, açúcar, sorvetes, licores e bebidas e geral. A determinação do teor de sólidos solúveis nos frutos, por exemplo, é importante pois quanto maior a quantidade de sólidos solúveis existentes, menor a quantidade de açúcar a ser adicionada durante o processamento pela indústria, assim, diminuindo o custo de produção e aumentando a qualidade do produto (COSTA, et. al.,2004).

De acordo com IAL (2008), a análise de sólidos solúveis por refratometria é aplicável em amostras de produtos de frutas com ou sem a presença de sólidos insolúveis. A determinação do °Brix pode ser estimada pela medida de seu índice de refração por comparação com tabelas de referência.

Na verificação do °Brix deve-se inicialmente ajustar o refratômetro para a leitura de  $n$  em 1,330 com água a 20 °C de acordo com as instruções do fabricante. Transfere-se de 3 à 4 gotas da amostra homogeneizada para o prisma do refratômetro, onde circula a água numa temperatura constante, até equilibrar a temperatura do prisma e da amostra. Em seguida, ler diretamente na escala de °Brix, se a temperatura for diferente de 20 °C ajustar a leitura em relação a temperatura de acordo a tabela 02 (IAL, 2008).

Tabela 02 – Correção para obter o valor do grau Brix em relação a temperatura

Temperatura °C	Subtrair a leitura obtida	Temperatura °C	Adicionar a leitura obtida
-	-	21	0,08
-	-	22	0,16
13	0,54	23	0,24
14	0,46	24	0,32
15	0,39	25	0,40
16	0,31	26	0,48
17	0,23	27	0,56
18	0,16	28	0,64
19	0,08	29	0,73
20	0,00	30	0,81

Fonte: IAL (2008)

### 3.5.7 AMIDO

Amido é o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais. Fécula é o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas). Segundo a Legislação brasileira o produto deverá ser designado amido ou fécula, seguido do nome do vegetal de origem. Esses amidos e féculas são chamados de amidos naturais ou nativos, para se diferenciar dos amidos modificados (ABAM, 2004).

O amido pode ser obtido em espécies vegetais como um carboidrato de reserva, sendo abundante em grãos de cereais (40% a 90% do peso seco), leguminosas (30% a 50% do peso seco), tubérculos (65% a 85% do peso seco) e frutas imaturas ou verdes (40% a 70% do peso seco) (LAJOLO *et al*, 2006).

Estruturalmente, o amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4, originando uma cadeia linear. Já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6, formando uma estrutura ramificada. As proporções em que essas estruturas aparecem diferem em relação às fontes botânicas, variedades de uma mesma espécie e, mesmo numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (ELIASSON, 2004; DENARDIN *et al*, 2009).

O uso do amido nativo é muito diversificado. No Brasil ocorre, principalmente, em indústrias alimentícias, além de metalúrgica, mineração, construção, cosmética, farmacêutica, papel e papelão, têxtil, e outras (ABAM, 2004). Ele é também importante alimentação humana, representando 80% a 90% de todos os carboidratos da dieta (DENARDIN *et al*, 2009).

### **3.5.8 CARBOIDRATOS**

Os carboidratos são os primeiros compostos orgânicos produzidos nas células fotossintéticas das plantas a partir do dióxido de carbono e da água, graças a radiação solar. De todas as substâncias orgânicas existentes, os carboidratos são os mais amplamente distribuídos e os mais abundantes, estando presentes nos tecidos animais e vegetais, assim como nos microrganismos. Nos animais, o principal açúcar é a glicose, e o carboidrato de reserva, o glicogênio; nas plantas, há grande variedade de carboidratos, e o amido é, por excelência, o de reserva (ORDEÑEZ *et al*, 2005).

Os carboidratos fazem parte do grupo de nutrientes básicos e sempre tiveram grande importância na alimentação; mesmo os não digeríveis são considerados de grande interesse para uma alimentação equilibrada. Constituem a principal fonte de energia nas dietas da maioria dos povos do mundo, embora as proteínas proporcionem a mesma energia por grama que os carboidratos, e as gorduras bem mais, os carboidratos digeríveis favorecem a mobilização das gorduras e reduzem o gasto de proteínas. Além de seu valor nutritivo, ajudam a tornar os alimentos mais saborosos e de aspecto agradável (ORDOÑEZ *et al*, 2005).

Quanto às funções os carboidratos são combustíveis energéticos de que os animais necessitam para desenvolver seus movimentos; fornecem energia para ser transformada em trabalho no corpo e fornece calor para regular a temperatura corporal; são essenciais para a completa oxidação das gorduras do corpo, se ausentes há acúmulo de ácidos (acidose) provenientes do metabolismo intermediário das gorduras sendo, portanto antiácidos; são economizadores de proteínas, ou seja, na sua presença o corpo não utiliza as proteínas como fonte de energia e serão aproveitadas em funções mais específicas; são utilizadas como alimentos ou substrato da flora microbiana sintetizadora de diversas vitaminas; são responsáveis pela reação de escurecimento em muitos alimentos; propriedades realógicas na maioria dos alimentos de origem vegetal (polissacarídeos); podem ser utilizados como adoçantes naturais; são utilizados como matéria-prima para alimentos fermentados (VICENZI, 2011).

Os testes qualitativos para identificação dos açúcares são baseados nas reações coloridas provenientes da condensação de produtos de degradação dos açúcares em ácidos fortes com vários componentes orgânicos e por propriedades redutoras do grupo carbonila. Muitos testes qualitativos são realizados em frações separadas por cromatográfica de papel, camada delgada e em coluna. Muitos desses testes qualitativos têm sido adaptados como métodos quantitativos. A ação de ácidos minerais fortes (sulfúrico, clorídrico e fosfórico) nos carboidratos leva a formação de produtos de decomposição que podem ser coloridos. Uma coloração mais distinta pode ser obtida quando se adiciona outros compostos orgânicos aos produtos de decomposição dos açúcares em ácido. Esses compostos podem ser fenóis, aminas aromáticas, tio compostos, uréia, antrona e outros. Alguns reagentes são seletivos para certos açúcares apenas, alguns possuem larga aplicação e alguns dão varias reações coloridas dependendo do açúcar presente. Desses compostos, a antrona e o fenol foram os mais utilizados tanto em métodos qualitativos como quantitativos (CECCHI, 2003).

Antrona (9,10-diidro-9-oxiantraceno) reage especialmente com carboidratos em solução concentrada de ácido sulfúrico produzindo uma cor característica verde azulada. A cor foi atribuída à reação dos produtos de degradação, hidroximetilfurfural ou furfural com a antrona. Ela fornece melhores resultados quando aplicada em soluções puras de hexoses e seus polímeros (CECCHI, 2003).

### **3.5.9 LIPÍDIOS**

Compostos orgânicos formados por C, H, O e também podem possuir P, N e S, como predomino de H, encontrando-se nos organismos vivos (VICENZI, 2011), sendo geralmente solúveis em solventes orgânicos e insolúveis em água. Contém um grande número de deferentes tipos de substâncias, incluindo acigliceróis, ácidos graxos e fosfolipídios, compostos estes relacionados, derivado, e às vezes, esteróis e carboidratos (RIBEIRO *et al*, 2007).

Diferentemente das classes dos carboidratos e das proteínas que englobam compostos com estruturas ou trechos de moléculas comuns, respectivamente, como os açúcares glicose e frutose ou a ligação peptídica  $-\text{CO}-\text{NH}_2$  – entre aminoácidos, a classe dos lipídios não encontra uma única estrutura química que a defina (OETTERER *et al*, 2006). Óleos e gorduras como são geralmente conhecidos, os lipídios podem ser encontrados em células de origem animal, vegetal ou microbiana, são os maiores componentes do tecido adiposo, e,

juntamente com proteínas e carboidratos, constituem os principais componentes estruturais de todas as células vivas (RIBEIRO *et al*, 2007).

O estudo desses compostos apresenta dificuldades desde a própria definição, substâncias solúveis em éter, clorofórmio e demais solventes e pouco solúveis em água, como também na sua classificação, devido ao amplo grupo de substâncias heterogêneas que são abrangidas por tal definição (ORDÓÑEZ *et al*, 2006).

De acordo com Oetterer *et al* (2006), os componentes das frações lipídicas de diferentes alimentos ou matérias graxas podem ser reunidas em dois grupos, os glicerídeos e não glicerídeos ou ser classificadas apenas em lipídios simples, complexos ou compostos e derivados. Os lipídios simples são compostos de ácidos e alcoóis graxos que se separam com a hidrólise, é o caso dos acilgliceróis, triacilgliceróis, diacilgliceróis, monoacilgliceróis e ácidos graxo. Enquanto os lipídios complexos que sob hidrólise fornecem outros diferentes compostos, além de ácidos e alcoóis graxos, tais como:

- Glicerofosfolipídios nos quais a estrutura glicerídica é ligada respectivamente ao ácido fosfórico, a uma proteína e a um açúcar;
- Fosfolipídios que se destacam os fosfoacilgliceróis, fosfolipídios ou fosfatídeos;
- Esfingolipídios que contém esfingosina e não-glicerol e são menos abundantes que os fosfolipídios;
- Lipoprotídeos;
- Gliceroglicolipídios que não encerram o fósforo e produzem por hidrólise, ácido graxo, esfingosina e galactose;
- Cerobrosídeos (esfingosina, ácido graxo, açúcar simples)
- Gangliosídeos (esfingosina, ácido graxo, complexo de carboidrato que inclui ácido siálico).

Por fim os lipídios derivados que satisfazem a definição dos lipídios, mas não são lipídios simples ou compostos (carotenoides, esteróides, vitaminas lipossolúveis). De forma mais abrangente os lipídios também podem ser classificados em saponificáveis e não saponificáveis. Os não saponificáveis podem, por saponificação, reagir em sentido inverso ao da esterificação, separar as substâncias que apresentam ácidos graxos, os componentes saponificáveis, dos alcoóis graxos lineares, terpênicos e esteróis, possibilitando sua identificação na forma não esterificada (OETTERER *et al*, 2006)

Esses compostos de forma geral apresentam importância singular, devido a vários aspectos, como a sua abundância em grande número de alimentos, muitos deles de grande interesse econômico, como leite, manteiga, margarina e embutidos; sua importância nutritiva, já que constituem o principal aporte energético da dieta, provendo 37,7 kJ, ou seja, aproximadamente o dobro da energia proporcionada pelas proteínas e pelos carboidratos, além de serem veículo de vitaminas lipossolúveis (A,E, D e K) e de ácidos graxos insaturados essenciais e contribuem para melhorar o paladar e a sensação de saciedade depois de comer; exercem função estrutural, na composição e na permeabilidade das membranas e das paredes celulares, são também os componentes majoritários do tecido adiposo, que serve de isolamento para o organismo e como proteção para os órgãos internos, contribuindo, ao mesmo tempo, para conformação do corpo; em razões tecnológicas podem ser encontrados na forma de emulsões ou como excelentes estabilizantes, texturizantes, aromatizantes, umectantes, transmissão de calor a alta temperatura, mas são suscetíveis a fenômenos de deterioração (rancificação e lipólise) que promovem alterações nas características sensoriais do alimento, devendo ser consumido em tempo hábil (ORDÓÑEZ *et al*, 2005). O conteúdo de gordura varia consideravelmente de alimento para alimento conforme tabela 03, devendo preocupar-se com as formas de processamento e armazenamento dos produtos de índice elevado.

Tabela 03 – Teor de gordura aproximado de alguns alimentos

Produto	Gordura (%)
Aspargos	0,25
Arroz	1,4
Nozes	58
Coco	34
Amendoim	49
Girassol	28
Leite	3,5
Manteiga	80
Queijo fresco	11,8
Queijo parmesão	26
Carne bovina	6
Carne de frango	2,2

Carne Suína	7
Presunto cozido	6
Merluza	1,5
Sardinha	13
Cereais em geral	3 – 5%
Frutas	0,1 – 1 (abacate 26%)
Vegetais	0,1 – 1,2%

Fonte: ORDÓÑEZ (2005) e VICENZI (2011).

A determinação de lipídios em alimentos é feita, na maioria dos casos, pela extração com solventes, por exemplo, éter. Quase sempre se torna mais simples fazer uma extração contínua em aparelho do tipo Soxhlet, seguida da remoção por evaporação ou destilação do solvente empregado. O resíduo obtido não é constituído unicamente por lipídios, mas por todos os compostos que, nas condições da determinação, possam ser extraídos pelo solvente. Estes conjuntos incluem os ácidos graxos livres, ésteres de ácidos graxos, as lecitinas, as ceras, os carotenoides, a clorofila e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídios, vitaminas A e D, óleos essenciais etc., mas em quantidades relativamente pequenas, que não chegam a representar uma diferença significativa na determinação. Nos produtos em que estas concentrações se tornam maiores, a determinação terá a denominação mais adequada de extrato etéreo. Uma extração completa se torna difícil em produtos contendo alta proporção de açúcares, de proteínas e umidade. Em certos casos, podem ser aplicados outros métodos na determinação dos lipídios, tais como: a extração com solvente a frio (método de Bligh-Dyer ou Folch), hidrólise ácida (método de Gerber ou Stoldt- Weibull) ou alcalina (método Rose-Gotllieb-Mojonnier) (IAL, 2008).

### 3.5.10 PROTEÍNAS

As proteínas são compostos poliméricos complexos, formados por moléculas orgânicas, e estão presentes em toda matéria viva (RIBEIRO *et al*, 2007). São constituídos principalmente por carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e, às vezes, também por outros elementos, como enxofre, ferro, cobre, fósforo e zinco e sendo formadas pela união de aminoácidos entre si por ligações peptídicas (ORDÓÑEZ *et al*, 2005).

As propriedades e a funcionalidade da proteína dependem de sua composição de aminoácidos e da disposição das ligações que estabilizam sua estrutura. Conforme as funções

que desempenham, podem ser agrupadas em três grandes categorias: proteínas estruturais, proteínas com atividade biológica e proteínas com valor nutritivo, embora se deva assinalar que elas podem pertencer a vários grupos, visto que existem proteínas estruturais ou biologicamente ativas que também são nutritivas. As proteínas com valor nutritivo poderiam ser definidas com aquelas que são digeríveis, não tóxicas e aproveitáveis pelo organismo, encontrando-se presentes em quantidades significativas tanto em produtos de origem animal como vegetal e as proteínas com atividade biológica compreendem as enzimas (ORDÓÑEZ *et al* ,2005). Já Ribeiro *et al* (2007) ressalta que as proteínas exercem várias funções biológicas, que incluem as contráteis (miosina, actina), estruturais do corpo (colágeno, queratina), biocatalisadores (enzimas), hormonais (insulina, glucagon, hormônios da tireóide), de transferência (hemoglobina que transporta oxigênio e transferrina que transporta ferro) e de reserva (ovoalbumina, caseína). Além disso, as proteínas podem exercer a função de proteção contra agressores: mamíferos produzem anticorpos, cobras produzem veneno, microrganismos produzem antibióticos e vegetais produzem inibidores enzimáticos, para conferir proteção a esses organismos.

Os vegetais são capazes de sintetizar suas próprias proteínas a partir de fontes inorgânicas de nitrogênio, enquanto os animais necessitam ingeri-las na dieta. As proteínas são encontradas em quase todos os tipos de alimentos, tanto de origem animal (carne, ovos, leite), como de origem vegetal (cereais, a soja e raízes ou tubérculos) e somente pequena quantidade é proveniente das chamadas fontes não convencionais sendo que, nos primeiros, em geral, encontra-se uma maior quantidade e melhor qualidade, já que, nos animais, as proteínas são consideradas de alto valor biológico (VICENZI, 2011). Na tabela 04, temos os valores de proteínas para alguns alimentos.

Tabela 04 – Teor de proteínas em alguns alimentos usais

Alimentos	Proteína (%)
Soja	30 – 44 %
Feijão	20 – 25 %
Arroz	6 – 10 %
Milho	8 – 11 %
Trigo	8 – 15 %
Leite de vaca	3,5 %
Ovos de galinha	12 %

Carne de mamífero	15 – 25 %
Carne de galinha	18 – 20 %
Amendoim	20 – 35 %
Crustáceos e peixes	20 – 24 %

Fonte: VICENZI (2011)

Com exceção das proteínas de origem animal, as demais apresentam deficiências em um ou mais aminoácidos essenciais, ou podem apresentar problemas nutricionais por estarem acompanhadas de substâncias tóxicas ou de inibidores de enzimas proteolíticas. Sendo assim as proteínas podem apresentar alto valor biológico, por apresentarem os aminoácidos em teores necessários a manutenção da vida e crescimento de novos tecidos, as de baixo valor biológico, não apresentam os aminoácidos em teores adequados como é o caso de frutas e hortaliças, e as parcialmente completas, apresentam um ou mais aminoácidos limitantes como, por exemplo, os cereais (deficientes em lisina, tripofano e treonina) e leguminosa (deficiente em metionina) (VICENZI, 2011).

As peculiaridades do organismo humano e a importância das proteínas na estrutura e funcionamento celular determinam a necessidade de que as proteínas estejam presentes na dieta alimentar. É importante não somente em quantidades suficientes mas também em qualidade. Esta é traduzida principalmente pelo teor e proporções de aminoácidos essenciais, que são aqueles que o organismo humano não é capaz de sintetizar. As necessidades nutricionais de aminoácidos essenciais variam com a idade e com as condições fisiológicas individuais (crescimento, gravidez, lactação, etc). Nos alimentos, as proteínas exercem várias e importantes propriedades funcionais, sendo responsáveis principalmente pelas características de textura. Isto as torna um importante ingrediente utilizado na fabricação dos mais variados produtos alimentícios (RIBEIRO *et al*, 2007).

Diante disso, é de relevância os estudos para determinação da quantidade de proteínas existentes em todos os tipos de alimentos, sejam eles naturais, sintéticos, processados ou não. Um dos métodos de quantificação protéica é o Método de Kjeldahl, o referido método foi proposto por Kjeldahl na Dinamarca em 1883, quando estudava a proteína em grãos. O método original sofreu várias modificações, mas continua sendo ainda o mais utilizado na determinação de proteína (CECCHI, 2003).

Esse método determina N orgânico total, isto é, o N protéico e não-protéico orgânico. Porém, na maioria dos alimentos, o N não-protéico representa muito pouco do total. A razão

entre o nitrogênio medido e a proteína estimada depende do tipo de amostra e de outros fatores. Por exemplo, no trigo essa razão é afetada pela variedade, pelas condições de crescimento e pela quantidade e tipo de fertilizante utilizado. Para converter o nitrogênio medido em proteína, devemos multiplicar o conteúdo de nitrogênio por um fator arbitrário, que representa um fator médio para o material em estudo: 5,7 para o trigo e 6,25 para alimentos em geral (CECCHI, 2003).

IAL (2008) também afirma que a determinação de protídeos baseia-se na determinação de nitrogênio, onde a matéria orgânica e decomposta e o nitrogênio existente e finalmente transformado em amônia. Sendo o conteúdo de nitrogênio das diferentes proteínas aproximadamente 16%, introduz-se o fator empírico 6,25 para transformar o número de g de nitrogênio encontrado em número de g de protídeos. Em alguns casos, emprega-se um fator diferenciado de 6,25, conforme descrito na tabela 05 abaixo. Amostras contendo nitratos podem perdê-los durante a digestão. Nestes casos, deve-se adicionar ácido salicílico ou fenol (cerca de 1 g), os quais retêm os nitratos, como nitroderivados.

- Digestão – A matéria orgânica existente na amostra e decomposta com ácido sulfúrico e um catalisador, onde o nitrogênio é transformado em sal amoniacal.
- Destilação – A amônia é liberada do sal amoniacal pela reação com hidróxido e recebida numa solução ácida de volume e concentração conhecidos.
- Titulação – Determina-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido utilizado na destilação com hidróxido.

Tabela 05 – Fatores de conversão de nitrogênio total em proteína

Alimento	Fator
Farinha de centeio	5,83
Farinha de trigo	5,83
Macarrão	5,70
Cevada	5,83
Aveia	5,83
Amendoim	5,46
Soja	6,25
Arroz	5,95
Amêndoas	5,18
Castanha do Pará	5,46

Avelã	5,30
Coco	5,30
Outras nozes	5,30
Leite e derivados	6,38
Margarina	6,38
Gelatina	5,55
Outros Alimentos	6,25

Fonte: IAL, 2008

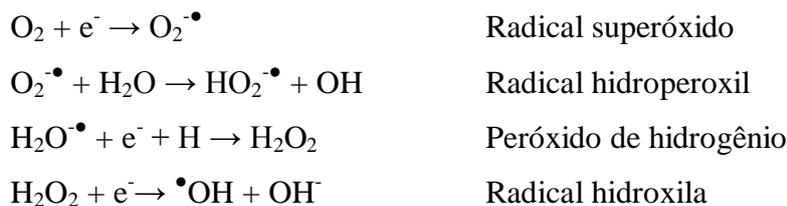
### **3.6. RADICAIS LIVRES, COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

#### **3.6.1 RADICAIS LIVRES**

O processo respiratório e as diversas reações oxidativas, que ocorrem nas células aeróbicas, levam a formação de radicais livres, que causam danos ao organismo e contribuem para o aparecimento de muitas doenças como inflamações, tumores, entre outros, além de acelerar o processo de envelhecimento (SIKORA *et al*, 2008 e SILVA *et al*, 2010). O termo radical livre advém de um átomo ou molécula altamente reativa, que contém número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica, que torna os átomos altamente instáveis e quimicamente reativos, onde a maioria delas é derivada do metabolismo do oxigênio, ou simplesmente espécie reativa do oxigênio (BIANCHI *et al*, 1990; APEL *et al*, 2004; OLIVEIRA, 2011).

As espécies reativas de oxigênio são átomos, íons ou moléculas que contêm oxigênio com um elétron não pareado em sua orbita externa. Tendem a ligar o elétron não pareado com outros presentes em estruturas próximas de sua formação, comportando-se como receptores (oxidantes) ou doadores (redutores) de elétrons, dessa forma são formados intermediários reativos, como os radicais superóxido ( $O_2^-$ ), o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e hidroxila ( $OH^\cdot$ ) (Figura 02) (KOURY *et al*, 2003; ISIDÓRIO, 2007).

Figura 02 – Redução de oxigênio na formação de radicais livres



Fonte: Koury *et al* (2003) citado por Oliveira (2011)

Devido a esses efeitos, as células humanas dependem de certa capacidade antioxidante para fornecer proteção contra os efeitos prejudiciais de radicais livres e espécies reativas de oxigênio, que são inevitáveis para a vida aeróbica (SILVA *et al*, 2010). O desequilíbrio entre a liberação de espécies reativas de oxigênio e a capacidade de ação dos sistemas de defesa antioxidante levam ao estresse oxidativo (OLIVIERA, 2011), onde o organismo dispõe de diversos mecanismos de defesa antioxidante para prevenir ou reduzir os efeitos causados, dispondo assim de um arranjo de diversos componentes lipossolúveis (vitamina E, carotenoides), hidrossolúveis (ácido ascórbico; glutatinoxina) e enzimáticos (glutatinoxina peroxidase; superóxido dismutase; catalase), (KOURY, 2003; MCLEAN *et al*, 2005).

Nos vegetais os principais antioxidantes são as vitaminas C e E, os carotenóides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonóides, que absorvem radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais (PODSEDEK, 2007).

### 3.6.1.1 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Um antioxidante é qualquer substância capaz de retardar ou impedir danos devidos à oxidação (como rancificação e formação de *off-flavors* em alimentos), estando presente em pequena concentração, quando em comparação como o agente oxidante, ou seja, sendo capaz de regenerar o substrato oxidável ou previne significativamente a oxidação do mesmo (SILVA, 2010; HALLIWELL, 2000).

Quando o mecanismo de ação do antioxidante for através de sua reação com o radical livre, o novo radical formado deve ser estável e incapaz de propagar a reação, essa atividade está relacionada com a capacidade de liberação de hidrogênio que reage e elimina a ação negativa dos diversos radicais livres (OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Hudson (1990), existem duas categorias básicas de antioxidantes, os sintéticos e os naturais, sendo os primeiros compostos por estruturas fenólicas de vários graus

de substituição alquila, enquanto os últimos podem ser compostos fenólicos (tocoferóis, flavonóides e ácidos fenólicos), compostos nitrogenados (alcalóides, aminoácidos e aminas) ou carotenóides, além do ácido ascórbico.

O uso de antioxidantes sintéticos mais conhecidos são o BHT (butil-hidroxi-tolueno), BHA (butil-hidroxi-anisol) e TBHQ (terc-butil-hidroquinona) que são regulados, devido não serem considerados totalmente inofensivos uma vez que podem causar danos ao organismo, tendo como limite máximo de uso em 0,01g/100g de acordo com o regulamento da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), sob a RDC n. 19 de 30 de abril de 1999. Devido a esta problemática, o emprego desses compostos tem sido alvo de inúmeros questionamentos quanto a sua inocuidade, motivando a busca de uso de antioxidantes naturais que possam atuar, isolados ou sinergicamente com outros aditivos, em substituição aos sintéticos (SHAHIDI, 2000).

Estudos tem dado ênfase à identificação e purificação de novos compostos com atividade antioxidante, provenientes de fontes naturais, pois muitos deles têm apresentado ação mais relevante em relação aos sintéticos, além de possuírem uma gama de efeitos biológicos incluindo antimicrobiano, anti-inflamatório, antialérgico, antiproliferativo e ação vasodilatadora (ROSSATO, 2009).

Várias fontes de antioxidantes naturais são conhecidas e algumas amplamente encontradas no reino vegetal (ANGELO *et al*, 2007). Diversos extratos de ervas como alecrim, coentro, sálvia, tomilho e manjerição tem sido estudados devido o poder antioxidante, que podem ser atribuídos ao seu conteúdo de compostos fenólicos, que são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentro outros (WETTASINGHE *et al*, 1999; NACZK *et al*, 2004).

Os compostos fenólicos possuem um leque de variedades de estruturas e são importantes em termos de aparência visual (pigmentação e escurecimento), sabor (adstringência) e propriedades promotoras de saúde (eliminação de radicais livres), tendo como principais representantes os flavonóides, taninos e ácidos fenólicos (BARBERÁN, 2001; ROSSATO, 2009). Além dos compostos fenólicos bastante difundidos entre os vegetais, podemos encontrar alguns outros compostos com atividade antioxidante presente nos alimentos, como é o caso dos carotenóides, presentes em alimentos com pigmentação amarela, laranja ou vermelha (tomate, abóbora, pimentão, laranja), precursores da vitamina A e o licopeno, a vitamina E que é a principal vitamina antioxidante transportada na corrente

sanguínea pela fase líquida das lipoproteínas, é um componente dos óleos vegetais encontrada na natureza e protege os lipídios da peroxidação, a vitamina C (ácido ascórbico) bastante consumida pelos seres humanos e adicionada a alimentos para inibir a formação de metabólitos nitrosos carcinogênicos (MORAES *et al*, 2006; ROSSATO, 2009). Dessa forma é importante conhecer e quantificar a capacidade antioxidante dos alimentos, através de técnicas de determinação dos compostos fenólicos totais, flavonóides, antocianinas e carotenóides por exemplo, e tem como consequência avaliar seus efeitos biológicos.

### 3.6.2 COMPOSTOS FENÓLICOS

Quimicamente, os fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais, possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais (ANGELO *et al*, 2007). Esses compostos encontram-se abundantemente em plantas e são um grupo muito diversificado de fotoquímicos derivados da fenilalanina e tirosina (ANGELO *et al*, 2007).

Os fenólicos, em plantas, são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuem na pigmentação; em alimentos, sendo responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (NACZK *et al*, 2004, ANGELO *et al*, 2007). Alguns autores também os consideram como produtos do metabolismo secundário das quais as plantas sintetizam durante o desenvolvimento normal e em resposta as condições de estresse como infecções, ferimentos, radiação ultravioleta, dentre outras (OLIVEIRA, 2011).

As principais fontes de compostos fenólicos são as frutas cítricas, como limão, laranja, tangerina, além de outras frutas a exemplo da cereja, uva, ameixa, pêra, maçã, mamão, sendo encontrados em maior quantidade na polpa que no suco da fruta. Pimenta verde, brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate também são excelentes fontes desses compostos (PIMENTEL *et al*, 2005).

Os compostos fenólicos compreendem desde moléculas simples até moléculas com alto grau de polimerização. Estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas (OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Ribéreau-Gayon (1968), os compostos fenólicos são classificados em três categorias: pouco distribuídos na natureza, polímeros e largamente distribuídos na natureza.

Na primeira delas, encontra-se um número bem reduzido, embora com certa frequência, tendo como principais representantes os fenóis simples, o pirocatecol, a hidroquinona e o resorcinol, pertencem ainda a esta família os aldeídos derivados dos ácidos benzóicos, que são constituintes dos óleos essenciais, como a vanilina (SOARES, 2002).

Na segunda, encontramos alguns fenólicos que não se apresentam na forma livre nos tecidos vegetais, são aqueles presentes sob a forma de polímeros, esta família engloba os taninos e as ligninas (ANGELO, 2007).

Na última, estão os fenólicos encontrados geralmente em todo reino vegetal, mas às vezes podem está localizados em uma só planta. Este grupo dividir-se em flavonóides (antocianinas, flavonóis e seus derivados) e ácidos fenólicos (ácido benzóico, cinâmico e seus derivados) e cumarinas (ANGELO, 2007).

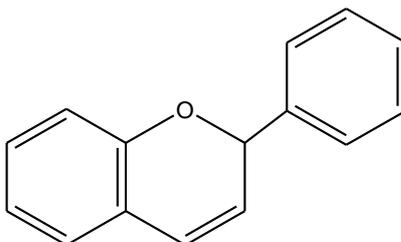
### 3.6.2.1 CATEGORIAS DE COMPOSTOS FENÓLICOS

A variedade estrutural dos compostos fenólicos resulta da grande diversidade de combinações que acontecem na natureza e os compostos resultantes são chamados de polifenóis.

Dentre todos os fenólicos, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (KING, 1999, ANGELO *et al*, 2007), nos quais daremos ênfase aos primeiros.

Os flavonóides (Figura 03) possuem uma estrutura básica formada por  $C_6 - C_3 - C_6$ , sendo os compostos mais diversificados do reino vegetal. Neste grupo encontram-se as antocianidinas, flavonas, flavonóis e, com menor frequência, as auronas, calçonas e isoflavonas, dependendo do lugar, número e combinação dos grupamentos participantes da molécula (SOARES, 2002).

Figura 03. Estrutura geral dos flavonóides

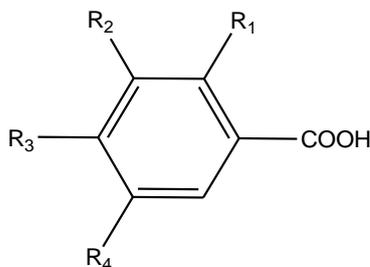


Flavonóides

Fonte: Angelo, 2007

Os ácidos fenólicos (Figura 04) são divididos em três grupos. O primeiro pelos ácidos benzóicos, que possuem sete átomos de carbono e são os ácidos fenólicos mais simples encontrados na natureza; suas fórmulas gerais e denominações.

Figura 04. Estrutura geral dos Ácidos Benzóicos



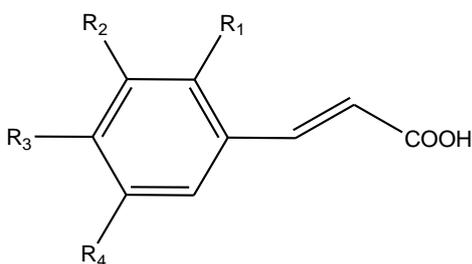
Ácidos Benzóicos

$R_1 = OH \rightarrow$  Ácido Salicílico;  $R_1 = R_4 = OH \rightarrow$  Ácido Gentísico;  $R_3 = OH \rightarrow$  Ácido p-hidroxibenzoico;  $R_2 = R_3 = OH \rightarrow$  Ácido Protocatequínico;  $R_2 = OCH_3$ ;  $R_3 = OH \rightarrow$  Ácido Vanílico;  $R_2 = R_3 = R_4 = OH \rightarrow$  Ácido Gálico;  $R_2 = R_4 = OCH_3$ ;  $R_3 = OH \rightarrow$  Ácido Siringico.

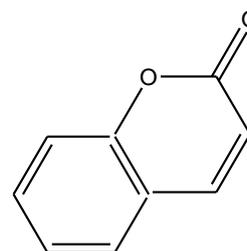
Fonte: Soares, 2002

O segundo é formado pelos ácidos cinâmicos (Figura 05), que possuem nove átomos de carbono, sendo sete os mais comumente encontrados no reino vegetal e o terceiro, as cumarinas (Figura 05) que são derivadas do ácido cinâmico por ciclicização da cadeia lateral do ácido o-cumárico.

Figura 05. Estrutura geral dos Ácidos cinâmicos e cumarinas



Ácidos cinâmicos



Cumarinas

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = H \rightarrow$  Ácido cinâmico;  $R_1 = OH \rightarrow$  Ácido o-cumárico;  $R_2 = OH \rightarrow$  Ácido m-cumárico;  $R_3 = OH \rightarrow$  Ácido p-cumárico;  $R_2 = R_3 = OH \rightarrow$  Ácido cafeico;  $R_2 = OCH_3$ ;  $R_3 = OH \rightarrow$  Ácido ferúlico;  $R_2 = R_4 = OCH_3$ ;  $R_3 = OH \rightarrow$  Ácido Sinápico.

Fonte: Soares, 2002

### 3.6.2.2 A AÇÃO ANTIOXIDANTE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS

Os antioxidantes são capazes de inibir, a oxidação de diversos substratos, de moléculas simples a polímeros e biosistemas complexos, por meio de dois mecanismos: o primeiro envolve a inibição da formação de radicais livres que possibilitam a etapa de iniciação; o segundo abrange a eliminação de radicais importantes na etapa de propagação, como alcoxila e peroxila, através da doação de átomos de hidrogênio destas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (SOARES, 2002; NAMIKI, 1990; SIMIC & JAVONIC, 1994).

Os antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os produtos intermediários, formados pela ação destes antioxidantes, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias, sendo assim, os compostos fenólicos são eficazes para prevenir ou retardar a oxidação (SOARES, 2002; NAWAR, 1985).

Os estudos estão centralizados nos compostos fenólicos de origem vegetal, pois eles agem como aceptores de radicais livres, interrompendo a reação em cadeia provocada por estes, além de atuarem nos processos oxidativos catalisados por metais, tanto *in vitro*, como *in vivo* (SOARES, 2002).

Diversos pesquisadores têm trabalhado na separação, identificação, quantificação e aplicação dos compostos fenólicos nos alimentos, enfrentando muitos problemas metodológicos, pois, além de englobarem uma gama enorme de substâncias, são, na maioria das vezes, de grande polaridade, muita reativa e susceptível a ação de enzimas (KING *et al*, 1999).

De um modo geral, o conteúdo de fenólicos totais pode ser determinado pelos métodos espectrofotométricos de Folin-Ciocalteu (ROSSI-JUNIOR *et al*, 1965) ou do azul da Prússia modificado (GRAHAM, 1992), que se baseiam nas reações de oxi-redução entre os compostos fenólicos e íons metálicos (SILVA *et al*, 2010).

O método que usa reagente de Folin-Ciocalteu utiliza a redução pelos fenóis, em meio alcalino do fosfomolibdato-fosfotungstato, a molibdênio, cuja coloração é azul. É necessário a utilização de uma curva padrão, sendo o padrão mais utilizado o ácido gálico. Por este motivo os resultados são, em geral, expressos em mg de ácido gálico em 100g de peso seco da amostra (SILVA *et al*, 2010).

### 3.6.3 PIGMENTOS NATURAIS

A cor é um dos atributos mais importantes de um alimento. Ela determina sua aparência e é utilizada como critério para identificação e julgamento da qualidade do produto. Se a cor de um alimento é alterada, a seleção e a avaliação de sua qualidade se tornam muito difíceis. Os alimentos, tanto “in natura” como industrializados, apresentam cor devido à sua habilidade para refletir ou emitir quantidades de energia em comprimentos de onda capazes de estimular a retina (RIBEIRO *et al*, 2007).

A coloração de um alimento deve-se a presença de pigmentos naturais ou pode ser obtidas pela adição de corantes. Os pigmentos naturais são um grupo de substâncias com estruturas químicas e físicas diferentes, além de serem compostos instáveis que participam de diferentes reações e, em função disso, a alteração da cor de um alimento é um indicador das alterações químicas e bioquímicas possíveis de ocorrer durante o processamento e estocagem (RIBEIRO, *et al*, 2007).

A maioria dos corantes naturais são de origem vegetal e podem ser de compostos puros ou produtos de extração. Estes últimos são obtidos de matérias primas alimentares e podem estar associados com outras moléculas. Os principais pigmentos dessa categoria são: os pigmentos proflavínicos, entre os quais se encontra a clorofila e os pigmentos hemínicos, como é o caso da mioglobina e homoglobina; os carotenoides, entre os quais podem ser citados o  $\beta$ -caroteno, precursor da vitamina A, o licopeno e as xantofilas; os flavonóides e seus derivados (VICENZI, 2011).

