



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PROCESSOS**



**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E FRITURA DE PALITOS DE INHAME EM ÓLEOS
DE COCO E DE SOJA**

Taciano Pessoa

Campina Grande-PB
Agosto de 2015

TACIANO PESSOA

**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E FRITURA DE PALITOS DE INHAME EM ÓLEOS
DE COCO E DE SOJA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Processos.

Área de Concentração:

Desenvolvimento de Processos

Orientadores:

D.Sc. Maria Elita Martins Duarte

D.Sc. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

Campina Grande-PB
Agosto de 2015

“Combati o bom combate, acabei a carreira, guardei a fé...”

2 Timóteo 4:7

**A minha família, que sempre esteve ao meu lado
em todos os momentos!**

Dedico

Agradecimentos

A **Deus** fonte de todo amor e inspiração nas vidas dos homens, agradeço a coragem que me foi concedida em todo os momentos, obrigado!

A minha família, que sempre acreditou que seria capaz de conseguir todos os meus sonhos, obrigado **Geni** a minha mãe, nunca deixou de acreditar no meu potencial.

Obrigado meu irmão **Tercio**, cunhada **Raiany** e meu amado sobrinho **Tales**, por sempre se fazer presente, o meu amor por vocês é enorme.

Ao meu **Pai Silvinha**, que somos diferentes, mais isso é o que nos uniu, te amo.

A **Universidade Federal de Campina Grande- UFCG**; pela oportunidade de cursar o doutorado e por tudo de bom que este título vem a proporcionar-me.

Aos meus orientadores Dra. **Maria Elita** e Dr. **Mario Eduardo**, pela valiosa orientação e aprendizado construído durante o mestrado e doutorado, sou grato pela amizade e a confiança construída durante esse tempo!

Aos **membros da banca examinadora**, pelas colaborações fundamentais para a melhoria desta Tese.

A minha companheira de guerra **Débora Rafaelly**, onde juntos trilhamos todo o doutorado, sofremos, sorrimos, fizemos amizades e juntos construímos muito conhecimento, meu muito obrigado por tudo, até a sua família que me adotaram (**Dani, Rousseau e Dona Dalva**)!

A minha amiga **Denise Amaral**, que sempre esteve presente, mesmo se fazendo distante, apenas na quilometragem, mais nos nossos corações estávamos sempre juntos, torcendo e ajudando com seu amor e companheirismo, não esquecendo de toda sua família, sempre torcendo por mim.

A **Flávio Gurjão** meu amigo, juntos fomos sorrisos, força e determinação, que seu amor seja sempre a fonte de inspiração de todos.

A **Lúcio Gomes**, pela preciosa amizade, força, palavras de consolo e incentivo em todos os momentos.

A Professora **Rossana**, sempre disponível em tirar as dúvidas e pela força que sempre nos foi dada, obrigado!

A **Renata** e **Severina**, por todos os ensinamentos, trocas de informações, apoio, motivação e ajuda nos momentos difíceis.

Aos companheiros de vida de Pós Graduação **Plúvia, Pablícia, Nalva, Luzia, Deise, Dani, Inácia, Gilmara, Mônica, Rebeca** e **Anástacia**, meu forte abraço e obrigado pelas trocas de conhecimentos

Aos meus amigos agrônomos, que sempre torcemos uns pelos outros, para que tenhamos sucesso nessa vida, **Mayara, Aninha, Izabel, Ana, Renato, Ana Carolina, Richardson** de sempre, sempre estarão em meu coração.

Aos meus amigos “Cubanos” **Renata Farias** e **Isleno Michel**, sempre presentes e me dando força.

Aos meus vizinhos, que sempre viam minha luta diária, de ir atrás do meu sonho, **Daniela, Deyvison, Ana Kessia, Mikaela**, obrigado pelos sobrinhos que ganhei, sempre me fazendo sorrir, **Cecilia, Artur** e **Breno**, amo vocês.

Aos amigos que foram construídos ao longo da vida, que sempre torceram para que fossemos grandes pessoas no mundo.

Obrigado a todos que fizeram parte dessa história, somos sempre capazes de concretizar todos os sonhos...

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xix
1-INTRODUÇÃO.....	1
1.1-Objetivo geral.....	2
1.1.2-Objetivos específicos.....	3
2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1- Histórico e produção do coco.....	4
2.2-O <i>coco-da-bahia</i> (<i>Cocos nucifera</i> , L)	5
2.3-O óleo de coco.....	6
2.4-O óleo de soja.....	8
2.5-Ácidos graxos e oxidação lipídica.....	10
2.6-Métodos de análises de óleos referentes a oxidação lipídica.....	12
2.6.1- Índice de acidez.....	13
2.6.2- Índice de iodo.....	14
2.6.3- Índice de peróxido.....	14
2.6.4-Índice de refração.....	15
2.6.5 – Índice de saponificação.....	16
2.6.5- Análise térmica em óleos.....	16
2.7- Potencial antioxidante.....	18
2.8- Inhame (<i>Dioscorea sp.</i>)	20
2.9- Frituras: origem e características.....	21
2.10- Desidratação osmótica.....	22
2.11- Secagem.....	24
2.12- Análise sensorial.....	25
2.13- Textura instrumental.....	27

3- MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1- Matéria prima.....	30
3.1.1- Processamento do coco da bahia.....	30
3.2 Processamentos do coco para obtenção de óleo.....	31
3.2.1- Secagem Experimental.....	31
3.3- Obtenção do óleo de coco e de soja.....	32
3.4- Caracterização da identidade do óleo de coco e de soja.....	33
3.4.1- Teor de água.....	33
3.4.2- Índice de acidez.....	33
3.4.3- Índice de iodo.....	34
3.4.4- Índice de saponificação.....	34
3.4.5- Índice de peróxido.....	35
3.4.6- Índice de refração.....	35
3.4.7- Calorimetria diferencial de varredura (DSC)	36
3.5- O Inhame: Processamento, Desidratação osmótica e fritura.....	36
3.5.1 -Fatiamento.....	36
3.6- Desidratação osmótica.....	37
3.7- Fritura.....	38
3.8- Características dos óleos após as frituras.....	40
3.8.1- Determinação dos índices.....	40
3.9- Características químicas e físico-químicas do inhame e dos palitos fritos.....	40
3.9.1- pH.....	40
3.9.2- Acidez total.....	40
3.9.3- Teor de água.....	41
3.9.4- Atividade de água (aW)	41
3.9.5- Teor de amido.....	41
3.9.6- Lipídeos.....	41
3.9.7- Teor cloreto de sódio.....	41
3.9.8- Absorção de gordura (AG)	42
3.9.9- Determinação da água removida durante o processo (AR)	42
3.9.10- Razão absorção de gordura (RAG)	42
3.9.11- Análise de cor.....	43
3.10- Textura instrumental.....	43

3.11- Análise sensorial.....	43
3.12- Análise microbiológica.....	44
3.13- Análise estatística.....	44
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1- Secagem experimental.....	46
4.2- Caracterização dos óleos de coco e soja antes das frituras.....	52
4.3- Calorimetria diferencial de varredura (DSC)	54
4.4- Características dos óleos de coco e soja após frituras.....	54
4.4.1- Índice de acidez.....	54
4.4.2- Índice de peróxido.....	59
4.4.3- Índice de refração.....	62
4.4.4- Índice de iodo.....	66
4.5- Desidratação osmótica dos palitos de inhame.....	69
4.6- Características químicas e físico-químicas dos palitos de inhame <i>In natura</i> e após desidratação osmótica.....	72
4.7- Características químicas e físico-químicas dos palitos de inhame após fritura....	77
4.7.1- Teor de água.....	77
4.7.2- Atividade de água.....	80
4.7.3- Acidez.....	82
4.7.4- pH.....	84
4.7.5- Teor de amido.....	86
4.7.6- Teor de cloreto de sódio.....	89
4.7.7- Lipídeos.....	91
4.7.8- Absorção de Gordura (AG)	94
4.7.9- Percentual de Água Removida (AR)	96
4.7.10- Razão de absorção de gordura (RAG)	98
4.7.11- Análise de cor dos palitos de inhame fritos.....	100
4.7.12- Textura instrumental dos palitos de inhame fritos.....	105
4.8- Análise sensorial dos palitos de inhame fritos em óleo de coco e soja.....	108
4.8.1- Teste de aceitação.....	108
4.8.2- Análise coeficiente de concordância entre os julgadores dos palitos de inhame fritos.....	111

4.8.3- Perfil sensorial	114
4.8.4- Perfil de atitude.....	115
4.9- Análise microbiológica.....	118
5- CONCLUSÕES.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
APÊNDICES.....	146

LISTA E FIGURAS

Figura 2.1	Coco.....	06
Figura 2.2	Estruturas químicas dos principais antioxidantes naturais presentes nos óleos vegetais comestíveis: tocoferóis e tocotrienóis; hidroxitirosol; ácido cafeico; β -caroteno e β -sitos.....	19
Figura 2.3	Curva característica do texturômetro, representada pela textura dos palitos de inhame fritos.....	28
Figura 3.1	Prensa hidráulica e seus componentes (A e B), o escoamento (C) do óleo bruto de Coco.....	32
Figura 3.2	Fatiador de batatas.....	37
Figura 3.3	Fritadeira utilizada para obtenção dos palitos de inhame fritos.....	38
Figura 3.4	Tiras de inhame fritos em óleo de coco e de soja.....	39
Figura 3.5	Análise de textura instrumental com o texturômetro modelo TA-XT2...	43
Figura 4.1	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados dos palitos de coco, pela equação de Cavalcanti Mata, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C.....	47
Figura 4.2	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados dos palitos de coco, pela equação de Herderson & Pabis, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C.....	48
Figura 4.3	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados dos palitos de coco, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C.....	49
Figura 4.4	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados dos palitos de coco, pela equação de Verma, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C.....	50
Figura 4.5	Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados dos palitos de coco, pela equação de Fick 4 termos, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C.....	51
Figura 4.6	Curva da análise térmica por calorimetria diferencial de varredura (DSC) do óleo de coco bruto, obtido por extração a frio.....	54
Figura 4.7	Curva da Análise térmica por calorimetria diferencial de varredura (DSC) do óleo de soja obtido no mercado de Campina Grande-PB.....	55

Figura 4.8	Ganho de sólido (%) dos palitos de inhame submetidos a desidratação osmótica em soluções salinas com concentrações de 5, 10 e 15%.....	69
Figura 4.09	Perda de peso (%) dos palitos de inhame submetidos a desidratação osmótica em soluções salinas com concentrações de 5, 10 e 15%.....	71
Figura 4.10	Perfil sensorial dos palitos de inhame fritas, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritas em óleo de coco na temperatura de 190°C.....	114
Figura 4.11	Perfil sensorial dos palitos de inhame fritas, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritas em óleo de soja na temperatura de 190°C.....	115
Figura 4.12	Perfil de atitude dos palitos de inhame fritas, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritas em óleo de coco na temperatura de 190°C.....	116
Figura 4.13	Perfil de atitude dos palitos de inhame fritas, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritas em óleo de soja na temperatura de 190°C.....	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Composição dos ácidos graxos de óleo de coco virgem.....	07
Tabela 2.2-	Composição percentual de ácidos graxos presentes no óleo de soja.....	08
Tabela 3.1	Temperaturas, tempos e tratamentos utilizados para obtenção dos palitos de inhame frito.....	39
Tabela 4.1	Parâmetros da equação de Cavalcanti Mata, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	47
Tabela 4.2	Parâmetros da equação de Henderson & Pabis, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	48
Tabela 4.3	Parâmetros da equação de Page, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	49
Tabela 4.4	Parâmetros da equação de Verma, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	50
Tabela 4.5	Parâmetros da equação de Fick, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar.....	51
Tabela 4.6	Índices dos óleos de coco e de soja, sem o processo de fritura.....	52
Tabela 4.7	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de acidez (IA) em (mg KOH/g de óleo), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	56
Tabela 4.8	Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro acidez (mg KOH/g de óleo).....	57
Tabela 4.9	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de peróxido(IP), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	59