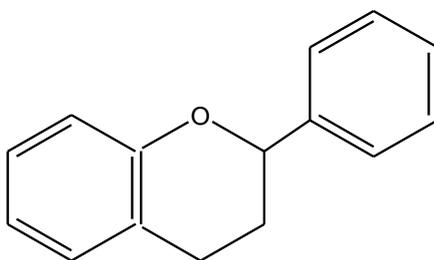
Sendo assim, os pigmentos naturais estão relacionados com importantes atividades biológicas, onde seus efeitos benéficos em relação à saúde estão relacionados com suas propriedades antioxidantes, proteção contra danos oxidativos a componentes celulares, efeitos inflamatórios e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (VOLP *et al*, 2009).

O conhecimento da estrutura e das propriedades dos pigmentos é essencial para o dimensionamento adequado de um processo, de forma a preservar a cor natural do alimento e evitar mudanças indesejáveis de cor (RIBEIRO *et al*, 2007). Os pigmentos apresentam inúmeras estruturas químicas nas quais daremos ênfase aos Flavonóides totais, antocianinas e os carotenoides.

### 3.6.3.1 FLAVONÓIDES TOTAIS

Os compostos heterocíclicos com oxigênio na molécula, denominados de flavonóides consistem de uma classe de pigmentos encontrados somente em vegetais (RIBEIRO *et al*, 2007), além de serem considerados metabolitos secundários e pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos (HUBER *et al*, 2008) e englobam uma classe importante de pigmentos naturais que tem estrutura química C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, sendo que as duas partes da molécula com seis carbonos são anéis aromáticos, (BOBBIO *et al*, 1995), conforme Figura 06 abaixo.

Figura 06 – Estrutura básica dos flavonóides



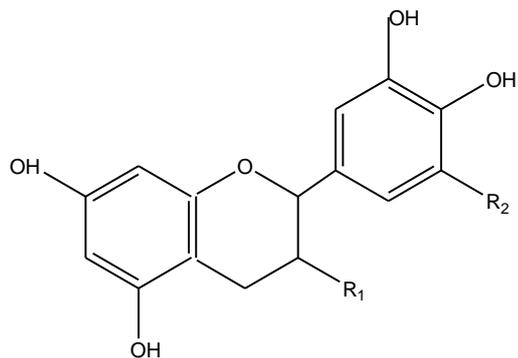
Fonte: Martinez-Flores *et al*, 2002 citado por Volp *et al*, 2007

Os flavonóides são estruturas polifenólicas de baixo peso molecular, responsáveis pelo aspecto colorido das folhas e flores, podendo estar presentes em outras partes das plantas. De acordo com Beecher (2003), os flavonóides derivam da condensação de uma molécula de ácido cinâmico com três grupos malonil-CoA<sub>2</sub> e que participam da fase dependente de luz da fotossíntese, durante a qual catalisam o transporte de elétrons.

Estruturalmente, os flavonóides constituem substâncias aromáticas com 15 átomos de carbono (C<sub>15</sub>) no seu esqueleto básico, sendo compostos fenólicos, que possuem nessa estrutura anéis aromáticos C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (LOPES, *et al*, 2000), ou seja, são interligados via carbono heterocíclico do pirano, onde conforme o estado de oxidação da cadeia heterocíclica do pirano, têm-se diferentes classes de flavonóides: antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavononas e flavonas (VOLP *et al*, 2007).

Os flavanóis (Figura 07), possuem um grupo hidroxilo na posição 3, como por exemplo, a catequina e a epicatequina (RAI, 2010).

Figura 07: Estrutura geral dos flavanóis



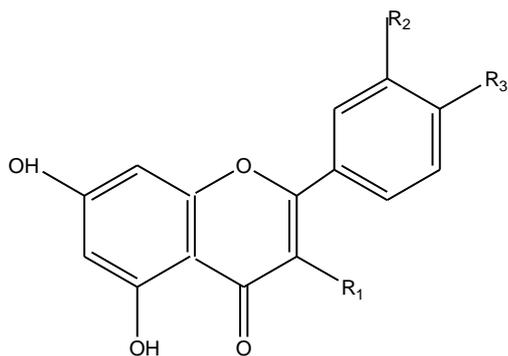
Flavanóis

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Catequina	OH	H
Epicatequinal	OH	H
EGC	OH	OH
ECG	Galato	H
EGCG	Galato	OH

Fonte: Huber *et al*, 2008

Os flavonóis (Figura 08) são compostos que possuem um grupo carbonilo na posição 4, um grupo hidroxilo na posição 3, e uma ligação dupla entre as posições 2,3, com por exemplo a quercetina, o kaempferol e a quercitagetina, (RAI, 2010).

Figura 08: Estrutura geral dos flavonóis



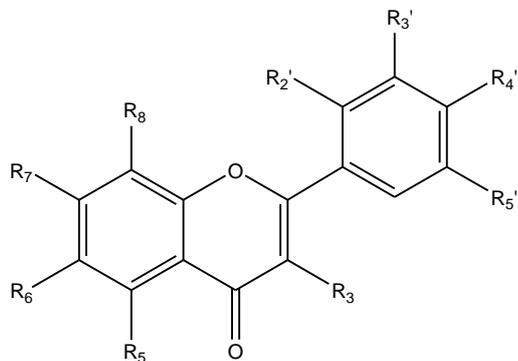
Flavonóis

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Quercetina	OH	OH	OH
Kaempferol	OH	H	OH

Fonte: Huber *et al*, 2008

As flavonas (Figura 09), que possuem um grupo carbonilo na posição 4 e uma ligação dupla entre as posições 2,3, como por exemplo a rutina, a apigirina e a luteoleína, (RAI, 2010).

Figura 09: Estrutura geral da flavona



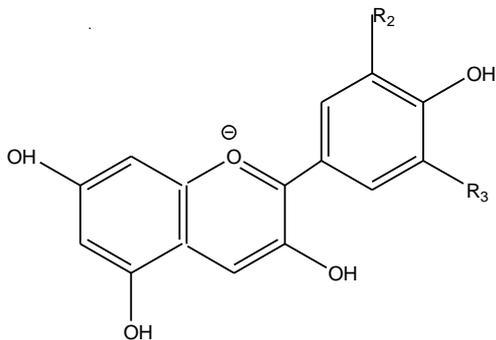
Flavona

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Luteolina	H	OH	OH
Kaempferol	H	H	OH

Fonte: Volp *et al*, 2007

As antocianidinas (Figura 10), possuem um grupo hidroxilo na posição 3 e duas ligações duplas, uma entre o átomo de oxigênio e o carbono 2 e outra entre os carbonos 3 e 4, como por exemplo a cianidina, a petunidina e malvidina (RAI, 2010).

Figura 10: Estrutura geral das antocianidinas



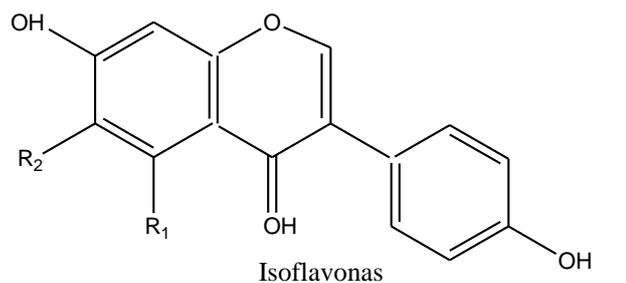
Antocianidinas

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Cianidina	OH	H
Malvidina	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>
Pelargonidina	H	H

Fonte: HUBER, *et al*, 2008

Os isoflavonóides (Figura11), possuem um grupo carbonilo na posição 4 e o anel aposto encontra-se ligado a molécula restante através do carbono 3, podendo ainda possuir uma ligação dupla entre os carbonos 2 e 3, como por exemplo a genisteína e o coumestrol (RAI, 2010).

Figura 11: Estrutura geral das isoflavonas

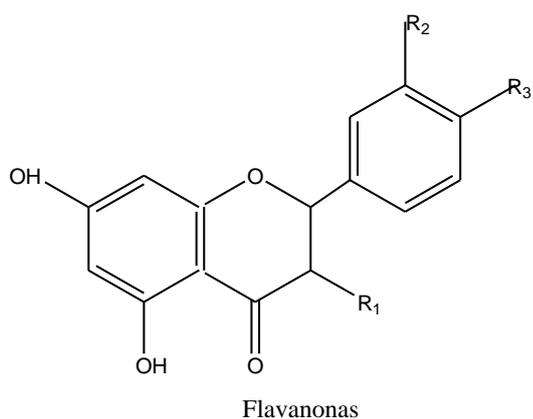


	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Daidzeína	H	H
Gliciteína	H	OCH <sub>3</sub>
Genisteína	OH	H

Fonte: Huber *et al*, 2008

As isoflavonas (Figura 12), possuem um grupo carbonilo na posição 4, como por exemplo a miricetina, a hesperidina, a nanningina e a naringenina (RAI, 2010).

Figura 12: Estrutura geral das flavanonas



	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Taxifolina	OH	OH	OH
Naringenina	H	H	OH

Fonte: Huber *et al*, 2008

A explicação para a existência de uma grande diversidade estrutural dos flavonóides é analisada através das modificações que tais compostos podem sofrer, através de reações de hidroxilação, metilação, acilação, glicosilação, entre outras (KOES *et al*, 1994).

Os flavonóides em geral apresentam ampla variedade de atividade biológica, nas quais se destacam entre outros os efeitos sobre os sistemas biológicos, a capacidade antioxidativa, as atividades anti-inflamatórias e de efeito vasodilatador, ação antialérgica, atividade contra o desenvolvimento de tumores; atuação antiplaquetária, bem como ações antimicrobianas e antivirais (LOPES, 2000).

### **3.6.3.1.1 AÇÃO ANTIOXIDANTE DOS FLAVONÓIDES**

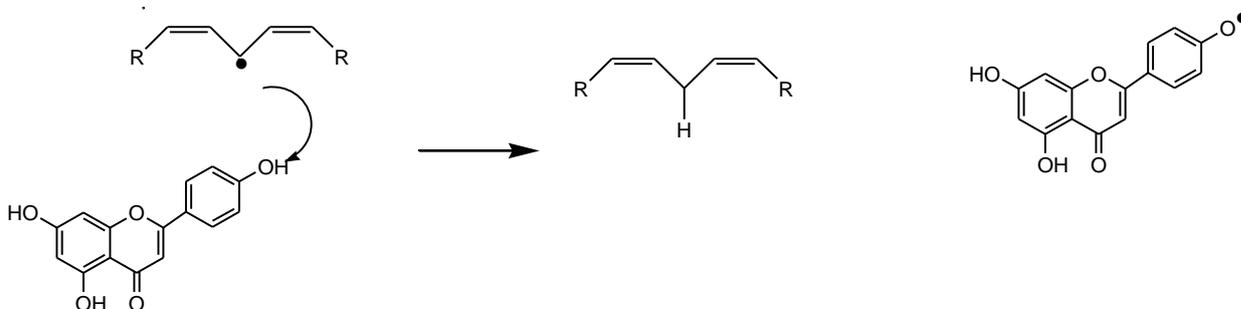
Muitas vezes, a ação antioxidante dos flavonóides é concebida apenas como uma ação isolada, suas reações diretas com os radicais, que produzem uma eliminação direta dos chamados radicais livres. No entanto o potencial antioxidante dos flavonóides deve ser considerado como sendo bem mais complexo, por duas razões. A primeira delas existem no mínimo seis possíveis diferentes mecanismos antioxidantes dos flavonóides (sequestrador direto de radicais, regulação descendente da produção de radicais, eliminação dos precursores dos radicais, quelação de metais, inibição da xantina oxidase, elevação dos antioxidantes endógenos) e em segundo, os efeitos sequestradores dos radicais livres não são necessariamente uma ação bioquímica única (RAI, 2010).

O efeito sequestrante direto do radical é colocado como um mecanismo único, esta ação pode envolver mais de um tipo de reação dentro do processo oxidante. Existem três diferentes estágios de oxidação mediada por radicais dos lipídios membranares. O primeiro, a iniciação onde os radicais livres removem um hidrogênio de um ácido graxo poliinsaturado para formar um radical lipídico; o segundo, a propagação na qual o radical lipídico e o oxigênio molecular formam radicais peróxido lipídicos, que se quebram em mais radicais; e o terceiro estágio, é o termino onde os novos radicais reagem entre si ou com antioxidantes para eliminar radicais (RAI, 2010).

Os flavonóides podem atuar em qualquer uma destas fases, ou seja, podem bloquear a iniciação, sequestrando radicais primários, como o superóxido. Também podem reagir com os radicais peróxidos para retardar a propagação e, além disso, os radicais intermediários flavononóidicos, formados após a reação com radicais peróxidos, podem reagir com os radicais formados durante a propagação. Qualquer um dos mecanismos já expostos pode

envolver, pelo menos em parte, a prevenção de radicais livres, onde podemos considerá-los como antioxidantes indiretos (Figura 13) (RAI, 2010).

Figura 13: Mecanismo de ação antioxidante dos flavonóides



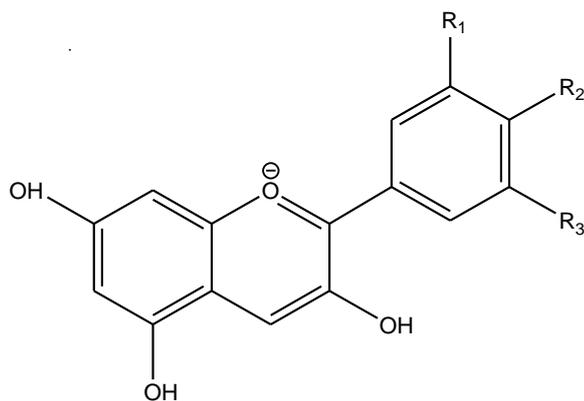
### 3.6.3.2 ANTOCIANINAS

As antocianinas pertencem ao grupo dos flavonóides, grupo de pigmentos naturais com estruturas fenólicas variadas (NIJVELDT *et al*, 2001). O termo antocianina é de origem grega (*anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro), sendo considerado o segundo grupo de pigmentos mais importantes de origem vegetal (HARBORNE & GRAYER, 1988). Representam um papel significativo na prevenção ou retardam o aparecimento de várias doenças por suas propriedades antioxidantes (KUSKOSKI *et al*, 2004).

As antocianinas são glicosídeos que apresentam em sua estrutura química um resíduo de açúcar na posição 3, facilmente hidrolizado por aquecimento com HCl 2 N, e como produto deste, obtêm-se a antocianidina (VOLP *et al*, 2007).

A estrutura química básica desses compostos é baseada em uma estrutura policíclica de quinze carbonos (LOPES *et al*, 2007), o cátion 2-fenilbenzopirilium, também denominado de flavilium (Figura 14) (VOLP *et al*, 2007).

Figura 14: Estrutura geral das antocianinas



	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Cianidina	OH	OH	
Peonidina	OCH <sub>3</sub>	OH	
Delfinidina	OH	OH	OH
Malvinidina	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>
Petunidina	OCH <sub>3</sub>	OH	OH

Fonte: Mamede *et al*, 2004 e Volp *et al*, 2007

As antocianinas encontradas nos alimentos são todas derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos, pelargonidina (vermelha) cianidina (vermelho) e delfinidina (violeta) (VOLP *et al*, 2007). As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas nas quais podemos citar: antioxidantes, proteção á ação da luz, mecanismos de defesa e função biológica (LOPES *et al*, 2007).

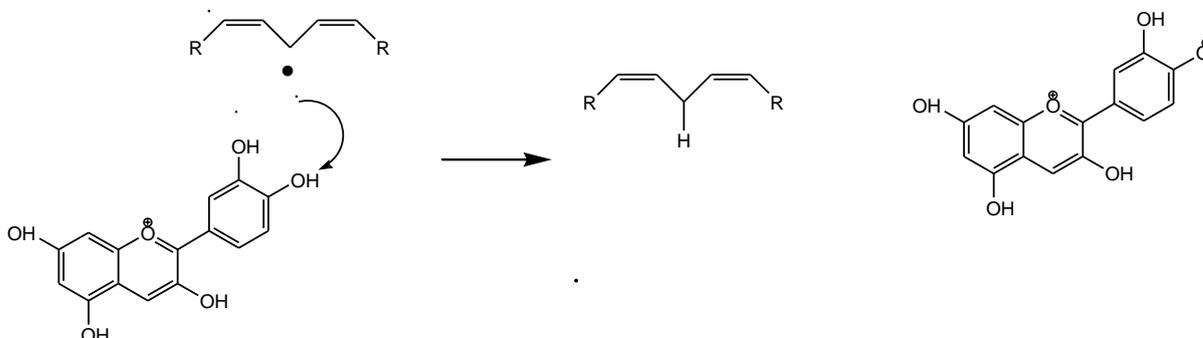
### 3.6.3.2.1 AÇÃO ANTIOXIDANTE DAS ANTOCIANINAS

A deficiência natural de elétrons das antocianinas faz esses compostos se tornarem particularmente reativos, apresentando também uma grande sensibilidade a mudanças de pH e a temperatura. Os polifenóis são doadores efetivos de hidrogênio. As antocianinas são incluídas na lista de compostos naturais capazes de agir como potentes antioxidantes, onde carater é regulado por suas diferenças nas estruturas químicas, variando a posição e os tipos de grupos químicos nos anéis aromáticos das antocianinas, a capacidade de aceitar elétrons desemparelhados de moléculas de radicais também varia (VOLP *et al*, 2007).

Seu potencial antioxidante também é dependente do número e da posição dos grupos hidroxilas e sua conjugação, assim como da presença de elétrons doadores no anel da

estrutura, devido a capacidade que o grupo aromático possui de suportar o desaparecimento de elétrons (Figura 15) (KUSKOKI *et al*, 2006; VOLP *et al*, 2007).

Figura 15: Mecanismo de ação antioxidante das antocianinas



De acordo com Narayan *et al* (1999), esses compostos considerados como um potente antioxidante comparado com antioxidantes clássicos como butilato hidroxil anisol, butilato hidroxil tolueno e alfa tocoferol (vitamina E). Este agente natural, quando adicionado a alimentos, confere além de coloração intensa, propicia a prevenção contra a auto-oxidação e peroxidação de lipídios em sistemas biológicos.

### 3.6.3.3 CAROTENÓIDES

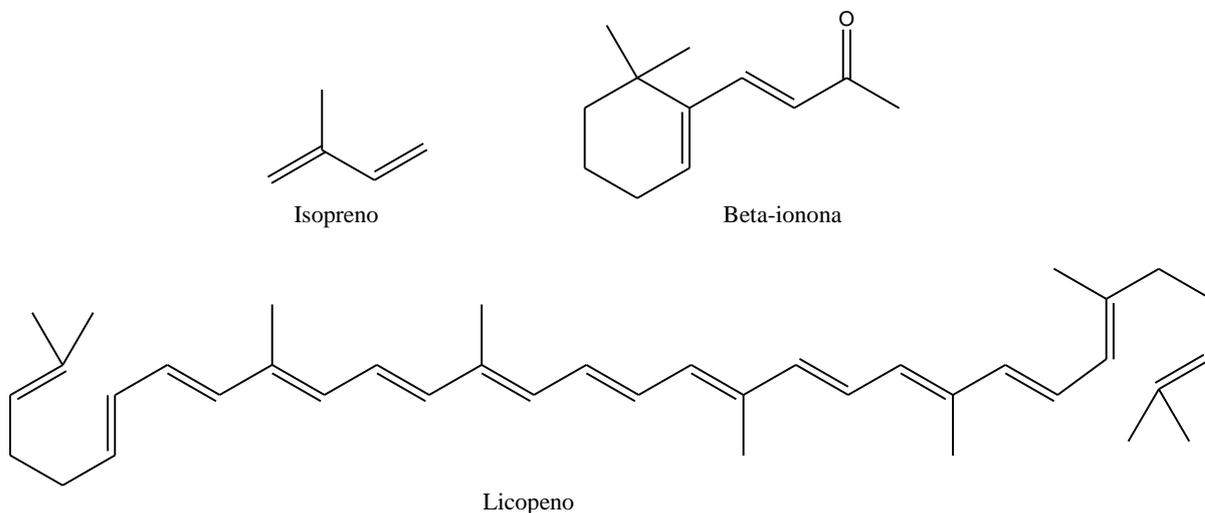
Os carotenóides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais devido à larga distribuição, diversidade estrutural e inúmeras funções (MORAIS, 2006). O nome carotenóides é derivado do nome científico da cenoura (*Daucus carote*) que foi reconhecido como a primeira fonte do pigmento (GOODWIN, 1952). Atualmente são mais de 600 estruturas caracterizadas e identificados em organismos fotossintetizantes e não fotossintetizantes, plantas superiores, algas, fungos, bactérias e em alguns animais (UENOJO *et al*, 2007).

O referido pigmento é responsável pelas cores do amarelo ao vermelho de frutas, vegetais, fungos e flores e utilizados comercialmente como corantes alimentares e em suplementos alimentares (MALDONADO-ROBLEDO *et al*, 2003, FRAZER *et al*, 2004).

Os carotenóides são quimicamente definidos como tetraterpenóides  $C_{40}$  (hidrocarbonetos de ocorrência natural e seus derivados), ou seja, união de oito unidades isoprenóides ( $C_5$ ) de cinco átomos de carbono, com exceção da crocetina e a bixina, que

possuem menos de quarenta átomos de carbono na cadeia carbônica (Figura 16) (MORAIS, 2006).

Figura 16: Estruturas de diversos carotenóides

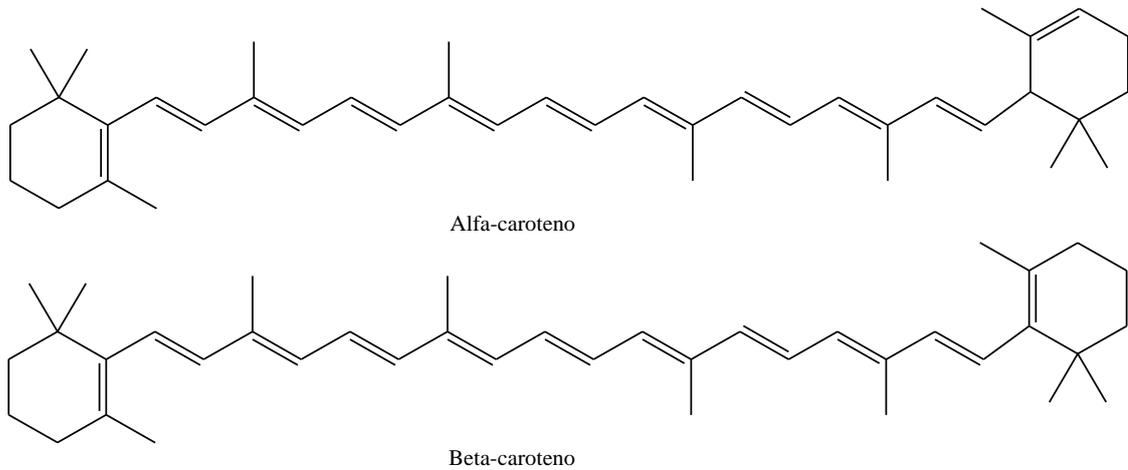


Fonte: RIBEIRO *et al*, 2007

Quimicamente os carotenóides são divididos em dois grupos: carotenóides hidrocarbonados, denominados carotenos e carotenóides oxigenados, denominados de xantofilas (GOODWIN, 1965). De acordo com MORAIS (2006), estes dois grupos principais podem ser estruturalmente subdivididos em sete grupos:

- Os Hidrocarbonetos são carotenóides que apresentam em sua estrutura somente átomos de carbono e hidrogênio. Este grupo é representado pelos carotenos e pelo licopeno. Ao lado destes, encontram-se na natureza derivados super hidrogenados (com até 76 átomos de hidrogênio), incolores, denominados fitoenos e fitofluenos (Figura 17), (MORAIS, 2006).

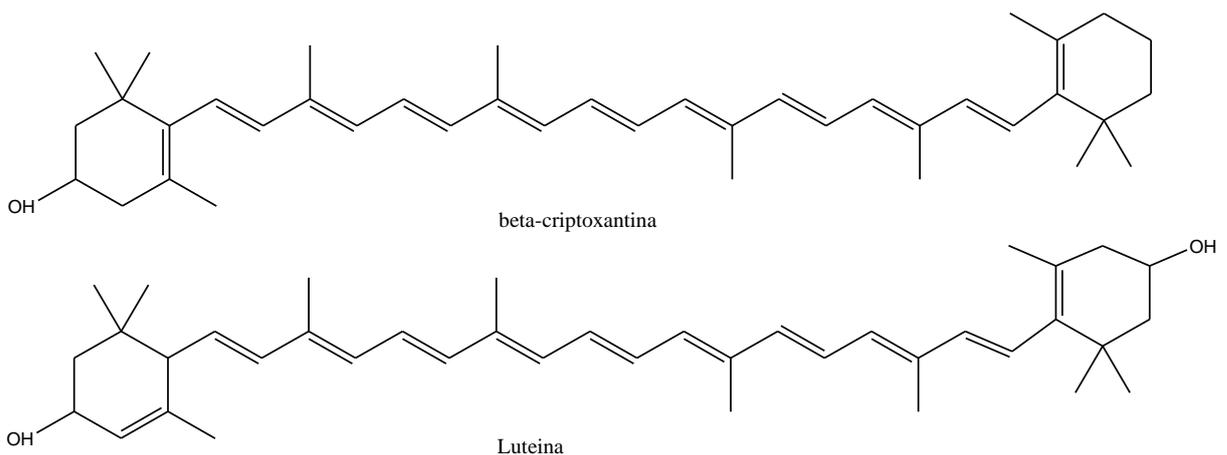
Figura 17: Estruturas de diversos carotenóides hidrocarbonetos



Fonte: Goodwin, 1952 citado por Morais, 2006 (2006)

- Os Álcoois são carotenóides que possuem um grupo hidroxila (OH<sup>-</sup>) ligado aos anéis iononas da cadeia. Abrangem as verdadeiras xantofilas, como criptoxantina (3-hidroxi-β-caroteno), encontrada em frutas e no milho amarelo; a zeaxantina (3,3'-diidroxib-β-caroteno), também encontrada no milho amarelo; a xantofila propriamente dita (3,3-diidroxib-α-caroteno), também chamada de luteína, que se encontra nas folhas verdes, nas flores, nos frutos (Figura 18), (MORAIS, 2006).

Figura 18: Estruturas de diversos carotenóides alcoóis

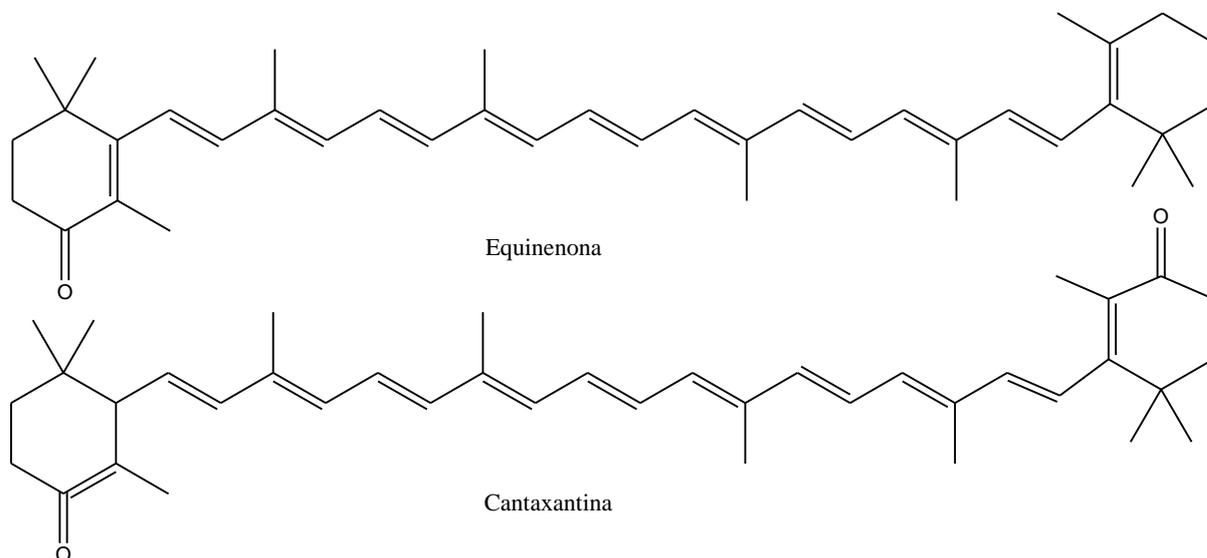


Fonte: Morais, 2006

- As Cetonas são carotenóides que possuem grupos carbonilas ligados aos anéis iononas. Tendo como principais representantes a equinenona (4-ceto-β-caroteno), a

cantaxantina (4,4'-diceto- $\beta$ -caroteno), presente em cogumelos; a astacina (3,3',4,4'tetraceto- $\beta$ -caroteno) (Figura 19) (MORAIS, 2006).

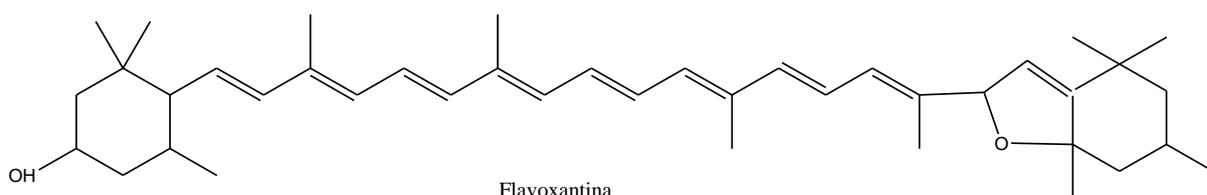
Figura 19: Estruturas de carotenóides cetonas



Fonte: Morais, 2006

- Os Epóxidos são carotenóides que apresentam oxigênio entre carbonos formando ciclos. Pertence a este grupo a flavoxantina (5,6,5,6'-di-epoxi-zeaxantina) (Figura 20) (MORAIS, 2006).

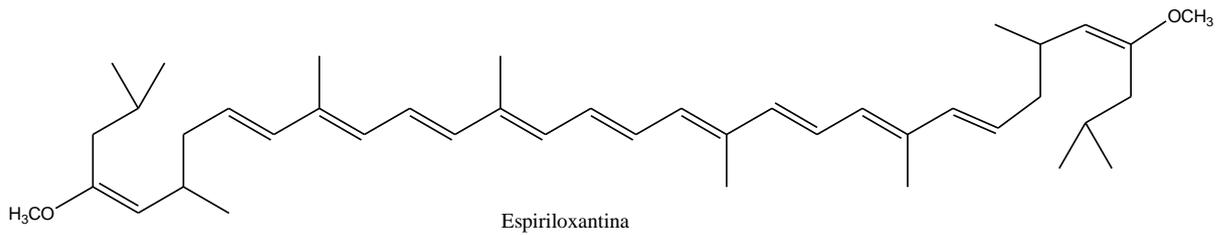
Figura 20: Estruturas de carotenóides epóxido



Fonte: Morais, 2006

- Os Éteres são carotenóides que apresentam oxigênio entre carbonos, tendo como principal representante a espiriloxantina (dimetoxil-licopeno) (Figura 21) (MORAIS, 2006).

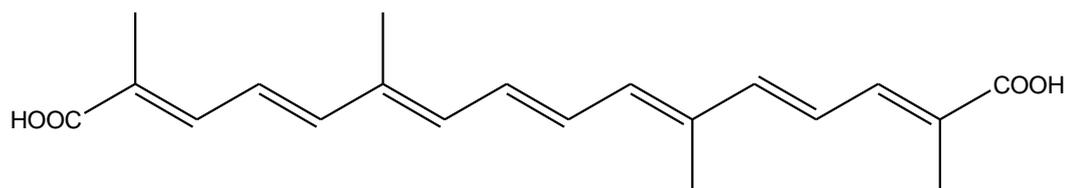
Figura 21: Estrutura de carotenóide éter



Fonte: Morais, 2006

- Os Ácidos são carotenóides que possuem grupos carboxila ligados na extremidade da cadeia carbônica, pois não possuem anéis ionona. Chamados também de ácidos carotênicos, cujo principal representante é a crocetina (Figura 22) (MORAIS, 2006).

Figura 22: Estrutura de carotenóide ácido

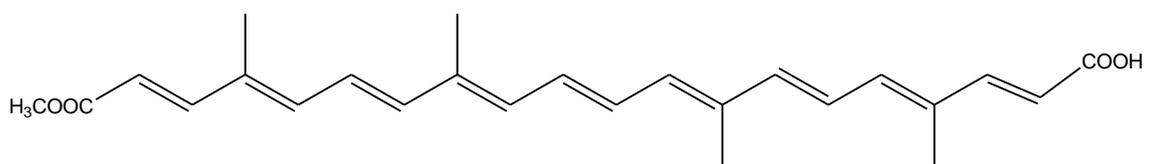


Crocetina

Fonte: Goodwin, 1952 citado por Morais, 2006

- Os Ésteres são carotenóides que apresentam o grupo carboxil entre carbonos e englobam os ésteres dos ácidos carotênicos, como é o caso da bixina (Figura 23), pigmento vermelho do urucum; a crocina, diéster da crocetina com duas unidades de gentiobiose; e os ésteres das xantofilas com ácidos graxos comuns (MORAIS, 2006 e VILLELA, 1976).

Figura 23: Estrutura de carotenóide éster



Bixina

Fonte: Goodwin, 1952 citado por Morais, 2006

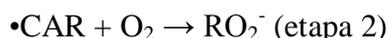
Os carotenóides em geral possuem inúmeros efeitos contra doenças como câncer, doenças dos corações e degeneração muscular, além de serem considerados excelentes compostos antioxidantes (UENOJO *et al*, 2007).

### 3.6.3.3.1 AÇÃO ANTIOXIDANTE DOS CAROTENÓIDES

Os carotenóides apresentam propriedades antioxidantes, sendo conhecidos por reagirem com o oxigênio singlete, que constitui uma forma altamente reativa do oxigênio molecular, o qual apresenta dois elétrons de spins opostos ocupando orbitais diferentes ou não (MORAIS, 2006). O oxigênio singlete pode ser formado pela transferência de energia eletrônica de um composto em um estado excitado para o oxigênio tripleto (UENOJO *et al*, 2007).

Os carotenóides protegem as células de danos oxidativos provocados por radicais livres e por espécies reativas de oxigênio (SHAMI & MOREIRA, 2004). As reações dos carotenóides com radicais livres levam a transferência de elétrons ou possíveis reações adicionais. A reação dos carotenóides com radicais livres e em seguida com o oxigênio pode levar a formação de um peróxido, conforme Figura 24 a seguir:

Figura 24 – Ação de carotenóide frente a radical livre e formação de peróxido



Fonte: Uenojo *et al*, 2007 (adaptado)

Ao combaterem espécies reativas de oxigênio, podem interagir de três maneiras diferentes, através da transferência de elétrons, da remoção de íons de hidrogênio ou adição de espécies radicalares, respectivamente, conforme reações da Figura 25.

Figura 25: Reações de carotenóides em ação antioxidante



$\text{ROO}\cdot$  = Radical; CAR = carotenóide

Fonte: Young *et al*, 2001, citado por Morais, 2006

A proteção antioxidante é fornecida pelos carotenóides acíclicos, que possuem nove ou mais duplas ligações conjugadas, por exemplo, o licopeno é mais eficaz que o  $\beta$ -caroteno, pois o licopeno possui onze duplas ligações conjugadas e cadeia acíclica (MORAIS, 2006), sendo assim esses carotenóides são capazes de sequestrar espécies reativas de oxigênio, como o peroxil (ROO\*) e o oxigênio singlete ( $^1\text{O}_2$ ), estabilizando o elétron por ressonância (MORAIS, 2006 e FOOT *et al*, 1970). Os carotenoides são capazes de retirar do meio, espécies altamente reativas, onde a ordem crescente da capacidade de sequestrar o oxigênio singlete por parte dos carotenos e xantofilas são: licopeno, astaxantina ou canxantina,  $\beta$ -caroteno ou bixinam luteína e crocina (FONTANA *et al*, 2000).

#### **3.6.4. ANÁLISE TÉRMICA**

Análise Térmica é um termo que abrange um grupo de técnicas nas quais uma propriedade física ou química de uma substância, ou de seus produtos de reação, é monitorada em função do tempo ou temperatura, enquanto a temperatura da amostra, sob uma atmosfera específica, é submetida a uma programação controlada (WENDHAUSEN *et al*, 2010).

Esta definição é tão abrangente que confere às análises térmicas certas conotações que podem levar a interpretações errôneas. Restringir a análise térmica a uma análise química ou de composição seria, por sua vez, limitá-la demasiadamente. Desta forma a análise térmica tem seu campo de atuação voltado ao estudo de processos como catálises e corrosões, propriedades térmicas e mecânicas como expansão térmica e amolecimento, diagramas de fase e transformações (WENDHAUSEN *et al*, 2010).

Wendhausen *et al* (2010), também mostra as inúmeras aplicações existentes da termogravimetria nas quais destacam-se: decomposição térmica ou pirólise de materiais orgânicos, inorgânicos e biológicos; determinação da umidade, volatilidade, e composição de cinzas; estudo da cinética das reações envolvendo espécies voláteis, entre outras.

Nesse estudo utilizamos a análise térmica a fim de verificar a decomposição da matéria orgânica e a obtenção de valores de umidade de cinzas e o temperatura necessária para isso.

#### **3.6.5 FARINHA DE TRIGO E PRODUÇÃO DE PÃES**

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma planta de ciclo anual, cultivada durante o inverno e a primavera. O grão é consumido na forma de pão, massa alimentícia, bolo e biscoito. É usado

também como ração animal, quando não atinge a qualidade exigida para consumo humano. O trigo ocupa o primeiro lugar em volume de produção mundial. No Brasil, a produção anual oscila entre 5 e 6 milhões de toneladas. É cultivado nas regiões Sul (RS, SC e PR), Sudeste (MG e SP) e centro-oeste (MS, GO e DF). O consumo anual no país tem se mantido em torno de 10 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2013).

O processo de moagem do grão de trigo dá origem a farinha de trigo (75%) e ao farelo de trigo (25%) em média. Há no mercado uma grande variedade de farinhas refinadas brancas e amarelas (especiais), farinhas integrais (grossa e fina), farelo, fibra, gérmen, flocos, grão inteiro, triguinho (grão triturado, usado no preparo de quibes, saladas, por exemplo). As farinhas podem ser enriquecidas com ingredientes como ferro e ácido fólico, tornando os alimentos ainda mais saudáveis e nutritivos (ABRITRIGO, 2013).

Na história da humanidade os grãos de trigo eram consumidos numa espécie de papa, misturados com peixes e frutas. A chamada criação ou invenção do pão é atribuída aos egípcios que, por volta de 4000 a.C., descobriram o processo de fermentação do trigo. Mas do que alimentos para os egípcios, os pães e biscoitos eram moldados às vezes com formas humanas e de animais, eram oferecidos aos deuses ou usados em rituais. Mais tarde, ganhariam status de símbolo religioso (ABRITRIGO, 2013).

De acordo com a ABRITRIGO (2013) os grãos de trigo produzidos no Brasil são destinados à fabricação industrial e artesanal de pães, massas e biscoitos e, também, ao segmento doméstico. Sendo aproximadamente 55% para a panificação, 13% a produção de biscoitos, 17 a produção de macarrão, 11% uso doméstico e 4% outros segmentos. Dessa forma destacamos a produção do pão tanto em questões comerciais como pela alta apreciação popular e rotineira na mesa da população em geral.

Por definição, o pão é o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa, fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e/ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes (BATTOCHIO *et al*, 2006).

O pão é o produto de alta popularidade no Brasil e no mundo, sendo consumido na forma de lanche ou mesmo junto às principais refeições. Sua popularidade deve-se às excelentes características sensoriais, baixo custo de produção e conseqüentemente o fácil acesso por todas as classes sociais, além da disponibilidade de milhares de padarias e supermercados do país (ABIP, 2011). Seu mercado vem crescendo rapidamente e visa assim

uma demanda maior na criação de novas plantas, maquinários, formulações e aditivos alimentícios seguros (BATTOCHIO *et al*, 2006).

A popularidade do pão é devida, sem dúvida, ao excelente sabor, preço e disponibilidade em milhares de padarias e supermercados do país. O segmento de panificação e confeitaria no Brasil representa um faturamento anual ao redor de R\$ 56,3 bilhões, com mão de obra direta empregada de cerca de 758 mil pessoas e 1,8 milhão de forma indireta (ABIP, 2011). Já o mercado consumidor de pão vem apresentando crescimento, variando de região para região, sendo que as Regiões Sudeste e Sul consomem cerca de 35 kg/habitante/ano, enquanto o nordeste só atinge 10 kg/habitante/ano. O consumo de pão no Brasil é de 27 kg anuais por pessoa, o que representa metade da porção recomendada por organizações mundiais como a OMS – 60 kg/habitante/ano, e FAO – 50 kg/habitante/ano (BATTOCHIO *et al*, 2006).

Os produtos panificados ocupam a terceira colocação na lista de compras do brasileiro representando, em média, 12% do orçamento familiar para alimentação. O mercado brasileiro importa do Canadá e Argentina cerca de 50% do volume de trigo para consumo doméstico (ABIP, 2011, BATTOCHIO *et al*, 2006).

Hoje em dia, o estudo científico e o desenvolvimento técnico proporcionam maneiras mais rápidas e de melhor custo-benefício para a fabricação do pão, mas mesmo assim os padeiros ainda tem de lançar mão de seu conhecimento coletivo, experiência e habilidades artesanais para integrar as matérias primas disponíveis e os métodos de fabricação, satisfazendo a demanda dos clientes por produtos fermentados frescos, saudáveis e saborosos (CAUVAIN *et al*, 2009; SANTOS *et al*, 2011).

Assim sendo, torna-se necessário e essencial o conhecimento de características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais dos pães, como também desenvolver técnicas para melhorias na produção, como adição de aditivos, antioxidantes, estabilizantes, e antimicrobianos, a fim de contribuir no avanço das propriedades funcionais do produto como também tempo de prateleira e consumo.

# Metodologia

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 OBTENÇÃO, HIGIENIZAÇÃO E DESCASCAMENTOS DOS FRUTOS DO MARIZEIRO

Os frutos do Marizeiro (*Geoffroea spinosa*) foram coletados nas zonas rurais da cidade de Pombal e Lagoa no estado da Paraíba, entre os meses de fevereiro e abril de 2012. A coleta foi feita manualmente nas primeiras horas da manhã e ao pôr do sol. Após a coleta, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Análise Química do Centro Vocacional Tecnológico (CVT) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande em Pombal-PB. As amostras foram submetidas à lavagem e sanitização, utilizando uma solução contendo 150 mililitros de hipoclorito de sódio em 10 litros de água para imersão das mesmas durante 6 horas. Após este período foram lavados em água corrente e separados em dois lotes, um destinado ao processamento *in natura* (MI) e o outro para cozimento (MC). Os lotes MI e MC foram descascados, Figura 26, onde as amostras MI foram divididas em mesocarpo e amêndoa e submetidas à secagem e as de MC levadas ao cozimento.

Figura 26: Procedimento de descasque dos frutos do Marizeiro

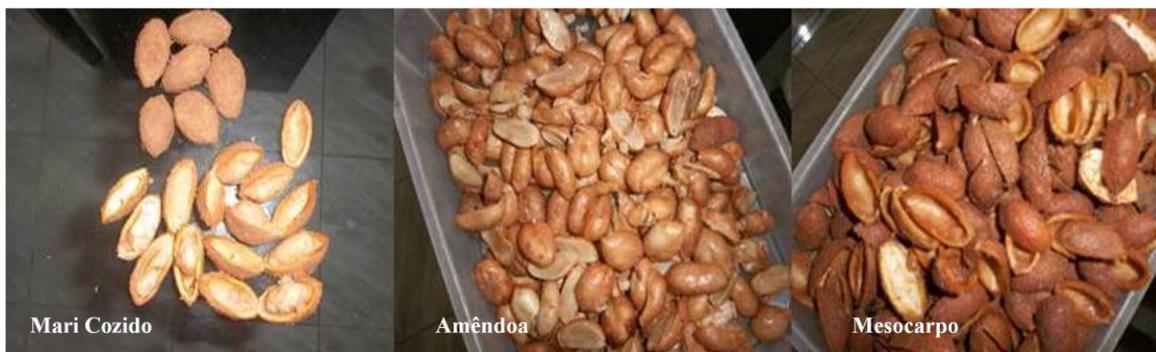


### 4.2 COZIMENTO DOS FRUTOS

O lote MC foi submetido ao processo de cozimento comum, sendo utilizada uma panela de pressão de uso doméstico, onde pesou-se cerca de 900 g do fruto Mari descascado para 1 L de água. O cozimento durou cerca de 65 minutos após o início da pressão e depois do

resfriamento, as amostras foram divididas em mesocarpo e amêndoa, ambos separados facilmente com o auxílio de uma espátula, conforme Figura 27.

Figura 27: Mari Cozido e Separação Mesocarpo e Amêndoa



#### 4.3 SECAGEM

As amostras do mesocarpo e amêndoa de MI e MC foram secas a 60 °C em estufa microprocessada de circulação de ar da marca Sterilifer, por 24 horas ininterruptas, como mostra a Figura 28.

Figura 28: Amostras em processo de Secagem



#### 4.4. MOAGEM

A moagem do mesocarpo e amêndoa de MI e MC, Figura 29, foi realizada utilizando um moinho de facas da marca SPLabor e o farelo produzido foi coletado em saco plástico e armazenado em ambiente seco até o momento de execução das análises.

Figura 29: Moinho utilizado e amostra obtida



#### 4.5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS

Os farelos produzidos foram codificados como farelo da amêndoa cozida (FAC), farelo da amêndoa *in natura* (FAI), farelo do mesocarpo cozida (FMC) e farelo do mesocarpo *in natura* (FMI). Todos foram submetidos à caracterização físico-química, em triplicata, nos seguintes parâmetros: acidez total, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis, umidade, cinzas, teor de cloretos, ácido ascórbico (vitamina C), lipídios, açúcares solúveis totais e açúcares redutores, proteínas, teor de amido e valor energético.

##### 4.5.1 ACIDEZ TOTAL

As amostras foram preparadas usando cerca de 5g dos farelos (FAC, FAI, FMC e FMI) diluídas em 50 mL de água destilada e tituladas com NaOH 0,1 M utilizando como indicadora fenolftaleína. Os resultados foram expressos em porcentagem, de acordo com metodologia descrita em IAL (2008).

##### 4.5.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O pH foi determinado através de um medidor de pH da marca TecnoPan Instrumentação, Figura 30, calibrado periodicamente com soluções tampão 4,0 e 7,0, de acordo com o método descrito por IAL (2008).

Figura 30: Medidor de pH utilizado na análise



#### 4.5.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX)

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado de acordo com a metodologia recomendada pelo IAL (2008). Assim, mediu-se cerca de 1g da amostra juntamente com 2 mL de água foi macerada até a máxima dissolução, filtrada e feita a leitura (°Brix) em um refratômetro digital modelo Reichert AR 200, Figura 31, com compensação automática de temperatura.

Figura 31: Refratômetro utilizado na análise



#### 4.5.4 UMIDADE

O teor de umidade foi verificado utilizando o determinador de umidade da marca Marte ID 200, Figura 32, onde foram utilizados 2 g de amostra e os resultados foram expressos em porcentagem, segundo IAL (2008).

Figura 32: Determinador de umidade utilizado na análise



#### **4.5.5 CINZAS**

O teor de cinzas foi determinado através da calcinação de aproximadamente 5 g da amostra em mufla Quimis a 550° C por 6 horas, de acordo com o método recomendado pela A.O.A.C (1996) e IAL (2008).

#### **4.5.6 TEOR DE CLORETOS**

Na quantificação do teor de cloretos utilizou-se o método recomendado por IAL (2008). De acordo com este, 5 g de amostra foi titulada com uma solução de nitrato de prata 0,1 N utilizando cromato de potássio a 10% como indicador.

#### **4.5.7 ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)**

A determinação deste parâmetro foi feita de acordo com o método de Tillmans descrito pela A.O.A.C (1996), onde analisou-se o teor de ácido ascórbico (vitamina C) (mg/100g) titulometricamente com solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,02%) até coloração levemente rósea.

#### **4.5.8 LIPÍDIOS**

O teor de lipídios foi verificado utilizando o método de extração direta em Sohlex descrito pelo IAL (2008) e A.O.A.C (1996). Para tanto, mediu-se cerca de 5g da amostra e acrescentou-se hexano como solvente em aparelho de Sohlex Solab, Figura 33. O sistema foi

aquecido por cerca de 6 horas e em seguida submetido a secagem em estufa a 105 °C durante 1 hora para retirada do solvente excedente e verificou-se a gordura produzida.

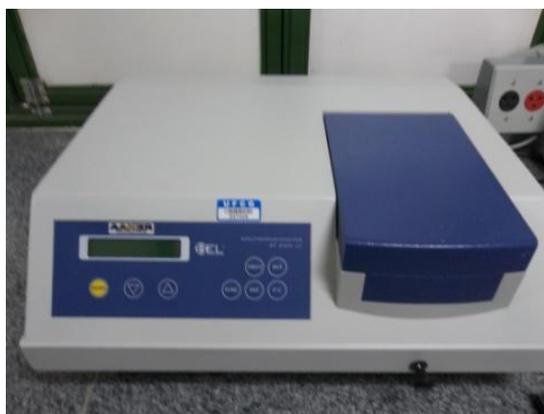
Figura 33: Aparelho de Soxhlet utilizado na análise



#### 4.5.9 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS (AST)

A determinação de açúcares solúveis totais foi realizada pelo método da Antrona descrito por Yemn e Willis (1954). Amostras de 0,5 g dos farelos foram dissolvidos em água e filtrados em papel de filtro. Do filtrado resultante, foram retiradas alíquotas que reagiram com a Antrona em banho Maria a 100 °C. O final da reação foi detectado através da aquisição de coloração característica. Em seguida, foram feitas leituras em espectrofotômetro SP 2000 UV da Bel Eletronics, Figura 34, em comprimento de onda de 620 nm, e o resultado foi obtido através da equação da reta da curva padrão de glicose e expresso em porcentagem.

Figura 34: Espectrofotômetro utilizado na análise



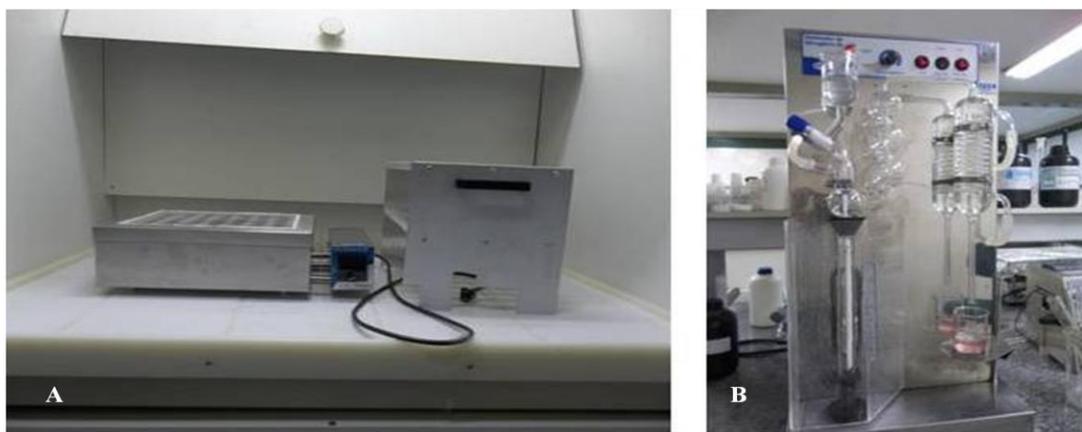
#### 4.5.10 AÇÚCARES REDUTORES

A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método do DNS (dinitrosalicílico), descrito por Miller (1959). Amostras de 0,5 g dos farelos foram dissolvidas em água e posteriormente filtradas em papel de filtro. Dos filtrados resultantes foram retiradas alíquotas pré-determinadas que através da reação com o DNS em banho Maria a 100 °C adquiriram coloração característica. Em seguida foram feitas leituras em um espectrofotômetro SP 2000 UV da Bel Eletronics em comprimento de onda de 540 nm, e o resultado obtido através da equação da reta da curva padrão de glicose e expresso em porcentagem.

#### 4.5.11 PROTEÍNAS

O teor de proteínas foi determinado através de método de Kjeldahl com modificações, de acordo com a metodologia descrita por Cecchi (2003). As amostras foram preparadas com 0,2 g dos farelos (FAC, FAI, FMC e FMI), 1,5 g dos catalisadores (sulfato de potássio e sulfato de cobre) e 3 mL de ácido sulfúrico PA, digeridas (bloco digestor DL 480 – Deluq) em aquecimento gradativo com taxa de aquecimento de 50°C até atingir 400°C. Após o processo de digestão o sistema foi acrescido de 30 mL água destilada, 5 mL de hidróxido de sódio 63% e fenolftaleína como indicador e destilado em um destilador de nitrogênio SL 74 Solab, Figura 35. O material destilado foi coletado em um recipiente contendo ácido bórico e os indicadores (alaranjado de metila e verde de bromocresol) e em seguida foi titulado com uma solução de ácido clorídrico a 0,1 M. O resultado foi expresso em porcentagem.

Figura 35 – Bloco digestor e destilador de nitrogênio utilizado na análise



#### 4.5.12 TEOR DE AMIDO

A quantificação do amido foi realizada segundo a metodologia descrita por HODGE *et al.*(1962). Uma amostra de 0,5 g dos farelos foi submetida a sucessivas lavagens utilizando éter etílico PA e álcool etílico 80% a quente. Em seguida foi secada em estufa a 105° C durante uma hora e transferida para um tubo de ensaio contendo Ácido sulfúrico a 0,5 N e colocada em banho maria a 100 °C por uma hora. As soluções produzidas foram transferidas para balões volumétricos de 500 mL e o volume completado com água destilada. Em seguida foram retiradas alíquotas pré-determinadas e submetidas à reação com Antrona em banho Maria a 100 °C. Após este tratamento foi feita a leitura das soluções resultantes em um espectrofotômetro SP 2000 UV da Bel Electronics a 620 nm. O resultado foi obtido através da equação da reta da curva padrão de glicose e expresso em porcentagem.

#### 4.5.13 VALOR ENERGÉTICO

O valor energético dos farelos foi determinado de acordo com o calculo proposto pela RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003, na qual se utilizou fatores de conversão para as quantidades de carboidratos, lipídios e proteínas existentes na amostra, conforme Equação 01.

Equação 01: Quantificação de valor energético em alimentos

---

$$\text{Valor Energético} = (\% \text{ Carboidratos totais} \times \text{fator de correção } 4 \text{ kcal/100g}) + (\% \text{ Proteínas} \times \text{fator de correção } 4 \text{ kcal/100g}) + (\% \text{ Lipídios} \times \text{fator de correção } 9 \text{ kcal/100g})$$

---

Fonte: ANVISA, 2003

#### 4.6 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E CAROTENÓIDES

As amostras FAC, FAI, FMC e FMI foram caracterizadas quanto ao teor de compostos fenólicos totais, flavonóides, antocianinas e carotenóides.

##### 4.6.1 TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado segundo a metodologia descrita por Swain e Hill (1959). Inicialmente 0,5 g de cada amostra foram maceradas e homogeneizadas em 25 mL de água destilada. A mistura resultante foi centrifugada por 15 min e colocada em repouso por 30 min, após o qual foi filtrada. Das soluções produzidas foi

retirada uma alíquota e colocada em um tubo de ensaio juntamente com água e com o reagente de Folin-Ciocateou, ficando em repouso durante cinco minutos. Em seguida, foi acrescentado carbonato de sódio (20%) seguido de agitação em Vortex e exposição em banho maria a 40°C por 30 min. Após este tratamento a absorbância da mistura resfriada foi lida em espectrofotômetro SP 2000 UV da Bel Eletronics a 765 nm e o teor de fenólicos totais calculado através da equação da reta da curva padrão em ácido gálico (0,1g/L) e expresso em mg/100g.

#### **4.6.2 FLAVONÓIDES**

Os Flavonóides presentes nas amostras foram determinados segundo método desenvolvido por Francis (1982). A uma amostra de aproximadamente 0,5 g dos farelos foi adicionado cerca de 10 mL de solução extratora etanol 95%/HCl 1,5 N na proporção de 85:15. A mistura foi homogeneizada e macerada por 2 min. Em seguida foi transferida para um tubo envolto em papel alumínio, ficando em repouso durante 24 horas. O material resultante foi filtrado e este acrescido de uma solução etanol/HCl até atingir o volume de 10 mL. A absorbância da solução final produzida foi obtida em espectrofotômetro SP 2000 UV da Bel Eletronics a 374 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

#### **4.6.3 ANTOCIANINAS**

O teor de Antocianinas foi verificado de acordo com metodologia de Francis (1982). A uma amostra de aproximadamente 0,5 g dos farelos foi adicionado cerca de 10 mL de solução extratora etanol 95%/HCl 1,5 N na proporção de 85:15. A seguir a mistura foi homogeneizada e macerada por 2 min e transferida para um tubo envolto em papel alumínio, ficando em repouso por 24 horas. O material resultante foi filtrado e acrescido de uma solução etanol/HCl até atingir o volume de 10 mL. A absorbância desta solução foi lida em um espectrofotômetro SP 2000 UV da Bel Eletronics a 374 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

#### **4.6.4 CAROTENÓIDES**

Os carotenóides foram determinados através do método desenvolvido por Higby (1962) com modificações. Para a extração, foram colocadas aproximadamente 1g da amostra em 10 mL de hexano, macerada e homogeneizada por cerca de 2 min. Em seguida a mistura

foi transferida para um tubo com envolto de papel alumínio e deixada em descanso durante 24 horas. A seguir o material resultante foi filtrado e acrescido de hexano até atingir o volume de 10 mL. A absorvância da solução foi lida em um espectrofotômetro SP 2000 UV da Bel Eletronics a 450 nm e os resultados expressos em mg/100g da amostra.

#### **4.7 ANÁLISE TÉRMICA**

As curvas termogravimétricas foram obtidas em condições não isotérmicas em um analisador térmico SDT 2960 da TA Instruments, em atmosfera de ar sintético, com razão de aquecimento de  $20\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ , no intervalo de temperatura de 0 a  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O ensaio foi realizado com cerca de 10 mg da amostra utilizando um cadinho de platina. As curvas foram registradas objetivando avaliar o perfil da decomposição térmica das amostras FAC, FAI, FMC e FMI.

#### **4.8 ADITIVAÇÃO DE PÃES COM FARELOS**

Os farelos produzidos e analisados nas etapas anteriores foram utilizados como aditivos para melhorar as propriedades químicas e funcionais do pão. As formulações foram feitas em uma panificadora da cidade de Pombal-PB que atende aos padrões determinados pela Vigilância Sanitária, através da RDC nº. 12 de janeiro de 2001, e avaliadas com relação a caracterizações químicas e microbiológicas.

##### **4.8.1 FORMULAÇÕES**

Inicialmente foi preparado um pão comum (PC), conforme preparo habitual da panificadora, no qual se utilizou farinha de trigo, sal, açúcar, óleo para panificação, fermento biológico seco (*Saccharomyces cerevisiae* e monoestearato de sorbitana) e reforçador (amido de milho, gordura vegetal hidrogenada, estabilizante polisorbato 80 e laticina de soja, melhoradores de farinha, ácido ascórbico e enzima  $\alpha$ -amilase). Todos estes componentes em quantidades definidas expressas na tabela 07.

Tabela 06: Formulação do Pão convencional (PC) preparado

Ingredientes	Quantidades
Farinha de Trigo Especial	500 g
Açúcar	26g
Sal de cozinha	50g
Óleo para panificação	1 mL
Fermento	5 g
Reforçador	10 g
Água	300 mL

Nas formulações propostas neste trabalho foram substituídos 5% e 10% da farinha de trigo utilizada na preparação de PC por farelo das amostras FAC, FAI, FMC e FMI, mantendo inalterados os outros constituintes.

Tabela 07: Composição de pão aditivado com farelos de FAC, FAI, FMC e FMI

Amostra	Composição
FAC 5%	25 g de FAC e 475g de Farinha de Trigo
FAC 10%	50 g de FAC e 450 g de Farinha de Trigo
FAI 5%	25 g de FAI e 475g de Farinha de Trigo
FAI 10%	50 g de FAI e 450 g de Farinha de Trigo
FMC 5%	25 g de FMC e 475g de Farinha de Trigo
FMC 10%	50 g de FMC e 450 g de Farinha de Trigo
FMI 5%	25 g de FMI e 475g de Farinha de Trigo
FMI 10%	50 g de FMI e 450 g de Farinha de Trigo

#### 4.8.2 PREPARO DE MASSA

Os pães de todas as amostras foram preparados em um recipiente plástico côncavo, onde foram colocados todos os ingredientes de acordo com cada uma das formulações, de acordo com a Figura 36.

Figura 36: Preparo dos pães em diferentes formulações



#### 4.8.3 DIVISÃO E FORNEAMENTO DOS PÃES

Os pães (Figura 37) foram cortados em tamanho uniforme contendo uma massa em torno de 25 g. Após adquirirem formato comum de pães foram depositados em assadeiras convencionais, levados ao forno a uma temperatura de 180 °C por 20 min. Posteriormente foram resfriados e embalados em sacos plásticos com feixe, sendo identificados conforme as formulações (PC, FAC 5%, FAC 10%, FAI 5%, FAI 10%, FMC 5%, FMC 10%, FMI 5%, FMI 10%).

Figura 37: Etapas de fabricação do pão



#### 4.8.4 CARACTERIZAÇÕES QUÍMICAS DOS PÃES COMUM E ADITIVADOS

Os pães comuns e aditivados foram submetidos a análises físico-químicas em triplicata, nos seguintes parâmetros: acidez total, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis, umidade, cinzas, teor de cloretos, lipídios, açúcares solúveis totais e açúcares redutores, proteínas, teor de amido e valor energético.

#### **4.8.4.1 ACIDEZ TOTAL**

Para a determinação deste parâmetro foram utilizadas soluções preparadas usando cerca de 5g das amostras e diluídas em 50 mL de água destilada. Para a titulação das mesmas empregou-se uma solução de NaOH 0,1 M e como indicador a fenolftaleína. Os resultados foram expressos em porcentagem, de acordo com metodologia descrita em IAL (2008).

#### **4.8.4.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)**

O pH foi determinado através de um medidor de pH calibrado periodicamente com soluções tampão 4,0 e 7,0, segundo IAL (2008).

#### **4.8.4.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS**

Os sólidos solúveis foram determinados segundo a metodologia recomendada pela A.O.A.C. (1996). Foram utilizadas cerca de 1 g de amostra acrescida de 2mL de água destilada, maceradas até a máxima dissolução e filtrada sem papel de filtro. O filtrado foi submetido à leitura (°Brix) em um refratômetro digital, com compensação automática de temperatura.

#### **4.8.4.4 UMIDADE**

O teor de umidade foi verificado utilizando o determinador de umidade, utilizando-se 2 g de amostra. Os resultados foram expressos em porcentagem, segundo IAL (2008).

#### **4.8.4.5 CINZAS**

O teor de cinzas foi determinado através de calcinação. Foram utilizadas 5 g de amostra, forno de mufla a 550 °C e um período calcinação de 6 horas, conforme a metodologia recomendada pela A.O.A.C (1996) e IAL (2008).

#### **4.8.4.6 TEOR DE CLORETOS**

Na quantificação do teor de cloretos foi utilizado o método recomendado por IAL (2008). De acordo com este, 5 g de amostra foi titulada com uma solução de nitrato de prata 0,1 N usando uma solução de cromato de potássio a 10% como indicador.

#### **4.8.4.7 LIPÍDIOS**

Para a determinação do teor de lipídios, utilizou-se o método de extração direta em Soxhlet, de acordo com metodologia descrita pelo IAL (2008) e A.O.A.C (1996).

#### **4.8.4.8 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS**

A determinação de açúcares solúveis totais foi realizada pelo método da Antrona descrito por Yemn e Willis (1954). Amostras de 0,5 g dos farelos foram dissolvidos em água e filtrados em papel de filtro. Do filtrado resultante, foram retiradas alíquotas que reagiram com a Antrona em banho Maria a 100 °C. O final da reação foi detectado através da aquisição de coloração característica. Em seguida, foram feitas leituras em espectrofotômetro em comprimento de onda de 620 nm, e o resultado foi obtido através da equação da reta da curva padrão de glicose e expresso em porcentagem.

#### **4.8.4.9 AÇÚCARES REDUTORES**

A determinação de açúcares redutores foi realizada pelo método do DNS (dinitrosalicílico), descrito por Miller (1959). Inicialmente cerca de 0,5 g dos pães aditivados foram dissolvidas em água destilada e filtradas em papel de filtro. Do filtrado resultante foram retiradas alíquotas pré-determinadas e submetidas à reação com o DNS em banho Maria a 100 °C. As leituras do material resultante deste tratamento foram feitas em um espectrofotômetro a 540 nm. O resultado foi obtido através da equação da reta da curva padrão de glicose e expresso em porcentagem.

#### **4.8.4.10 PROTEÍNAS**

O teor de proteínas foi determinado através de método de Kjeldahl com modificações, segundo a metodologia descrita por Cecchi (2003). Foram utilizadas 0,2 g dos pães aditivados

juntamente com 1,5 g dos catalisadores sulfato de potássio e sulfato de cobre e 3mL de ácido sulfúrico PA. A mistura foi digerida em aquecimento gradativo, utilizando taxa de aquecimento de 50 °C até 400 °C. Após ser resfriada foi acrescida de água destilada, hidróxido de sódio e fenolftaleína e submetida à destilação em um destilador de nitrogênio. O destilado foi coletado em um recipiente contendo ácido bórico e os indicadores (alaranjado de metila e verde de bromocresol) e titulado com uma solução de ácido clorídrico a 0,1 M. O resultado foi expresso em percentagem.

#### **4.8.4.11 AMIDO**

O teor de amido foi determinado de acordo com a metodologia descrita por HODGE *et al.* (1962). Foram utilizadas amostras contendo 0,5 g dos pães aditivados, que inicialmente foram submetidas à sucessivas lavagens com éter etílico PA e álcool etílico 80% a quente, com posterior secagem em estufa a 105 °C durante 1 hora. Depois de secas as amostras foram transferidas para um tubo de ensaio contendo ácido sulfúrico 0,5 N, colocadas em banho maria a 100 °C durante 1 hora. As soluções resultantes foram transferidas para um balão volumétrico de 500 mL, completado o volume com água destilada. Destas soluções foram retiradas alíquotas pré-determinadas e submetidas à reação com Antrona em banho maria a 100 °C. Após a reação, foram feitas leituras das soluções em um espectrofotômetro a 620 nm. O resultado foi obtido através da equação da reta da curva padrão de glicose e expresso em percentagem.

#### **4.8.4.12 VALOR ENERGÉTICO**

O valor energético dos pães aditivados foi calculado de acordo a equação 01 desenvolvida pela RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003. No cálculo foram utilizados fatores de conversão para as quantidades de carboidratos, lipídios e proteínas existentes na amostra.

Equação 01: Quantificação de valor energético em alimentos.

---

$$\text{Valor Energético} = (\% \text{ Carboidratos totais} \times \text{fator de correção } 4 \text{ kcal/100g}) + (\% \text{ Proteínas} \times \text{fator de correção } 4 \text{ kcal/100g}) + (\% \text{ Lipídios} \times \text{fator de correção } 9 \text{ kcal/100g})$$

---

Fonte: ANVISA, 2003

#### **4.8.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA**

Além da caracterização físico-química, as amostras também foram submetidas à caracterização microbiológica de acordo com a Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. As amostras foram submetidas à análise periódicas durante cinco dias considerando os aspectos microbiológicos: Coliformes a 35 °C e 45 °C, *Salmonella* sp, Bolores e Leveduras conforme metodologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2003).

# Resultados e discussão dos farelos

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS FARELOS

Os resultados obtidos nesse estudo estão divididos em duas etapas, na primeira consta a discussão dos dados referentes aos farelos do mesocarpo e da amêndoa do Mari juntamente com a sua caracterização físico-química e análise termogravimétrica. Na segunda etapa são apresentados os comentários sobre o efeito produzido pelo uso dos farelos como aditivo na fabricação do pão, através das análises físico-químicas e microbiológicas.

### 5.1 OBTENÇÃO DOS FARELOS

Os farelos obtidos após os procedimentos de limpeza, sanitização, cozimento de parte da amostragem, descasque e secagem, foram expostos em sacos plásticos e codificados conforme Figura 38.

Figura 38: Farelos produzidos a partir do mesocarpo e amêndoa do Mari



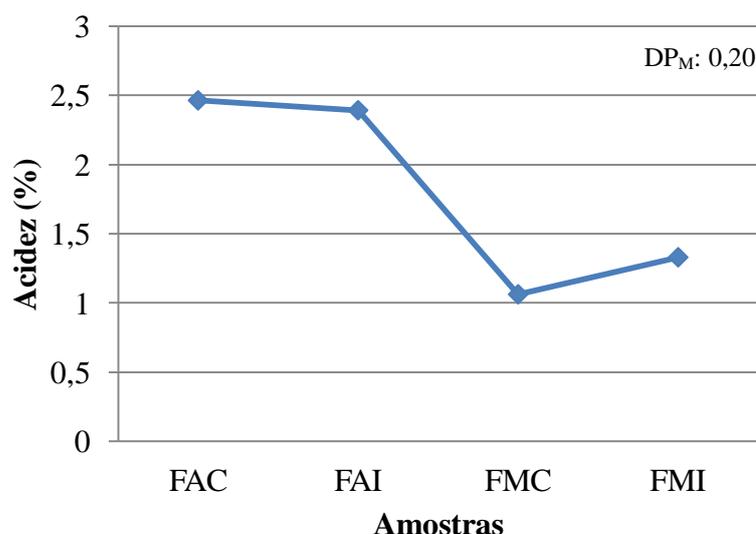
Os farelos apresentaram pequenas diferenças com relação aos aspectos físicos coloração e tamanho do grão de moagem. As amostras FAC e FMC se mostraram mais escura possivelmente em decorrência do processo de cozimento ao qual foram submetidas. Quanto à granulometria, as amostras FAC e FAI apresentaram-se mais finas e FMC e FMI apresentaram-se como flocos.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

### 5.2.1 ACIDEZ TITULÁVEL

Os dados médios da acidez total obtidos para as amostras de farelo da amêndoa e do mesocarpo do Mari estão expostos na Figura 39 a seguir.

Figura 39: Resultados médios de Acidez Titulável dos farelos de Mari



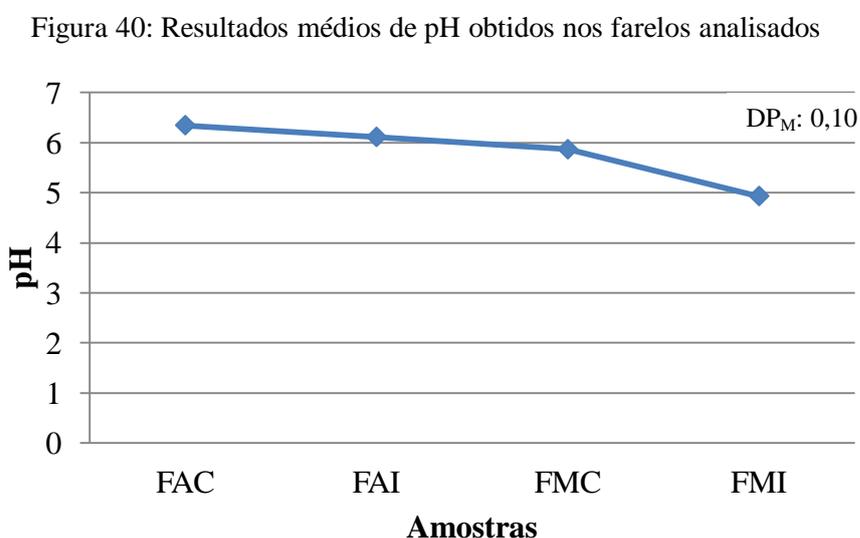
A análise dos dados mostra que não houve uma variação considerável nos valores da acidez dos farelos de Mari tanto do mesocarpo como da amêndoa, haja vista que o valor de acidez para a amostra FAC foi de 2,5% e para FAI foi de 2,3%, enquanto FMC exibiu um valor de acidez de 1,1% e FMI mostrou valor de 1,3%. Estes valores revelam que o processo de cozimento não interfere nesta propriedade física dos farelos do Mari, e evidenciam também que os farelos da amêndoa são bem mais ácidos do que o do mesocarpo, provavelmente devido a alguns constituintes químicos das amêndoas, não presentes no mesocarpo, como por exemplo, ácido graxo livre.

A legislação brasileira (ANVISA n.12, 2001), não estabelece um padrão para a acidez de farelos de Mari, pois se trata de um farelo estudado pela primeira vez, mas para algumas farinhas existe um valor de acidez estabelecido, como é o caso da farinha de mandioca que tem acidez 2,0, farinha de trigo comum, acidez 3,0 e farinha de trigo integral, que apresenta acidez igual a 4,0. Desta forma, os farelos da amêndoa e mesocarpo do Mari estão dentro dos padrões de farináceos normalmente encontrados no mercado.

A acidez da farinha é um parâmetro de relevante importância, pois de acordo com a Sibas-Ingredientes (2012), farinhas com acidez elevada podem apresentar sabor e aromas desagradáveis, além de favorecerem os processos de degradação das mesmas.

### 5.2.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O pH também é uma forma de avaliar a acidez dos alimentos e corrobora com os valores da acidez titulável. Na Figura 40 constam os dados médios de pH obtidos para as amostras de farelos do mesocarpo e amêndoa do Mari.



De acordo com os resultados observa-se que houve uma pequena variação nos valores de pH das amostras FAI (6,10) e FAC (6,30), enquanto nas amostras FMI (4,90) e FMC (5,90) a diferença foi mais acentuada, indicando que o cozimento teve maior influência nos farelos do mesocarpo do que nos farelos da amêndoa.