Tabela 4.10	Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro índice de peróxido (meq/1000 de óleo).....	61
Tabela 4.11	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de refração (IR), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	63
Tabela 4.12	Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro índice de refração.....	64
Tabela 4.13	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de iodo (g Iodo/100 g óleo), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	66
Tabela 4.14	Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado nas frituras a 150; 170 e 190°C para o parâmetro índice de iodo (g Iodo/100 g óleo).....	67
Tabela 4.15	Características químicas e físico- químicas dos palitos inhame <i>In natura</i> e após os tratamentos osmóticos de 5, 10 e 15% de sal.....	73
Tabela 4.16	Análise de cor do inhame <i>In natura</i> e após tratamentos osmóticos.....	76
Tabela 4.17	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro teor de água (%), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	77
Tabela 4.18	Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro teor de água.....	78
Tabela 4.19	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro atividade de água(aW), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	80
Tabela 4.20	Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 179 e 190°C para o parâmetro atividade de água.....	81

Tabela 4.21	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro acidez (g ac. oleico/100 g), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	83
Tabela 4.22	Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro acidez.....	83
Tabela 4.23	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro pH, avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	85
Tabela 4.24	Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro pH.....	85
Tabela 4.25	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro amido (%), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	87
Tabela 4.26	Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro amido (%).....	88
Tabela 4.27	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro teor de cloreto de sódio, avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	89
Tabela 4.28	Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150°C para o parâmetro teor de cloreto de sódio.....	90
Tabela 4.29	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro lipídeo total (%), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	91
Tabela 4.30	Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro lipídeos.....	92
Tabela 4.31	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro absorção de gordura (AG), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	94

Tabela 4.32	Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro absorção de gordura (AG).....	95
Tabela 4.33	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro água removida(AR), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	96
Tabela 4.34	Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro água removida (AR).....	97
Tabela 4.35	Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro razão de absorção de gordura (RAG), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.....	98
Tabela 4.36	Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro razão de absorção de gordura (RAG).....	99
Tabela 4.37	Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para os palitos de inhame submetidas a processo osmótico, seguido de fritura em óleo de coco e de soja nas temperaturas de 150; 170 e 190°C.....	101
Tabela 4.38	Parâmetros de textura instrumental: firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade(mm) e mastigabilidade(J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 150°C.....	104
Tabela 4.39	Parâmetros de textura instrumental: firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade (mm) e mastigabilidade (J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 170°C.....	106
Tabela 4.40	Parâmetros de textura instrumental: firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade (mm) e mastigabilidade (J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 170°C.....	107

Tabela 4.41	Análise de variância do teste de aceitação para os parâmetros sensoriais: aparência, cor, aroma, sabor e textura para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco na temperatura de 190°C.....	109
Tabela 4.42	Análise de variância do teste de aceitação para os parâmetros sensoriais: aparência, cor, aroma, sabor e textura para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de soja na temperatura de 190°C.....	110
Tabela 4.43	Dados das médias e coeficiente de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial dos palitos de inhame fritos em óleo de coco e soja, desidratada osmoticamente em soluções salinas, quanto aos parâmetros aparência, cor, aroma, sabor e textura.....	113

RESUMO

Realizou-se esta pesquisa com o objetivo de produzir palitos de inhame fritos em óleos de coco e de soja, estabelecendo parâmetros comparativos de qualidade nutricional e sensorial. Para obtenção do óleo de coco, foi realizada uma prensagem a frio, após estudo de secagem das tiras de coco em estufa a 60 e 70°C, que foram ajustadas as equações matemáticas de Cavalcanti Mata, Handerson & Pabis, Page, Verma e modelo difusional de Fick 4 termos. A caracterização dos óleos utilizados, avaliados antes e após as frituras quanto ao teor de água, índices de acidez, peróxido, refração, iodo, saponificação e calorimetria diferencial de varredura (DSC). Os palitos de inhame foram pré tratados em soluções osmóticas salinas, contendo 5, 10 e 15% de sal (NaCl), onde realizou-se a cinética de desidratação osmótica, que pode-se calcular as perdas de massa e ganho de sólidos das amostras, em seguida foram fritos em óleo de coco e de soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C, em que foram avaliados as características químicas e físico-químicas dos palitos de inhame *In natura*, após DO e frituras, quanto aos parâmetros: acidez, pH, atividade de água, teor de água, lipídeos, teor de sódio, teor de amido, absorção de gordura, remoção de água, razão de absorção de gordura. Para a cor (L, a e b) e textura instrumental os parâmetros: firmeza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade. Para verificar a aceitação do produto, as amostras foram fritas a 190°C em seguida submetidas a análise sensorial. Concluiu-se que: A equação matemática de secagem proposta Cavalcanti Mata é, dentre aqueles testados, o que apresenta melhor ajuste sendo o selecionado para a representação da cinética dos palitos de coco; As características de identidades do óleo de soja analisado, apresentaram-se dentro dos padrões exigidos para os índices de acidez, peróxido, iodo, refração e saponificação; As características de identidade do óleo de coco, apresentou-se dentro dos padrões estabelecidos para os índices de acidez, peróxido e refração; O DSC permitiu verificar o seu desempenho térmico de oxidação com evento exotérmico em pico a 238,3 e 237,8°C, para o óleo de coco e de soja respectivamente; O índice de peróxido dos óleos utilizados nas frituras de 150°C ocorre um aumento do índice avaliado, com o aumento do número de frituras, o óleo de soja apresenta valores superiores a 8,494 (meq/1000 de óleo) quanto aos observados no óleo de coco valores menores que 4,244 (meq/1000 de óleo), que o torna indesejado para o consumo, quando se compara a legislação brasileira; O aumento da concentração de sal nas soluções favoreceu para uma maior perda de peso e ganho de sólidos dos palitos de inhame; Para a razão de absorção de gordura (RAG) amostras fritas com óleo de coco apresentaram menores valores de RAG. O aumento das temperaturas de fritura das amostras, tenderam apresentar menores valores de RAG; A textura instrumental dos palitos de inhame fritos, obtiveram influencias direta do tratamentos osmóticos, óleo e temperatura utilizados na fritura; Com base no perfil de atitude dos consumidores, pode-se concluir que as amostras que apresentaram maior aceitação foram: os palitos de inhame fritos em óleo de coco pré tratados com desidratação osmótica a 15% de solução salina, para os palitos de inhame fritos em óleo de soja, foram as amostras tratadas com desidratação osmótica a 10 e 15% de solução salina. Considerando os resultados obtidos na pesquisa para a produção de palitos de inhame frito, conclui-se que a união de matérias primas permitiu originar um produto com qualidade sensorial e acessibilidade para o mercado consumidor.

Palavras chaves: *Cocos nucifera*; *Glycine max*; *Dioscorea sp*; Processamento; Sensorial.

ABSTRACT

Carried out this search in order to produce fried yams sticks coconut and soy oils, establishing comparative parameters of nutritional and sensory quality. To obtain coconut oil a cold pressing was performed after drying study of coconut strips in a greenhouse at 60 to 70 ° C, which were adjusted mathematical equations Cavalcanti Woods, Handerson & Pabis, Page Verma and model diffusive Fick 4 terms. The characterization of the oils used, evaluated before and after frying as the water content, acidity index, peroxide, refraction, iodine, saponification and differential scanning calorimetry (DSC). Yam sticks were pretreated with saline osmotic solutions containing 5, 10 and 15% salt (NaCl), which was held osmotic dehydration kinetics, which can calculate the mass loss and solid gain of sample then they were fried in coconut oil and soybean oil at temperatures of 150, 170 and 190 ° C, which evaluated the chemical and physicochemical characteristics of yam sticks in natura after DO and fried foods, as the parameters : acidity, pH, water activity, water content, lipids, sodium content, starch content, fat absorption, water removal rate of fat absorption. For color (L, a and b) and instrumental texture parameters: firmness, cohesiveness, springiness and chewiness. To verify acceptance of the product, samples were fried at 190°C and then subjected to sensory analysis. It was concluded that: The mathematical equation drying proposal Cavalcanti Mata is among those tested, which fits better being selected to represent the kinetics of coconut sticks; The characteristics of soybean oil identities analyzed were within the standards required for the acid values, peroxide, iodine, refraction and saponification The identity characteristics of coconut oil, was within the standards established for the acidity index, peroxide and refraction; The DSC has shown this thermal oxidation performance with peak exothermic event at 238.3 and 237.8 ° C for coconut oil and soybean oil, respectively; The peroxide value of the oils used in the frying of 150 ° C an increase of the estimated index, with increase of fried foods, soybean oil exhibited superior values 8.494 (meq / 1000 oil) as those observed in the oil coconut values less than 4,244 (mEq / 1000 oil) which makes it undesirable for consumption, when comparing the Brazilian legislation; Increasing the salt concentration in the solution favored for greater weight loss and gain the yams solid sticks; For the reason of fat absorption (RAG) chips with coconut oil samples showed lower values RAG. The increase in frying temperatures of the samples tended RAG have lower values; The instrumental texture of fried yam sticks, obtained direct influence of osmotic treatments, oil and temperature used for frying; Based on consumer attitude profile, it can be concluded that the samples had higher acceptance were fried yams sticks pre coconut oil treated with osmotic dehydration at 15% saline to fried yams sticks in soybean oil samples were treated with osmotic dehydration at 10 and 15% saline. Considering the results obtained in the research for the production of fried yam sticks, concluded that the union of raw materials allowed yield a product with sensory quality and affordability for the consumer market.

Keywords: *Cocos nucifera*; *Glycine max*; *Dioscorea sp*; processing; Sensory.

1- INTRODUÇÃO

O inhame é uma tuberosa que apresenta em sua composição elevado teor de carboidratos (27%), baixo teor de lipídeos (0,1%), mas considerável teor de minerais (1,1%) e proteínas (2,0%), rica em vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, adermanina), gerando cerca de 1160cal/Kg, além de lhe atribuírem propriedades medicinais (Santos et al., 2007). Por ser um alimento de excelente qualidade nutritiva, energética e de preço acessível, o inhame é um item importante na alimentação dos brasileiros, podendo ser considerado como uma fonte de matéria prima para indústria de alimentos.

Hoje a sua maior forma de utilização é cozida, no entanto a indústria de alimentos já estuda processos de obtenção de sub produtos de inhame, desde chips produzidos por extrusão, até farinhas para produção de pães, em que conferem um produto livre de glúten, apresentando características para um segmento de mercado exigente, pessoas celíacas e ou que buscam alimentação mais saudável.

A fritura do inhame seria mais uma alternativa para a sua industrialização, da mesma forma que encontra-se no mercado produtos de outras fontes de tuberosas, que apresenta vantagens como: rapidez do processo e desenvolvimento de características sensoriais agradáveis aos produtos, quanto a odor, sabor, cor e textura que tornando os alimentos mais atraentes para o consumo, entretanto, para o fritura direta após seu processamento, pode conferir características indesejáveis ao produto como a dureza, que determina a aceitabilidade do alimento pelo consumidor (DINIZ et al., 2006).

O uso de alternativas combinadas a fritura, que pode ser exemplificado como, o pré cozimento e a desidratação osmótica, seria uma forma de reduzir tal risco, conferindo ao produto características agradáveis ao consumo, conferindo ao produto um amolecimento celular e uma adição de solutos, além de inativar a ação de determinadas enzimas, que favorecem ao seu escurecimento, como também pode-se verificar a diminuição da atividade de água, que é forte influência no crescimento de microrganismos, possibilitando uma estabilidade do alimento que será consumido.

A fritura é caracterizada pela imersão do produto alimentício em óleo ou gordura quente, é um método rápido e prático de preparo de alimentos, muito utilizado de forma doméstica e largamente empregado por estabelecimentos comerciais. Esses óleos e gorduras têm um papel fundamental na alimentação humana. Além de fornecerem calorias, agem como veículo para as vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K. Também são fontes de ácidos graxos essenciais como o linoléico, linolênico e araquidônico e contribuem para a palatabilidade dos alimentos (SILVA et al., 2012)

No entanto o processo de fritura altera algumas propriedades dos alimentos fritos, desde as desejáveis, até a perda de qualidade do produto, como toxicidade, podendo chegar a níveis em que o produto se torna impróprio para o consumo e sem a qualidade desejada. A complexidade do processo de fritura implica em inúmeras reações, gerando numerosos produtos de decomposição. Suas implicações sensoriais e nutricionais são as principais preocupações quanto aos alimentos fritos (Marques et al., 2009). Assim necessita-se estudar as modificações que ocorrem nos óleos e nos produtos, utilizados na fritura, para que tornem ideal para consumo.