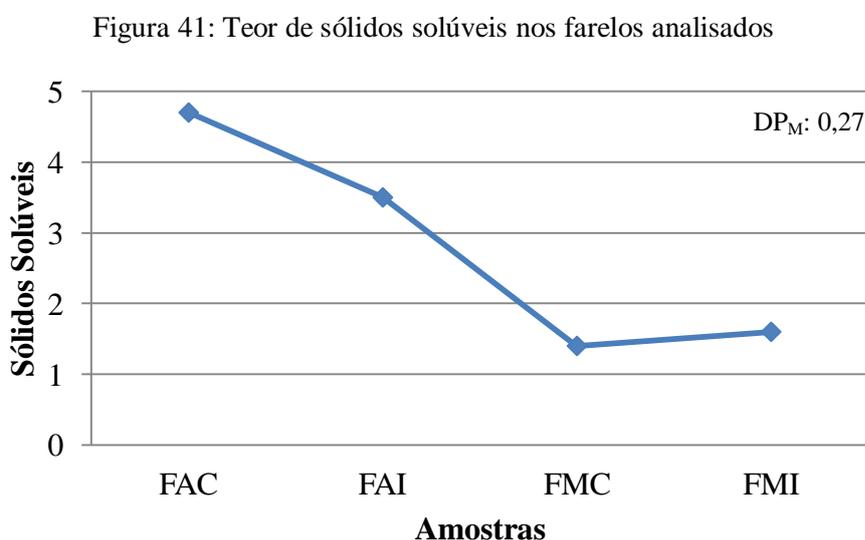
Comparando os dados obtidos para a acidez titulável com os valores de pH das amostras, observa-se que não há uma correlação entre estes, pois enquanto os farelos da amêndoa cozida apresentaram uma acidez ligeiramente superior a dos farelos da amêndoa *in natura*, esta ordem foi invertida nos valores de pH, embora a diferença tenha sido discreta. No caso dos farelos do mesocarpo houve uma concordância entre os resultados dos dois experimentos.

De acordo com Cecchi (2003), a medida de acidez é um dado importante na verificação da deterioração ou adulteração de um alimento, e o recomendável é que seus valores devam ser sempre relativamente baixos. Segundo Dias (2006), farinhas de mandioca

apresentam pH variável entre 4,2 a 6,1 e de acordo com o ICTA/UFRGS (2012), a farinha de trigo tem pH entre 6,1 e 6,8. Portanto, apesar deste ser o primeiro trabalho avaliando a acidez dos farelos do fruto Mari, de acordo com dados encontrados para outros tipos de farinha, pode-se inferir que os farelos avaliados neste estudo estão dentro dos padrões dos farináceos comercializados.

### 5.2.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)

O teor de sólidos solúveis dos farelos da amêndoa e do mesocarpo do Mari foi avaliado e os dados médios obtidos estão expostos na Figura 41.



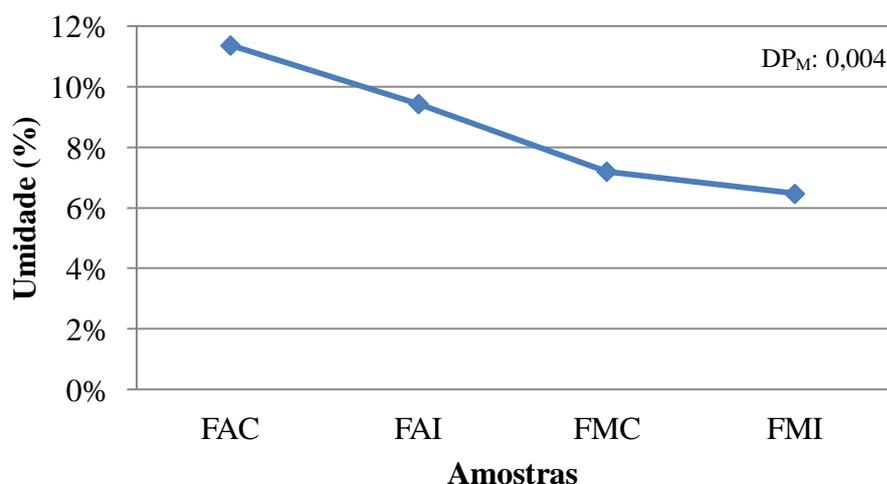
Os teores de sólidos solúveis dos farelos da amêndoa foram bem mais elevados do que os obtidos para os farelos do mesocarpo, indicando que a quantidade de açúcar na amêndoa é superior à do mesocarpo.

De acordo com Costa (2004), quanto maior for a quantidade de sólidos solúveis existentes, menor será a quantidade de açúcar a ser adicionada durante o processamento de alimentos. Contudo, podemos supor que à adição de FAC ou FAI em alimentos poderá contribuir na redução açúcar utilizado em formulações alimentícias.

### 5.2.4 UMIDADE

Os teores médios de umidade determinados para os farelos do mesocarpo e amêndoa do fruto do Marizeiro estão sumarizados na Figura 42.

Figura 42: Teores de umidade presentes nos farelos do Mari



As amostras de farelos do mesocarpo apresentaram teores de umidade bem inferiores aos dos farelos da amêndoa. Comparando os teores de umidade entre os farelos do fruto cozido e *in natura*, observa-se que existe uma diferença considerável de 1,53% entre FAC e FAI e de 0,73% entre FMC e FMI, que mostra que o processo de cozimento provocou um aumento no teor de umidade das amostras.

De acordo com Cecchi (2003), altos teores de umidade aceleram o processo de deterioração dos alimentos, impondo aos alimentos com altos teores de umidade tempo de vida útil curto exigindo técnicas de conservação mais específicas.

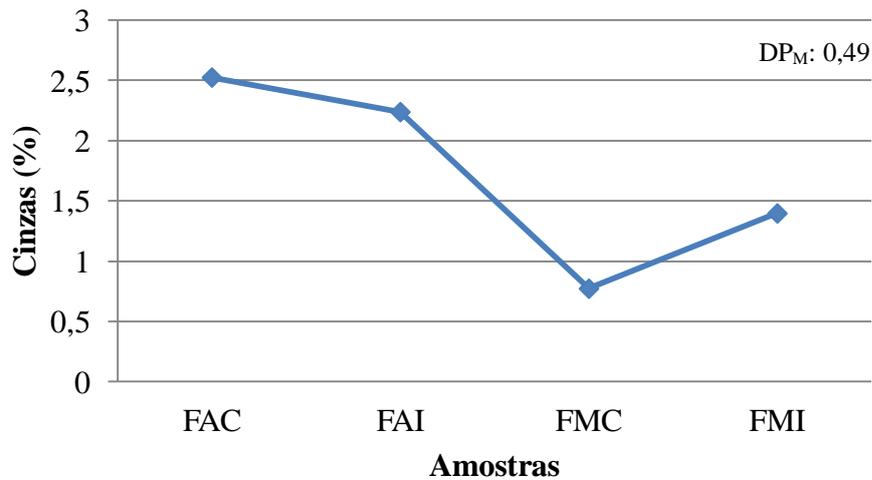
Alguns estudos desenvolvidos com a farinha de mandioca comercial encontram valores de 8,71 e 12,02% de teor de umidade, Dias *et al* (2006) e Souza (2008), respectivamente. Ortolan (2006) ao analisar os teores de umidade de farinhas de trigo encontrou valores médios de 12,82 e 13,68%. O que mostra que os teores de umidade obtidos para os farelos do fruto do Marizeiro estão de acordo com os obtidos para outros tipos de farinhas.

A ANVISA através da portaria 354/1996, estabelece que o teor de umidade das farinhas não deve ultrapassar a 15%. De acordo com estes parâmetros os farelos avaliados neste trabalho estão adequados ao consumo.

### 5.2.5 CINZAS

Os teores médios de cinzas para as amostras do farelo do mesocarpo e da amêndoa do fruto do Marizeiro obtidos neste trabalho estão expostos na Figura 43.

Figura 43: Teor de cinzas presentes nos farelos analisados



De acordo com estes, houve diferença significativa entre os teores de cinzas dos farelos da amêndoa em comparação com os farelos do mesocarpo com média de 1,73%. Com relação ao processo de cozimento, verificou-se que não houve um efeito homogêneo, com diferentes resultados para farelos da amêndoa com aumento do nível de sais para a amostra cozida e do mesocarpo a amostra *in natura* se sobressai.

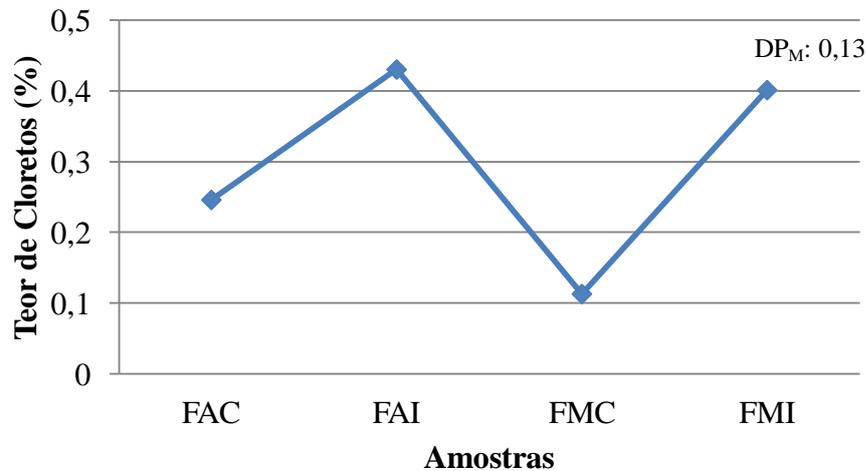
Os teores de cinzas apresentados neste trabalho estão de acordo com resultados obtidos em estudos feitos com farináceos comerciais, como por exemplo, a farinha de mandioca mostrou teores de cinzas de 1,14% (NETO, 2003) e 1,91% (SOUZA, 2008) e a farinha de trigo uma variação de valores entre 0,89% a 1,33% (GUTKOSKI, 1999).

A legislação brasileira (Portaria 354/96) estabelece que as farinhas devam ter um teor máximo de cinzas entre 2,0 e 2,5%, onde valores acima destes indicam contaminação da farinha por agentes externos (ICTA/UFRGS, 2012). Portanto, todos os farelos obtidos estão de acordo com as normas da legislação vigente.

### 5.2.6 TEOR DE CLORETOS

A Figura 44 sumariza os teores médios de cloretos obtidos para os farelos do mesocarpo e da amêndoa do fruto do Marizeiro.

Figura 44: Teor de cloretos dos farelos do Mari



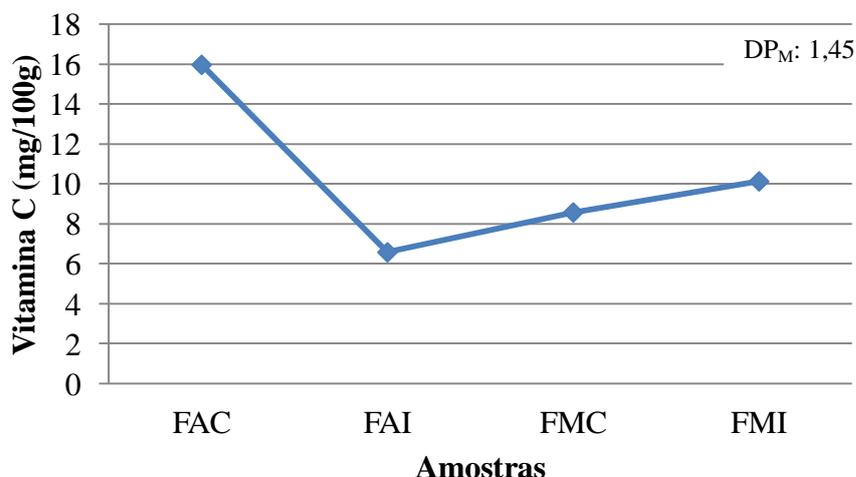
A análise destes dados mostra que os farelos apresentaram baixos teores de cloretos, não havendo diferença relevante entre os teores dos farelos da amêndoa e dos farelos do mesocarpo. Entretanto, foram observados resultados bastante diferenciados nos teores de cloretos dos farelos *in natura*, FAI (0,43%) e FMI (0,40%) quando comparados com os farelos cozidos FAC (0,24%) e FMC (0,10%), com redução de 50% para a amostra da amêndoa e de 75% para o mesocarpo, desta forma o cozimento é fator determinante na diluição dos sais existentes no fruto.

De acordo com, Belitz *et al* (2004), valores elevados de íons cloretos podem provocar sabor azedo nas farinhas, comprometendo a aplicação em formulações. A legislação brasileira não estabelece limites para o teor de cloretos, porém, com base nos dados obtidos para a farinha de trigo, que de acordo com Amorim (2007), apresenta valores de cloretos compreendidos entre 0,09 a 1,55%, os farelos do Mari podem ser considerados de excelente qualidade no que diz respeito a este critério.

### 5.2.7 ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi avaliado nos farelos da amêndoa e mesocarpo do fruto do Marizeiro e os valores médios obtidos estão representados na Figura 45.

Figura 45: Quantidade de Ácido Ascórbico existente nos farelos analisados



A análise dos dados mostrou um bom teor de ácido ascórbico (vitamina C) nos farelos FAC (16,00 mg/100 g) quando comparado aos farelos FAI (6,60 mg/100g) e comportamento inverso entre FMC (8,60 mg/100g) e FMI (10,10 mg/100g), não havendo conclusão sobre o efeito do cozimento neste parâmetro.

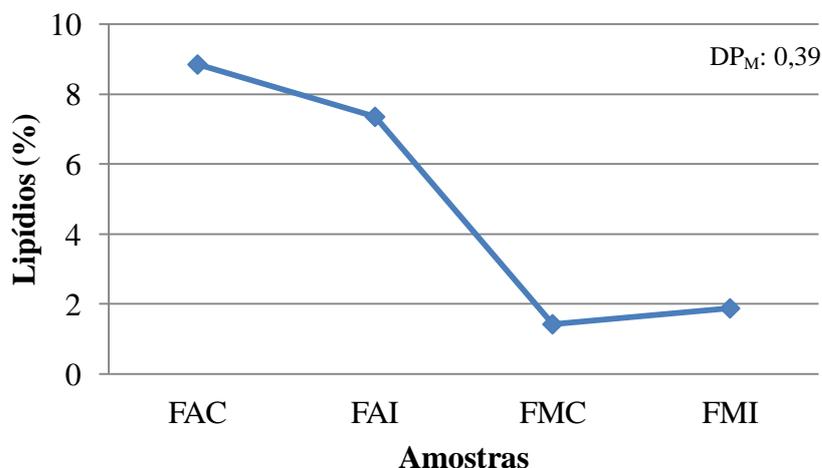
Se compararmos o teor de ácido ascórbico (vitamina C) dos farelos do mesocarpo e amêndoa do Mari, com os dados obtidos por Ochoa *et al* (2008) para resíduos de frutos como caju (34,72 mg/100g), goiaba (21,55 mg/100g) e maracujá (11,76 mg/100g), podemos considerar que este parâmetro é relativamente baixo em relação ao caju e goiaba e próximo ao maracujá.

Contudo, mesmo que em pequena quantidade a existência deste componente nos farelos, contribui na atividade antioxidante, aumentando o tempo de uso dos mesmos e também evita o uso de aditivos artificiais no melhoramento deste.

### 5.2.8 LIPÍDIOS

A avaliação dos teores médios de lipídios dos farelos do mesocarpo e da amêndoa produzidos e as porcentagens estão sumarizadas na Figura 46.

Figura 46: Teor de lipídios nos farelos produzidos



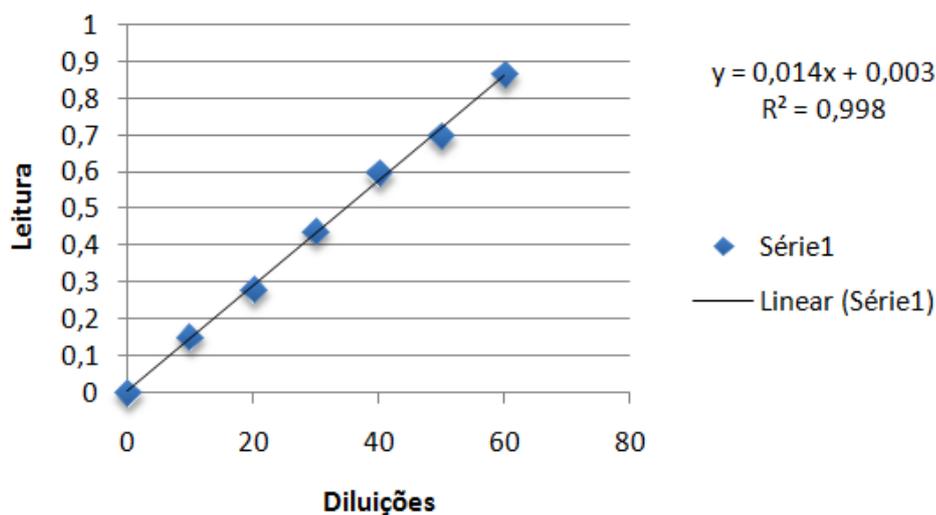
De acordo com estes dados, as amostras FAC (8,90%) e FAI (7,40%) apresentaram valores bem elevados em relação às amostras FMC (1,40%) e FMI (1,80%). Estes resultados estão de acordo com o esperado, visto que geralmente as amêndoas encerram maior quantidade de lipídios do que os mesocarpos.

Em estudos desenvolvidos por Neto (2003), Dias *et al* (2006) e Chisté (2010) com farinhas de mandioca, foram encontrados valores de lipídios de 0,91%, 1,39% e 1,02% respectivamente. Estes dados são bem mais próximos dos obtidos para o mesocarpo do Mari e bem distintos dos obtidos para os farelos da amêndoa. Todavia, não são relevantes, uma vez que a legislação brasileira não estabelece limites para o teor de lipídios em farinhas.

### 5.2.9 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

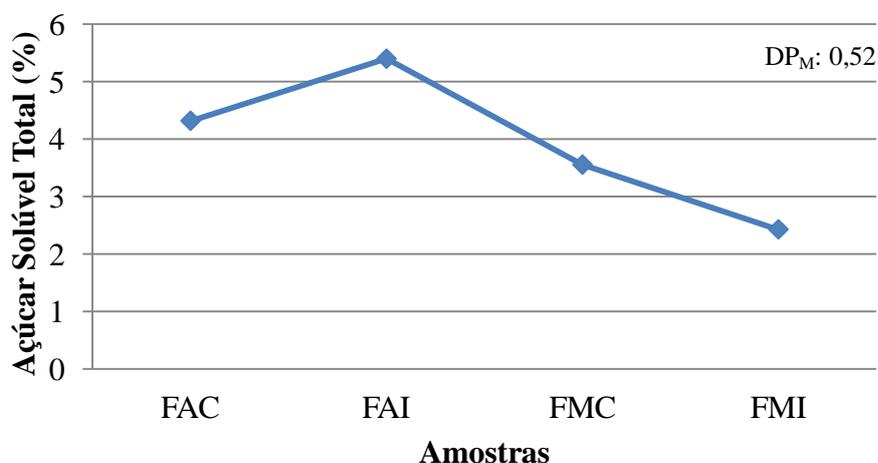
Para determinação de açúcares solúveis totais foi elaborado uma curva padrão de glicose, com dados e equação da reta obtida estão expostos na Figura 47.

Figura 47: Curva padrão de glicose para determinação de açúcares solúveis totais nos farelos



Os teores médios de açúcares solúveis totais obtidos para os farelos do mesocarpo e da amêndoa do fruto do Mari estão apresentados na Figura 48.

Figura 48: Teor de Açúcares Totais em farelos



Os dados revelaram que os açúcares solúveis estão mais concentrados na amêndoa do fruto com média de 4,30 a 5,30%. Além disso, é possível observar que o processo de cozimento provoca a perda destes açúcares na amêndoa com redução de 1%, enquanto no mesocarpo ocorre ganho de 0,90%, provavelmente ocasionado pela deposição do açúcar perdido pela amêndoa.

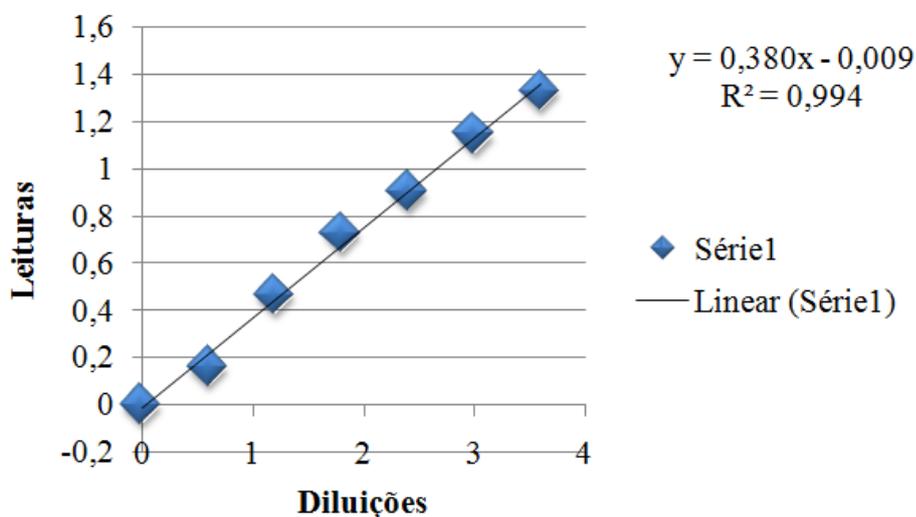
A legislação não adota limites para os teores de açúcares solúveis em farinhas, mas estudos com farinhas de mandioca desenvolvidos por Dias *et al* (2006) apresentaram valores de açúcares solúveis variando de 0,26% a 3,35%, dado que justifica percentual elevado de

açúcar solúvel total nos farelos obtidos, mesmo com as perdas durante o processamento de parte das amostras.

### 5.2.10 AÇÚCARES REDUTORES

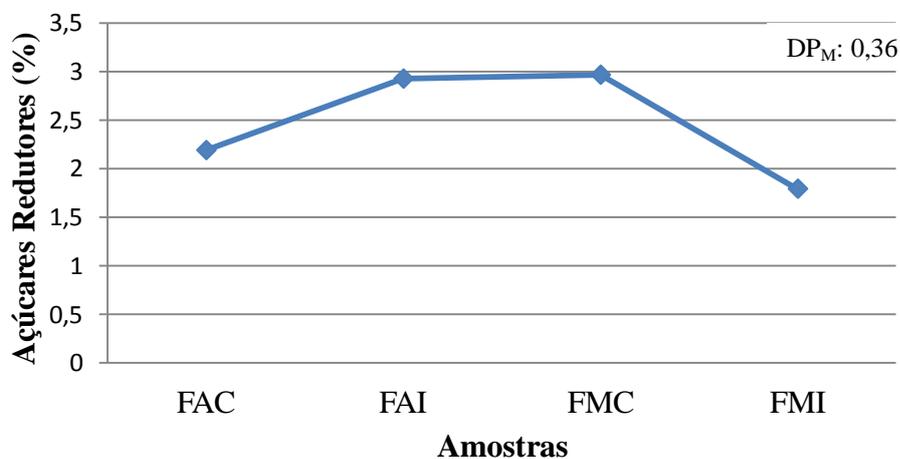
Para determinação de açúcares redutores foi elaborado uma curva padrão de glicose, com dados e equação da reta obtida estão expostos na Figura 49.

Figura 49: Curva padrão de glicose para determinação de açúcares redutores nos farelos



Os teores médios de açúcares redutores dos farelos (FAC, FAI, FMC e FMI) estão sumarizados na Figura 50.

Figura 50: Teor de Açúcares redutores em farelos obtidos

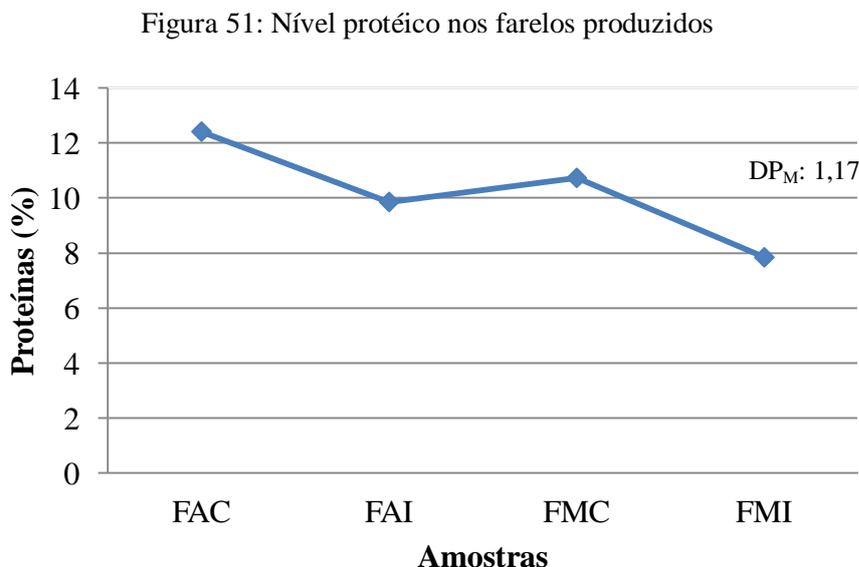


Diferente dos dados obtidos para os açúcares solúveis totais, os teores de açúcares redutores não mostraram diferenças consistentes entre farelos da amêndoa (2,20% a 2,90%) e farelos do mesocarpo (1,80% a 2,80%). Quanto ao processo de cozimento, foi verificado que houve uma diminuição dos teores de FAI (2,90%) com relação a FAC (2,20%), ocorrendo comportamento inverso entre FMI (1,80%) e FMC (2,80%). Indicando que o processo de cozimento pode provocar alterações tanto na estrutura química dos açúcares redutores e dos açúcares solúveis totais, até mesmo convertendo um em outro.

Tal como ocorre com os teores de açúcares solúveis totais, a legislação brasileira não estabelece limites para os teores de açúcares redutores. Em estudos realizados por Dias *et al.* (2006) e por Baltha (2005) com a farinha de mandioca foram encontrados valores de açúcares redutores bem divergentes, 0,20% e 1,70% a 26,09% respectivamente, o que indica que realmente não tem como estabelecer um limite para a presença destes constituintes químicos em farinhas.

### 5.2.11 PROTEÍNA

A Figura 51 mostra os teores médios de proteínas encontrados para os farelos do mesocarpo e amêndoa do fruto do Marizeiro.



De acordo com estes dados, os teores protéicos nos farelos foram bastante consideráveis (FAC 12,0%, FAI 9,80%, FMC 10,70% e FMI 7,80%), sendo mais elevado nas amostras submetidas ao cozimento.

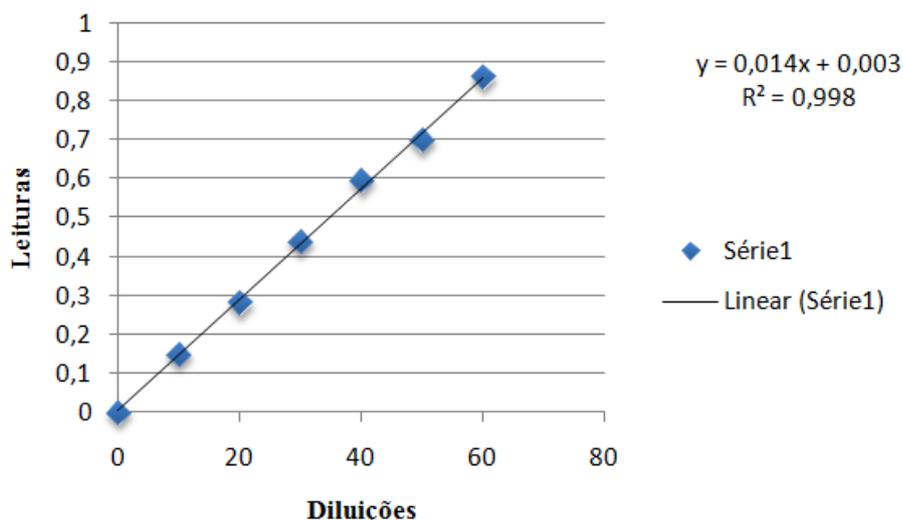
A legislação brasileira (Portaria 354/96) adota valores do teor de proteínas para as farinhas de trigo e de mandioca, as quais não podem conter menos de 7% e de 1,50% respectivamente. Em estudos realizados por Dias *et al* (2006), Neto (2003) e Chisté (2003) com a farinha de mandioca, apontaram teores de proteínas de 1,50%, 2,60% e 1,38% respectivamente, estando os dados de Chisté (2003) fora dos limites estabelecidos. A farinha de trigo tem se revelado uma fonte de proteínas mais potente como vemos nos estudos desenvolvidos por Gutkoski (1999), cujos valores de proteínas encontrados variaram de 10,24 a 12,26%.

No caso dos farelos do fruto do Marizeiro, não existe uma legislação para a sua utilização como farinha ou farelo com relação a este parâmetro, entretanto, tendo por base os dados protéicos para as farinhas de trigo e de mandioca, as amostras se mostraram uma fonte em potencial, tendo em vista que os teores protéicos encontrados foram similares aos da farinha de trigo.

### 5.2.12 AMIDO

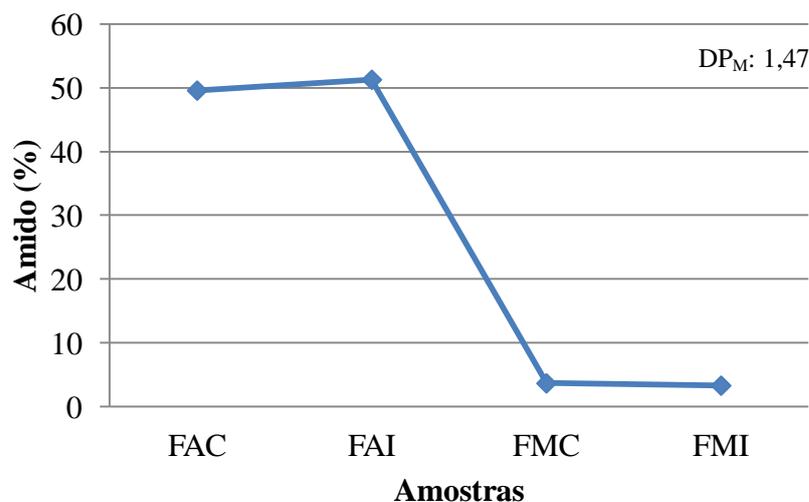
Para determinação de teor de amido foi elaborado uma curva padrão de glicose, com dados e equação da reta obtida estão expostos na Figura 52.

Figura 52: Curva padrão de glicose para determinação do teor de amido nos farelos



Neste trabalho também foi avaliado o teor médio de amido existente nas amostras FAC, FAI, FMC e FMI e os resultados encontrados estão apresentados na Figura 53.

Figura 53: Quantidade de amido nos farelos obtidos



A Figura 53 mostra claramente uma variação substancial entre os teores de amido obtidos para os farelos da amêndoa e do mesocarpo. De acordo com os dados os farelos FAC (49,6%) e FAI (51%) apresentam elevado teor de amido, enquanto os farelos FMC (3,6%) e FMI (3,3%) mostraram níveis baixíssimos. Esses dados são esperados, pois as amêndoas de frutos demandam um teor de amido bem maior que os mesocarpos, além disso, os dados também sugerem que não houve degradação do amido durante o processo de aquecimento, fato esse explicado pela pequena variação entre as amostras FAC/FAI e FMC/FMI com 1,7% e 0,4% respectivamente.

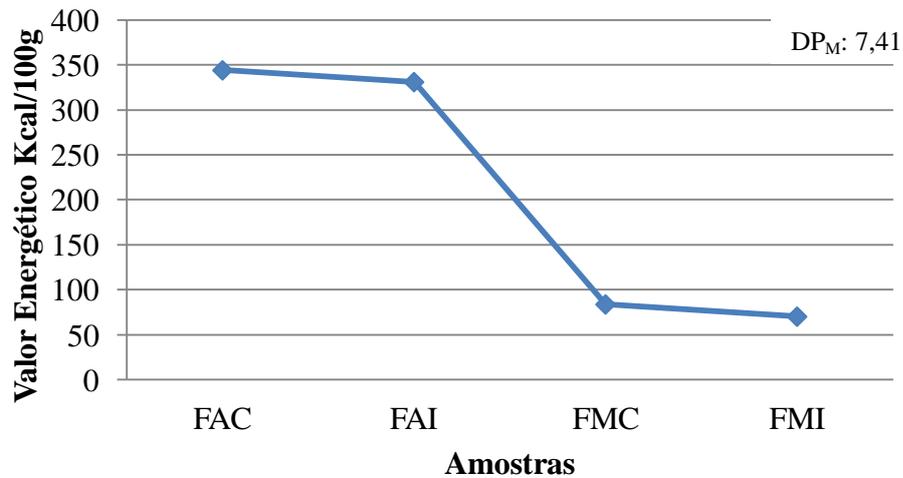
De acordo com Zavareze *et al* (2009), o amido tem entre outras funções, a de facilitar o processamento dos alimentos, tornando-os menos onerosos, sendo portanto indispensáveis do ponto de vista nutricional, tecnológico, funcional e sensorial.

Na legislação brasileira (Portaria 354/1996) não existe limite para o teor de amido em farinhas, mas Dias *et al* (2006) em estudos encontrou cerca de 82,5% de amido em farinha de mandioca e Chisti (2003) obteve cerca de 50,58. Dados esses que mostram que os farelos FAC e FAI possuem valores próximos podendo ser utilizados em formulações substituindo farinhas de trigo ou mandioca.

### 5.2.13 VALOR ENERGÉTICO

Os valores energéticos médios dos farelos FAC, FAI, FMC e FMI estão apresentados na Figura 54.

Figura 54: Valor energético dos farelos



As amostras FAC (344,40 Kcal/100g) e FAI (331,30 Kcal/100g) mostraram valores energéticos mais elevados em relação as amostras FMC (83,80 Kcal/100g) e FMI (70,20 kcal/100g), sendo explicado pela alta diferença em relação a taxa lipídica das amostras de amêndoa em relação as do mesocarpo. O fator cozimento não afetou consideravelmente o teor energético dos farelos, onde FAC e FAI diferiram em apenas 13,10 kcal/100 g, enquanto as amostras FMC e FMI em apenas 13,60 kcal/100g.

A legislação brasileira não estabelece limites para o teor energético de farinhas, mas análises realizadas por Dias *et al* (2006) mostra um nível de 346 kcal/100g em farinhas de mandioca, o que infere que os valores energéticos dos farelos FAC e FAI estão próximos aos valores da mandioca e os farelos FMC e FMI então bem abaixo, podendo então ser considerados fontes redutoras de calorias em uma dieta balanceada e excelente na produção de alimentos a partir deles.

### 5.3 COMPOSTOS FENÓLICOS E CAROTENÓIDES

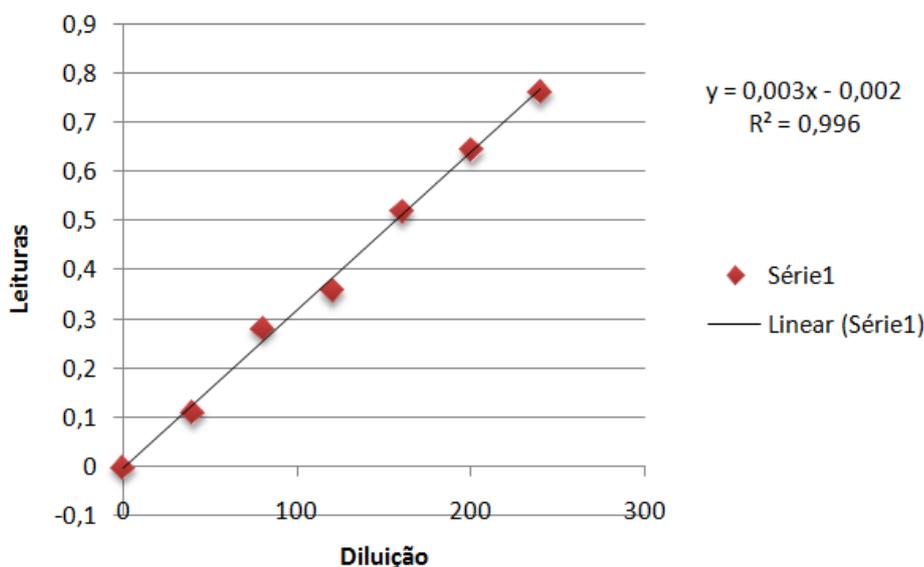
Um alimento é dito funcional quando apresenta componentes adicionais além dos seus nutrientes comuns, que agem no metabolismo. Dentre estas substâncias destacam-se os compostos fenólicos e os carotenóides, os quais possuem excelente atividade antioxidante (COSTA & JORGE, 2011).

Com base neste contexto os farelos FAC, FAI, FMC e FMI foram avaliados quanto à quantidade de fenólicos totais, flavonóides totais, antocianinas e carotenóides.

### 5.3.1 COMPOSTOS FENÓLICOS

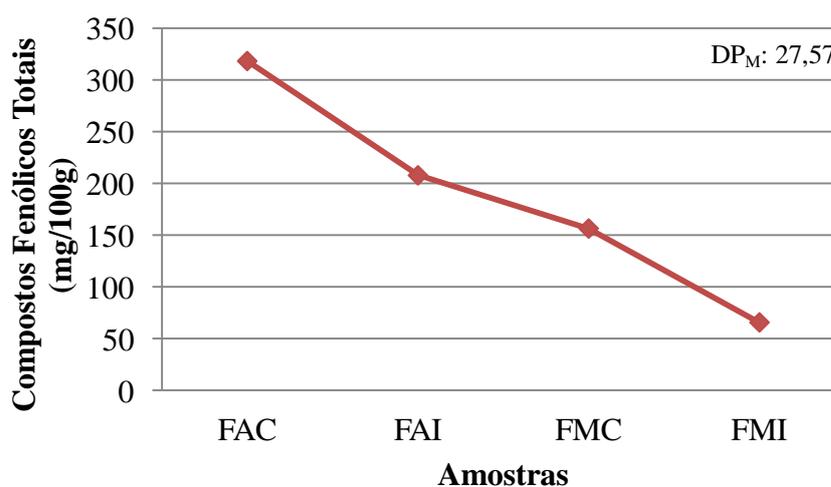
Para quantificar o teor de compostos fenólicos totais foi elaborada uma curva padrão de ácido gálico, com dados e equação da reta obtida estão expostos na Figura 55.

Figura 55: Curva padrão de ácido gálico para determinação de compostos fenólicos nos farelos



Os conteúdos médios de fenólicos totais determinados para os farelos do mesocarpo e da amêndoa do fruto do Marizeiro estão apresentados na Figura 56.

Figura 56: Teor de compostos fenólicos totais dos farelos do fruto Mari



De acordo com os dados obtidos percebe-se que os farelos do Marizeiro são excelentes fontes de compostos fenólicos, onde a amostra FAC (318,43 mg/100g) e FAI (208,03 mg/100g) apresentam praticamente o dobro desses compostos em relação as amostras FMI

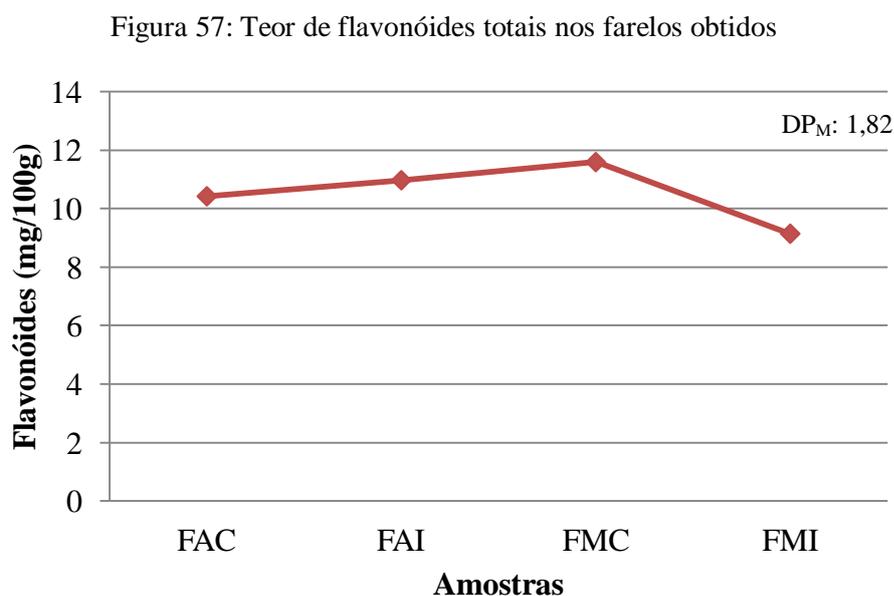
(65,90 mg/100g) e FMC (156,60 mg/100g), razão pela qual pode ser explicado através da fonte de produção de ambos os farelos.

Em estudos desenvolvidos por Perin *et al* (2011) com farelos de bagaço de uva e Córdova *et al* (2012) com farinha de trigo, foram encontrados valores de compostos fenólicos totais de 49,94 mg/100g e 47,03 mg/100g respectivamente. Estes dados denotam o excelente teor desses compostos nos farelos da amêndoa e mesocarpo do fruto do Marizeiro.

Estes resultados também podem ser um forte indicativo do uso dos farelos do Mari como um alimento funcional incluindo a sua aplicação como aditivo antioxidante em diversos alimentos.

### 5.3.2 FLAVONÓIDES TOTAIS

Os teores médios de flavonóides totais existentes nas amostras FAC, FAI, FMC e FMI estão apresentados na Figura 57.



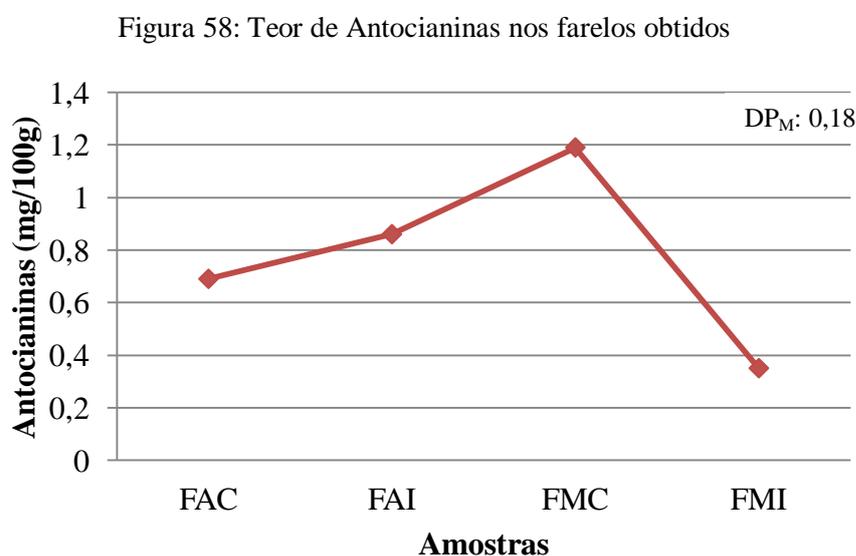
O teor de flavonóides encontrados nos farelos do Mari são considerados excelentes, com valores médios de 10,42 mg/100g em FAC; 10,97 mg/100g em FAI, 11,59 mg/100g em FMC e 9,14 mg/100g em FMI. Qualidade essa observada em comparação com valores encontrados por Sousa *et al* (2011) para farelos de resíduos de abacaxi (0,09 mg/100g) e cupuaçu (0,11 mg/100g); e por Soares *et al* (2008) para farelos do bagaço da maçã (11,05 mg/100g).

O fator cozimento não afetou consideravelmente os níveis de flavonóides totais, com diferença mínima de 0,55 mg/100 g nas amostras FAI e FAC e 2,45 mg/100g em FMC e FMI.

Em síntese, os farelos do Mari podem ser considerados boas fontes de flavonóides totais, que contribuem também na atividade antioxidante de formulações alimentícias.

### 5.3.3 ANTOCIANINAS TOTAIS

Este estudo determinou o teor médio de antocianinas presentes nas amostras FAC, FAI, FMC e FMI e os resultados estão expostos na Figura 58 abaixo.



Os farelos não apresentam bons níveis de antocianinas, com pequena quantidade presente em todas as amostras, sendo os teores médios de 0,69 mg/100g, 0,86 mg/100g, 1,19 mg/100g e 0,35 mg/100 g, para as amostras FAC, FAI, FMC e FMI respectivamente.

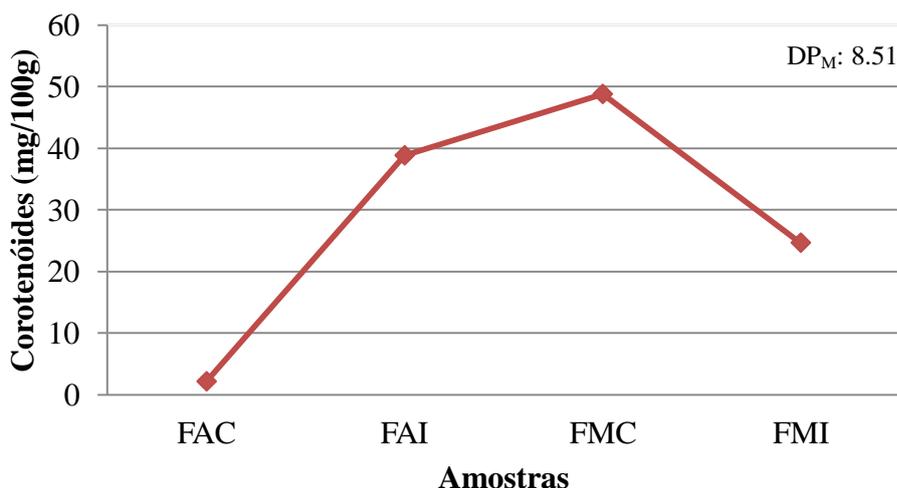
O baixo teor de antocianinas nos farelos é evidenciado quando comparado aos estudos de Perin et al (2011) com farelos de bagaço de uva que obteve valores de 202,1 mg/100 g da amostra.

Mesmo em pequena quantidade, a presença desse pigmento também contribui na atividade antioxidante que os farelos poderão exercer em formulações alimentícias.

### 5.3.4 CAROTENÓIDES

O teor médio de carotenóides existentes nos farelos da amêndoa e do mesocarpo do fruto do Marizeiro foi quantificado e os dados obtidos estão expostos na Figura 59.

Figura 59: Teor de carotenóides nos farelos analisados



Alguns frutos apresentam teores de carotenóides relativamente baixos, diferente do que se observa nos farelos produzidos a partir do Mari, cujos teores médios foram de 2,10 mg/100g para FAC; 38,82 mg/100g para FAI, 48,79 mg/100 g para a amostra FMC e 24,63 mg/100g em FMI. O fator cozimento afetou substancialmente os teores de carotenóides, com diferença de 36,72 mg/100 g nas amostras FAI e FAC e 24,16 mg/100g em FMC e FMI, havendo a necessidade de maiores estudos na quantificação desses compostos e no efeito desse processamento.

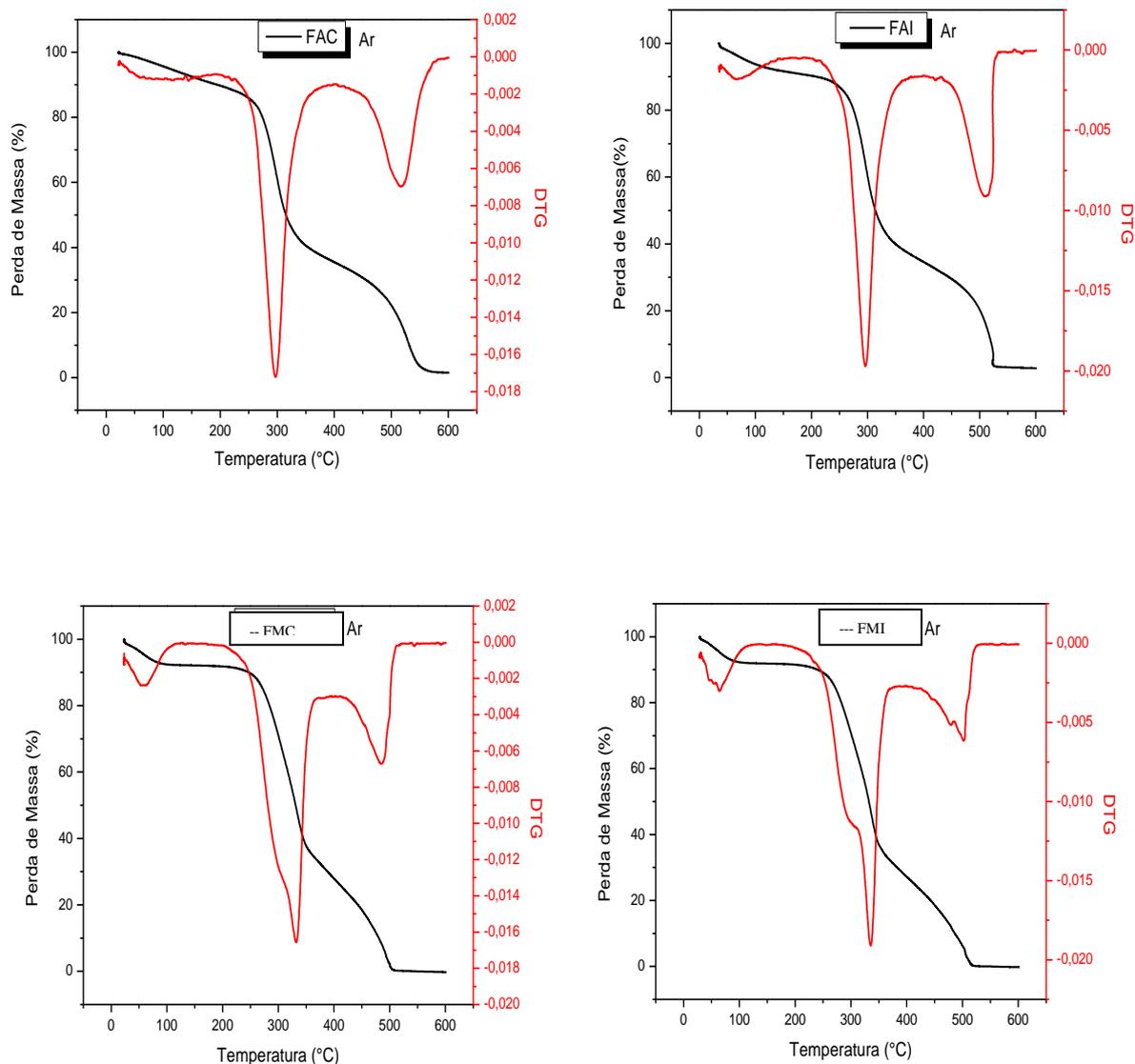
Todos os farelos apresentam valores consideravelmente excelentes em comparação com dados obtidos por SANTOS *et al* (2012) em farinha de raspa de mandioca (2,41 mg/100g) e Sousa *et al* (2010) em farinha do fruto do buriti (7,78 mg/100g).

Desta forma, os farelos do Mari podem ser considerados boas fontes de carotenóides, que contribuem também para a atividade antioxidante em futuras formulações alimentícias a partir dos farelos.

## 5.4 ANÁLISE TÉRMICA

Os resultados das análises térmicas (TG) dos farelos FAC, FAI, FMC e FMI estão apresentados na Figura 60.

Figura 60: TG dos farelos FAC, FAI, FMC e FMI



As curvas termogravimétricas (TG) apresentaram três etapas distintas de perda de massa, onde a primeira delas ocorreu entre 50 °C a 160° C gerando uma redução de massa de 6%, 9%, 14% e 10% para as amostras FAC, FAI, FMC e FMI respectivamente, sendo atribuída a perda de moléculas de água.

A segunda etapa foi atribuída à decomposição da parte orgânica que se deu no intervalo de temperatura compreendido entre 160 °C a 400 °C, sendo a perda de massa

variando entre 70% a 80% para todos os farelos. Tais dados demonstram que este evento é considerado o de maior intensidade de perda de massa, e devido a elevada temperatura confere as amostras uma boa estabilidade térmica.

Por fim, na terceira etapa evidenciou-se a carbonização e volatilização dos constituintes presentes nos diferentes farelos, com faixa de temperatura de 400 a 600 °C correspondendo a um intervalo de perda de massa de 9 a 16%.

Os dados obtidos são detalhados na tabela 08, com intervalos de temperatura e variação de massa em todas as etapas da análise térmica.

Tabela 08: Dados obtidos na análise térmica dos farelos FAC, FAI, FMC e FMI

Amostras	Étapas	Intervalo de temperatura (°C)	Δ Massa (%)
FAC	1 <sup>a</sup>	70 a 105	6
FAC	2 <sup>a</sup>	105 a 380	80
FAC	3 <sup>a</sup>	380 a 600	14
FAI	1 <sup>a</sup>	50 a 160	9
FAI	2 <sup>a</sup>	160 a 400	78
FAI	3 <sup>a</sup>	400 a 600	13
FMC	1 <sup>a</sup>	50 e 160	14
FMC	2 <sup>a</sup>	160 a 400	70
FMC	3 <sup>a</sup>	400 a 600	16
FMI	1 <sup>a</sup>	50 e 160	10
FMI	2 <sup>a</sup>	160 a 400	74
FMI	3 <sup>a</sup>	400 a 600	16

# Resultados e discussão da aditivação

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA ADITIVAÇÃO**

### **6.1 PÃO ADITIVADO COM FARELOS DE MARI**

Verificadas as qualidades nutricionais dos farelos da amêndoa e do mesocarpo do Mari, resolveu-se utilizá-los como aditivo com o objetivo de melhorar as características físicas, químicas e aumentar o tempo de consumo do pão, alimento presente cotidianamente na mesa da população mundial.

### **6.2 FORMULAÇÕES E PRODUTO FINAL**

Os pães foram produzidos com diferentes formulações, nas quais foram utilizadas frações de 5% e de 10% dos farelos FAC, FAI, FMC e FMI em substituição de parte da farinha de trigo utilizada na fabricação. Os pães fabricados foram rotulados como FAC 5%, FAC 10%, FAI 5%, FAI 10%, FMC 5%, FMC 10%, FMI 5%, FMI 10% e PC.

Com relação ao aspecto físico, as amostras FAC e FAI (5% e 10%) não apresentaram diferenças perceptíveis quando comparadas com o pão controle (PC), enquanto para os pães obtidos com os farelos FMC e FMI (5% e 10%) ocorreram alterações físicas em relação ao controle e esses mostraram textura e aparência semelhante a pães integrais (Figura 61). De modo geral, os pães apresentam-se idênticos aos já comercializados e aceitos pela população.

Figura 61: Pães aditivados com farelos de Mari em diferentes concentrações



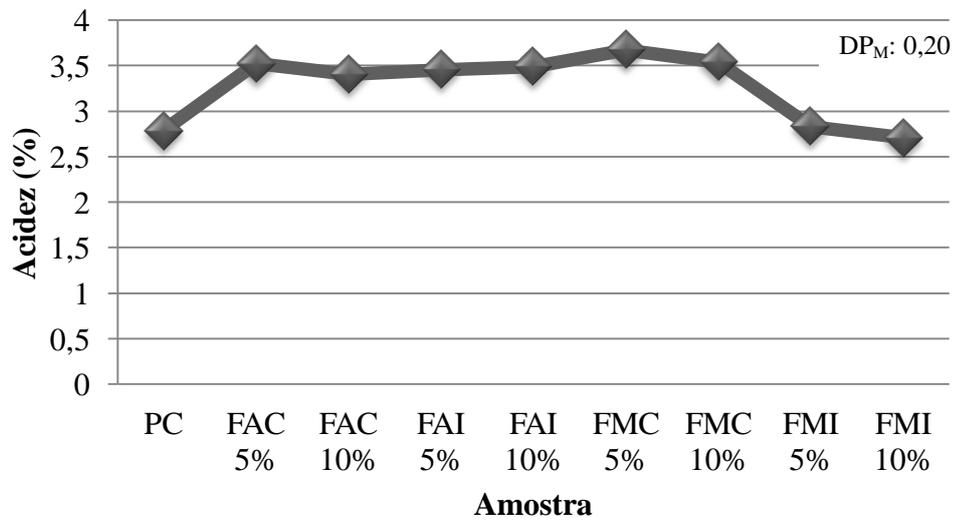
### 6.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

Os pães aditivados com os farelos FAC, FAI, FMC e FMI, foram submetidos às análises de caracterizações químicas, com a finalidade de avaliar o ganho energético e estabilidade oxidativa que os aditivos poderiam provocar nos pães. Os parâmetros adotados foram acidez, pH, sólidos solúveis, umidade, cinzas, teor de cloretos, lipídios, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, proteínas e amido. Além destes, foram feitas análises microbiológicas através dos parâmetros coliformes a 35° C, coliformes a 45°, pesquisa de Salmonella e bolores e leveduras.

#### 6.3.1 ACIDEZ TITULÁVEL

Os dados médios da acidez titulável das amostras de pães convencional e aditivados estão expostos na Figura 62.

Figura 62: Teor de acidez dos pães aditivados com os farelos de Mari



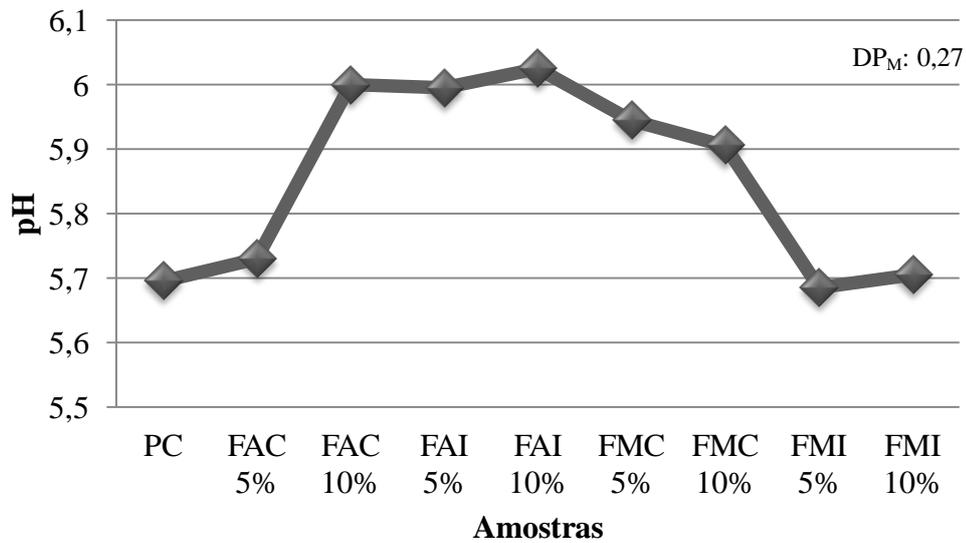
De acordo com os dados obtidos, os teores de acidez dos pães aditivados foram bem próximos ao do pão convencional, verificando-se um discreto aumento de acidez nas amostras aditivadas. Este aumento no pão aditivado está de acordo com os dados deste mesmo parâmetro para os farelos, analisados anteriormente.

A legislação brasileira atual (RDC n. 90, 2000) não especifica limites para o teor de acidez, mas estudos realizados por Gurgel *et al* (2010) determinando a acidez de pães, foi verificado valores em torno de 4,03. Com base nestes dados, pode-se inferir aos pães aditivados excelentes índice de acidez, incluindo resistência ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos durante os processos de fermentação ou armazenamento.

### 6.3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Para auxiliar na determinação do teor de acidez dos farelos, foi feita a determinação do pH dos pães aditivados com os farelos FAC, FAI, FMC e FMI e os resultados médios obtidos nas análises estão expostos na Figura 63.

Figura 63: pH em pães aditivados com farelos FAC, FAI, FMC e FMI



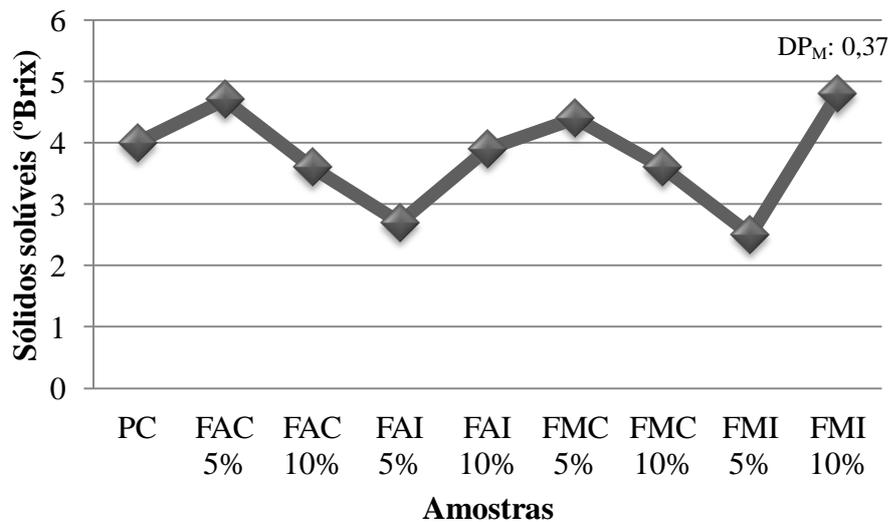
As amostras apresentaram níveis de acidez concordantes com a acidez titulável determinada no item anterior. Os valores de pH encontrados mostram que os aditivos causam aumento nesse parâmetro nas amostras FAC (5% e 10%), FAI (5% e 10%), e FMC (5% e 10%) e valor semelhante na amostra FMI (5% e 10%), ressaltando o fator positivo com relação a redução da acidez em comparação com o PC.

A legislação vigente (RDC n. 90, 2010), também não limita esse parâmetro, mas é considerado de suma importância por estar relacionado com o tempo de consumo de alimentos. Gurgel *et al* (2010) em pesquisa com pães obteve resultados de pH de 5,04, este dado dá suporte ao uso dos farelos como aditivos de pães e mostra a qualidade dos mesmos.

### 6.3.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS

Os resultados médios para os teores de sólidos solúveis para os pães (controle e aditivados) estão apresentados na Figura 64.

Figura 64: Teor de sólidos solúveis existentes nos pães (convencional e aditivados)

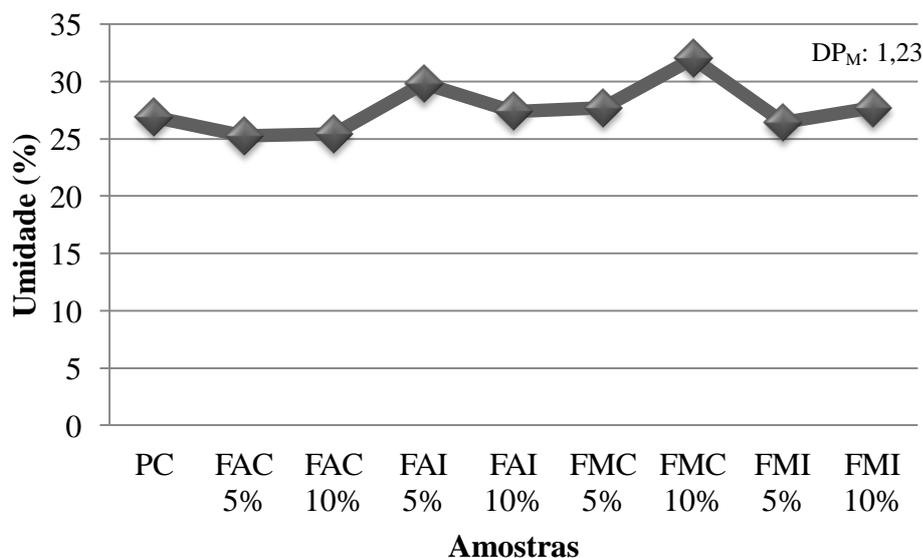


O teor de sólidos solúveis é relacionado geralmente com o teor de açúcares solúveis existentes nos alimentos, sendo assim, foi observado um aumento em algumas amostras de pães com relação à amostra convencional e perda em outras. As amostras FAC 5%, FMC 5% e FMI 10% apresentaram valores de sólidos solúvel superior ao da amostra controle, as demais amostras apresentaram-se abaixo do padrão, o que significa redução no valor energético ou calórico dos pães aditivados FAC 10%, FAI (5% e 10%), FMC 10% e FMI 5%.

#### 6.3.4 UMIDADE

Os níveis médios de umidade das amostras de pães controle e aditivados estão sumarizados na Figura 65.

Figura 65: Níveis de umidade existentes nos pães produzidos



De acordo com os dados apresentados na Figura 60, não houve variação relevante no teor de umidade das amostras de pães aditivadas com relação ao pão controle. As amostras FAI 5% e FMC 10% apresentaram elevação do teor de água em relação ao pão convencional e para as amostras FAC 5% e 10% houve redução.

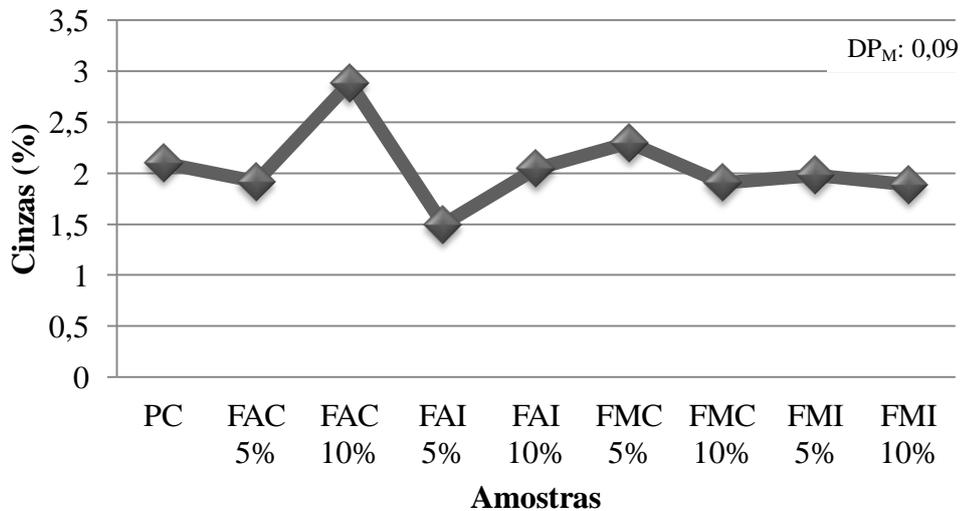
De acordo com Cecchi (2003), alimentos com alta umidade deterioram mais rapidamente em relação aos de baixa umidade, desta forma vemos que todas as amostras são perecíveis, mas encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (RDC n.90, 2000) que mostra que pães preparados podem apresentar umidade máxima de 38%.

Gurgel *et al* (2010), Melo *et al* (2007) e Borges *et al* (2011) obtiveram umidade de 33,48%, 26,90% e 30,99%, dados que ressaltam a qualidade dos produtos aditivados com os farelos FAC, FAI, FMC e FMI.

### 6.3.5 CINZAS

Os teores médios de cinzas das amostras de pães controle e aditivados, estão expostos na Figura 66.

Figura 66: Quantidade de cinzas nas amostras de pães produzidos



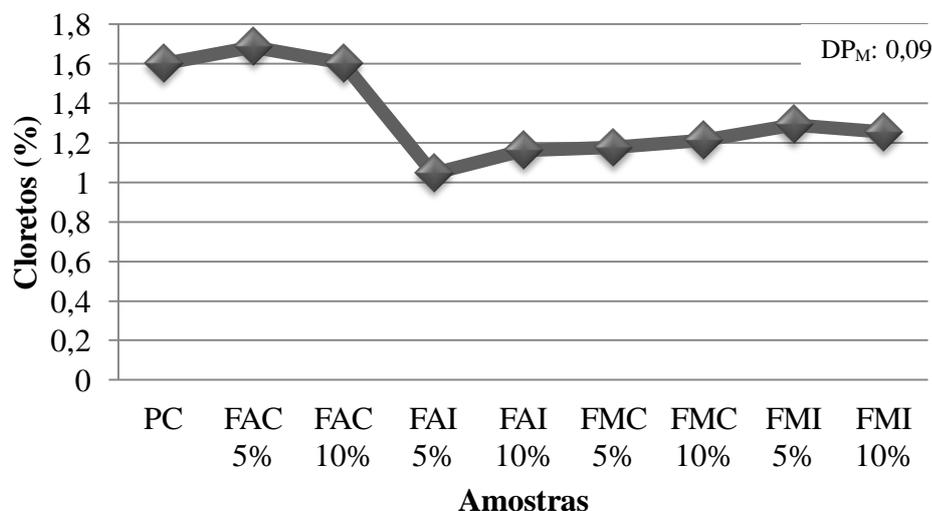
A Figura 61 mostra a redução de material mineral na maioria das amostras. A comparação entre o pão convencional (2,10%) com as amostras aditivadas, mostra redução ou resultados aproximados, com exceção da amostra FAC 10%. Os resultados obtidos podem ser explicados pelo baixo nível de cinzas existentes nos farelos que foram utilizados como aditivos na fabricação dos pães.

A ANVISA através da RDC n. 90 de 2000, não tem estabelecido um padrão para a quantidade de cinzas em pães, mas Borges *et al* (2011) e Melo (2007) em seus estudos com pães encontraram teores de cinzas de 2,02% e 3,80% respectivamente, dados que mostram que todas as amostras fabricadas estão de acordo com os produtos atualmente comercializados, além de se apresentarem melhores quanto a esse aspecto.

### 6.3.6 TEOR DE CLORETOS

Neste estudo foi caracterizado o teor médio de cloretos existentes nas amostras de pães comuns e aditivados e os dados estão colocados na Figura 67 abaixo.

Figura 67: Teor de cloretos nas amostras de pão



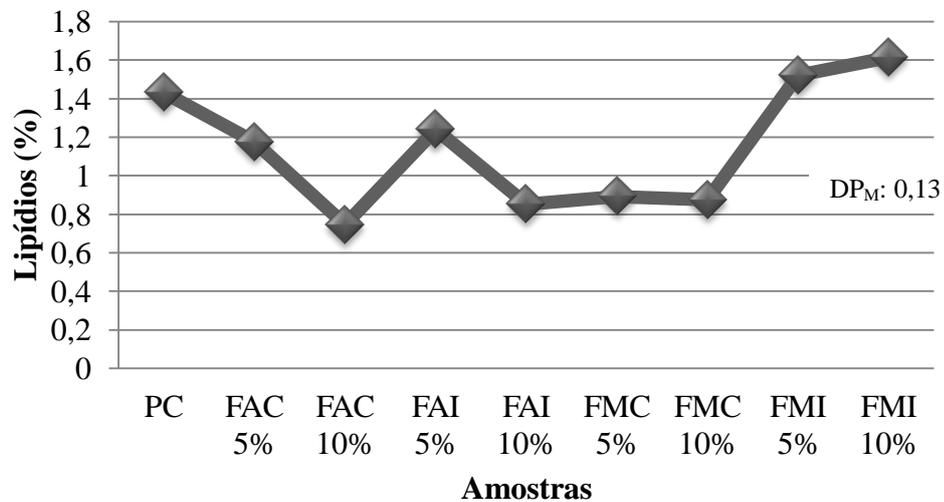
Os sais são normalmente adicionados aos pães, mas a redução do uso dos mesmos se faz necessário. De acordo com a Figura 62, ocorreu redução em média de 0,40% de cloretos nas amostras FAI (5% e 10%), FMC (5% e 10%) e FMI (5% e 10%), e as amostras FAC (5% e 10%) apresentaram teores semelhantes ao pão convencional. Desta forma, pode-se dizer que os farelos causaram degradação do cloreto de sódio adicionado normalmente aos pães, fato considerado como excelência visto que as indústrias alimentícias buscam redução dessa substância.

A ANVISA através da RDC n. 90 de 2000, não estabelece um padrão para o teor de cloretos em pães, com isso os pães aditivados estão aprovados para consumo e comercialização.

### 6.3.7 LIPÍDIOS

Os teores médios de lipídios das amostras de pães convencionais e aditivados estão colocados na Figura 68.

Figura 68: Teor de lipídios em pães produzidos



De acordo com a Figura 63, as amostras FAC, FAI e FMC demonstram reduções substanciais no teor de lipídio em relação ao controle, com 0,20% a 0,40% de decréscimo o que ressalta a melhoria das qualidades nutricionais provocada pelos farelos e contribui consideravelmente na funcionalidade dos pães aditivados com a redução energética ocasionada pela redução de gorduras. As amostras FMI (5% e 10%) apresentaram um ganho mínimo médio de 0,10%, que pode ser explicado pelo teor de gorduras no farelo.

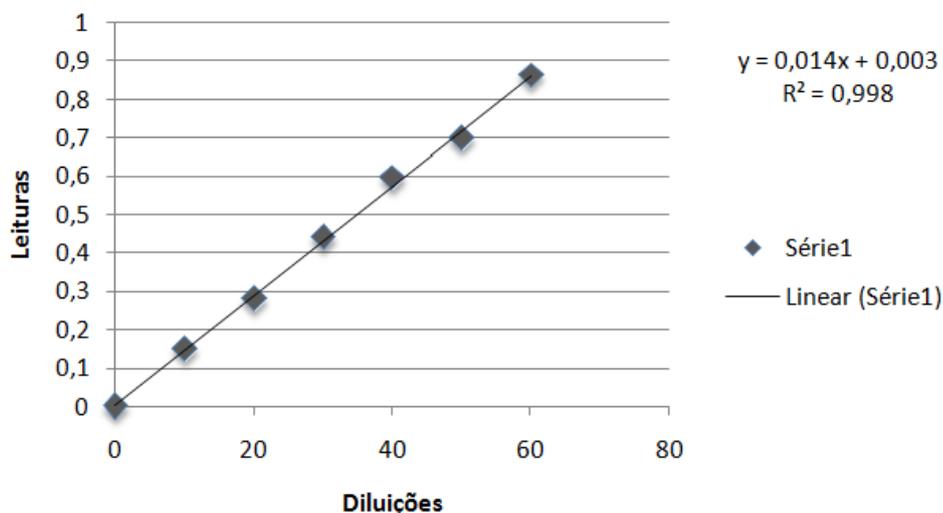
Na fabricação do pão comum é adicionada uma quantidade de óleo específico para panificação, com os dados obtidos pode-se inferir que os farelos também degradam boa parte das gorduras acrescentadas normalmente.