A produção de palitos de inhame fritos é uma alternativa para produtores e familiares envolvidos na agroindústria, que através da sua fritura pode-se obter um produto de características sensoriais agradáveis, melhorando a sua textura, cor, aroma e sabor. Outro fator preponderante é a baixa umidade que esse produto irá apresentar no final do processo, ampliando o tempo de armazenamento e disponibilidade no mercado consumidor.

Com a união de matérias primas com características apreciáveis, como as vitaminas presentes no inhame e nos óleos, potenciais antioxidantes, espera-se obter um produto final com boa qualidade nutricional, baixo custo e boas características organolépticas.

1.1.Objetivo geral

Produzir palitos de inhame fritos em óleos de coco e de soja, estabelecendo parâmetros comparativos de qualidade nutricional e sensorial.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Secar tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70°C e realizar a cinética de secagem segundo ajuste dos modelos de Cavalcanti Mata, Handerson & Pabis, Page e Verma;
- ✓ Extrair óleo de coco por prensagem a frio;
- ✓ Obter a identidade do óleo de coco e de soja quanto aos índices de: acidez, iodo, peróxido, refração, saponificação e o teor de água;
- ✓ Avaliar a estabilidade térmica dos óleos de coco e de soja, através da análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC);
- ✓ Analisar os óleos de coco e de soja após as frituras quanto aos índices: acidez, peróxido, refração e iodo;
- ✓ Estudar a cinética de desidratação osmótica de palitos de inhame da variedade Da Costa, em diferentes soluções salinas (5, 10 e 15% de NaCl) na temperatura de 25°C;
- ✓ Determinar as características química e físico-química do inhame variedade Da Costa *In natura* e após desidratação osmótica, quanto aos parâmetros: pH, acidez total, lipídeos, teor de sódio e umidade;
- ✓ Fritar inhame com o óleo de coco e óleo de soja nas temperaturas de 150, 170 e 190°C;
- ✓ Caracterizar quanto os parâmetros químico e físico-químico dos palitos de inhame fritos (pH, acidez total, lipídeos, teor de água e atividade de água), absorção de gorgura; água removida e razão de absorção de gordura;
- ✓ Determinar a firmeza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade dos palitos de inhame fritos, através do teste de textura instrumental;
- ✓ Analisar as características microbiológicas dos palitos de inhame que irão ser submetidos a análise sensorial (Coliformes totais, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva);
- ✓ Avaliar as características sensoriais dos palitos de inhame fritos a 190°C quanto a aceitação e perfil de atitude do consumidor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico e produção do coco

O coqueiro é originário do sudeste asiático, tendo sido trazido para o Brasil na metade do século XVI, tornando-se uma das mais importantes palmeiras cultivadas no país, sendo encontrado em quase todo o território nacional. A maior parte da produção mundial localiza-se na Ásia (mais de 80%), cabendo ao Brasil uma parcela de cerca de 2%. Estima-se que 85% da produção nacional seja destinada ao mercado do coco seco, tanto para o consumo culinário *In natura* quanto para a indústria de derivados do coco (produção de leite, óleo e sabão, principalmente) (VENTURINI FILHO, 2010).

Na última década, o cultivo mundial do coqueiro registrou acréscimo na produção sem alteração substancial de área de plantio e também de colheita. De acordo com a FAO (2011), em 1998, a produção mundial foi de aproximadamente 49 milhões de toneladas, numa área colhida de 11,2 milhões de hectares, enquanto que, no ano de 2008 a produção foi aproximadamente de 60,7 milhões de toneladas em uma área colhida de 11,2 milhões de hectares, representando um incremento de produtividade em termos globais (MARTINS e JESUS JUNIOR, 2011).

Estima-se que do total de coco seco produzido no país, de acordo com dados levantados pelo Sindicato dos Produtores de Coco (SINDCOCO), a produção brasileira é comercializada da seguinte forma: 35% destinam-se à agroindústria, que produz, principalmente, coco ralado e leite de coco, para atender a demanda de grandes empresas produtoras de chocolate, biscoitos, iogurtes, sorvetes, confeitarias e padarias. 35% destinam-se aos mercados Sudeste/Sul para atender às pequenas indústrias, a exemplo de doceiras, padarias, sorveterias, etc. Destes, cerca de 90%, são constituídos de frutos verdes. Os 30% restantes ficam no mercado nordestino, para atender ao consumo *In natura*, tanto de coco seco, como de coco verde. Estima-se que 80% do consumo nordestino de coco é no estágio de maturação seco e os outros 20% é utilizado no consumo de água, onde se encontra ainda verde (FONTES et al., 2003).

Ainda de acordo com VENTURINI FILHO (2010) no Brasil, a cocoinocultura é considerada como a segunda frutífera de importância econômica da região Nordeste, no qual,

os maiores produtores estão localizados nos tabuleiros costeiros. A área colhida de coco no Brasil foi de 228 mil hectares em 2015, quando a produção atingiu quase 1.909,7 toneladas de frutos, sendo 74,8% proveniente da região Nordeste, 11% da Norte e 14,2% das outras regiões do Brasil. Os estados da Bahia, Ceará, Sergipe e Pará são os maiores produtores em suas respectivas regiões.

2.2. O coco-da-bahia (*Cocos nucifera*, L)

O coqueiro é uma monocotiledônea pertencente à família Palmae e tem sua origem no sudeste asiático, nas ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico (ANDRADE et al., 2004).

É uma planta arbórea, com caule ereto, sem ramificações e com folhas terminais, pertencendo a família Palmae (Arecaceae). Para SANTOS (2002) o gênero *Cocos* é constituído apenas pela espécie *Cocos nucifera* L., a qual é composta de algumas variedades, entre as quais as mais importantes são: *Typica* (Var. Gigante) e *Nana* (Var. Anã). Os híbridos de coqueiro mais utilizados são resultantes dos cruzamentos entre essas variedades. Atualmente, segundo o Sindicato dos Produtores de Coco (SINDCOCO), em torno de 70, 20 e 10% dos plantios de coqueiro no país, são formados pelas cultivares gigante, anão e híbrido, respectivamente.

O fruto do coqueiro é uma drupa, formada por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais no interior uma camada muito dura (pétrea), o endossarão. O fruto está envolto numa casca externa esverdeada ou amarelada que, com o tempo, torna-se seca e castanha. Sob a casca, encontra-se uma camada de fibras com 3 a 5 cm de espessura (ANDRADE et al., 2004).

A parte comestível do coco é constituída pela polpa branca (albúmen sólido) e a água (albúmen líquido) conforme a Figura 2.1. Quando o coco está verde, a parte branca é pouco desenvolvida e mole, geralmente com muita água na cavidade. O valor nutricional do coco varia conforme seu estado de maturação. À medida que vai amadurecendo, a parte carnosa se torna mais consistente e a quantidade de água diminui (FONTES et al., 2003).



Figura 2.1- Coco (*Cocos nucifera* Linn)

2.3. O óleo de coco

O óleo, sendo um dos principais produtos obtidos a partir da polpa de coco, consumido internacionalmente e principal fonte mundial de ácido láurico (BALACHANDRAN, ARUMUGHAN e MATHEW, 1985), tem sido objeto de maior número de estudos. As aplicações do óleo de coco são variadas, sendo utilizado em alimentos, ração animal, além de cosméticos, sabões, plásticos, borrachas e elastômeros, na produção de derivados como alcalonamidas, ésteres, compostos quaternários de amônio, alcoóis, entre outros (ARAGÃO et al., 2004; LAURELES et al., 2002).

O óleo pode ser obtido de maneiras distintas. A maior parte do óleo disponível comercialmente é extraída por processo seco a partir da copra, que possui quantidades de óleo superior a 60% (ARAGÃO et al., 2004). A copra é obtida por secagem da polpa em baixa temperatura, por secagem ao sol, ou ainda combinação das duas formas, seguido de prensagem para extração do óleo, obtendo um óleo bruto, que passa por processo de refino, branqueamento e desodorização (CARANDANG, 2006; MARINA et al., 2009).

Pelo processo úmido o óleo é obtido a partir de uma emulsão, conhecida como leite de coco, preparada por prensagem da polpa fresca com água. A partir do leite de coco pode-se extrair o óleo por aquecimento em temperatura controlada para evaporar a água da emulsão, ou por um processo a frio, em que a emulsão é resfriada até cerca de 10 °C solidificando a fase orgânica, separando-a da água, e obtendo um óleo de melhor qualidade, o óleo de coco virgem (MARINA et al., 2009; SENEVIRATNE, HAPUARACHCHL e EKANAYAKE, 2009).

Outra forma de separação do óleo, utilizado em pequena escala, consiste em deixar a emulsão em repouso por algumas horas para separação das fases, a água é retirada e o processo repetido algumas vezes e após longo repouso há a formação de três fases, sendo uma delas o óleo puro. Alguns processos utilizam a fermentação do leite de coco a temperaturas controladas. Processos enzimáticos utilizando a emulsão permitem a extração simultânea do óleo e das proteínas (CHEN e DIOSADY, 2003; KINDERMANN et al., 2007; SANT'ANNA et al., 2003).

Por ser uma semente muito grande, o coco armazena energia no endosperma, principalmente na forma de lipídeos (LÓPES-VILLALOBOS et al., 2001). Os principais constituintes presentes no óleo de coco são triglicerídeos formados por ácidos graxos predominantemente saturados e insaturados em quantidades menores, de acordo com a FAO (2006) a constituição dos ácidos graxos do óleo de coco se apresenta conforme consta na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Composição dos ácidos graxos de óleo de coco virgem (FAO 2006):

Nome comum	Composição	(%)
Ácido caprótico	C 6:0	ND- 0,7
Ácido caprílico	C 8:0	4,6 – 10,0
Ácido cáprico	C 10:0	5,0 – 8,0
Ácido láurico	C12:0	43,0 - 51,0
Ácido mirístico	C 14:0	16,8 – 21
Ácido palmítico	C 16:0	7,5 – 10,2
Ácido palmitoléico	C 16:1	ND*
Ácido esteárico	C 18:0	2,0 – 4,0
Ácido oléico	C 18:1	5,0 – 10,0
Ácido linoléico	C 18:2	1,0 – 2,5
Ácido linolênico	C 18:3	ND – 0,2
	C 24:1	ND

***ND = Não Detectado**

Os valores de referência do CODEX ALIMENTARIUS (1999) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999) das principais características físico-químicas para o

óleo de coco são: 1,448-1,450 de índice de refração (40 °C); 6-11 de índice de iodo; 248-265 mg KOH (g óleo) de índice de saponificação e 0,3% de acidez (% de ácido oléico) para óleo refinado e 5,0% para óleo bruto.

O óleo de coco é considerado saudável para o consumo humano, pois apesar da composição rica em ácidos de cadeia saturada, geralmente relacionados ao aumento de colesterol e doenças do coração, sua composição consiste em mais de 50% de ácidos de cadeias médias, em que o predominante é o ácido láurico. Isso o torna mais estável à oxidação e com poder antimicrobiano, sendo que, além da alimentação, é utilizado com fins terapêuticos (AZEEZ, 2007; CARANDANG, 2006; LAURELES et al., 2002; MARINA et al., 2009; O'BRIEN, 2004).

2.4. O óleo de soja

O óleo de soja é obtido de sementes de *Glycine max* (L.), através de processos tecnológicos adequados e, passando pelo processo de refino, para o consumo humano. O óleo de soja refinado deve apresentar, dentre outros, cor, 7 sabor e odor característicos, índice de acidez 0,3 g de ácido oléico /100 g, índice de peróxido 10 meq O₂/kg e, composição em ácidos graxos conforme a Tabela 2.2 (ANVISA, 1999).

Tabela 2.2- Composição percentual de ácidos graxos presentes no óleo de soja

Ácido graxo	Nomenclatura usual	Porcentagem
14:0	Ácido mirístico	0,1 - 0,5
16:0	Ácido palmítico	7,0 - 14,0
16:1n-7	Ácido palmitoléico	0,1 - 0,5
18:0	Ácido esteárico	5,5 - 1,4
18:1n-9	Ácido oléico	19,0 - 30,0
18:2n-6	Ácido linoléico	44,0 - 62,0
18:3n3	Ácido alfa linolênico	4,0 - 11,0
20:0	Ácido araquídico	1,0 - 0,3
C 22:0	Ácido behênico	0,5 - 0,3

Fonte: (ANVISA, 1999)

O fato do óleo de soja ser rico em gorduras polinsaturadas, torna-o importante como fonte de ácidos gordos essenciais – ácido linoleico e linolênico – que possuem como função a proteção das artérias da deposição do colesterol, facilitam ainda o processo digestivo e promovem a absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) (GUINÉ e HENRIQUES, 2011).