Borges *et al* (2011) e Melo *et al* (2007) encontraram em pesquisas valores para lipídios em torno de 2,08% e 5,90%, tais dados reforçam ainda mais a qualidade e a melhoria funcional trazidas pelos farelos no uso como aditivos em panificação.

### 6.3.8 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

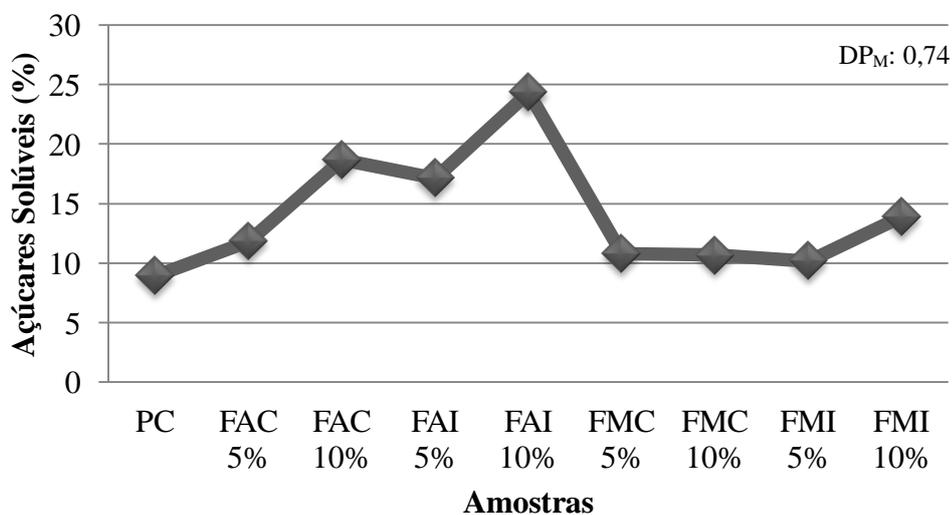
Para determinação de açúcares solúveis totais foi elaborado uma curva padrão de glicose, com dados e equação da reta obtida estão expostos na Figura 69.

Figura 69: Curva padrão de glicose para determinação de açúcares solúveis totais em pães



Neste trabalho também foram avaliados os teores médios de açúcares solúveis totais nos pães obtidos, cujos resultados estão sumarizados na Figura 70 abaixo.

Figura 70: Teor médio de açúcares solúveis totais em pão convencional e aditivados



Com base nos dados da Figura 70, é possível verificar que houve um ganho de açúcares nas amostras aditivadas, com variação entre 1,20% a 6,50%, causando ganho energético. Os maiores ganhos ocorreram com as amostras de pão aditivadas com farelos da amêndoa do Mari, corroborando com os teores de açúcares solúveis totais encontrados nos farelos da amêndoa, que foram superiores aos encontrados nos farelos mesocarpo.

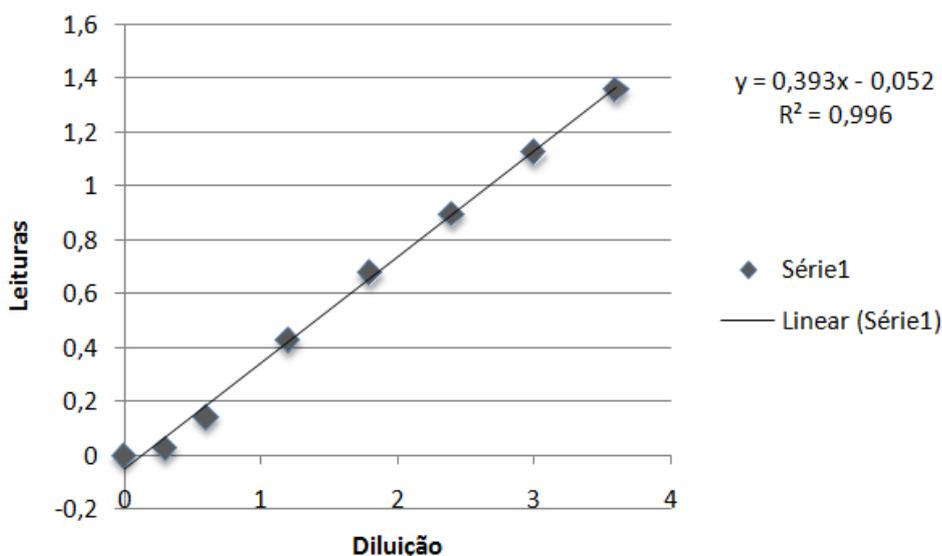
A legislação da ANVISA (RDC n. 90, 2010) não estabelece valores para açúcares solúveis, mas estudos de Borges *et al* (2011) os valores encontrados foram em torno de 1,03%, dado que mostra ainda mais a excelência da aditivação.

Na panificação é comum a adição de açúcares em níveis consideráveis, mas com os resultados obtidos, percebe-se que os farelos FAC e FAI poderão substituir com excelência o açúcar comum acrescentado, e que contribui para a funcionalidade e melhoria dos produtos e consequentemente a excelência do aditivo.

### 6.3.9 AÇÚCARES REDUTORES

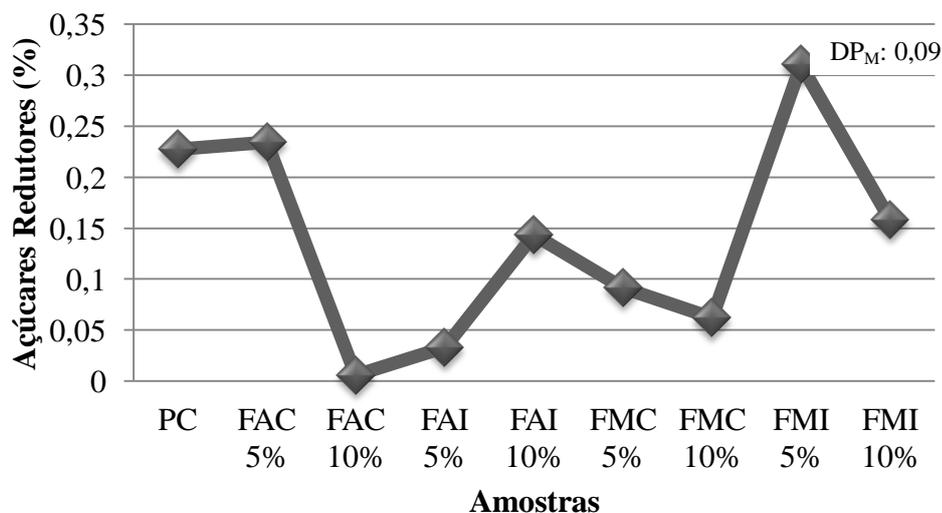
Para determinação de açúcares redutores foi elaborado uma curva padrão de glicose, com dados e equação da reta obtida estão expostos na Figura 71.

Figura 71: Curva padrão de glicose para determinação de açúcares redutores em pães



Os teores médios de açúcares redutores em pães convencional e aditivados foram avaliados e os resultados estão expostos na Figura 72 a seguir.

Figura 72: Teor médio de açúcares redutores em pães comuns e aditivados



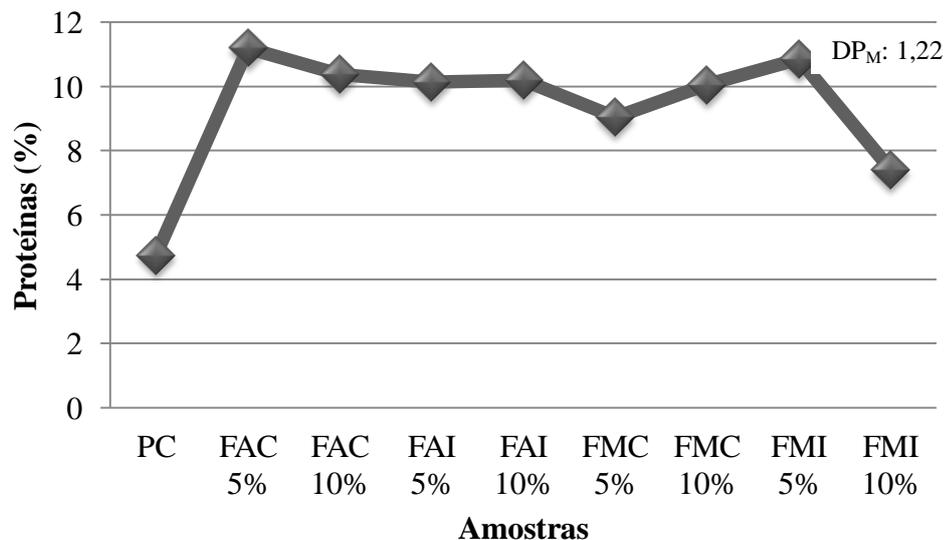
De acordo com os dados vistos anteriormente, os farelos revelaram baixos teores de açúcares redutores, contribuindo para a não oxidação dos pães. Nas amostras FAC 10%, FAI (5 e 10%), FMC (5% e 10%) e FMI (10%), os valores foram bem abaixo do obtido para o pão convencional. Na amostra FAC 5%, o teor foi próximo ao do convencional e FMI 5% revelou teor de 0,083%, considerado insignificante.

A legislação brasileira (RDC n.90, 2010) não estabelece limites para açúcares redutores, porém as amostras aditivadas podem ser consideradas aptas ao consumo e comercialização.

### 6.3.10 PROTEÍNAS

Neste trabalho foram avaliados os teores protéicos dos pães comuns e aditivados, cujos dados médios obtidos estão expostos na Figura 73.

Figura 73: Teor médio de proteínas nas amostras de pães produzidos



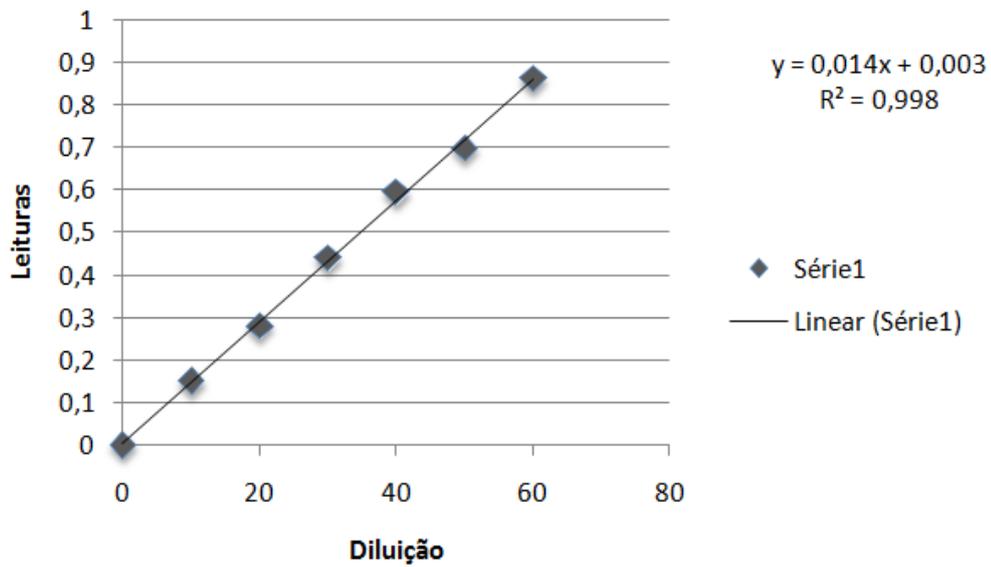
A análise destes dados mostra que houve aumento do teor de proteínas nos pães aditivados comparados ao controle, com variação média de 2,70% a 6,49% e ganho de 50% a 150% em relação ao pão controle.

Na RDC nº. 90 de 2010, não constam valores mínimos ou máximos para proteínas em pães, mas segundo estudos de Borges *et al* (2011) e Melo (2007) os níveis protéicos em base seca foram de 13,57% e 9,70%. Tais dados mostram o efeito benéfico provocado pelos aditivos nos pães, visto que os dados aqui apresentados estão em base úmida.

### 6.3.11 AMIDO

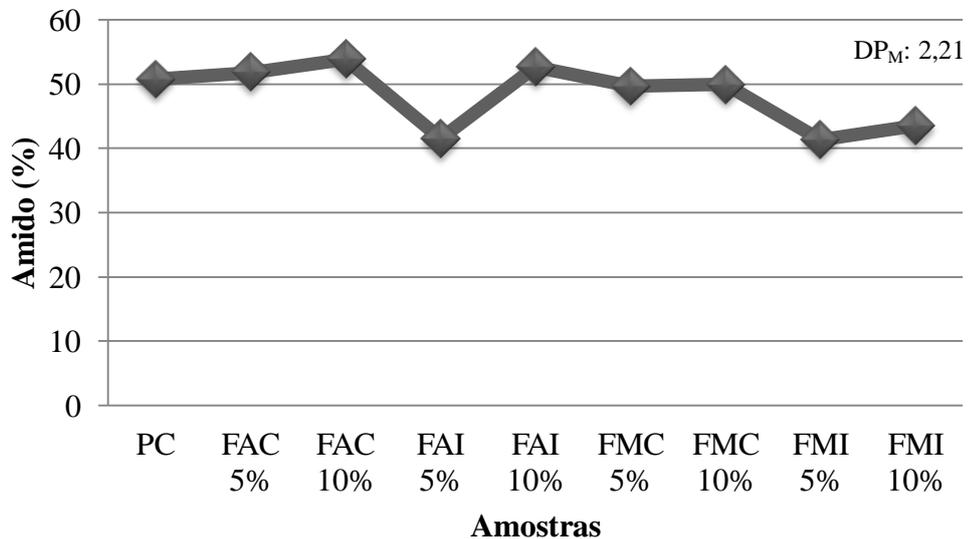
Na quantificação do teor de amido foi elaborada uma curva padrão de glicose, com dados e equação da reta obtida estão expostos na Figura 74.

Figura 74: Curva padrão de glicose para determinação de amido em pães



O teor de amido presentes nas amostras de pães aditivados com Mari e convencional e os resultados médios obtidos estão expostos na Figura 75 a seguir.

Figura 75: Teor médio de amido nas amostras de pães aditivados



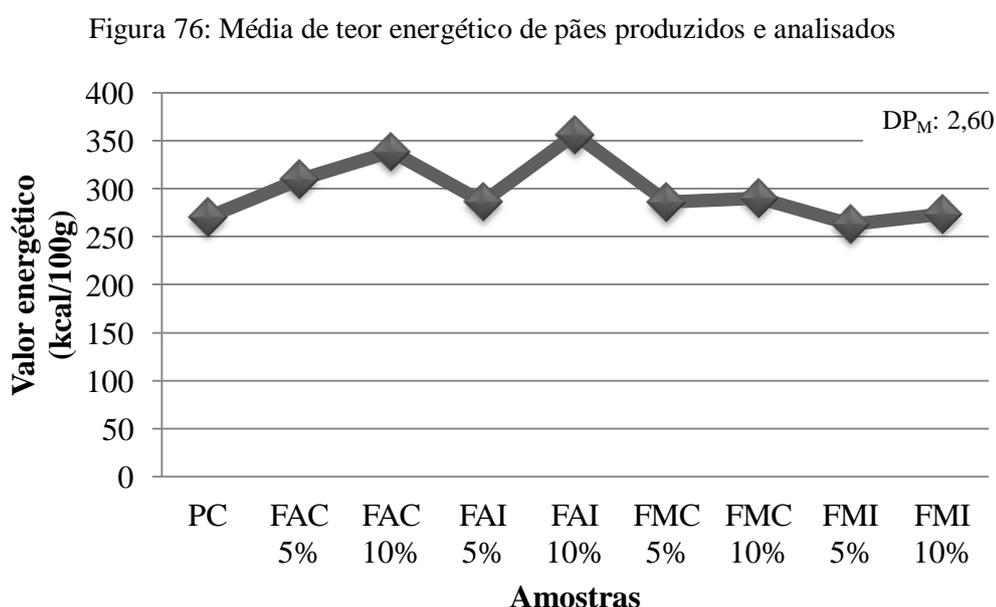
De acordo com o que a Figura 67, os teores de amidos permanecem praticamente inalterados, com pequena variação nas amostras FAI 5%, FMI 5% e 10%, com redução média de 7,23% a 9,42%.

Na legislação brasileira (RDC n.90, 2000) não existe limite para o teor de amido em pães, mas estudos de Scazzina *et al* (2009) mostram a presença deste em pães em torno de

39% a 52%. Tais dados obtidos mostram que todas as amostras de pães aditivados apresentam-se de acordo com os teores médios de produtos comercializados normalmente.

### 6.3.12 VALOR ENERGÉTICO

De acordo com a RDC nº. 360 de 23 de dezembro de 2003, o valor energético é um parâmetro obrigatório em produtos comercializados. Os teores energéticos para os pães aditivado e convencional estão expostos na Figura 76.



De acordo com os dados mostrados na Figura 68, houve um ganho energético nas amostras FAC (5% e 10%), FAI (5% e 10%), FMC (5% e 10%) e redução na amostra FMI (5% e 10%). Este fato pode ser atribuído ao teor de carboidratos das amostras dos farelos juntamente com os teores de açúcares comuns adicionados nos pães na etapa de preparação.

A legislação brasileira (RDC n. 90, 2000) não estabelece valores máximos para o teor energético em pães, mas as análises realizadas por Melo *et al* (2007) mostraram um valor de 306,90 kcal/100g. Desta forma, boa parte das amostras apresentou redução em relação a este parâmetro, fato que ressalta a funcionalidade trazida pelos aditivos.

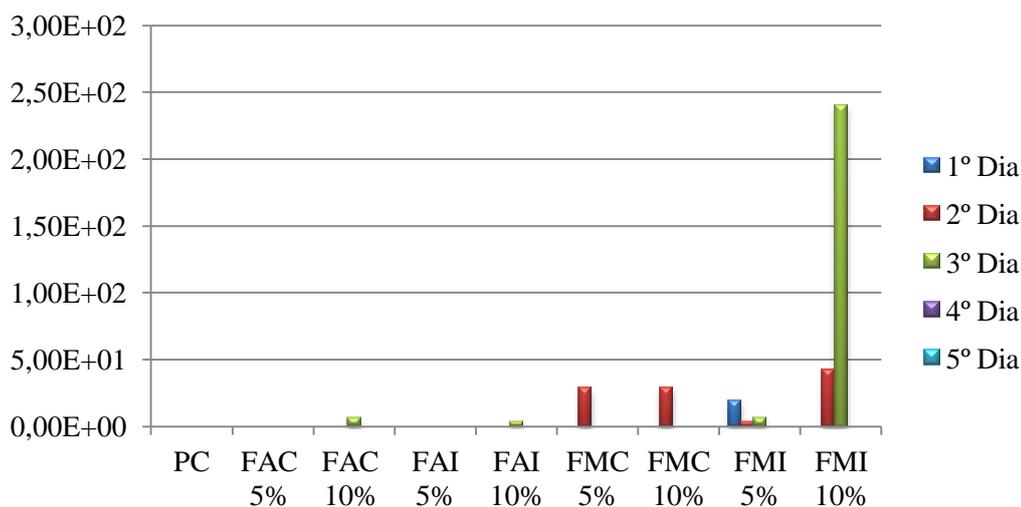
### 6.4 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA

As amostras de pães com e sem aditivos foram avaliadas através de testes microbiológicos, durante um período de cinco dias consecutivos. Foram investigadas as

presenças de Coliformes no intervalo de temperatura de 35 a 45°C, *Salmonella* sp e bolores e leveduras, conforme recomendação da legislação brasileira através da RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001.

Os dados relativos à presença de Coliformes a 35°C estão expostos na Figura 77.

Figura 77: Dados quantitativos de coliformes a 35 °C em pães comuns e aditivados

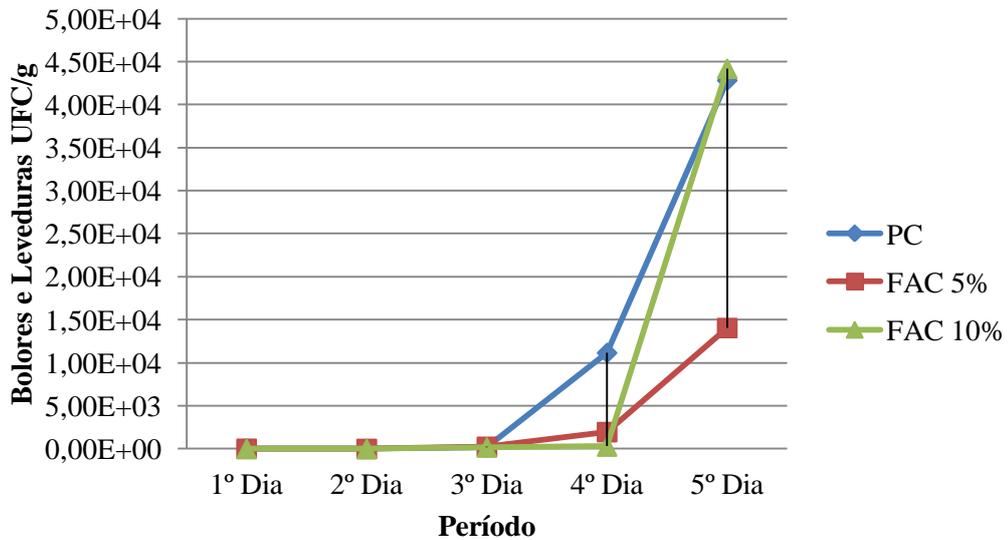


Como mostra na Figura 69, ocorreu indicativo de coliformes a 35° nas amostras FAC 10% (3º dia), FAI 10% (3º dia), FMC 5% e 10% (2º dia), FMI 5% (1º, 2º e 3º dias), FMI 10% (2º e 3º dias). Tais dados mostram resultados isolados e mínimos que podem ter sido ocasionados no manuseio excessivo ou contaminação nas embalagens dessas amostras, pois a análise no tempo zero não mostrou presença desse microrganismo, além disto, a existência desses microrganismos nos períodos vistos, não indica necessariamente uma contaminação fecal recente ou a ocorrência de enteropatógenos.

Com relação à presença de Coliformes a 45° e pesquisa de *Salmonella* sp, não ocorreu vestígios desses microrganismos, o que mostra as excelentes condições sanitárias em todo o período de análise.

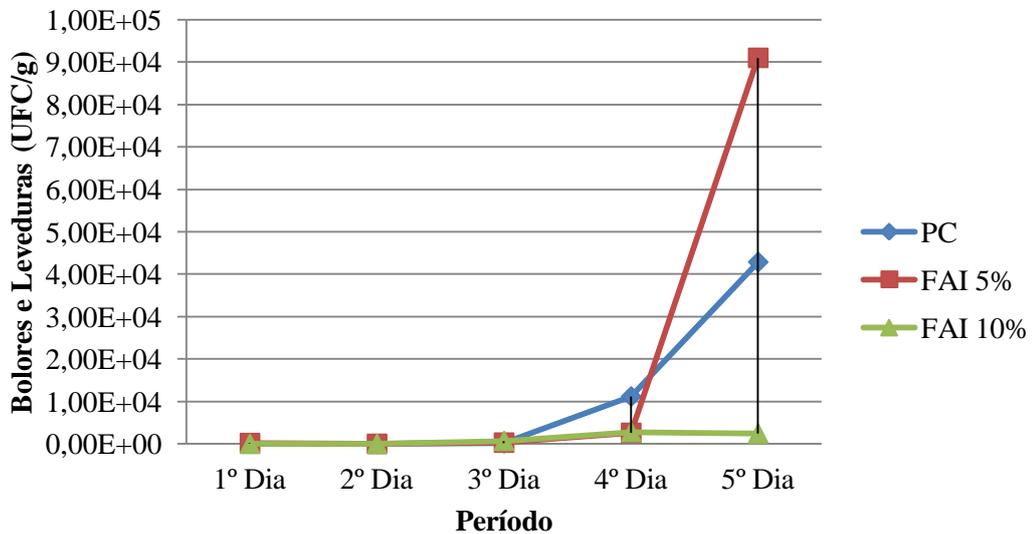
O ultimo parâmetro analisado foi bolores e leveduras, pois a presença deste tipo de microrganismo em quantidades elevadas, indica a tendência à decomposição (oxidação) do alimento em função da temperatura, umidade e armazenamento inadequado. Os resultados obtidos para o pão comum e aditivado estão expostos nas Figuras 78 a 81.

Figura 78: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FAC 5% e 10%



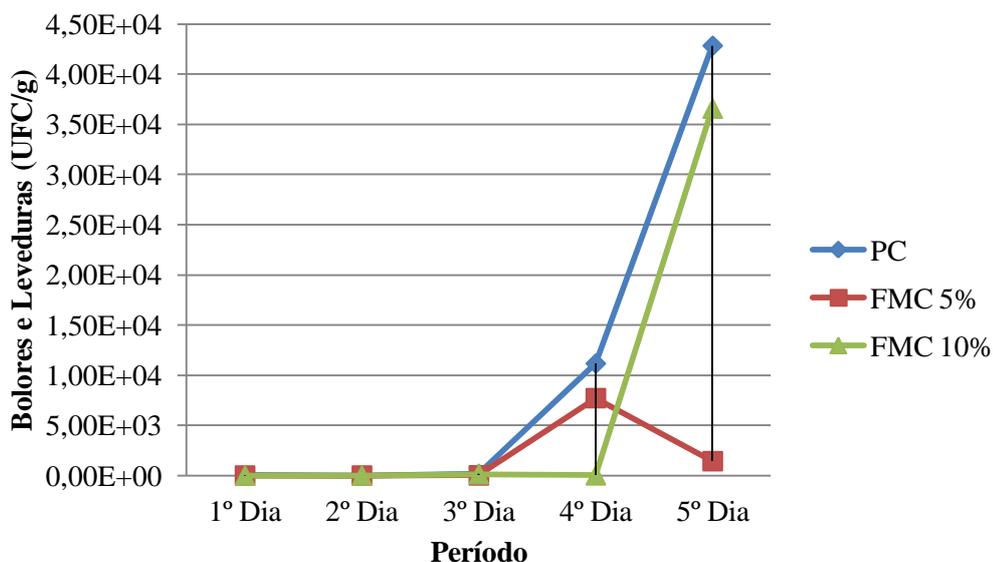
A presença de bolores e leveduras ocorreu a partir do 4º dia para todas as amostras (Figura 78), mas os aditivos FAC 5% e 10% reduziram a quantidade desses microrganismos, aumentando em um dia o consumo do produto armazenado em temperatura ambiente.

Figura 79: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FAI 5% e 10%



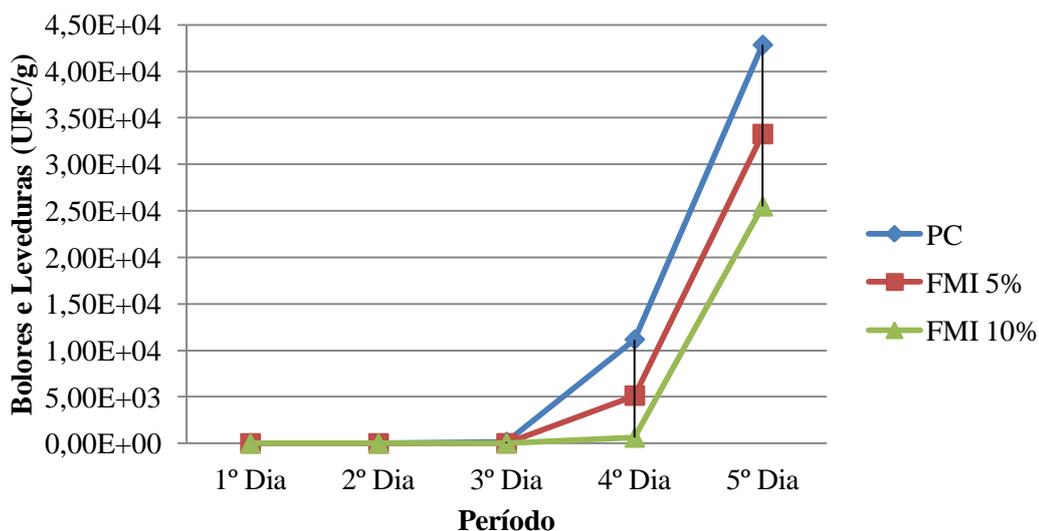
Analisando os dados da Figura 79, verificou-se que a presença de bolores e leveduras ocorreu a partir do quarto dia na amostra de pão controle e no quinto dia na amostra aditivada com 5% de FAI.

Figura 80: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FMC 5% e 10%



A existência dos microrganismos foi observada a partir do 4º dia de análise (Figura 80), onde os aditivos reduziram consideravelmente a quantidade de bolores e leveduras desenvolvidas, com melhor desempenho para a amostra aditivada com 10% onde não houve presença até o 4º dia de análise, mas a amostra de 5% reduziu as quantidades permanecendo mínimo até o último dia.

Figura 81: Teor de bolores e leveduras do PC em relação aos aditivos FMI 5% e 10%



De acordo com a Figura 81, vemos que os bolores e leveduras são desenvolvidos a partir do quarto dia para as amostras FMI 5% e PC com maior desenvolvimento em PC, enquanto na amostra FMI 10% é constatada a partir do quinto dia, além disso, é notável a redução ocasionada pelos aditivos em relação a amostra padrão.

# Conclusão

## 7. CONCLUSÃO

Os dados obtidos com a realização deste trabalho permitiram a elaboração de algumas conclusões. Primeiramente com respeito ao processo de cozimento do fruto para a obtenção dos farelos, no qual se verificou que o processo alterou apenas a coloração, não havendo interferências relevantes em propriedades como a acidez, pH, sólidos solúveis, umidade, cinzas, teor de cloreto. Cabendo ressaltar que os valores atribuídos a estas características físico-químicas estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente.

Com relação aos valores obtidos para os parâmetros físico-químicos analisados, os mesmos se encontram dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, mostrando que os farelos podem ser aplicados em formulações de uso alimentar.

As análises de quantificação dos teores de proteínas, de lipídios e de açúcares mostraram que os farelos são excelentes fontes destas substâncias.

Na quantificação do amido, os farelos FAC (farelo da amêndoa cozida) e FAI (farelo da amêndoa *in natura*) se mostram de acordo com os limites estabelecidos pela legislação.

Os conteúdos de fenólicos totais mostram que os farelos são fontes em potenciais destas substâncias, podendo, portanto, serem utilizados como aditivos antioxidantes em alimentos, além de apresentarem teores consideráveis de flavonóides e carotenóides, que mesmo pequenos que também contribuem nesse aspecto.

A análise térmica mostrou que as amostras de todos os farelos (FAC, FAI, FMC e FMI) são estáveis em altas temperaturas e apresentam degradação uniforme.

O uso dos farelos como aditivos de pães proporcionou melhorias consideráveis nos teor protéico em relação ao pão convencional, além de reduzir os níveis de lipídios, tornando o produto mais funcional.

As análises microbiológicas evidenciaram a inexistência de Coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp e redução nos teores de bolores e leveduras, dados esses que evidenciam que os aditivos agem melhorando o tempo de armazenamento dos produtos alimentícios produzidos, fato que pode ser explicado pela existência de agentes antioxidantes (compostos fenólicos, flavonóides, antocianinas e carotenóides) como também de agentes antimicrobianos.

Os farelos da amêndoa apresentam teores mais elevados de proteínas, lipídios e açúcares, além de compostos fenólicos, flavonóides, antocianinas e carotenóides em relação aos farelos do mesocarpo, tais dados ressaltam uma melhor estabilidade antioxidante e nutritiva propiciada pela amêndoa do fruto do Marizeiro.

Desta forma, conclui-se que os farelos do mesocarpo e amêndoa do Mari são excelentes fontes alimentícias, sendo considerados funcionais por apresentarem teores consideráveis de proteínas, lipídios, açúcares e compostos fenólicos, além de atuarem de forma positiva como aditivos em formulações com ganhos nutritivos e no tempo de armazenamento e comercialização dos mesmos.

# Referências

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHETUDO & REGIÃO. A Caatinga é um ecossistema único com ocorrência de rica vegetação em região semi-árida, (1999). Disponível em [www.achetudoeregiao.com.br/animais/caatinga.htm](http://www.achetudoeregiao.com.br/animais/caatinga.htm). Acesso em 10/11/2012.

ALBUQUERQUE, R. C.; SAMPAIO, L. R.; RIBEIRO, R. R. F.; BELTÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; FREIRE, R. M. M.; PEDROZA, J. P. Teor de cinzas e matérias orgânica da torta de mamona em função do armazenamento em diferentes embalagens. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2, 2006, Anais, Campina Grande; Embrapa, 2006.

AMORIN, M. V. F. S. Desenvolvimento de um novo processo de limpeza e condicionamento de grãos de trigo. 2007. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão, Rev. Inst. Adolfo Lutz, v. 66, n.1, p. 1-9, 2007.

APEL, K. HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annu. Rev. Plant. Biol., n. 55, p. 373-399, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. Derivados do trigo. Disponível em <http://www.abritrigo.com.br/derivados.asp>. Acesso em 13/01/2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE AMIDO. O amido. Disponível em: <http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=3&item=4>. Acesso em 10/12/2012.

ASSOCIAÇÃO CAATINGA. A caatinga. Disponível em [www.acaatinga.org.br/index.php/o-bioma/flora/2012](http://www.acaatinga.org.br/index.php/o-bioma/flora/2012), Acesso em 10/12/2012

ASSOCIAÇÃO CAATINGA. Caatinga um novo olhar, 1ª Ed. Fortaleza-CE, Tempo d' Imagem, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington: A.O.A.C.,1996.

BALTHA, A. D. T. B.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Caracterização de farinhas de mandioca do mercado de Campo grande, MS. Anais – XI Congresso Brasileiro de Mandioca, 2005

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; COSTA, C. G. Sistemática de angiospermas do Brasil, vol. 1, 2ª ed., Minas Gerais, Ed. UFV, 2007.

BATTOCHUIO, J. R.; CARDOSO, J. M. P.; KIKUCHI, M. MACCHIONG, M.; MODOLO, J. S.; PAIXÃO, A. L.; PINCHELLI, A. M.; SILVA, A. R.; SOUSA, V. C.; WADA, J.K. A.; BOLINI, H. M.A. Perfil sensorial de pão de forma integral. Rev. de Ciênc. Tecn. de Alim, Campinas, v. 26, n. 2, p. 428-433, 2006.

BEECHER, G. R. Overview of dietary flavonoids nomenclature, occurrence and intake. J. Nutr., v. 133, n. 10, p. 32485-545, 2003

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P.; Food Chemistry, 3rd ed. SpringerVerlag, Berlin, p. 218–219, 2004.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. Rev. Nutr., v. 12, n. 2, p. 123-130, 1990.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Introdução a química de alimentos. 2ª Ed. São Paulo: Varela, 1995.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D.; RAMOS, D. L.; CHAVES, J. B. P. Caracterização Físico-Química e Sensorial de Pão de Sal enriquecido com farinha integral de linhaça. B. CEPPA, Curitiba, v. 29, n.1, p.83-96, jan/jun, 2011.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354\\_96.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354_96.htm)

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000. Disponível em [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2000/90\\_00rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2000/90_00rdc.htm).

BRASIL, Associação Brasileira das Indústrias de Panificação e Confeitaria. Performance do setor de panificação e confeitaria brasileira em 2010. Disponível em [www.abip.org.br](http://www.abip.org.br). Acesso em 13/01/2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentação saudável. Fique esperto, Brasília – DF, 1997.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm)

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 19 de 30 de abril de 1999. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/19\\_99.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/19_99.htm)

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 360 de 26 de dezembro de 2003. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360\\_03rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360_03rdc.htm)

BRASIL, Ministério da Saúde. Manual das Cantinas Escolares Saudáveis – Promovendo a alimentação saudável, Brasília – DF, 2010.

BRASIL, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais. Ecossistemas Caatinga. Disponível em [www.ibama.gov.br/ecossistema/caatinga.htm](http://www.ibama.gov.br/ecossistema/caatinga.htm). Acesso em 19/11/2012.

CAETANO, S.; CURRAT, M.; PENNINGTON, R. T.; PRADO, D.; EXCONFFIER, L.; NACIRI, Y. Recent colonization of the Galápagos by the tree *Geoffroea spinosa* Jaeg (*Leguminosae*) *Molecular Economy*, v. 21, p. 2743 – 2760, 2012.

CARDOSO, A. Marizeiro nota etno-histórica sobre um bem da flora sergipana. *O Jornal da Cidade. Net*, 2011. Disponível em [www.jornaldacidade.net/artigos-leitura/76/199905/home#.UP1Y46JEG3I](http://www.jornaldacidade.net/artigos-leitura/76/199905/home#.UP1Y46JEG3I).

CANDEIAS, V.; NUNEN, E.; MORAIS, C.; CABRAL, M.; SILVA, P. R. Princípios para uma alimentação saudável, Lisboa – Portugal, DGS, 2005.

CAUVAIN, N. S. P.; YOUNG, L. S. *Tecnologia de panificação*, 2ª edição, p. 418, 2009.

CECCHI, H. M. *Fundamentos Teóricos e Práticos em análise de alimentos*. 2ª ed. rev. Campinas, SP. Editora da Unicamp, 2003.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Caracterização físico-química da farinha de mandioca do grupo d água comercializada na cidade de Belém, Pará. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 04, n. 1, p. 91-99, 2010.

CÓRDOVA, K. R. V.; SANTA, H. S. D.; SANTA, O. R. D.; PEREZ, E.; WASZCZYNSKYJ. Antioxidantes e beta-glucanas em barras de cereais com *Agaricus brasiliensis*. *B. CEPPA*, v. 30, n.2, p. 209-220, 2012.

COSTA, T.; JORGE, N. Compostos Bioativos Benéficos Presentes em Castanhas e Nozes. *UNOPAR Cient. Ciênc. Biol. Saúde*, v.13, n. 3, p.195-203, 2011.

COSTA, W. S.; SUASSUNA FILHO, J.; MATA, M. E. R. M. C.; QUEIROZ, A. J. M. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 6, n. 2, p.141-147, 2004.

COSTA, W. S.; FILHO, J. S.; MATA, M. E. R. M. C.; QUEIROZ, A. J. M. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. Ver. Bras. de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 141-147, 2004.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C. ; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco de acerola. Revista de Biologia e Ciência da Terra, v. 4, n. 2, 2004.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 30, n.4, p. 692-700, 2006.

DENARDIN, C.C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. Cienc. Rural, n. 3, v. 39, Santa Maria, 2009.

DRUMOND, M. A.; KILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTE, J. 2000. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga In. Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Embrapa/CPATSA,UFPE e Conservation International do Brasil. Petrolina – PE, 2000.

DRUMOND, M. A.; SCHISTER, H.; SEIFFARTH, J. A. Caatinga. Um bioma exclusivamente brasileiro e o mais frágil. Revista Instituto Hemanista – Unisinos – IHV online, n. 389, ano XII, 2012.

ELIASSON, A.C. Starch in food - Structure, function and applications. New York: Boca Raton, CRC, 2004. 605p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Caatinga. Disponível em [ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/biststream/item/18250/1/Artigo-2caatinga.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/biststream/item/18250/1/Artigo-2caatinga.pdf). Acesso em 19/11/2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília: SPI, p. 412, 1999.

FARIA, R. A. P. G. Estudo Químico da *Bahinia forficata Link*, 2003, 153 f. Dissertação de Mestrado em Química Orgânica da Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, 2003.

FAZER, P. D.; BRAMLEY, P. M. Prog. Lipid Res., p. 228, 2004.

FOOT, C. S.; CHANG, Y. C.; DENNY, R. W. Chemistry of singlet oxygen x carotenoide quenching parallels biological protection. Journal of the American Oil Chemists Society, vol. 92, p. 5216-5218, 1970.

FONTANA, J. D.; MENDES, S. V.; PERSIKE, D. S.; PERA CETTA; PASSOS, M. Carotenoides cores atraentes e ação biológica. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, n. 13, p. 40-45, 2000.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed). Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

GOODWIN, T.W. Chemistry and biochemistry of plants pigments. Academic Press, 1965.

GOODWIN, T.W. The comparative biochemistry of carotenoids. Chapman & Hall LTD., 1ª edtion, London, 1952.

GRAHAM, H. D. Stabilization of the prussian blue color in the determination of polyphenols. J. Agric. Food Chem, Columbus, v. 40, n. 5, p. 801-805, 1992.

GURGEL, C. S. S.; MACIEL, J. F.; FARIAS, L. R. G. Aumento do teor de cálcio em pães adicionados de soro de leite e carbonato de cálcio. Alim. Nutr., Araraquara, v. 21, n. 4, p. 563-571, 2010.

GUTKOSKI, L. C.; ANTUNES, E.; ROMAN, I. T. Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. B. CEPPA, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 153-166, 1999.

HALLIWELL, B. Lipid peroxidation, antioxidants and cardiovascular disease: how should we move forward. Cardiovascular Research, London, v. 47, n.3, p. 410-418, 2000.

HARBORNE, J. B.; GRAYER, R. J. The anthocyanins. In: The flavonoids: advances in research since 1980. Chapman & Hall, London, p. 1-20, 1988.

HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. Journal of Food Science, Chicago, v. 27, p.42-49, 1962.

HODGE, J.E.; HODFREITER, B.R. Determination of reducing sugars and carbohydrate. In: WILSTER, R.C.; WOLFRON, M.I. (Eds). Methods in carbohydrates chemistry, New York: Academic Press, v.1, p. 380-398, 1962.

HUDSON, B. J. F. Ed. Food Antioxidants, Elsevier Applied Science, London, 1990.

HUBER, L. S.; RODRIGUES-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: Fontes Brasileiras e Fatores que influenciam a composição em alimentos. Alim. Nutri., v. 19, n.1, p. 97-108, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo. Disponível em: <http://thor.sead.ufrgs.br/objetos/avaliacao-farinha-trigo>. Acesso em: 10/01/2013.

IRELANE, H.; PENNINGTON RT. A revision of *Geoffroea* (*Leguminosae* – *papilionoideae*). Edinburgh Journal of Botany, v. 56, p. 329-347, 1999.

ISIDORIO, M. S. Exercício e estresse oxidativo. R. Min. Edu. Fis. Viçosa, v.15, n.1, p. 70-86, 2007.

JUCHUM, F. S. Análise filogenético das variantes morfológicos foliares de *Caesalpinia e chinata lan* (Pau Brasil) na região Sul Baiana com base em sequencia de DNA. Programa de Pós Graduação em Genética e Biologia Molecular. Universidade Estadual de Santa Cruz, 2007.

KAJIYAMA, T.; PARK, K. J. Influência da umidade inicial da alimentação no tempo de secagem em secador atomizada. Ver. Bras. de Produtos Agroindústrias, Campina Grande, v. 10, n.1, p. 1-8, 2008.

KILLEEN, T. J. GARCIA, E.; BECK, S. G. Guia de Arboles de Bolívia. La Paz: Quipus SRL, 1993.

KING, A.; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. J. Am Diet Assoc.; v. 50, n. 2, p. 213-8, 1999

KOES, R. G.; QUATTROCCHIO, F.; MOL, J. N. M. The flavonoid biosynthetc pathway in plants: function and evolution. Biosessays, vol. 16, n. 2, p. 123-132, 1994.

KOURY, J. C.; DONANGELO, C. M.; Zinco, estresse oxidativo e atividade física. Rev. Nutr., Campinas, v. 16, n.4, p. 433-441, 2003.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; GARCIA-PARILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M.; FELT, R. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. Ciên. Tecnol. Alimentos, v. 24, n. 4, p. 691-3, 2004.

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

LEITE, A.V.; MACHADO, I. C. Biologia reprodutiva da catingueira (*Caesalpinia pyramidales Tul, Leguminosae-Caesalpinioideae*) uma espécie endêmica da Caatinga. Revista Brasil, Bot, v. 32, n.1, p. 79-88, 2009.

LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B. D.; MACKINDER, B. & LOCK, M. Legumes of the word the royal botanic gardens, Kew, p. 577, 2005.

LIMA, H. C. Leguminosas da Flora Fluminenses – J. M. da C. Veloso – Lista das espécies arbóreas. Acta Bot. Bras. vol 9, n. 1, 1995.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, 2007.

LOPES, E. L. Estudo fitoquímico de *Geoffroca spinosa Jacq.* (Leguminosae). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Química. Universidade do Ceará, 2008.

LOPES, R. M.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. J.; PINTO, A. S. Flavonóides. Rev. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, v. 3, n.17, 2000.

LUCENA, R.; ALBUQUERQUE, U.; MONTEIRO, J. *et al* Useful plants of the semi-arid northeastern region of Brazil – a look at their comervation and sustainable use. Environmental Monitoring and Assesment, v. 125, p. 281-290, 2007.

MALDONADO-ROBLEDO, G.; RODRIGUES-BUSTAMANTE, E.; SANCHEZ-CONTRIRAS, A.; RODRIGUES-SONOJA, R.; SANCHES, S. Appl, Microbiol. Biotechnonol, v. 62, p. 484, 2003.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante B. CEEPPA, v. 22, n. 2, p. 233-52, 2004.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cultura do trigo. Disponível em [www.cnpt.embrapa.br/cultura/trigo/index.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/cultura/trigo/index.htm). Acesso em 13/01/2013.

MATOS, F. J. A. O formulário fitoterápico do professor Dias da Rocha. 2ª ed. Fortaleza. UFC, 1997.

MARTINEZ-FLOREZ, S.; GONZALES-GALLEGO, J.; CUBBRAS, J. M.; TUÑÓN, M. J. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutr Hosp, 2002.

MCLEAN, J. A.; KARADAS, F.; SURAI, P.; MCDEVITTI, R.; SPEAKE, B. Lipid-soluble and water-soluble antioxidant activities of the avian intestinal mucosa at different sites along the intestinal tract. Comparative Biochemistry and Physiology, v.141, n. B, p. 366-372, 2005.

MELO, L. P.; RANGEL, J. H. G.; BARRETO, N. M. F.; IBAÑEZ-ROJAS, M. O. A.; MARTINS, M. S. Análises Físico-química do Pão enriquecido com mesocarpo de babaçu. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, 2007.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars analytical chemistry, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959.

MORAIS, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. Rev.Letr. Farm. v. 32, p. 109-122, 2006.

MORAIS, F. L. Carotenoides: Características biológicas e químicas. Monografia do curso de Especialização em Qualidade de Alimentos. UNB. Brasília, 2006.

NACIRI-GRAVEN, Y.; CAETANO, S.; PRADO, D.; PENNINGTON, R. T.; SPICHIGER, R. Development and characterization of 11 microsatellite markers in a widespread Neotropical seasonally dry forest tree species, *Geoffroea Spinosa Jacq.* (Leguminosae). Molecular Ecology Note, v. 5, p. 542-545, 2005.

NACZK, M.; SHAHID, F. Extraction and analysis of phenolics in food. J Chromatogra, v. 054, n. ½, p. 95-111. 2004.

NAMIKI, M. Antioxidants/antimutagens in food. J. of Nutr., Boca Raton, v. 29, n. 4, p. 273-300, 1990.

NARAYAN, M. S.; AKHILENDER NAIDU, K.; RAVISHANKAR, G. A. *et al.* Antioxidant effect of anthocyanin on enzymatic and non enzymatic lipid peroxidation. Prostaglandins, Leukotrienes and essential fatty acids, v. 60, n.1, p. 1-4, 1999.

NASCIMENTO, C. E. S.; RODAL, M. J. N.; CAVALCANTI, A. C. Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the Banks of the São Francisco river – Petrolina, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de botânica, v. 26, p. 271-287, 2003.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, OR.(ED) Food Chemistry 2ª Ed. New York: Marcel Dekker, p. 139-244, 1985.

NETO, C. J. F.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação físico-química de farinhas de mandioca durante o armazenamento. Revista brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2003.

NIJVELDT, R. J.; VAN NOOD, E. VAN HOORN, D. E.; BOELEN, P. G.; VAN NORREW, K.; VAN LAEUWEN, P.A. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. Am. J. Clin. Nutri., v. 74, n. 4, p. 418-25, 2001.

NUNES, N. G. A fauna e a flora nordestinas representadas nas músicas de Luiz Gonzaga – Rei do Baião. Disponível em [www.webartigos.com/autores/neudiran14/publicado](http://www.webartigos.com/autores/neudiran14/publicado) em 16 nov. 2012. Acesso em 20/11/2012.

OETTERER, M.; REGITANO – D'ARCE, M. A. B.; SPOLO, M. H. F. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Barueri, SP, Manole, 2006.

OLIVEIRA, A. M. C. Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e atividade antifúngica de pimentas do gênero *Capsicum* spp. 2011. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), UFPI, Teresina, 2011.

ORDOÑEZ, J. A.; RODRIGUES, M. I. C.; ALVARES, L. F. SANZ, M. L. G.; MINGUILLON, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S.; Tecnologia de Alimentos, vol. 1, Porto Alegre – RS: Arned, 2005.

ORTOLAN, M. Genótipos de trigo do Paraná – Safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração de cor de farinha. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PERIN, E. C.; SCHOTT, I. B. Utilização de farinha extraída de resíduos de uva na elaboração de biscoito tipo cookie. Trabalho de conclusão de curso, Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, 2011.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GALLUCKE, A. P. B. Alimentos funcionais: introdução as principais substancias bioativas em alimentos. São Paulo: Varela, 2005.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. LWT-Food Sci. Technol v.40, p. 1-11, 2007.

REVISTA ADITIVOS E INGREDIENTES (RAI). Os flavonoides como antioxidantes. Nº 71, 2010. In: [www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/200.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/200.pdf). Acessado em 07/12/2012.

RIBEIRO, E. P. SERAVALLI, E .A. G. Química de Alimentos, 2ª Ed. ver. São Paulo. Ed. Geral Blucher, 2007.

RIBÉREAU-GAYON, P. Les compones phénoliques dès végétaux. Paris: Dunod, 1968.

ROSSATO, S. B. Potencial antioxidante e compostos fenólicos de pêsesgos (*Prunus pérsica* L. *Batsch*). 2009. Tese (Doutorado em Ciência Farmacêutica), UFRGS, Porto Alegre, 2009.

ROSSI-JUNIOR, J. A.; SINGLETON, V. L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SCAZZINA, F; DEL RIO, D.; PELLEGRINI, N.; BRIGHENTI, F. Sourdough bread: Starch digestibility and postprandial glycemic response. *Journal of Cereal Science*, v. 49, p. 419–421, 2009

SANCHEZ, O.; AGUIRREZ, KVIST, L. (2006) Timber and non-timber uses of dry forests in Loja Province. *Lyonia*, v. 10, p. 73-83, 2006.

SANTOS, W. J. OLIVEIRA, L. A.; SILVEIRA, D. M. S.; SANTOS, V. S.; ANDRADRE, M. V. S.; AMORIM, T. S.; CARVALHO, J. L. Avaliação do teor de carotenóides totais e compostos cianogênicos em chips de mandioca e farinha de raspa. 2012. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/915369/1/AVALIACAODOTEORDECAROTENOIDESResumon.126WiltonJesusposter.pdf>. Acesso em: 26/03/2013

SANTOS, P. R. R.; LIMA, D. T. F.; PICOLATO, R. R.; VIECELLI, A.; MENEGUSSO, F. Parâmetros de qualidade e correlação de Pearson no pão francês na região de Cascavel no Paraná – PR. VII Simpósio de Alimentos para a região Sul, Passo Fundo – RS, 2011.

SIBA INGREDIENTES. Qualidade da Farinha de Trigo. Disponível em: [http://www.sibaingredientes.com.br/br/literatura\\_detalhe.asp?cod\\_pagina=21&secao=Fique+Por+Dentro](http://www.sibaingredientes.com.br/br/literatura_detalhe.asp?cod_pagina=21&secao=Fique+Por+Dentro). Acesso: 10/01/2013.

SIKORA, E.; CIESLIK, E.; LESZCZYNSKA, T.; FILIPIAK-FCORKIWUACZ, A.; PISULEWSKI, P. M. The oxidant activity off selected cruaferous vegetables subjected to aquathemal processing. *Food chemishy*, London, v. 107, p. 50-55, 2008.

SILVA, S. M. C. *et al.* A biodiversidade da caatinga áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, 2003.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semana: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SIMIC, M. G.; JAVANOVIC, S. V. Inactivation of oxygen radicaes by dietary phenolic compounds in anticarcinogenesis. In: HO, C. T. OSAWA, T.; HUANG, T. M.; ROSEN, R. T. (Ed) *Food phytochemicaes for cancer sprevention*. Washington; American Chemical Society, 1994, p. 20-33. (ACS Symposium Series, n. 546).

SHAHIDI, F. Antioxidants in food and food antioxidants. *Narhung*, v. 44, p. 158-163, 2000.

SHAMI, N. J. J. E. & MOREIRA, E. A. M. Licopeno comoagente oxidante. *Revista nutrição, Campinas*, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SOARES, M.; WELTER, L.; GONZAGA, L.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J. FETT, R. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maça cv. Gala. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 28, n. 3, p. 727-732, 2008.

SOARES, V. O.; ALMEIDA, N. O. O bioma caatinga sob a percepção da paisagem e dinâmica da agricultura. *Revista Geográfica de America Central N. Especial EGAL*, p. 1-15, 2011.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos. *Revista Nutri., Campinas* n. 15, p. 71-81, 2002.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M. V.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Ciênc. Agrotec.* v. 35, n.3, p. 554-559, 2011.

SOUSA, P. B.; SILVA, E. F.; MONCAO, E. C.; SILVA, J. N.; SILVA, M. J. M.; SOUSA, M. M. Fenólicos totais, carotenóides e capacidade antioxidante de raspas de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) *in natura* comercializadas em Terezina-Piaui. 2010. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNAPI2010/paper/viewFile/1537/41>

SOUZA, J. M. L.; NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; LEITE, F. M. N.; SOUZA, M. L.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Variabilidade físico-química de farinha de mandioca. Ciênc. Tecnol. Alimentos, Campinas, v. 28, n. 4, p. 907-912, 2008.

SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; CRUZ, F. R. S.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B. Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa Jacq.* Utilizando diferentes embalagens e ambientes. Ver. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 93-102, 2011.

SWAIN; N.T. HILLS, W.E. The phenolic constituents of *Punnus domestica*. Iquatitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.19, p.63-68, 1959.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GIL, M. I.; CRMIN, P.; NATERHOUSE, A. C.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A.A. HPLC-DAD-ESIMS. Analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, anal plums. J. Agric. Food Chem., v. 49, n. 10, p. 4748-60, 2001.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros Físico-Químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 15, n.2, p. 58-65, 2008.

UENOJO, M.; JUNIOR, M. R. M.; PASTORE, G. M. Carotenoides. Propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. Quim. Nova, vol. 30, n.3, p. 616-622, 2007.

UFRGS/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Aditivos. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/Alimentus/pao/ingredientes/ing\\_aditivos.htm](http://www.ufrgs.br/Alimentus/pao/ingredientes/ing_aditivos.htm). Acesso em: 20/01/2012.

VICENZI, R. Apostila Introdução a Análise de alimentos. Química Industrial de alimentos. Unijui, 2011.

VIEIRA, M. Entrevista cedida por Maria Vieira, 55 anos, agricultora sertaneja. Pombal, 10 de novembro de 2012.

VILLELA, GILBERTO. G. Pigmentos Animais: Zoocromos. Editado pela Academia Brasileira de Ciência, p. 5-31, 1976.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. Alim. Nutr. v. 20, n.1, p. 157-166, 2009.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides antocianinas: Características e propriedades na nutrição e saúde. Rev. Bras. Nutri. Clin., v. 23, n. 2, p. 141-9, 2007.

WEGTTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. J Agric Food Chim, v. 47, n. 5, p. 1801-12, 1999.

WENDHAUSEN, P. A. P.; RODRIGUES, G. V.; MARCHETTO, O. Análise Térmica. Caracterização de materiais III. 2010. Monografia. Graduação em Engenharia de Materias. UFSC, 2010.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. The Biochemical Journal, London, v. 57, p. 508-514, 1954.

YOUNG, A. J.; LOWE, G.M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. Archives of Biochemistry and biophysics, v. 385, n. 1, p. 20-27, 2001.

ZAVAREZE, E. R.; EI HALAL, S. L. M.; PEREIRA, J. M.; RADUNZ, A. L.; ELIAS, M. C.; DIAS, A. R. G. Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. Braz. J. Food Technol., II SSA, janeiro 2009

ZEN, F. G. Estudo da secagem convectiva do bagaço do mirtilo visando minimizar a perda de composto autociânicos. TCC – Engenharia Química, UFRGS, 2010.

# Anexos

## 9. ANEXOS

### 9.1 DADOS OBTIDOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DO FARELO DO MESOCARPO E AMÊNDOA DO MARI

#### 9.1.1 ACIDEZ

AMOSTRA	PESO (g)	Vol. Titulado (mL)	ACIDEZ TITULÁVEL	Média	Desvio Padrão
FAC 1	5,0013	1,2	2,399376162	2,463937	0,115241465
FAC 2	5,0058	1,3	2,596987495		
FAC 3	5,0095	1,2	2,395448648		
FAI 1	5,0272	1,2	2,38701464	2,392335	0,004720632
FAI 2	5,0083	1,2	2,396022602		
FAI 3	5,0126	1,2	2,393967203		
FMC 1	5,0183	0,4	0,797082677	1,062375	0,460296725
FMC 2	5,0192	0,8	1,593879503		
FMC 3	5,0241	0,4	0,796162497		
FMI 1	5,0047	0,8	1,598497412	1,33013	0,232413794
FMI 2	5,0147	0,6	1,196482342		
FMI 3	5,0192	0,6	1,195409627		

#### 9.1.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

AMOSTRA	Peso da Amostra (g)	Volume de diluição (mL)	pH	Média	Desvio Padrão
FAC 1	5,0013	50 m	6,16	6,343333	0,30892286
FAC 2	5,0058	50	6,17		
FAC 3	5,0095	50	6,7		
FAI 1	5,0272	50	6,15	6,11	0,04
FAI 2	5,0083	50	6,11		
FAI 3	5,0126	50	6,07		
FMC 1	5,0183	50	5,82	5,863333	0,037859389
FMC 2	5,0192	50	5,88		
FMC 3	5,0241	50	5,89		
FMI 1	5,0047	50	4,93	4,93	0,02
FMI 2	5,0147	50	4,95		
FMI 3	5,0192	50	4,91		

#### 9.1.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRUX)

AMOSTRA	Peso da Amostra (g)	Volume de diluição (mL)	°Brix	Média	Des. Padrão
FAC 1	1,00	2,00	4,7	4,7	0,2
FAC 2	1,00	2,00	4,5		
FAC 3	1,00	2,00	4,9		
FAI 1	1,00	2,00	4	3,5333	0,450924
FAI 2	1,00	2,00	3,1		

FAI 3	1,00	2,00	3,5		
FMC 1	1,00	2,00	1,4	1,4333	0,251661
FMC 2	1,00	2,00	1,7		
FMC 3	1,00	2,00	1,2		
FMI 1	1,00	2,00	1,6	1,6	0,2
FMI 2	1,00	2,00	1,8		
FMI 3	1,00	2,00	1,4		

#### 9.1.4 UMIDADE

AMOSTRA	P. da Amostra (g)	% UMIDADE	Média	Desvio Padrão
FAC 1	2,00	12%	11%	0,005686
FAC 2	2,00	10,90%		
FAC 3	2,00	11,20%		
FAI 1	2,00	9,60%	9,43%	0,003786
FAI 2	2,00	9,00%		
FAI 3	2,00	9,70%		
FMC 1	2,00	7,20%	7,20%	0,003464
FMC 2	2,00	6,60%		
FMC 3	2,00	7,20%		
FMI 1	2,00	6,20%	6,47%	0,002309
FMI 2	2,00	6,60%		
FMI 3	2,00	6,60%		

#### 9.1.5 CINZAS

Amostra	Peso Amostra (g)	Peso Cinzas (g)	% Cinzas	Média Cinzas	Desvio Padrão
FAC 1	5,154	0,1356	2,63096624	2,525554	0,091310967
FAC 2	5,0549	0,1251	2,474826406		
FAC 3	5,0549	0,1249	2,470869849		
FAI 1	5,0255	0,0395	0,785991444	2,239178	1,314457926
FAI 2	5,0729	0,1697	3,345226596		
FAI 3	5,0686	0,13109	2,586315748		
FMC 1	5,0996	0,0391	0,766726802	0,773709	0,023633615
FMC 2	5,0372	0,0403	0,800047646		
FMC 3	5,1965	0,0392	0,754353892		
FMI 1	5,13065	0,072	1,403330962	1,399737	0,517542254
FMI 2	5,0772	0,0447	0,880406523		
FMI 3	5,1841	0,0993	1,91547231		

#### 9.1.6 TEOR DE CLORETOS

Amostra	Peso da Amostra (g)	V. Titulação	% Cloretos	Média	D. Padrão
FAC 1	5,154	2,0	0,2243539	0,246185	0,034074657
FAC 2	5,0549	2,0	0,2287523		
FAC 3	5,0636	2,5	0,285449088		
FAI 1	5,0255	2,0	0,230090538	0,43054	0,199008148
FAI 2	5,0629	5,5	0,628074819		

FAI 3	5,0686	3,8	0,433454603		
FMC 1	5,0996	1,0	0,113373598	0,113136	0,001770106
FMC 2	5,0373	1,0	0,114775773		
FMC 3	5,1965	1,0	0,111259502		
FMI 1	5,0692	1,6	0,182485599	0,4014	0,299668679
FMI 2	5,096	7,5	0,850902669		
FMI 3	5,0772	1,5	0,170810683		

### 9.1.7 ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

Amostra	P. da Amostra	Fator do DFI µg	V. Gasto titulação	Teor de Vit C (mg/100g)	Média	D. Padrão
FAC 1	1,0065	92,6	2,1	19,32	15,973333	3,205781236
FAC 2	1,0026	92,6	1,4	12,93		
FAC 3	1,0045	92,6	1,7	15,67		
FAI 1	1,0083	92,6	0,6	5,51	6,5833333	1,14583303
FAI 2	1,0018	92,6	0,8	7,79		
FAI 3	1,005	92,6	0,7	6,45		
FMC 1	1,0086	92,6	0,9	8,26	8,58	0,545618915
FMC 2	1,0058	92,6	1	9,21		
FMC 3	1,0072	92,6	0,9	8,27		
FMI 1	1,0042	92,6	1	9,22	10,13666	0,915004554
FMI 2	1,0055	92,6	1,2	11,05		
FMI 3	1,0048	92,6	1,1	10,14		

### 9.1.8 LIPÍDIOS

Amostra	Peso da Amostra (g)	Peso do Lipídio (g)	% Lipídios	Média	D. Padrão
FAC 1	5,0503	0,4075	8,068827594	8,852461	1,020455683
FAC 2	5,0318	0,5035	10,00635955		
FAC 3	5,0718	0,4302	8,48219567		
FAI 1	5,2298	0,3642	6,963937435	7,356468	0,339948685
FAI 2	5,0391	0,3807	7,554920522		
FAI 3	5,0844	0,3839	7,550546771		
FMC 1	5,0388	0,0727	1,442803842	1,426248	0,016560488
FMC 2	5,0295	0,0709	1,409682871		
FMC 3	5,03415	0,0718	1,426258653		
FMI 1	5,0313	0,052	1,033530102	1,080035	0,179844769
FMI 2	5,0215	0,0466	0,928009559		
FMI 3	5,0369	0,0644	1,278564196		

### 9.1.9 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS (AST)

Amostra	P. Amostra (g)	M da Leitura	T. glicose na amostra	Açúcares Sol. Totais %	Média	Desvio Padrão
FAC 1	0,5034	0,171	3373334,617	3,373335	4,3155737	0,81635013
FAC 2	0,5002	0,228	4810498,161	4,810498		
FAC 3	0,5052	0,228	4762888,322	4,762888		

FAI 1	0,5038	0,287	6230905,984	6,230906	5,396140652	0,8166275
FAI 2	0,5016	0,22	4598947,963	4,598948		
FAI 3	0,5012	0,2505	5358568,008	5,358568		
FMC 1	0,5038	0,31	3399012,228	3,399012	3,552830125	0,29219745
FMC 2	0,5065	0,3515	3889805,203	3,889805		
FMC 3	0,5045	0,308	3369672,944	3,369673		
FMI 1	0,5031	0,2185	2274099,342	2,274099	2,425836941	0,15306672
FMI 2	0,5029	0,2305	2423212,449	2,423212		
FMI 3	0,5048	0,244	2580199,033	2,580199		

#### 9.1.10 AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS (ART)

Amostra	P Amostra (g)	M. da Leitura	T. glicose na amostra	% Açúcares Redutores	Média	D. Padrão
FAC 1	0,502	0,205	11218,28476	2,021086	2,189597673	0,35245474
FAC 2	0,5025	0,198	10840,53417	1,953031		
FAC 3	0,5034	0,2665	14402,06595	2,594676		
FAI 1	0,5008	0,3345	18050,06726	3,2519	2,925069848	0,39191009
FAI 2	0,5026	0,3125	16833,51834	3,032727		
FAI 3	0,5035	0,2555	13824,28265	2,490583		
FMC 1	0,5024	0,433	19293,3568	3,475891	2,964994105	0,46408936
FMC 2	0,5019	0,353	15817,08805	2,849607		
FMC 3	0,5028	0,318	14262,23674	2,569485		
FMI 1	0,5006	0,23	10469,89227	1,886256	1,79190997	0,23330430
FMI 2	0,5035	0,1855	8471,401941	1,526208		
FMI 3	0,5031	0,241	10897,34872	1,963266		

#### 9.1.11 PROTEÍNAS

Amostras	P. Amostra (g)	Vol. Titulado	% PROTEINAS	Média	Desvio Padrão
FAC 1	0,21	0,40	13,72	12,41	1,73
FAC 2	0,22	0,40	13,07		
FAC 3	0,21	0,30	10,44		
FAI 1	0,24	0,30	8,97	9,85	0,78
FAI 2	0,21	0,30	10,46		
FAI 3	0,21	0,30	10,12		
FMC 1	0,20	0,30	12,86	10,73	2,02
FMC 2	0,30	0,30	8,83		
FMC 3	0,25	0,30	10,50		
FMI 1	0,22	0,20	8,03	7,84	0,17
FMI 2	0,22	0,20	7,78		
FMI 3	0,23	0,20	7,71		

#### 9.1.12 AMIDO

Amostra	P da Amostra (g)	M. da Leitura	T. glicose na amostra	% Amido	Média	Desvio padrão
FAC 1	0,5048	0,465	53287969,29	47,95917	49,606895	2,0362575

FAC 2	0,5034	0,4735	54420152,75	48,97814		
FAC 3	0,502	0,5	57648195,1	51,88338		
FAI 1	0,5027	0,517	59538631,25	53,58477	51,305995	2,9148957
FAI 2	0,5024	0,5045	58124266,92	52,31184		
FAI 3	0,5036	0,4645	53357087,71	48,02138		
FMC 1	0,5003	0,2725	3761379,536	3,385242	3,6490390	0,515648
FMC 2	0,5	0,3405	4714685,315	4,243217		
FMC 3	0,5037	0,269	3687398,565	3,318659		
FMI 1	0,5031	0,304	4178290,404	3,760461	3,2867673	0,4108141
FMI 2	0,5032	0,249	3413121,06	3,071809		
FMI 3	0,5032	0,2455	3364481,306	3,028033		

### 9.1.13 VALOR ENERGÉTICO

Amostra	% Proteína	% Lipídio	% Açúcares Totais	Energia Kcal/100g	Média	Desvio Padrão
FAC 1	13,72	8,0688276	51,332505	332,8295	345,0020298	12,33421918
FAC 2	13,07	10,00636	53,788638	357,4918		
FAC 3	10,44	8,4821957	56,646268	344,6848		
FAI 1	8,97	6,9639374	59,815676	337,8181	332,4167635	9,062002903
FAI 2	10,46	7,5549205	56,910788	337,4774		
FAI 3	10,12	7,5505468	53,379948	321,9547		
FMC 1	12,86	1,4428038	6,784254	91,56225	84,56371343	6,083624599
FMC 2	8,83	1,4096829	8,133022	80,53923		
FMC 3	10,5	1,4262587	6,688332	81,58966		
FMI 1	8,03	1,0335301	6,03456	65,56001	63,9307289	2,18163759
FMI 2	7,78	0,9280096	5,495021	61,45217		
FMI 3	7,71	1,2785642	5,608232	64,78001		

## 9.2 DADOS OBTIDOS NAS ANÁLISES DE COMPOSTOS FENÓLICOS E CAROTENÓIDES

### 9.2.1 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

AMOSTRA	MASSA	M. Leitura	FENÓLICOS EM mg/100G DO EXTRATO	Média	Desvio Padrão
FAC1	0,5011	0,552	344,7474	318,4277	23,54638
FAC2	0,501	0,479	299,3614		
FAC3	0,5011	0,498	311,1742		
FAI1	0,5013	0,295	154,1466	208,0332	48,87027
FAI2	0,5008	0,479	249,4844		
FAI3	0,501	0,423	220,4686		
FMC 1	0,5007	0,226	118,529	155,569	32,07763
FMC 2	0,5005	0,333	174,0328		
FMC 3	0,5002	0,339	174,1452		
FMI 1	0,5011	0,229	72,02	65,9	5,78962
FMI 2	0,5002	0,207	65,17		

FMI 3	0,5008	0,192	60,51		
-------	--------	-------	-------	--	--

### 9.2.2 FLAVONÓIDES

Amostra	Peso da Amostra	Leitura	Fator de Diluição	Flavonóides	Média	Desvio Padrão
FAC 1	0,502	0,486	1992,032	12,63874	10,42431	2,099088
FAC 2	0,5006	0,39	1997,603	10,17056		
FAC 3	0,5013	0,325	1994,813	8,463634		
FAI 1	0,5009	0,554	1996,406	14,43876	10,97616	3,484804
FAI 2	0,5011	0,423	1995,61	11,02014		
FAI 3	0,5016	0,287	1993,62	7,46957		
FMC 1	0,5012	0,428	1995,211	11,14818	11,59089	0,393592
FMC 2	0,500	0,449	2000	11,72324		
FMC 3	0,5002	0,456	1999,2	11,90124		
FMI 1	0,5016	0,297	1993,62	7,729834	9,140611	1,30088
FMI 2	0,5014	0,361	1994,416	9,39927		
FMI 3	0,501	0,395	1996,008	10,29273		

### 9.2.3 ANTOCIANINAS

Amostra	Peso da Amostra (g)	Leitura	Fator de Diluição	Antocianinas	Média	Desvio Padrão
FAC 1	0,502	0,026	1992,032	0,527422	0,595976	0,136046
FAC 2	0,5006	0,037	1997,603	0,752661		
FAC 3	0,5013	0,025	1994,813	0,507845		
FAI 1	0,5009	0,044	1996,406	0,89452	0,86019	0,175605
FAI 2	0,5011	0,05	1995,61	1,016095		
FAI 3	0,5016	0,033	1993,62	0,669954		
FMC 1	0,5012	0,05	1995,211	1,015892	1,18706	0,164368
FMC 2	0,5	0,059	2000,00	1,201629		
FMC 3	0,5002	0,066	1999,2	1,343658		
FMI 1	0,5016	0,027	1993,62	0,548144	0,351984	0,242177
FMI 2	0,5014	0,021	1994,416	0,426504		
FMI 3	0,501	0,004	1996,008	0,081304		

### 9.2.4 CAROTENÓIDES

Amostra	Peso da Amostra (g)	Leitura	% Carotenóides	Média	Desvio Padrão
FAC 1	0,5097	0,003	2,35	2,10	0,455648
FAC 2	0,5072	0,002	1,58		
FAC 3	0,5046	0,003	2,38		
FAI 1	0,5029	0,021	16,70	38,82	21,99435
FAI 2	0,5075	0,077	60,69		
FAI 3	0,5016	0,049	39,07		

FMC 1	0,5074	0,069	54,39	48,79	6,055493
FMC 2	0,5004	0,053	42,37		
FMC 3	0,500	0,062	49,60		
FMI 1	0,5028	0,038	30,23	24,63	5,537441
FMI 2	0,5011	0,024	19,16		
FMI 3	0,5059	0,031	24,51		

### 9.3 DADOS OBTIDOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS PÃES ADITIVADOS

#### 9.3.1 ACIDEZ

Amostra	Peso da Amostra (g)	Vol. Tit. (mL)	Acidez (%)	Média	Desvio Padrão
PC I	3,3848	0,8	2,36350744	2,778995	0,421338
PC II	3,1192	1	3,20595024		
PC III	3,252	0,9	2,76752767		
FAC 5% I	3,3148	1,2	3,62012791	3,522036	0,09721
FAC 5% II	3,5029	1,2	3,42573296		
FAC 5% III	3,40885	1,2	3,52024876		
FAC 10% I	3,1687	1,1	3,47145517	3,407110	0,063948
FAC 10% II	3,2899	1,1	3,34356667		
FAC 10% III	3,2293	1,1	3,40631096		
FAI 5% I	3,5824	1,3	3,62885216	3,457160	0,173647
FAI 5% II	3,352	1,1	3,28162291		
FAI 5% III	3,4672	1,2	3,46100599		
FAI 10% I	3,8077	1,4	3,67676024	3,448082	0,152452
FAI 10% II	3,3288	1,1	3,30449411		
FAI 10% III	3,56825	1,2	3,36299306		
FMC 5% I	3,2118	1,3	4,04757456	3,670303	0,374931
FMC 5% II	3,3356	1,1	3,29775752		
FMC 5% III	3,2737	1,2	3,66557717		
FMC 10 % I	3,6648	1,2	3,27439423	3,533152	0,265639
FMC 10 % II	3,1536	1,2	3,80517503		
FMC 10% III	3,4092	1,2	3,51988736		
FMI 5% I	3,8854	1,0	2,57373758	2,822384	0,176087
FMI 5% II	3,2399	1,0	3,08651501		
FMI 5% III	3,56265	1,0	2,80689935		
FMI 10% I	3,5498	0,8	2,25364809	2,754119	0,111111
FMI 10% II	3,4779	1,1	3,16282814		
FMI 10% III	3,51385	1,0	2,84588129		

#### 9.3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Amostra	Peso da Amostra (g)	pH	Média	Desvio Padrão
---------	---------------------	----	-------	---------------