Além de exercer outras funções biológicas, o óleo de soja é fonte de ácidos graxos essenciais, linoléico (18:2n-6, LA) e alfa-linolênico (18:3n-3, LNA). A partir destes ácidos são sintetizados os ácidos: araquidônico (20:4n-6, AA), eicosapentanoico (20:5n-3, EPA) e docosahexanoico (22:6n-3, DHA), que dão origem aos eicosanóides (prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos), compostos que desencadeiam ampla faixa de respostas fisiológicas (Youdim et al., 2000). Por tais motivos o óleo de soja possui diversas aplicações no mercado de alimentos, no que consiste em características alimentares diversas, com capacidade nutritiva de valor excepcional.

O óleo de soja possui aplicações alimentícias diversificadas tais como óleo de cozinha, tempero de saladas, produção de margarinas, gordura vegetal, maionese, entre outras. Uma vantagem do óleo de soja relativamente aos outros óleos vegetais é o seu baixo preço aliado à excelente qualidade. Para além disto, os bagaços resultantes da extração do óleo de soja são ricos em proteína e por isso são procurados como suplemento proteico, não só para rações animais, mas também como suplemento proteico vegetal na alimentação humana, que é, a nível mundial, muito pobre em proteínas de origem vegetal (Silva, 2001). Nesse contexto, a sua forte utilização, pode desencadear em problemas que estão intimamente ligados a sua composição química.

A soja por apresenta cerca de 20% lipídicos, que são suscetíveis ao processo de deterioração qualitativa, sob forma de degradação dessas substâncias, quando armazenados inadequadamente o que pode, acarretar sérios prejuízos para a indústria alimentícia. A qualidade do óleo refinado é influenciada pela qualidade do óleo bruto e do material do qual o óleo foi extraído, por isso é importante avaliar a qualidade da matéria-prima e do óleo bruto para que seja possível verificar alterações qualitativas da soja armazenada (FARONI et al., 2009).

2.5. Ácidos graxos e oxidação lipídica

Os óleos e gorduras são extremamente importantes na alimentação humana, pois além de fornecerem energia, são excelentes fontes de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais. Quando presentes nos alimentos conferem excelentes qualidades e aumento da palatabilidade (SHAHIDI e ZHONG, 2010).

São substâncias de origem vegetal, animal ou microbiana, insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos como éter etílico, éter de petróleo, clorofórmio, hexano, benzeno e álcoois (CECHI, 1999). São formados, principalmente, por triacilgliceróis, resultantes da combinação entre três moléculas de ácido graxo e uma molécula de glicerol (MORETTO e ALVES, 1998; MORETTO e FETT, 2002; TAIZ e ZEIGER, 2009).

A diferença entre óleos (líquidos) e gorduras (sólidas), à temperatura ambiente, reside na proporção de grupos acila insaturados e saturados presentes nos triacilgliceróis, sendo que os ácidos graxos correspondentes representam mais de 95% do peso molecular dos seus triacilgliceróis (MORETTO e FETT, 1998).

Os triacilgliceróis diferem-se de acordo com a identidade e a posição dos seus três resíduos de ácido graxo. Quando possuem o mesmo ácido graxo nas três posições são chamados de triacilgliceróis simples e sua nomenclatura é derivada do ácido graxo que o contém. Alguns exemplos de triacilgliceróis simples: tripalmitina possui três ácidos graxos palmítico (C16:0), triestearina 3 ácidos graxos esteárico (C18:0) e trioleína 3 ácidos graxos oleico (C18:1) (VOET, VOET e PRATT, 2002).

A maioria dos triacilgliceróis de ocorrência natural é mista, pois contém dois ou três tipos diferentes de resíduos de ácidos graxos, e sua nomenclatura é realizada especificando o nome e a posição de cada ácido graxo (NELSON e COX, 2011).

Dessa forma cadeias saturadas e insaturadas nos óleos determinam as diferenças entre as propriedades químicas e físicas destes, tais como: ponto de fusão, peso específico, viscosidade, solubilidade, reatividade química e estabilidade térmica e oxidativa (ARAÚJO *et al.*, 2005).

Entretanto, a natureza insaturada dos ácidos graxos os torna altamente suscetíveis a reações oxidativas que podem comprometer a estabilidade do óleo, causar a degradação dos ácidos graxos essenciais e modificações em suas características sensoriais com o surgimento de odores e sabores desagradáveis, afetando assim a qualidade nutricional além de originar compostos químicos de efeitos nocivos à saúde (RAMALHO e JORGE, 2006; SHAHIDI e ZHONG, 2010).

A oxidação lipídica constitui-se de uma complexa série de interações químicas entre os grupamentos acil de ácidos graxos insaturados e espécies reativas de oxigênio (MCCLEMENTS e DECKER, 2000). Diferentes mecanismos químicos são responsáveis pela oxidação dos óleos durante o processamento e armazenamento, dependendo da natureza das espécies reativas presentes e da composição e natureza dos ácidos graxos (COUPLAND e MCCLEMENTS, 1996; MCCLEMENTS e DECKER, 2000).

A oxidação é um dos principais parâmetros que afetam a qualidade de óleos e gorduras e pode ocorrer através de diferentes vias como auto-oxidação, foto-oxidação, oxidação térmica, entre outras. A consequência da oxidação dos óleos e gorduras conduz à diminuição na vida útil e tem sido reconhecida como o grande problema na indústria de alimentos (JADHAV, 1996).

A complexidade das reações de oxidação lipídica pode ser influenciada por diferentes fatores, tanto intrínsecos quanto extrínsecos ao meio, os quais podem acelerar ou reduzir a velocidade de reação, devendo ser considerados nas metodologias de controle oxidativo (BRANCO,2011).

Para evitar a autooxidação de óleos e gorduras há a necessidade de diminuir a incidência de todos os fatores que a favorecem, mantendo ao mínimo os níveis de energia (temperatura e luz) que são responsáveis pelo desencadeamento do processo de formação de radicais livres, evitando a presença de traços de metais no óleo, evitando ao máximo o contato com oxigênio e bloqueando a formação de radicais livres por meio de antioxidantes, os quais, em pequenas quantidades, atuam interferindo nos processos de oxidação de lipídios (JORGE e GONÇALVES,1998).

Para que ocorra o retardo ou a prevenção da oxidação lipídica em óleos vegetais, podem ser utilizadas a adição de antioxidantes que mantêm a qualidade e prolongam a vida de prateleira do alimento (RAMALHO e JORGE, 2006).

2.6. Métodos de análises de óleos referentes a oxidação lipídica

Muitas propriedades dos alimentos fritos são alteradas, como qualidade sensorial e nutricional e toxicidade podendo chegar a níveis em que o produto se torna impróprio para o consumo e sem a qualidade desejada. A complexidade do processo de fritura implica em inúmeras reações, gerando numerosos produtos de decomposição. Suas implicações sensoriais e nutricionais são as principais preocupações quanto aos alimentos fritos. A questão é como definir o ponto correto para descartar um óleo ou gordura utilizada na fritura, ou seja, até quando podemos utilizar um óleo ou gordura sem que esse comprometa negativamente o desempenho do produto final e não traga prejuízos à saúde (MAQUES e ROSA, 2009).

A determinação do ponto de descarte dos óleos de fritura é importante, uma vez que implica maior custo quando o óleo é descartado muito cedo e perda da qualidade do alimento frito quando descartado tardiamente, o que o torna prejudicial para a saúde da população. Dessa forma existem diversos métodos que determinam o fato real, que tais produtos estarão no ponto de ser descartados (MALACRIDA e JORGE, 2005).

Na verdade não há um único caminho para se obter essa resposta, podendo ser adequado para uma condição, mas totalmente insatisfatório para outras, pois muitas são as variáveis, assim como: óleos ou gorduras utilizadas, tipos de alimentos fritos, muitas vezes no mesmo meio de fritura, tipo de equipamento e condições de operação. Vários são os métodos para monitorar a decomposição oxidativa e termal de óleos durante o processo de fritura, geralmente baseados na polaridade relativa de produtos da decomposição oxidativa (SANIBAL e MANCINI-FILHO, 2002).

Existem uma variedade de métodos analíticos que são utilizados para a avaliação dos óleos e gorduras de fritura. Por um lado, dispõe-se de métodos que quantificam de forma direta os compostos de alteração originados, entre os quais destacam a determinação de compostos polares e a determinação específica dos compostos de polimerização, oxidação e hidrólise,

relacionados com os três tipos de alterações mais importantes que ocorrem no processo de fritura. Por outro lado, encontram-se os tradicionais índices físico-químicos que são largamente utilizados para medir as diferentes alterações produzidas no óleo aquecido, tais como os índices de acidez, peróxidos, iodo, refração, métodos colorimétricos, viscosidade, dienos e trienos conjugados, substâncias reativas ao ácidotiobarbitúico (TBARS), de compostos polares e análise sensorial (JORGE e JANIÈRE, 2005).

Outras técnicas que vem sendo utilizada para determinar a estabilidade oxidativa em óleos é a calorimetria diferencial de varredura, ou calorimetria exploratória de varredura – DSC (Differential Scanning Calorimetry) e a Análise Térmica Diferencial (DTA).

A manutenção da qualidade do óleo, aceitável para o consumidor é uma função importante do controle de qualidade em óleos e gorduras na indústria. A estabilidade oxidativa é um dos indicadores mais importantes para a manutenção da qualidade de óleos comestíveis. A oxidação de óleos comestíveis acontece por serem induzidos a tal processo reativo, no qual a forma que estes são utilizados influenciam na taxa de oxidação lipídica, sendo o tempo fator preponderante para verificar a estabilidade oxidativa. (COPPIN e PIKE, 2001).

2.6.1- Índice de acidez

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio. A decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz, sendo a rancidez quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres. Estes são frequentemente expressos em termos de índice de acidez, podendo ser também em ml de solução normal por cento ou em gramas do componente ácido principal, geralmente o ácido oleico. Os regulamentos técnicos costumam adotar esta última forma de expressão da acidez. O índice de acidez é definido como o número de hidróxido de potássio, em mg, necessário para neutralizar um grama da amostra. O método é aplicável a óleos brutos e refinados, vegetais e animais, e gorduras animais. Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular, com soluções de álcali-padrão, a acidez do produto ou soluções aquosas/alcoólicas do produto, assim como os ácidos graxos obtidos dos lipídios (COSTA et al. 2013).

Tal método é utilizado para determinar os ácidos graxos livres (AGL) presentes em óleos e gorduras, o qual é um indicativo da deterioração dos triacilglicerídeos (TAG). Com estocagem prolongada os TAG sofrem hidrólise e formam AGL. Esta hidrólise é ocasionada pela presença de umidade no óleo, temperatura elevada e o mais importante, lipases oriundas da fonte ou de contaminações por microorganismos. O resultado da reação de hidrólise é uma mistura de TAG, diglicerídeos, monoglicerídeos, AGL e glicerol (CARVALHO, 2011).

A hidrólise parcial dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz, e a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácido graxo livre (MORETTO& FETT, 1998).

Para o Codex Alimentarius e a ANVISA, existe um limite de acidez estabelecido para óleo vegetal refinado sem uso é de 0,6mg KOH/g de óleo. Quando aplicado o fator de conversão de 1,99, este limite recai a 0,3% em ácido oléico.

Entretanto, tal característica não pode ser considerada uma constante dos óleos vegetais, podendo variar conforme o grau de maturação e condições de armazenamento das sementes ou frutos usados para extração da matéria graxa, a temperatura e tempo do processo de extração e das condições de armazenagem do óleo, podendo também influenciar em tal característica a forma que o óleo será utilizado na indústria de alimentos (MELO, 2010).

2.6.2- Índice de iodo

O índice de iodo é a quantidade em gramas de iodo absorvido por 100 gramas de óleo ou gordura, quando usada a solução de Wijs (cloreto de iodo). O teste é uma medida do teor de insaturação do óleo, pois o iodo adiciona quantitativamente às ligações duplas não conjugadas e quando o óleo está oxidado, pode ocorrer alguma reação de adição. Os valores de iodo devem ser interpretados com cautela, mas pode ser usado para monitorar o grau de hidrogenação e verificar adulteração por outros tipos de óleos (KNOTHE, 2002; GUNSTONE et al.,2007).