PC I	3,3848	5,67	5,695	0,025
PC II	3,1192	5,72		
PC III	3,252	5,695		
FAC 5% I	3,3148	5,69	5,73	0,04
FAC 5% II	3,5029	5,77		
FAC 5% III	3,40885	5,73		
FAC 10% I	3,1687	6,01	6,00	0,01
FAC 10% II	3,2899	5,99		
FAC 10% III	3,2293	6		
FAI 5% I	3,5824	5,99	5,995	0,005
FAI 5% II	3,352	6		
FAI 5% III	3,4672	5,995		
FAI 10% I	3,8077	6,01	6,025	0,015
FAI 10% II	3,3288	6,04		
FAI 10% III	3,56825	6,025		
FMC 5% I	3,2118	5,91	5,945	0,035
FMC 5% II	3,3356	5,98		
FMC 5% III	3,2737	5,945		
FMC 10 % I	3,6648	5,92	5,905	0,015
FMC 10 % II	3,1536	5,89		
FMC 10% III	3,4092	5,905		
FMI 5% I	3,8854	5,67	5,685	0,015
FMI 5% II	3,2399	5,7		
FMI 5% III	3,56265	5,69		
FMI 10% I	3,5498	5,79	5,705	0,085
FMI 10% II	3,4779	5,62		
FMI 10% III	3,51385	5,705		

### 9.3.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)

Amostra	Peso da Amostra (g)	V. Diluição (mL)	°Brix	Média	Desvio Padrão
PC I	1,00	2,00	4	4	0,2
PC II	1,00	2,00	3,8		
PC III	1,00	2,00	4,2		
FAC 5% I	1,00	2,00	4,7	4,6666667	0,351188
FAC 5% II	1,00	2,00	5		
FAC 5% III	1,00	2,00	4,3		
FAC 10% I	1,00	2,00	3,6	3,5666667	0,351188
FAC 10% II	1,00	2,00	3,2		
FAC 10% III	1,00	2,00	3,9		
FAI 5% I	1,00	2,00	2,7	2,7	0,3
FAI 5% II	1,00	2,00	3		
FAI 5% III	1,00	2,00	2,4		
FAI 10% I	1,00	2,00	4,5	3,8666667	0,650641

FAI 10% II	1,00	2,00	3,9		
FAI 10% III	1,00	2,00	3,2		
FMC 5% I	1,00	2,00	4,4	4,4	0,4
FMC 5% II	1,00	2,00	4		
FMC 5% III	1,00	2,00	4,8		
FMC 10 % I	1,00	2,00	3,9	3,6	0,3
FMC 10 % II	1,00	2,00	3,3		
FMC 10% III	1,00	2,00	3,6		
FMI 5% I	1,00	2,00	2,5	2,5	0,5
FMI 5% II	1,00	2,00	2		
FMI 5% III	1,00	2,00	3,00		
FMI 10% I	1,00	2,00	4,8	4,8	0,3
FMI 10% II	1,00	2,00	4,5		
FMI 10% III	1,00	2,00	5,1		

### 9.3.4 UMIDADE

Amostra	Peso da Amostra (g)	% Umidade	Média	Desvio Padrão
PC I	2,00	25,2	25,25	0,05
PC II	2,00	25,3		
PC III	2,00	25,25		
FAC 5% I	2,00	25,9	25,4	0,5
FAC 5% II	2,00	24,9		
FAC 5% III	2,00	25,4		
FAC 10% I	2,00	28,8	29,8	1
FAC 10% II	2,00	30,8		
FAC 10% III	2,00	29,8		
FAI 5% I	2,00	29,9	27,4	2,5
FAI 5% II	2,00	24,9		
FAI 5% III	2,00	27,4		
FAI 10% I	2,00	30,2	27,7	2,5
FAI 10% II	2,00	25,2		
FAI 10% III	2,00	27,7		
FMC 5% I	2,00	29,9	32	2,1
FMC 5% II	2,00	34,1		
FMC 5% III	2,00	32		
FMC 10 % I	2,00	27,1	26,4	0,7
FMC 10 % II	2,00	25,7		
FMC 10% III	2,00	26,4		
FMI 5% I	2,00	28,5	27,7	0,8
FMI 5% II	2,00	26,9		
FMI 5% III	2,00	27,70		
FMI 10% I	2,00	25,9	26,9	1
FMI 10% II	2,00	27,9		

FMI 10% III	2,00	26,9		
-------------	------	------	--	--

### 9.3.5 CINZAS

Amostra	Peso da Amostra (g)	P. Cinzas (g)	% Umidade	Média	Desvio Padrão
PC I	5,1592	0,1065	2,064273531	2,0997992	0,035476
PC II	5,2032	0,1111	2,135224477		
PC III	5,18	0,1088	2,099899637		
FAC 5% I	5,1383	0,096	1,868322208	1,9151899	0,047052
FAC 5% II	5,0193	0,0985	1,962425039		
FAC 5% III	5,08	0,09725	1,914822399		
FAC 10% I	5,2127	0,1592	3,05407946	2,885165	0,168171
FAC 10% II	5,3537	0,1455	2,717746605		
FAC 10% III	5,28	0,15235	2,883668988		
FAI 5% I	5,0189	0,0573	1,141684433	1,4942709	0,352311
FAI 5% II	5,0425	0,0931	1,846306396		
FAI 5% III	5,03	0,0752	1,494821794		
FAI 10% I	5,154	0,1073	2,081878153	2,0438476	0,038029
FAI 10% II	5,155	0,1034	2,005819593		
FAI 10% III	5,15	0,10535	2,043845184		
FMC 5% I	5,0321	0,1113	2,211800242	2,2979762	0,085347
FMC 5% II	5,339	0,1272	2,382468627		
FMC 5% III	5,19	0,11925	2,299659631		
FMC 10% I	5,0722	0,0962	1,89661291	1,9060769	0,00943
FMC 10% II	5,1841	0,0993	1,91547231		
FMC 10% III	5,13	0,09775	1,906145491		
FMI 5% I	5,1328	0,1038	2,02228803	1,9819259	0,040503
FMI 5% II	5,0276	0,0976	1,941284112		
FMI 5% III	5,08	0,1007	1,982205425		
FMI 10% I	5,2882	0,1017	1,923149654	1,8849713	0,038314
FMI 10% II	5,1773	0,0956	1,846522319		
FMI 10% III	5,23	0,09865	1,885241986		

### 9.3.6 TEOR DE CLORETOS

Amostra	Peso da Amostra (g)	Vol. Titul. (ml)	% Cloretos	Média	Desvio Padrão
PC I	5,1592	13,7	1,535275236	1,6011024	0,065734
PC II	5,2032	15	1,666743542		
PC III	5,18	14,35	1,601288505		
FAC 5% I	5,1383	15	1,687795574	1,6847775	0,00303
FAC 5% II	5,0193	14,6	1,6817357		
FAC 5% III	5,08	14,8	1,684801134		
FAC 10% I	5,2127	14,3	1,586066338	1,6030529	0,016912

FAC 10% II	5,3537	15	1,619889049		
FAC 10% III	5,28	14,65	1,603203362		
FAI 5% I	5,0189	10	1,15196557	1,0459954	0,105887
FAI 5% II	5,0425	8,2	0,940190778		
FAI 5% III	5,03	9,1	1,045829805		
FAI 10% I	5,154	9	1,009592549	1,1104343	0,174748
FAI 10% II	5,155	11,7	1,312215713		
FAI 10% III	5,15	9	1,009494616		
FMC 5% I	5,0321	12	1,378732537	1,1746779	0,202091
FMC 5% II	5,339	9	0,974609477		
FMC 5% III	5,19	10,5	1,170691633		
FMC 10 % I	5,0722	12	1,367832499	1,2131023	0,154173
FMC 10 % II	5,1841	9,5	1,059493451		
FMC 10% III	5,13	10,75	1,211980929		
FMI 5% I	5,1328	12,4	1,396739401	1,2909717	0,106136
FMI 5% II	5,0276	10,3	1,184471318		
FMI 5% III	5,08	11,35	1,291704264		
FMI 10% I	5,2882	11,7	1,27916342	1,253868	0,025386
FMI 10% II	5,1773	11	1,228393178		
FMI 10% III	5,23	11,35	1,254047298		

### 9.3.7 LIPÍDIOS

Amostra	Peso da Amostra (g)	P. Lipídio (g)	% Lipídios	Média	Desvio Padrão
PC I	5,0223	0,0951	1,893554746	1,4321963	0,461302
PC II	5,026	0,0488	0,970951055		
PC III	5,02	0,0719	1,432083039		
FAC 5% I	5,0218	0,0554	1,103190091	1,176297	0,073155
FAC 5% II	5,002	0,0625	1,2495002		
FAC 5% III	5,01	0,0589	1,176200642		
FAC 10% I	5,0356	0,0358	0,710938121	0,7451597	0,034258
FAC 10% II	5,0035	0,039	0,779454382		
FAC 10% III	5,02	0,0374	0,745086711		
FAI 5% I	5,086	0,0702	1,380259536	1,2414972	0,138717
FAI 5% II	5,096	0,0562	1,102825746		
FAI 5% III	5,09	0,0632	1,241406403		
FAI 10% I	5,0232	0,0486	0,96751075	0,8526871	0,114051
FAI 10% II	5,2338	0,0387	0,73942451		
FAI 10% III	5,13	0,0436	0,85112606		
FMC 5% I	5,0559	0,0353	0,698194189	0,8927248	0,194575
FMC 5% II	5,049	0,0549	1,087344029		
FMC 5% III	5,05	0,0451	0,892636246		
FMC 10 % I	5,0953	0,0441	0,865503503	0,8744469	0,008967
FMC 10 % II	5,0145	0,0443	0,88343803		

FMC 10% III	5,05	0,0442	0,874399098		
FMI 5% I	5,0592	0,0746	1,474541429	1,5227704	0,048289
FMI 5% II	5,0219	0,0789	1,571118501		
FMI 5% III	5,04	0,0767	1,522651298		
FMI 10% I	5,0929	0,086	1,688625341	1,614894	0,073917
FMI 10% II	5,0169	0,0773	1,540792123		
FMI 10% III	5,05	0,0816	1,615264397		

### 9.3.8 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS (AST)

Amostra	Peso da Amostra (g)	M. da Leitura	T. Glicose na amostra	% AST	Média	Desvio Padrão
PC I	0,5042	0,6755	9873583,637	9,8735836	8,919353	0,954231
PC II	0,5095	0,557	7965122,304	7,9651223		
PC III	0,51	0,6162	8919352,97	8,919353		
FAC 5% I	0,5008	0,4085	11602553,93	11,602554	11,82097	0,218416
FAC 5% II	0,5052	0,426	12039386,65	12,039387		
FAC 5% III	0,50	0,4172	11820970,29	11,82097		
FAC 10% I	0,5031	0,644	18818110,32	18,81811	18,68278	0,135333
FAC 10% II	0,505	0,6375	18547444,81	18,547445		
FAC 10% III	0,50	0,6407	18682777,57	18,682778		
FAI 5% I	0,5046	0,5975	17331235,86	17,331236	17,13597	0,195266
FAI 5% II	0,5034	0,5835	16940703,84	16,940704		
FAI 5% III	0,50	0,5905	17135969,85	17,13597		
FAI 10% I	0,5054	0,7345	21513001,2	21,513001	24,33997	2,82697
FAI 10% II	0,5011	0,911	27166940,8	27,166941		
FAI 10% III	0,50	0,8227	24339971	24,339971		
FMC 5% I	0,5063	0,7735	11335434,4	11,335434	10,77612	0,559313
FMC 5% II	0,5055	0,6995	10216807,66	10,216808		
FMC 5% III	0,51	0,7365	10776121,03	10,776121		
FMC 10 % I	0,5039	0,7595	11173714,59	11,173715	10,65852	0,515191
FMC 10 % II	0,5061	0,6955	10143332,09	10,143332		
FMC 10% III	0,51	0,7275	10658523,34	10,658523		
FMI 5% I	0,5044	0,7415	10885573,41	10,885573	10,1479	0,737675
FMI 5% II	0,5018	0,6425	9410222,578	9,4102226		
FMI 5% III	0,50	0,692	10147898	10,147898		
FMI 10% I	0,5056	0,973	14414642,96	14,414643	13,90022	0,514424
FMI 10% II	0,5085	0,911	13385795,51	13,385796		
FMI 10% III	0,51	0,942	13900219,23	13,900219		

### 9.3.9 AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS (ART)

Amostra	Peso da Amostra (g)	M. da Leitura	T. Glicose na amostra	% ART	Média	Desvio Padrão
PC I	0,5012	0,634	34827,35582	6,2744964	6,11381	0,160686

PC II	0,5040	0,6025	33043,53972	5,9531241		
PC III	0,5026	0,6182	33935,44777	6,1138103		
FAC 5% I	0,5076	0,604	32884,38132	5,9244501	5,758647	0,165803
FAC 5% II	0,5045	0,5635	31043,76136	5,592844		
FAC 5% III	0,5061	0,5837	31964,07134	5,7586471		
FAC 10% I	0,5090	0,3885	22020,92613	3,9672901	3,963383	0,003907
FAC 10% II	0,5019	0,3815	21977,554	3,9594761		
FAC 10% III	0,5055	0,385	21999,24006	3,9633831		
FAI 5% I	0,5011	0,2805	16883,97485	3,0418169	3,065207	0,02339
FAI 5% II	0,5039	0,2875	17143,63335	3,088597		
FAI 5% III	0,5025	0,284	17013,8041	3,0652069		
FAI 10% I	0,5018	0,231	14350,37428	2,5853634	2,686749	0,101386
FAI 10% II	0,5023	0,2535	15475,88472	2,7881354		
FAI 10% III	0,5021	0,2422	14913,1295	2,6867494		
FMC 5% I	0,5021	0,628	34460,86234	6,208469	6,143675	0,064794
FMC 5% II	0,5030	0,615	33741,57093	6,0788814		
FMC 5% III	0,5026	0,6215	34101,21664	6,1436752		
FMC 10 % I	0,5048	0,4555	25581,39066	4,6087433	4,565035	0,043708
FMC 10 % II	0,5029	0,444	25096,17248	4,5213264		
FMC 10% III	0,5039	0,4497	25338,78157	4,5650349		
FMI 5% I	0,5032	0,554	30643,57577	5,5207466	5,301372	0,219375
FMI 5% II	0,5056	0,5085	28208,24073	5,0819967		
FMI 5% III	0,5044	0,5312	29425,90825	5,3013716		
FMI 10% I	0,5033	0,488	27300,7312	4,9184997	4,806868	0,111632
FMI 10% II	0,5038	0,464	26061,47478	4,6952353		
FMI 10% III	0,5036	0,476	26681,10299	4,8068675		

### 9.3.10 PROTEÍNAS

Amostra	Peso da Amostra (g)	Vol. Tit. (mL)	% Proteína	Média	Desvio Padrão
PC I	0,2082	0,1	4,202689721	4,7785244	0,539648
PC II	0,3319	0,2	5,272672492		
PC III	0,2701	0,15	4,860211072		
FAC 5% I	0,2741	0,3	9,576796789	11,116086	1,622781
FAC 5% II	0,2049	0,3	12,81112738		
FAC 5% III	0,2395	0,3	10,96033403		
FAC 10% I	0,2538	0,3	10,3427896	10,373505	0,030746
FAC 10% II	0,2523	0,3	10,40428062		
FAC 10% III	0,2531	0,3	10,37344398		
FAI 5% I	0,2098	0,2	8,341277407	10,142967	1,787324
FAI 5% II	0,2203	0,3	11,91556968		
FAI 5% III	0,2151	0,25	10,17205301		
FAI 10% I	0,2065	0,3	12,71186441	9,9849578	2,544859
FAI 10% II	0,3421	0,3	7,673194972		

FAI 10% III	0,2743	0,3	9,569814072		
FMC 5% I	0,2509	0,2	6,974890395	9,0233607	2,0696
FMC 5% II	0,2362	0,3	11,11346317		
FMC 5% III	0,2436	0,25	8,981728598		
FMC 10 % I	0,2893	0,3	9,073625994	10,067153	0,97882
FMC 10 % II	0,3173	0,4	11,03057044		
FMC 10% III	0,3033	0,35	10,09726344		
FMI 5% I	0,2602	0,3	10,08839354	10,828918	0,758808
FMI 5% II	0,2262	0,3	11,60477454		
FMI 5% III	0,2432	0,3	10,79358553		
FMI 10% I	0,3251	0,3	8,074438634	7,4313911	0,669338
FMI 10% II	0,2597	0,2	6,738544474		
FMI 10% III	0,2924	0,25	7,48119015		

### 9.3.11 AMIDO

Amostra	Peso da Amostra (g)	M. da Leitura	T. Glicose na amostra	% Amido	Média	Desvio Padrão
PC I	0,5032	0,649	64085358,2	57,676822	50,723	6,953827
PC II	0,50646	0,4965	48632408,54	43,769168		
PC III	0,5048	0,57275	56358883,37	50,722995		
FAC 5% I	0,5099	0,6275	61137137,03	55,023423	51,76071	3,26271
FAC 5% II	0,5215	0,566	53886669,42	48,498002		
FAC 5% III	0,5157	0,59675	57511903,23	51,760713		
FAC 10% I	0,5044	0,6055	59625148,84	53,662634	53,88669	0,224058
FAC 10% II	0,5077	0,6145	60123055,99	54,11075		
FAC 10% III	0,5061	0,61	59874102,41	53,886692		
FAI 5% I	0,5081	0,4615	45034674,04	40,531207	41,50711	0,975903
FAI 5% II	0,5001	0,476	47203346,54	42,483012		
FAI 5% III	0,5041	0,46875	46119010,29	41,507109		
FAI 10% I	0,5025	0,578	57117012,34	51,405311	52,66591	1,260601
FAI 10% II	0,5061	0,6105	59918346,82	53,926512		
FAI 10% III	0,5043	0,59425	58517679,58	52,665912		
FMC 5% I	0,5054	0,5205	51106392,62	45,995753	49,66755	3,671794
FMC 5% II	0,5083	0,6065	59265935,72	53,339342		
FMC 5% III	0,5069	0,5635	55186164,17	49,667548		
FMC 10 % I	0,5028	0,557	54996713,71	49,497042	49,92954	0,432499
FMC 10 % II	0,508	0,5725	55957821,71	50,36204		
FMC 10% III	0,5054	0,56475	55477267,71	49,929541		
FMI 5% I	0,506	0,478	46850382,82	42,165345	41,3614	0,803941
FMI 5% II	0,505	0,459	45063847,04	40,557462		
FMI 5% III	0,5055	0,4685	45957114,93	41,361403		
FMI 10% I	0,508	0,5205	50844824,47	45,760342	43,47455	2,285792
FMI 10% II	0,5049	0,466	45765286,41	41,188758		
FMI 10% III	0,5065	0,49325	48305055,44	43,47455		

### 9.3.12 VALOR ENERGÉTICO

Amostra	% Proteína	% Lipídio	% Açúcares Totais	Energia Kcal/100g	Média	Desvio Padrão
PC I	4,2026897	1,893554746	67,55041	304,0544	270,573	7,90806
PC II	5,2726725	0,970951055	51,73429	236,7664		
PC III	4,8602111	1,432083039	59,64235	270,899		
FAC 5% I	9,5767968	1,103190091	66,62598	314,7398	309,378	3,0443
FAC 5% II	12,811127	1,2495002	60,53739	304,6396		
FAC 5% III	10,960334	1,176200642	63,58168	308,7539		
FAC 10% I	10,34279	0,710938121	72,48074	337,6926	338,478	0,08873
FAC 10% II	10,404281	0,779454382	72,6582	339,265		
FAC 10% III	10,373444	0,745086711	72,56947	338,4774		
FAI 5% I	8,3412774	1,380259536	57,86244	277,2372	286,318	0,78064
FAI 5% II	11,91557	1,102825746	59,42372	295,2826		
FAI 5% III	10,172053	1,241406403	58,64308	286,4332		
FAI 10% I	12,711864	0,96751075	72,91831	351,2283	355,638	4,08757
FAI 10% II	7,673195	0,73942451	81,09345	361,7214		
FAI 10% III	9,5698141	0,85112606	77,00588	353,9629		
FMC 5% I	6,9748904	0,698194189	57,33119	263,5081	285,903	3,11248
FMC 5% II	11,113463	1,087344029	63,55615	308,4645		
FMC 5% III	8,9817286	0,892636246	60,44367	285,7353		
FMC 10% I	9,073626	0,865503503	60,67076	286,7671	290,491	0,0827
FMC 10% II	11,03057	0,88343803	60,50537	294,0947		
FMC 10% III	10,097263	0,874399098	60,58806	290,6109		
FMI 5% I	10,088394	1,474541429	53,05092	265,8281	263,058	1,54162
FMI 5% II	11,604775	1,571118501	49,96768	260,4299		
FMI 5% III	10,793586	1,522651298	51,5093	262,9154		
FMI 10% I	8,0744386	1,688625341	60,17499	288,1953	273,759	2,80022
FMI 10% II	6,7385445	1,540792123	54,57455	259,1195		
FMI 10% III	7,4811902	1,615264397	57,37477	273,9612		

### 9.4 DADOS MICROBIOLÓGICOS OBTIDOS NOS PÃES ADITIVOS

#### 9.4.1 COLIFORMES A 35 °C

Amostras	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia
PC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FAC 5%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FAC 10%	0,00	0,00	6,10	0,00	0,00

FAI 5%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FAI 10%	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00
FMC 5%	0,00	2,90.10 <sup>1</sup>	0,00	0,00	0,00
FMC 10%	0,00	2,90.10 <sup>1</sup>	0,00	0,00	0,00
FMI 5%	1,90.10 <sup>1</sup>	3,60.10 <sup>1</sup>	6,20	0,00	0,00
FMI 10%	0,00	4,20.10 <sup>1</sup>	2,40.10 <sup>2</sup>	0,00	0,00

#### 9.4.2 COLIFORMES A 45° C E SALMONELLA SP

Amostras	1° Dia	2° Dia	3° Dia	4° Dia	5° Dia
PC	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FAC 5%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FAC 10%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FAI 5%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FAI 10%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FMC 5%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FMC 10%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FMI 5%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
FMI 10%	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

#### 9.4.3 BOLORES E LEVEDURAS

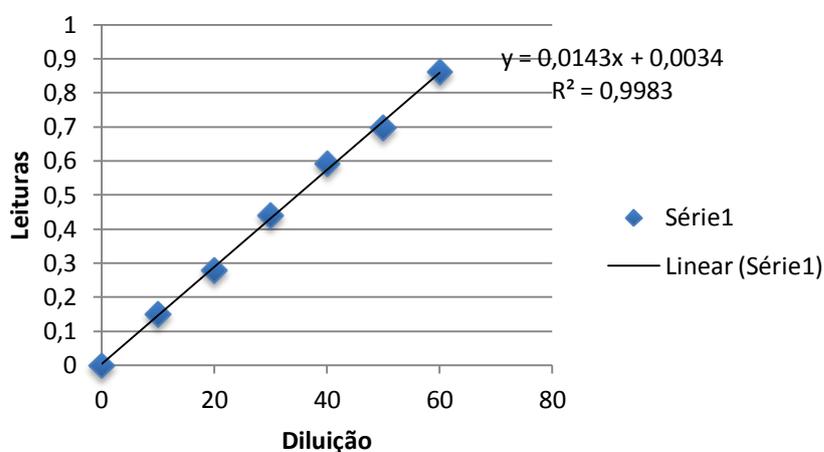
Amostras	1° Dia	2° Dia	3° Dia	4° Dia	5° Dia
PC	3,50.10 <sup>1</sup>	0,00	1,66.10 <sup>2</sup>	1,12.10 <sup>4</sup>	4,28.10 <sup>4</sup>
FAC 5%	1,70.10 <sup>1</sup>	0,00	2,45.10 <sup>2</sup>	1,96.10 <sup>3</sup>	1,41.10 <sup>4</sup>
FAC 10%	0,00	0,00	1,68.10 <sup>2</sup>	2,80.10 <sup>2</sup>	4,42.10 <sup>4</sup>
FAI 5%	1,83.10 <sup>2</sup>	0,00	2,87.10 <sup>2</sup>	2,59.10 <sup>3</sup>	9,10.10 <sup>4</sup>
FAI 10%	0,00	0,00	6,88.10 <sup>2</sup>	2,80.10 <sup>3</sup>	2,41.10 <sup>3</sup>
FMC 5%	0,00	0,00	2,00.10 <sup>1</sup>	7,72.10 <sup>3</sup>	1,44.10 <sup>3</sup>
FMC 10%	0,00	0,00	1,38.10 <sup>2</sup>	2,20.10 <sup>1</sup>	3,66.10 <sup>4</sup>
FMI 5%	3,00	0,00	7,00	5,14.10 <sup>3</sup>	3,33.10 <sup>4</sup>
FMI 10%	0,00	0,00	3,00.10 <sup>1</sup>	6,29.10 <sup>2</sup>	2,55.10 <sup>4</sup>

#### 9.5 CURVAS PADRÕES ADOTADAS

##### 9.5.1 FARELOS - AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

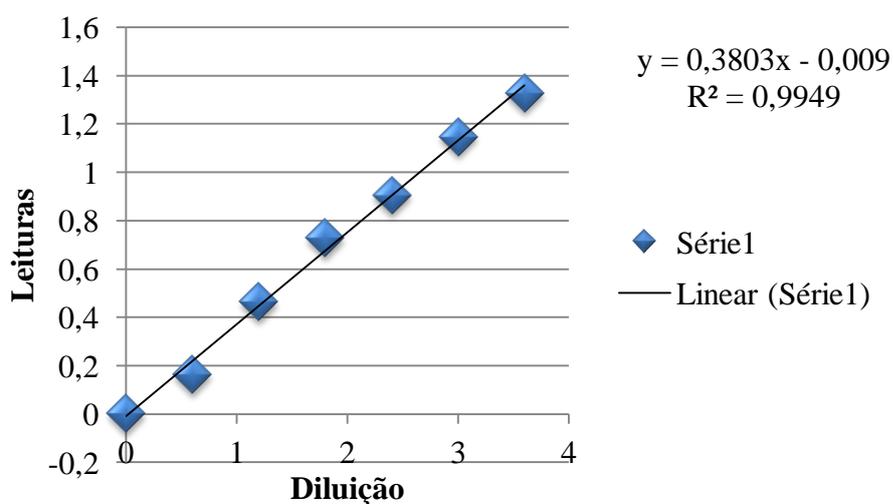
Glicose (mL)	V. Água (mL)	Antrona (mL)	Média de Leitura
0,0	1,0	2,0	0
0,1	0,9	2,0	0,183
0,2	0,8	2,0	0,384
0,3	0,7	2,0	0,537
0,4	0,6	2,0	0,679
0,5	0,5	2,0	0,871
0,6	0,4	2,0	1,019

0,7	0,3	2,0	1,103
-----	-----	-----	-------



### 9.5.2 FARELOS - AÇÚCARES REDUTORES

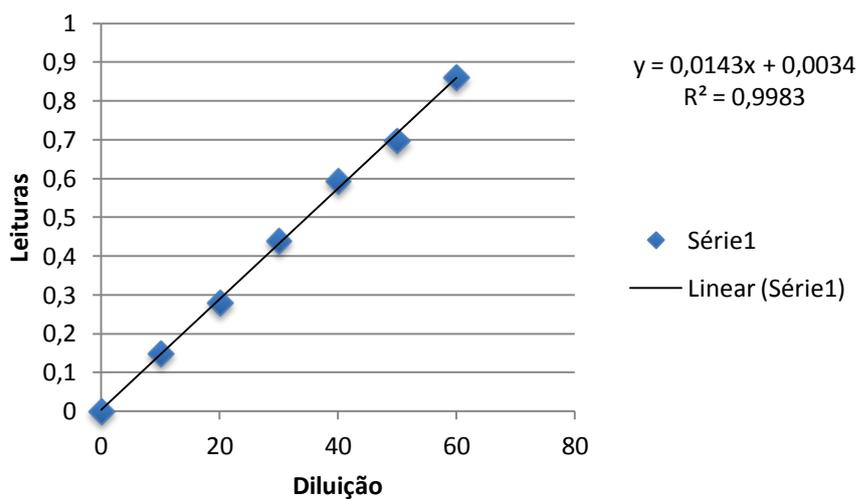
Glicose (3mM)	Vol. Água (mL)	DNS (mL)	Leitura 1	Leitura 2	Média
0	1,5	1,0	0	0	0
0,2	1,3	1,0	0,154	0,17	0,162
0,4	1,1	1,0	0,49	0,438	0,464
0,6	0,9	1,0	0,743	0,71	0,7265
0,8	0,7	1,0	0,884	0,924	0,904
1	0,5	1,0	1,152	1,14	1,146
1,2	0,3	1,0	1,302	1,352	1,327



### 9.5.3 FARELOS – AMIDO

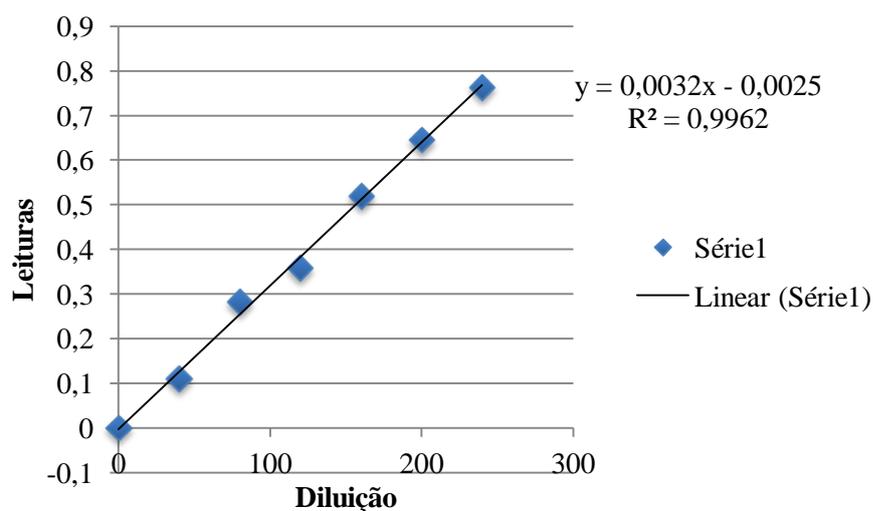
Glicose (mL)	V. Água (mL)	Antrona (mL)	Média de Leitura
--------------	--------------	--------------	------------------

0,0	1,0	2,0	0
0,1	0,9	2,0	0,149
0,2	0,8	2,0	0,279
0,3	0,7	2,0	0,439
0,4	0,6	2,0	0,594
0,5	0,5	2,0	0,697
0,6	0,4	2,0	0,861



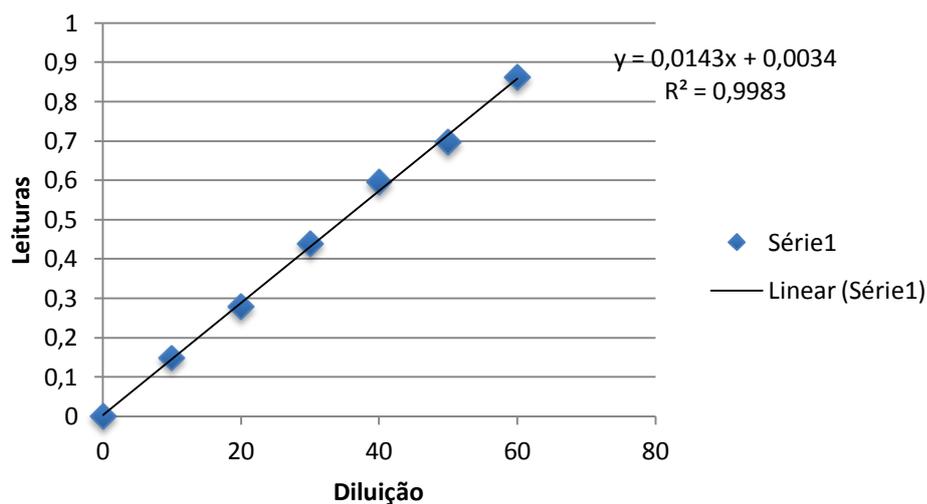
#### 9.5.4 FARELOS - FENÓLICOS TOTAIS

Ácido Gálico ( $\mu\text{L}$ )	Água ( $\mu\text{L}$ )	Folin-ciocalteau ( $\mu\text{L}$ )	Carbonato de Sódio ( $\mu\text{L}$ )	Média Absorbância
0	1870	100	30	0
40	1830	100	30	0,111
80	1790	100	30	0,282
120	1750	100	30	0,358
160	1710	100	30	0,52
200	1670	100	30	0,645
240	1630	100	30	0,763



### 8.5.5 PÃES ADITIVADOS – AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

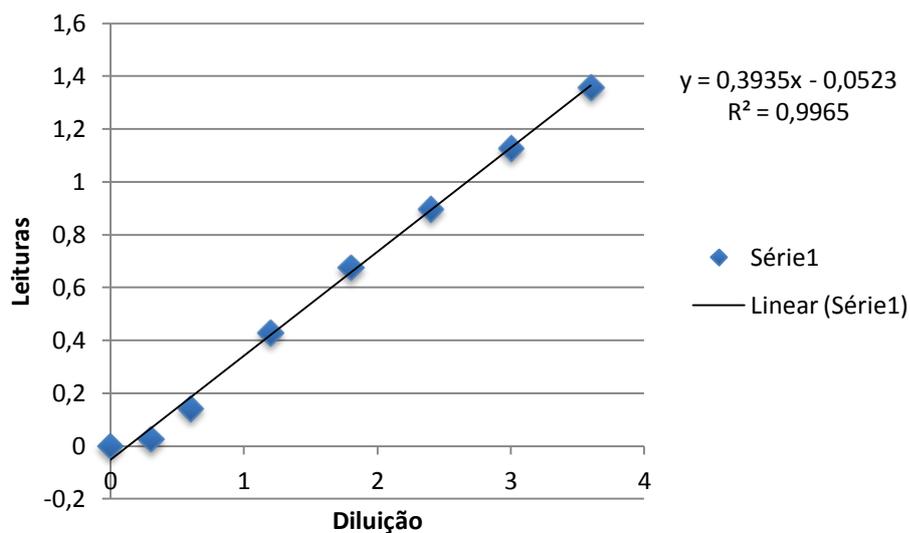
Glicose (mL)	V. Água (mL)	Antrona (mL)	Média de Leitura
0,0	1,0	2,0	0
0,1	0,9	2,0	0,183
0,2	0,8	2,0	0,384
0,3	0,7	2,0	0,537
0,4	0,6	2,0	0,679
0,5	0,5	2,0	0,871
0,6	0,4	2,0	1,019
0,7	0,3	2,0	1,103



### 9.5.6 PÃES ADITIVADOS - AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS

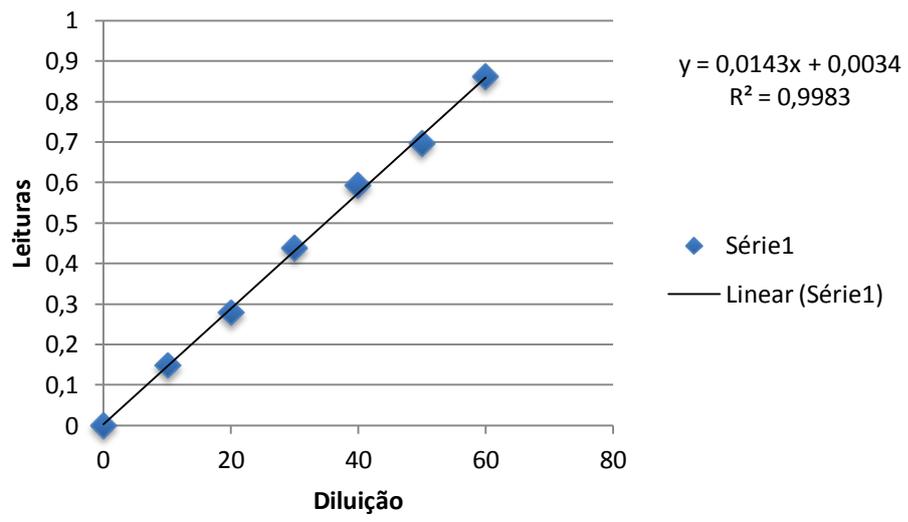
Glicose (3mM)	Vol. Água (mL)	DNS (mL)	Média
0	1,5	1,0	0

0,1	1,4	1,0	0,0265
0,2	1,3	1,0	0,143
0,4	1,1	1,0	0,428
0,6	0,9	1,0	0,678
0,8	0,7	1,0	0,897
1,0	0,5	1,0	1,126
1,2	0,3	1,0	1,359



### 9.5.7 PÃES ADITIVADOS – AMIDO

Glicose (mL)	V. Água (mL)	Antrona (mL)	Média de Leitura
0,0	1,0	2,0	0
0,1	0,9	2,0	0,149
0,2	0,8	2,0	0,279
0,3	0,7	2,0	0,439
0,4	0,6	2,0	0,594
0,5	0,5	2,0	0,697
0,6	0,4	2,0	0,861



## Mensagem Final

“O propósito do aprendizado é crescer, e nossas mentes, diferentes de nossos corpos, podem continuar crescendo enquanto continuamos a viver.”

Mortimer Adler