2.6.3- Índice de peróxido

O índice de peróxidos é um indicador muito sensível na fase inicial da oxidação, e sua presença indica que a deterioração do sabor e odor, em função de sua instabilidade, está por

acontecer. Quando sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando compostos de baixo peso molecular, oriundos de sua degradação (REGITANO-D'ARCE, 2006).

Estes compostos, aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois e hidrocarbonetos, são os responsáveis pelo sabor e odor característicos de produtos rançosos. Inevitavelmente, são decompostos mesmo a temperatura ambiente, produzindo moléculas pequenas, em especial compostos carbonílicos. Em temperatura elevada, a velocidade de formação dos peróxidos é menor que a de sua decomposição. Portanto, esta medição é limitada em razão da natureza transitória do peróxido, sua decomposição em produtos secundários pode subestimar o grau de oxidação, ou seja, baixos valores podem representar o estágio inicial ou avançada oxidação (MORETTO e FETT, 1998).

Por ser um indicador dos estágios iniciais de deterioração oxidativa de óleos e gorduras, sendo expresso em miliequivalente de peróxido por quilograma de amostra. Os procedimentos analíticos para avaliar o índice de peróxido são empíricos e a precisão depende das condições experimentais. Os peróxidos (ROOH) podem ser medidos por métodos titulométricos baseados no seu potencial de oxidação para oxidar o iodeto (I^-) a iodo (I_2), o qual é titulado com solução padrão de tiosulfato. Os métodos para determinação do índice de peróxido são baseados na medida do iodo liberado a partir do excesso de KI (CARVALHO, 2011).

Conforme Cecchi (2003), o índice de peróxidos é um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras, já Malacrida (2003) define quantidades limites em óleos, não podendo ultrapassar o valor de 10meq/1000g de amostra.

2.6.4-Índice de refração

O índice de refração é uma propriedade física útil na caracterização e identificação de líquidos, ou para indicar a sua pureza. É definido como sendo a razão entre a velocidade da luz no vácuo e na substância analisada (índice de refração absoluto: $n = c/v$). Este é um dos parâmetros que devem ser seguidos para a fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais, segundo Resolução no 482 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Para Cecchi (2003) o índice de refração em óleos de gorduras, vem sendo utilizado como fator de determinação de qualidade e identidade. O índice de refração aumenta com o índice de iodo e pode ser usado como controle de processos de hidrogenação de óleos saturados.

2.6.5 – Índice de saponificação

O índice de saponificação de um óleo/gordura é útil para determinar sua adulteração, sendo expresso em mg de KOH por grama de óleo. Este método é aplicável a todos os óleos/gorduras e expressa a massa molecular média dos ácidos graxos (MORETTO E FETT, 1998).

O índice de saponificação é inversamente proporcional à massa molecular média dos ácidos graxos que compõem a molécula dos triglicerídeos, sendo assim, sua importância é indicar a presença de óleos com alta proporção de ácidos graxos e de baixo peso molecular. Desta forma, quanto menor a massa molecular do ácido graxo, maior será o índice de saponificação (PEREIRA, 2007).

A reação de saponificação é um indicador do grau de deterioração e da estabilidade dos óleos. O índice de saponificação permite verificar se as propriedades do óleo estão de acordo com as especificações e identificar possíveis fraudes e adulterações (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

2.6.5- Análise térmica em óleos

A calorimetria exploratória de varredura - DSC é uma análise que mede a liberação de energia da reação de oxidação ao invés de qualquer produto químico específico de oxidação. É uma análise realizada diretamente na amostra usando um fluxo de calor diferencial entre a amostra e o termopar de referência sob variação de temperatura e pressão (LEVY, 1970; DUNN, 2006).

A curva PDSC registra o fluxo de calor (mW.mg⁻¹) em função do tempo (min) ou da temperatura (°C). Transições endotérmicas ou exotérmicas são caracterizadas como picos e sua área é proporcional à entalpia (ΔH), expressa em Joule por grama (J.g⁻¹). As curvas PDSC não

isotérmicas são úteis para analisar o perfil termodinâmico de uma amostra, ou seja, a temperatura de oxidação OOT (Oxidation Onset Temperature), enquanto a análise isotérmica determina o tempo de indução oxidativa (do inglês, OIT - Oxidative Induction Time) (KODALI, 2005; MOTHÉ & AZEVEDO, 2009).

TAN et. al (2002) em estudos de óleos comestíveis, utilizando a técnica de calorimetria exploratória de varredura (DSC), recomenda o uso de tal análise para verificar a estabilidade oxidativa, por ser uma técnica simples, com ausência de substâncias tóxicas dos produtos químicos e de economia de tempo, podendo ser utilizado para análise de rotina em óleos e gorduras na indústria. Considera uma análise de confiança, pois independente da composição química do produto e das temperaturas em que o equipamento pode trabalhar para determinar tal processo oxidativo.

O trabalho de Santos et al.(2005) comparam calores específicos de alguns óleos vegetais obtidos por calorimetria exploratória de varredura e através de um forno de micro-ondas. Os autores verificaram que o calor específico capacidades de óleos aumentam em função da saturação de ácidos graxos. Portanto, as capacidades caloríficas específicas de óleos pesquisados dependem da composição de ácidos graxos. Concluiu-se, DSC verificou medições úteis para estabelecer estes valores, sendo mais rápida do que a medição em forno microondas, exigindo menores quantidades de amostra.

Pardaul et al. (2011) estudaram a estabilidade oxidativa em óleos de produtos da Amazônia, ao comparar a técnica de Rancimat com o DSC, através dos valores encontrados de “período de indução (T0)” em que ocorre uma correlação, recomendam o DSC como um método adequado para avaliar a estabilidade oxidativa de vários óleos vegetais, além de conseguir avaliar em tempos mais curtos quando comparados com os obtidos por Rancimat. Devido a simplicidade, rapidez e necessidade de pequenas quantidades de amostras, o método de DSC pode ser utilizado no controle de qualidade, na rotina das análises de óleos vegetais e gorduras nas indústrias de cosméticos e de alimentos, no entanto a principal técnica utilizada hoje é a Rancimat.

A análise Termogravimétrica - TG é uma técnica analítica usada para determinar a estabilidade térmica de um material e sua fração de componentes voláteis através do

monitoramento da mudança de massa que ocorre quando este é aquecido. A variação da massa é registrada em função do aumento da temperatura e sua derivada (DTG) mostra a mudança de declividade na curva original, indicativo das diferentes etapas no processo de decomposição térmica (MOTHÉ & AZEVEDO, 2009).

Esta técnica baseia-se no estudo da variação de massa de uma amostra, resultante de uma transformação física (sublimação, evaporação, condensação) ou química (degradação, decomposição, oxidação) em função do tempo ou da temperatura (MOTHÉ & AZEVEDO, 2009).

Santos et al. (2002), investigaram a estabilidade térmica e parâmetros cinéticos (tempo de reação, energia de ativação, e fator de frequência) de oito amostras de óleos comestíveis usando a termogravimetria derivada (TG / DTG). Os resultados obtidos indicaram que parâmetros térmicos eram dependentes da composição de ácidos graxos, podendo sofrer influência com a presença de antioxidantes naturais e artificiais.

2.7. Potencial antioxidante

Alimentos que, além de fornecerem benefícios à saúde, auxiliam na redução do risco de doenças, são conhecidos como alimentos funcionais. Os componentes benéficos dos alimentos funcionais têm sido chamados de fitoquímicos, compostos funcionais ou componentes bioativos, e ocorrem naturalmente em aproximadamente 120 alimentos. Estes componentes podem ter ação antioxidante, ativando enzimas de detoxificação, bloqueando a atividade de bactérias ou toxinas virais, inibindo a absorção do colesterol, dentre outros (PENNINGTON, 2002).

Os antioxidantes naturais de óleos vegetais apresentam potencial efeito na prevenção de doenças crônicas, pois são capazes de proteger sistemas biológicos contra a ação de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, responsáveis por danos oxidativos aos lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos (SZYD OWSKA-CZERNIAK et al. 2008; RAMADAN e MOERSEL, 2006)

Os antioxidantes naturais presentes nos óleos vegetais têm sido foco de interesse científico e tecnológico nas áreas de ciência de alimentos e nutrição, a partir de duas abordagens principais: promoção de maior estabilidade oxidativa dos óleos e bioatividade no organismo

humano. A capacidade antioxidante total dos óleos vegetais, possivelmente, sintetiza de forma integrada a ação dos antioxidantes, com potencial benefício para a saúde humana e para a estabilidade de óleos vegetais específicos (CASTELO-BRANCO & TORRES, 2011).

Uma grande variedade de antioxidantes naturais está presente nos óleos vegetais, tais como os tocóis (α -, β -, γ - e δ -tocoferol e tocotrienol), os carotenoides, os compostos fenólicos e os esteróis (Figura 2.2).

Em estudos de óleos, verificam-se concentrações de vitaminas lipossolúveis, onde se apresentam em óleos produzidos a partir de matéria prima vegetal e animal. A vitamina E compreende compostos monofenólicos que são classificados em oito diferentes compostos pertencendo a duas famílias distintas: tocoferóis e os tocotrienóis (NOLASCO et al., 2004; REDA, 2004).

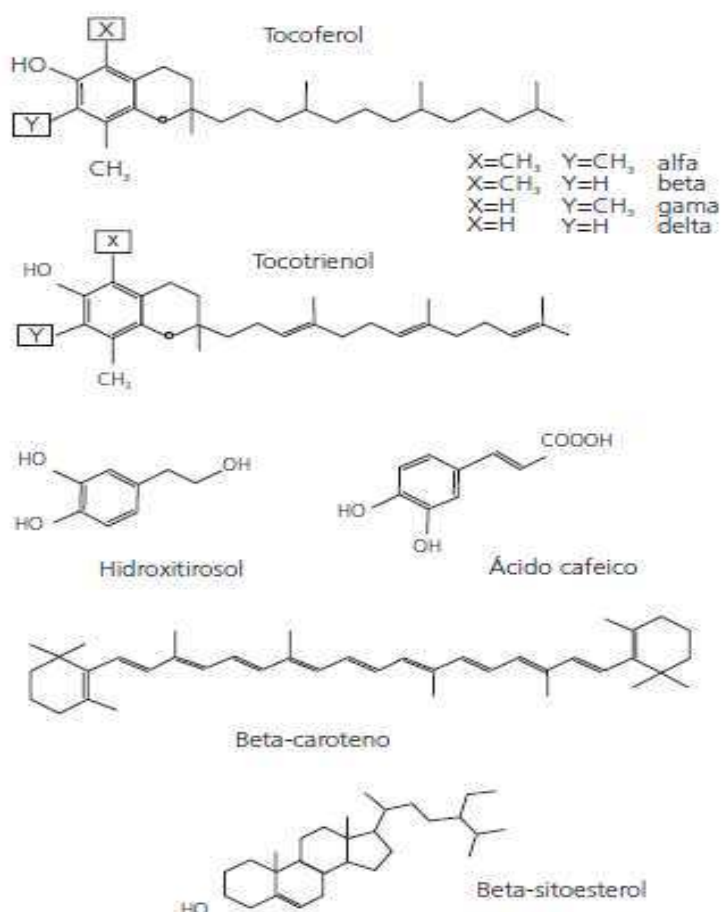


Figura 2.2- Estruturas químicas dos principais antioxidantes naturais presentes nos óleos vegetais comestíveis: tocoferóis e tocotrienóis; hidroxitiroso; ácido cafeico; β -caroteno e β -sitosterol (CASTELO-BRANCO & TORRES, 2011).

Estes compostos constituem-se nos antioxidantes naturais mais abundantes encontrados em vegetais, sendo reconhecidos por exercer efeitos biológicos que protegem membranas celulares, além de aumentar a estabilidade de óleos vegetais e gorduras animais. O α - tocoferol é considerado o antioxidante natural mais abundante distribuído na natureza, encontra-se praticamente em todos os óleos vegetais, e apresenta a maior atividade biológica como vitamina E, sendo que a sua atividade biológica é duas vezes superior ao do β - e γ - e 100 vezes a do δ - tocoferol (NOLASCO et al., 2004; ROMERO et al., 2007).

2.8. Inhamé (*Dioscorea sp.*)

O inhamé (*Dioscorea sp.*) é uma planta monocotiledônea, herbácea, trepadeira, de clima tropical e subtropical. As túberas possuem excelente qualidade nutritiva e energética, sendo ricas em diversas vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina), vitamina A, Vitamina C (ácido ascórbico) e carboidrato (amido principalmente e são a principal reserva energética dos vegetais, como também a principal fonte de carboidratos na dieta humana, além de apreciáveis teores de proteína e de gordura (OLIVEIRA et al., 2007).

É uma planta de constituição herbácea, trepadeira, da família das Dioscoreáceas e produtora de rizóforos alimentícios de alto valor energético e nutritivo, com larga aceitação pelas diversas camadas da sociedade brasileira (OLIVEIRA, 2002).

O vegetal apresenta raiz tuberosa, alongada, de cor castanho-claro; caule volúvel, cilíndrico, tênue, com cerca de 3 mm de diâmetro, glabro, esparsamente aculeado; folhas opostas e raramente alternadas, com sete a nove nervuras principais, base mais ou menos cordiforme com cerca de 7 cm de comprimento e 4,5 cm de largura; as flores são dióicas, dispostas em espigas masculinas solitárias, simples ou compostas (SANTOS, 2002).

Existem aproximadamente 600 espécies incluídas no gênero *Dioscorea*; no Brasil merece destaque a espécie *alata* L. variedade *Flórida* e *cayenensis* L. De menor importância mas ainda cultivadas, são as espécies *trifida* L. variedade mimoso legítimo, *bulbifrea* L. e *opposita* Thunb (MONTEIRO & PERESSIN, 2002). Na China, a espécie *opposita* Thunb. tem sido utilizada como um dos mais importantes alimentos com funções farmacêuticas como um significativo revigorante (SHUJUN et al., 2006).

O desenvolvimento de produtos alimentícios, tendo como base, raízes tropicais, de tradição de cultivo e apelo cultural, como o inhame, têm atraído o interesse dos produtores rurais e industriais, pois possibilita o incremento de toda a cadeia produtiva (CRIVELARO, 2008).

2.9. Frituras: origem e características

O termo chips é norte americano, referindo-se às fatias finas de batata fritas em óleo ou gordura e sua invenção é atribuída a George Crum em 1853, um chefe de cozinha de Nova York. Os Estados Unidos representam o país com maior produção e consumo mundial de produtos fritos, sendo a batata frita tipo chips o produto mais popular (KAUR; SINGH; EZEKIEL, 2008).

O principal tipo de chips consumido pela população é o de batata, no entanto, já existem diversos tipos produzidos a partir de matérias amiláceas como: banana; mandioca; mandioquinha-salsa; batata doce. Além de outros obtidos a partir de frutas com baixo teor de amido, como: maçã; abacaxi e manga. Estes são produtos promissores, pois além de serem atrativos e práticos, podem ser fontes de vitaminas, fibras e sais minerais. (FONTES, 2009; GRIZOTTO, 2010). Seu preparo é na maioria dos casos realizados por meio de fritura, podendo ser obtido também por secagem ou serem extrusados.

O processo de fritura fornece alternativa mais rápida, ao mesmo tempo em que confere a diversos tipos de alimentos características sensoriais diferenciadas. (GRIZOTTO, 2010).

A fritura por imersão é um método muito antigo e popular de preparo de alimentos e consiste em mergulhar o alimento em banho de óleo ou gordura quente contido num recipiente. Há dois tipos de fritura por imersão, a contínua e a descontínua. A fritura contínua é normalmente utilizada pelas indústrias de alimentos para fritura de snacks extrusados, massas fritas, pré-fritura e fritura de batatas. A fritura descontínua é utilizada principalmente em ambientes domésticos e pelas redes de fast-food, restaurantes e pastelarias (TANAMATI, 2008).

Como resultado da fritura, transformações são verificadas nas propriedades físico-químicas e sensoriais do produto. Os produtos se tornam crocantes e mais agradáveis em sua textura. O processo de fritura também confere ao alimento uma cor dourada, brilhante e uniforme, melhorando sua apresentação e aumentando sabores e aromas, devido ao próprio óleo ou ao desenvolvimento de novos compostos. A conservação do produto é prolongada pela destruição de microrganismos e enzimas presentes nos alimentos e sua palatabilidade é aumentada como consequência da perda de umidade e incorporação de óleo (ROGERIO & LEONEL, 2004; GRIZOTTO, 2010).

A crocância é um dos atributos mais importantes nos produtos tipo chips ao lado de sabor, cor e aroma. A textura da batata chips é descrita em termos de dureza e crocância, como pouco ou muito crocante, pouco ou muito duro por provadores em análises sensoriais (SALVADOR et al, 2009). Para o parâmetro de textura o atributo reconhecido como crocância, é um importante fator de qualidade e de aceitação pelo consumidor, sendo dependente da qualidade da matéria-prima e da tecnologia de processamento (KITA; LISIN'SKA; GOŁUBOWSKA, 2007).

Rogério e Leonel (2004) compararam o efeito da espessura nas características de chips de inhame. Foram testadas as espessuras de 1,5 mm e 2 mm e o pré-cozimento por 0, 1 e 2 minutos, seguidos de fritura por 2 minutos em óleo de canola. Os autores concluíram que a espessura das fatias é um fator determinante para a absorção de gordura e aceitação do produto pelos provadores, sendo que a espessura de dois milímetros proporcionou menor absorção de gordura para todas as tuberosas estudadas.

2.10. Desidratação osmótica

O interesse no pré tratamento de desidratação osmótica em relação aos processos convencionais, se justifica pelas condições amenas de operação, tempo e temperatura, que provocam menores alterações de coloração, sabor e nutricionais e ainda pelo baixo custo de operação.

O processo osmótico consiste na remoção parcial da água pelo uso da pressão osmótica, quando o produto entra em contato com uma solução concentrada de solutos. A osmose

apresenta vantagem sobre as características de cor, sabor e textura, além de diminuir o escurecimento enzimático das frutas durante o processo de secagem (PANAGIOTOU, 1998).

O aspecto principal deste processo é que ele efetua, simultaneamente, uma redução da quantidade de água no alimento e uma incorporação de outros sólidos, sem necessidade de energia térmica para promover a transferência de massa, como ocorre no processo de desidratação convectiva a ar quente (FIOREZE, 2004).

Para Fioreze (2004) a osmose é o processo em que a água passa através das membranas semipermeáveis, seja em células vivas, animais ou vegetais, ocorrendo uma retenção de baixa concentração de sólidos solúveis (solução hipotônica), para outra concentração mais elevada (solução hipertônica). A força que ocasiona essa migração de solução é denominada “pressão osmótica”.

Dentro deste contexto o processo de desidratação osmótica, que consiste em colocar pedaços de frutas ou hortaliças numa solução hipertônica de desidratação, permite uma redução parcial do conteúdo de água do alimento, possibilitando também sua formulação, de maneira simultânea (PEREIRA, 2006).

Os solutos mais utilizados são os sais e açúcares, cujo processo é devido ao aumento da pressão osmótica pela adição dos solutos na solução e a atividade de água dessa solução fica menor que atividade de água do produto, quando se estabelecem três fluxos de massa. O principal fluxo ocorre de dentro das células, através das membranas celulares, para os espaços intercelulares e então para a solução osmótica. Já o segundo fluxo, de menor intensidade em sentido oposto, se deve à migração dos sólidos solúveis da solução para o interior do produto para o terceiro fluxo, onde se apresenta com menor intensidade que as anteriores: é a migração de substâncias solúveis (ácidos orgânicos, minerais, vitaminas etc.) naturais do alimento para solução osmótica, junto ao fluxo de água (FIOREZE, 2004).

Este processo sofre influência de alguns fatores, como o corte do produto, o agente desidratante, a concentração do soluto, a temperatura do processo, o tempo de imersão do produto na solução, em que a solução permanece estática ou a ser agitada entre outros (FIOREZE, 2000).

2.11. Secagem

A - técnica de secagem é antiga, o método compreendia o uso do sol e vento, para a evaporação de água dos alimentos. A partir do século passado, durante a Primeira Guerra Mundial, a demanda por produtos desidratados para o suprimento das Forças Armadas americana, na Europa, estimulou a transição da antiga técnica em ciência, a partir da qual passou a ser estudada e interpretada como tecnologia (GREENSMITH, 1998).

A secagem é uma operação unitária bastante utilizada nos processos industriais e, embora seja grande o interesse em sua compreensão, ela ainda é uma das operações menos entendidas em função da complexidade dos fenômenos envolvidos na transferência simultânea de calor, massa e quantidade de movimento no sólido durante o processo (KINGSLEY et al., 2007).

O processo de secagem pode ser definido como a operação unitária que remove água (ou uma substância volátil qualquer) de um produto sólido por evaporação, com transferência de energia (calor) e massa (água), acarretando na redução de massa do produto (BARBOSA-CÁNOVAS et al., 1997).

Segundo Fioreze (2004) a secagem é uma remoção, voluntária ou não, total ou parcial, de uma fase líquida ou gasosa de qualquer material envolvendo exclusivamente transferência de calor e massa. A secagem é utilizada, sobretudo, quando o processo envolve a transferência de calor do ambiente para o produto, a evaporação da água líquida contida no produto e sua retirada na forma de vapor, em convecção natural ou forçada. A secagem pode ocorrer de dois tipos dependendo das condições do produto a ser seco, e a sua utilização final.

Para evaporar a água do sólido são necessários o fornecimento de calor, e um meio de transporte para remover o vapor de água formado na superfície do material a ser seco. O processo de secagem pode envolver três meios de transferência de calor: convecção, condução e radiação. A transferência de calor por convecção é o meio mais utilizado na secagem comercial: nela, um fluxo de ar aquecido passa através da camada do material. Durante o processo a água migra do interior para a superfície do produto, de onde evapora para o ambiente.

Nos processos de secagem a água se movimenta de zonas de alto teor de água para zonas de baixo teor de água, significando que a parte externa do material está mais seca que seu interior.

A taxa de remoção de água como vapor da superfície do alimento depende de condições externas, tais como: temperatura, teor de água e fluxo do ar, área de superfície do produto e pressão. Já a taxa de migração de água no interior do alimento para a superfície é função de condições internas, tais como: a natureza estrutural do material, temperatura e quantidade de água do produto (MUJUNDAR e MENON, 1995).

2.12. Análise sensorial

Análise sensorial é uma metodologia científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. O homem tem habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar os atributos sensoriais e a análise sensorial e se utiliza desta habilidade para avaliar alimentos e bebidas, empregando a metodologia apropriada aos objetivos do estudo e ao tratamento estatístico dos dados obtidos. Avaliar um produto sensorialmente faz parte do dia-a-dia das pessoas que o fazem naturalmente, desde criança, quando aceitam ou rejeitam um alimento ou quando preferem um produto de determinada marca sobre outra, pelas suas características organolépticas (FERREIRA et al., 2000).

Os requisitos de qualidade de um produto hortícola são agrupados em categorias devendo ser considerados em conjunto, não só para satisfazer a necessidade do consumidor mas também para proteção da saúde pública. Tem importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, desde o produtor até o consumidor. Os consumidores dão prioridade à aparência, rendimento de produção e resistência às doenças. Os distribuidores e comerciantes também têm aparência como atributo mais importante, com ênfase aos atributos sensoriais, ao passo que os industriais valorizam o rendimento da matéria-prima, a cor, o “flavor”, a textura, o valor nutricional e a segurança (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Nas sensoriais é muito importante que o julgamento seja feito pelo consumidor nos alimentos e a aparência visual é um dos principais fatores. Entretanto, sabor, aroma e textura também influenciam o julgamento, sendo que esses parâmetros podem ser prejudicados pelo processo de secagem (ALLAEDDINI e DJOMEH, 2004). Assim, a avaliação sensorial, sendo uma análise de qualidade obtida por nossas sensações, é tão importante quanto as físicas, químicas e microbiológicas dos alimentos (ARGANDOÑA, 2005).

Diferentes métodos de avaliação são utilizados a fim de se determinar o perfil sensorial, a aceitação, preferências e intenção de compra acerca de determinados produtos. Segundo IAL (2008), os métodos sensoriais podem ser divididos em analíticos (discriminativos e descritivos) e afetivos, descritos abaixo.

Os testes sensoriais discriminativos ou de diferença são considerados métodos objetivos utilizados em análise sensorial de alimentos, bebidas e água, com os efeitos das opiniões dos indivíduos minimizados. Medem atributos específicos pela discriminação simples, indicando por comparações, se existem ou não diferenças estatísticas entre amostras. Os testes discriminativos ou de diferença mais empregados em análise sensorial são o triangular, duo-trio, ordenação, comparação pareada e comparação múltipla ou diferença do controle (IAL, 2008).

Os Métodos descritivos descrevem os componentes ou parâmetros sensoriais e medem a intensidade em que são percebidos. Geralmente, a equipe sensorial define previamente os termos relativos às propriedades mais relevantes do produto e sua seqüência de avaliação. Na análise descritiva o provador também avalia, através de uma escala, o grau de intensidade com que cada atributo está presente. Os julgadores devem ser treinados a usar a escala de forma consistente em relação à equipe e às amostras, durante todo período de avaliação. As técnicas descritivas mais utilizadas são o do perfil de sabor, perfil de textura, a análise descritiva quantitativa (ADQ) e o de tempo intensidade. As técnicas descritivas de espectro e de perfil livre também têm sido utilizadas (IAL, 2008).

Nos métodos afetivos são o julgador que expressa seu estado emocional ou reação afetiva ao escolher um produto pelo outro. É a forma usual de se medir a opinião de um grande número de consumidores com respeito as suas preferências, gostos e opiniões. As escalas mais

empregadas são: de intensidade, a hedônica, do ideal e de atitude ou de intenção. Os julgadores não precisam ser treinados bastando ser consumidores freqüentes do produto em avaliação. Os testes afetivos em função do local de aplicação podem ser de laboratório, localização central e uso doméstico. Basicamente, os testes afetivos podem ser classificados em duas categorias: de preferência (escolha) e de aceitação (categoria) (IAL, 2008).

2.13. Textura instrumental

A textura pode ser definida como o conjunto de características físicas, formadas a partir dos elementos estruturais do alimento, sendo perceptíveis pelo tato e relacionadas à deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força (BOURNE, 2004).

A textura é um atributo de qualidade importante para os alimentos de origem vegetal. A parede celular de plantas constitui uma peça-chave para determinar as características de textura em frutas e hortaliças, pois suas propriedades influenciam no modo pelo qual o tecido vegetal sofre deformação mecânica e ruptura durante a mastigação. Processos como cozimento e eventos fisiológicos como a maturação podem reduzir a força de adesão celular em muitos produtos através da despolimerização de pectina, o que não é interessante, já que a separação celular contribui para o amolecimento, perda de suculência e desenvolvimento da sensação de farinhamento (WALDRON et al., 1997).

No contexto industrial, o juiz mais importante da textura de alimentos é o consumidor, o qual é a melhor fonte de informação em relação à aceitabilidade ou gosto da textura de um produto. No entanto, um consumidor pode não ser capaz de dar informação detalhada de vários componentes de textura, sendo necessário fazer uso de equipamentos (WALDRON et al., 1997).

Dentre os instrumentos de medição de força disponíveis, o mais utilizado é o analisador de textura TAXT2, que mede a força e as propriedades de textura de produtos alimentícios, através da deformação dos mesmos em várias maneiras e da medição da força necessária para alcançar a deformação (SHARMA et al., 2000).

O texturômetro demonstra a força necessária para romper uma amostra, como pode ser verificado por MONTERO (1999), em que ele define algumas das propriedades a partir do rompimento das amostras. A curva é formada através da força versus tempo neste tipo dispositivo, como mostrado abaixo (Figura 2.3)

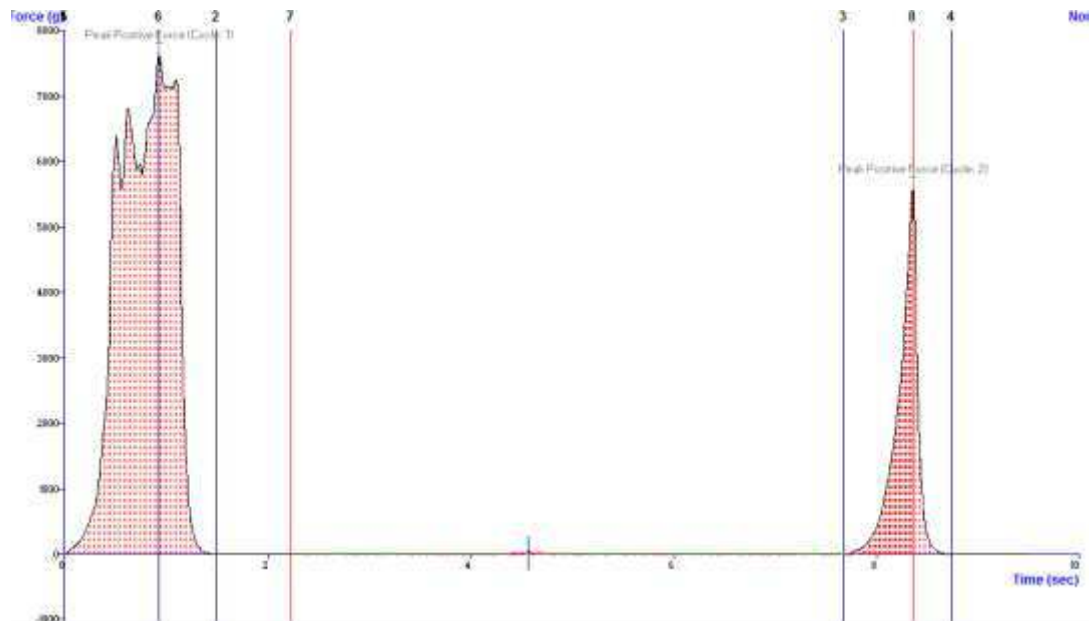


Figura 2.3- Curva característica do texturômetro, representada pela textura dos palitos de inhame fritos

Como parte da aplicação da força para atingir a força máxima de ruptura (dureza ou dureza) pode provocar uma acomodação do material para a força aplicada, observando-se um salto na curva, quebra de chamada (fraturabilidade).

A força começa a cair e pode causar a área sob o eixo do tempo A3 para iniciar o ciclo novamente, repetidas curvas, como pode se observar.

Neste tipo de teste são definidos:

Dureza: força registrada no primeiro ciclo da penetração ou compressão.

Coesividade: a razão do trabalho realizado no segundo ciclo pelo trabalho realizado no primeiro ciclo (A1/A2).

Elasticidade: porcentagem de recuperação do material (B – C);

Mastigabilidade (chewinnes): energia requerida para mastigar o alimento; é dado por dureza x coesividade x elasticidade.

Módulo: é o declive inicial da curva de deformação provocada pela força; este parâmetro dá indicação de como a amostra se comporta quando é sujeita à penetração e/ou compressão (rotura).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Engenharia de Alimentos pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

3.1. Matéria prima

3.1.1. Processamento do coco da bahia

Foram utilizados cocos (*Cocos nucifera* L.) em estágio maduro para a produção do óleo. Os frutos foram obtidos na Empresa de Abastecimento e Serviços Agrícolas da Paraíba (EMPASA), em seguida foram selecionados, para retirada de frutos com características indesejáveis.

Após recepção e seleção os frutos foram lavados em água potável corrente, para retirar excessos de sujidades, em seguida, lavados com detergente neutro, o que reduz consideravelmente a microbiota. Depois de lavados, os frutos foram levados à estufa a 70°C por 40 minutos, com o objetivo principal de facilitar a remoção da amêndoa. Esta separação se dá devido à dilatação térmica que ocorre, havendo assim o desprendimento destas de seu endocarpo ou casca (AMARAL, 2011).

O descascamento foi realizado de forma manual, utilizando-se facas de aço inoxidável, adequadas para o processamento.

Após a retirada da casca foi realizado o despeliculamento, ou seja, eliminação da película escura aderida à amêndoa (endosperma sólido) o qual foi feito manualmente, com uso de lâminas de aço inoxidável. Este resíduo é indesejável, pois pode ocasionar perdas de qualidade do produto final (sabor e cor).

Para realização da secagem, a amêndoa foi cortada em tiras, com 4 cm de comprimento e 2 cm de largura, de forma a facilitar a secagem e melhorar o processo de extração do óleo.

3.2 Processamentos do coco para obtenção de óleo

3.2.1 Secagem Experimental

Para a realização da secagem, os palitos (4 x 2cm) de coco foram dispostas em bandejas de arame galvanizado, com três repetições para cada temperatura de estudo, 70 e 60°C. A secagem foi realizada em estufa com circulação de ar. Para realizar a determinação das perdas de água durante o processo de secagem, as amostras foram pesadas em balança semi-analítica até atingirem o teor de água do equilíbrio.

Os dados experimentais da cinética de secagem foram tratados utilizando-se o programa STATISTICA 8.0, em que foram ajustadas as equações matemáticas de Cavalcanti Mata (Equação 1), Handerson & Pabis (Equação 2), Page (Equação 3) e Verma (Equação 4).

$$RX = a_1 \exp(-a_2 t^{a_3}) + a_4 \exp(-a_2 t^{a_5}) + a_6 \quad (1)$$

$$RX = a \exp(-kt^n) + b t \quad (2)$$

$$RX = \exp(-k t^n) \quad (3)$$

$$RX = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-k_1 t) \quad (4)$$

Os parâmetros das equações indicam:

k, k_1 coeficientes de secagem, s^{-1}

$a, b, c, n, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ - constantes do modelo (adimensional)

t - tempo (min)

A Razão de teor de água (RX) foi calculada conforme a Equação 5.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (5)$$

Em que,

RX - razão de teor de água (adimensional)

X - Teor de água do produto (b.s)

X_i - teor de água inicial do produto (b.s)

X_e - teor de água de equilíbrio do produto (b.s)

O modelo difusional de Fick (Equação 6) para placa plana foi utilizado para a estimativa da difusividade efetiva (D_{ef}), sendo considerado quatro termos da série.

$$RX=(0,8105694691)*(\exp((-2,4674011*D*T)/(L**2)))+(0,0900632743*\exp((-22,2066099*D*T)/(D**2)))+(0,0324227787*\exp((-61,6850275*D*T)/(L**2)))+(0,01654223406*\exp((-120,9026539*D*T)/(L**2))) \quad (6)$$

3.3.Obtenção do óleo de coco e de soja

Para extração do óleo, os palitos de coco passaram pelo processo de secagem em estufa de circulação de ar, na temperatura de 60°C durante 24 horas, em seguida foi realizada uma prensagem a frio, utilizando-se uma prensa hidráulica (Figura 3.1 A e B) com capacidade para 30 toneladas equipada com um copo-filtro em aço inoxidável.

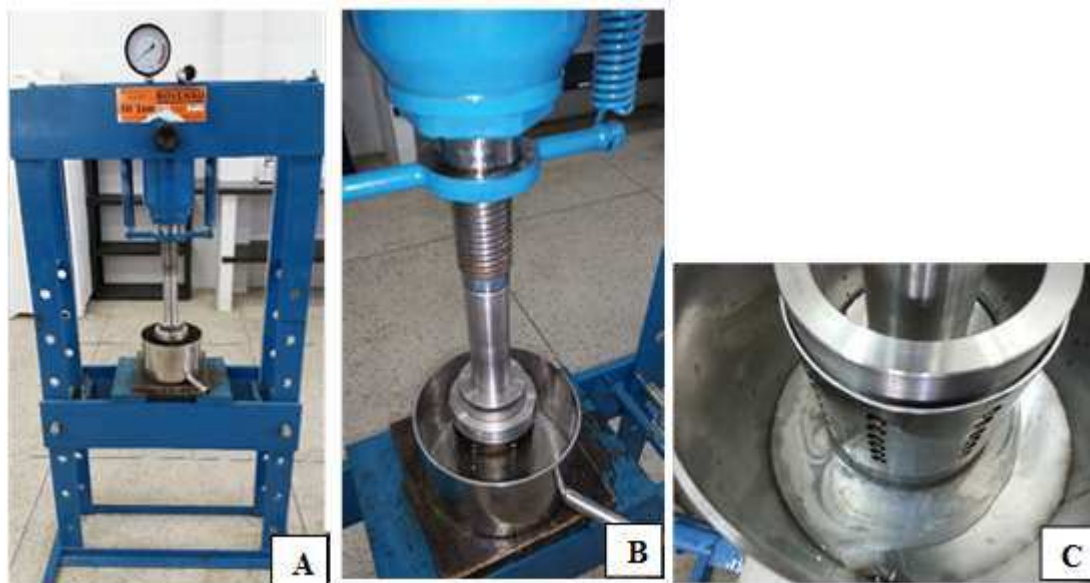


Figura 3.1- Prensa hidráulica e seus componentes (A e B), o escoamento(C) do óleo bruto de Coco

Para que não ocorresse a extrusão da polpa do coco, o produto foi disposto em camadas alternadas de algodão e tiras de coco, fazendo com que não ocorresse contaminação do óleo com as sujidades grosseiras, que poderiam passar pelos poros do copo da prensa hidráulica. Como pode ser observado na figura 3.1C o escoamento do óleo pelos poros.

O óleo de soja utilizado nos experimentos, foram adquiridos no mercado local de Campina Grande-PB.

3.4. Caracterização da identidade do óleo de coco e de soja

3.4.1. Teor de água

Para a determinação do teor de água foi utilizado cadinhos de alumínio, areia lavada e seca, e estufa. Os cadinhos foram colocados para tarar por 1 hora em estufa, em seguida pesou-se 5 gramas de areia lavada no cadinho, após pesagem o cadinho com a porção de areia retornou a estufa por mais 1 hora, para retirar da umidade que poderia estar presente na areia, após seu resfriamento foi pesado 3 gramas da amostra de óleo, em seguida os cadinhos + areia + amostra foi condicionado na estufa há 105°C por aquecimento direto durante 24 horas, como indicado por IAL (2008).

Para o cálculo foi utilizado a seguinte Equação 7:

$$\text{Teor de água} = \frac{(\text{Peso cadinho+Areia+Amostra}) - \text{Peso após 24 horas}}{(\text{Cadinho+Areia}) - (\text{Peso cadinho+Areia+Amostra})} \times 100 \quad (7)$$

3.4.2. Índice de acidez

Na determinação do índice de acidez foi utilizado o método do IAL(2008). Mediu-se 5 g de óleo em um erlenmeyer e adicionou-se 25 mL da solução éter e etanol(2:1) para solubilização. Em seguida, foram adicionadas 2 gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se com uma solução de KOH 0,1 mol L⁻¹, até atingir a coloração rósea. Uma prova em branco foi realizada nas mesmas condições descritas, sem a presença da amostra. O índice de acidez (IA) foi calculado de acordo com a Equação 8.

$$\text{IA} = \frac{(\text{VA}-\text{VB}) \times \text{M} \times 56,1}{\text{massa da amostra(g)}} \quad (8)$$

Em que: IA é o índice de acidez; M é a concentração da solução de KOH (mol L⁻¹); VA é o volume de KOH gasto na titulação da amostra (mL); VB é o volume de KOH gasto na titulação do branco (mL); P a massa da amostra (g) e 56,1 é a massa molecular de KOH.

3.4.3. Índice de iodo

Na determinação do índice de iodo (II) foi utilizada a solução de Wijis de acordo com o método IAL (2008). 0,25 g de cada óleo foram medidos em erlenmeyer de 500 mL, seguido da adição de 10 mL de clorofórmio. Adicionou-se 25 mL de solução de Wijs e, com o erlenmeyer fechado, agitou-se cuidadosamente com movimento de rotação para homogeneizar. Deixou-se em repouso ao abrigo da luz e à temperatura ambiente por 30 minutos. Adicionou-se 10 mL iodeto de potássio a 15% e 100 mL de água recentemente fervida e fria. Titulou-se com tiosulfato de sódio 0,1 mol.L⁻¹ até o desaparecimento da coloração escura. Adicionou-se 1 mL de solução indicadora de amido 1 % e continuou a titulação até o completo desaparecimento da cor cinza. Uma prova em branco foi realizada nas mesmas condições descritas, sem a presença da amostra. O índice de iodo foi calculado de acordo com a Equação 9.

$$II = \frac{(VB-VA) \text{ml} \times M \text{ do Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{\text{massa da amostra (g)}} \times 12,69 \quad (9)$$

Em que: VB é o volume gasto na titulação do branco (mL); VA é o volume gasto na titulação da amostra (mL); P é a massa da amostra (g); M é a concentração da solução de Na₂S₂O₃ (mol.L⁻¹) e 12,69 é o fator de correção.

3.4.4. Índice de saponificação

Para determinação do índice de saponificação, foi utilizado o método titulométrico, onde pesou-se 2g da amostra em frasco Erlenmeyer de 250mL, em seguida adicionou-se 20 mL da solução de hidróxido de potássio a 4%, adaptou-se o frasco em sistema de refluxo e foi aquecido por 30 minutos. Após seu resfriamento adicionou-se 2 gotas de fenoftaleína como indicador e a solução de ácido clorídrico a 0,5 N, como titulante. Uma prova em branco foi realizada nas mesmas condições descritas, sem a presença da amostra. Conforme metodologia do IAL (2008). Para o cálculo do índice de saponificação (IS) utilizou-se a Equação 10:

$$IS = \frac{(VB-VA) \text{ml} \times f \times 28}{\text{massa da amostra (g)}} \quad (10)$$

Em que: VB é o volume gasto na titulação da solução de HCL 0,5N no branco (mL); VA é o volume gasto na titulação da solução de HCL 0,5N na amostra (mL); f fator de correção do HCL a 0,5N; P é a massa da amostra (g);

3.4.5. Índice de peróxido

O índice de peróxido foi determinado pelo método IAL (2008). No procedimento foram dissolvidas 5 g das amostras de óleo em 30 mL de uma solução de ácido acético-clorofórmio (3:2 v/v), seguida da adição de 0,5 mL de solução saturada de iodeto de potássio. A mistura foi deixada em repouso por exatamente 10 minutos e em seguida foram adicionados 30 mL de água recém fervida e 0,5 mL de solução de amido a 1 %. O iodo liberado foi titulado com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N, até o clareamento total da solução. Uma prova em branco foi realizada nas mesmas condições descritas, sem a presença da amostra. Os cálculos foram feitos a partir da Equação 11:

$$IP = \frac{N \times (VA - VB) \times 1000}{\text{massa da amostra (g)}} \quad (11)$$

Em que: N é a normalidade da solução de Na₂S₂O₃; VA é o volume da solução de Na₂S₂O₃ com pelo branco (mL); VB é o volume da solução de Na₂S₂O₃ consumido pelo branco (mL) e P = massa da amostra (g).

3.4.6. Índice de refração

O índice de refração foi determinado pelo refratômetro de Abbe ajustado com água destilada à temperatura de 20°C, com a mesma metodologia do IAL (2008). As amostras e o refratômetro foram condicionados em ambiente refrigerado a 20°C para determinação da análise, em seguida os valores foram corrigidos de acordo com tabela fornecida no manual do Instituto Adolf Lutz.

3.4.7 - Calorimetria diferencial de varredura (DSC)

O comportamento térmico do óleo de coco e de soja, foram realizados nos óleos que não passaram pelo processo de fritura. A determinação foi realizada com auxílio de um calorímetro diferencial de varredura DSC, fabricante Linseis, modelo DSC PT10, considerando-se o princípio de fluxo de calor. Inicialmente, foi pesado aproximadamente 5,0 mg de óleo dentro de uma cápsula de alumínio e, em seguida, introduziu-se no equipamento DSC. Os dados calorimétricos começaram a ser registrados quando a amostra atingia 30 °C, sendo então aquecida a uma taxa de 10 °C/min até a temperatura estabelecida de 300 °C.

3.5. O Inhame: Processamento, Desidratação osmótica e fritura

Foram utilizados inhame da variedade Da Costa, obtidos da EMPASA (Empresa de Abastecimento e Serviços Agrícolas da Paraíba), os quais foram selecionados para a retirada de tubérculos com características indesejáveis antes do processamento.

Os tubérculos foram lavados em água corrente para retirada das sujidades superficiais, posteriormente foram sanificados em solução de hipoclorito a 15ppm, durante 15 minutos com o objetivo de reduzir a microbiota.

O descascamento foi realizado manualmente utilizando-se facas de aço inoxidável.

3.5.1. Fatiamento

As fatias foram feitas em formato de palito com dimensões de 1 x 1 x 4cm (LxAxC), os quais foram obtidos através de um corte uniforme de 4cm do tubérculo, para obtenção do comprimento, em seguida estes pedaços foram fatiados em forma de palito em máquina de fatiar batatas (Figura 3.2).

Os palitos de inhame foram imersos em água antes de serem condicionados a desidratação osmótica, com intuito de evitar o escurecimento oxidativo.



Figura 3.2- Fatiador de batatas

3.6. Desidratação osmótica

O inhame em forma de palito foi submetido a desidratação osmótica em soluções salinas, através do uso de NaCl, nas concentrações de 5, 10 e 15%. Utilizou-se uma proporção solução/produto de 6:1 em gramas.

O processo de desidratação osmótica aconteceu em BOD para se condicionar as amostras na temperatura de 25°C, o que garante o controle da temperatura ambiente.

A cinética de desidratação foi realizada durante 24 horas, para determinar a perda de peso e ganho de sólido foram realizadas pesagens e determinação de teor de água nos tempos 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 300, 360, 420 e 480 minutos.

A perda de peso e ganho de sólido foram calculados seguindo as Equações 12 e 13 citadas por SACCHETTI et al.(2001).

Perda percentual de massa:

$$P_p(\%)=100\times\frac{(P_0- P_t)}{P_0} \quad (12)$$

Em que:

P_p - Perda de massa, em % (p/p)

P_0 - massa dos palitos de inhame no tempo $t = 0$, em gramas

P_t - massa dos palitos de inhame no tempo t , em gramas

Ganho percentual de sólidos (com base na massa inicial do material):

$$G_S\% = 100 \times \frac{(MS_t) - (MS_0)}{P_0} \quad (13)$$

Em que:

G_S - Ganho de sólidos, em % (p/p)

MS_t - Matéria seca dos palitos de inhame no tempo t , em gramas

MS_0 - Matéria seca dos palitos de inhame no $t=0$, em gramas

3.7. Fritura

A fritura dos palitos de inhame foi realizada após a desidratação osmótica durante 10 minutos em solução salina (NaCl) nas concentrações de 5; 10 e 15%, através dos testes observou que tempo maior de imersão dos palitos de inhame na solução salina, resultaria em um produto com maior teor de sal, não favorecendo o seu consumo, tal fato foi observado pela prévia análise de sabor, para percepção da quantidade de sal.

Na etapa da fritura, foi utilizada uma fritadeira elétrica do fabricante Mondial modelo fast fryer como pode ser observado na Figura 3.3.



Figura 3.3- Fritadeira utilizada para obtenção dos palitos de inhame fritos

A fritura dos palitos de inhame foi realizada conforme tratamentos dispostos na Tabela 3.1.

Tabela 3.1- Temperaturas, tempos e tratamentos utilizados para obtenção dos palitos de inhame frito

Temperaturas de fritura (°C)	Tempo de fritura (min)	Tratamentos submetidos a fritura			
		Testemunha*	5%	10%	15%
150	10	Testemunha*	5%	10%	15%
170	7	Testemunha	5%	10%	15%
190	5	Testemunha	5%	10%	15%

*Testemunha - amostra sem passar pelo processo de desidratação osmótica.

O tempo médio de aquecimento dos óleos foi de 10 minutos para atingir a temperatura de fritura desejada, para observar temperatura do óleo, utilizou-se um termômetro digital.

A fritura foi realizada em 2 (duas) porções de 100g por tratamento, onde após a fritura de cada porção, o óleo continuava em aquecimento contínuo, por um tempo médio de 10 minutos, para que voltasse a temperatura desejada.

Após fritura, o excesso de óleo dos palitos de inhames foi retirado com auxílio de papel toalha (Figura 3.4).

**Figura 3.4-** Tiras de inhame fritos em óleo de coco e de soja

3.8. Características dos óleos após as frituras

Amostras dos óleos utilizado nas frituras, foram retiradas após a fritura de duas porções de cada tratamento (Testemunha, 5%, 10% e 15% de solução salina), em seguida condicionados em embalagens de frascos âmbar e resfriados a 6°C em BOD, tal processo ocorreu para todas as temperaturas estudadas (150, 170 e 190°C). Para determinação da estabilidade oxidativa dos óleos foram realizadas as seguintes análises.

3.8.1- Determinação dos índices

As características relacionados a qualidade dos óleos, foram analisadas a partir dos índices: refração, acidez, peróxido, iodo de acordo com as metodologias descritas por IAL (2008).

3.9. Características químicas e físico-químicas do inhame e dos palitos fritos

3.9.1. pH

A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada através de leitura direta, em um phmetro previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e 4,0, segundo a metodologia do IAL (2008). Os resultados foram expressos em unidades de pH.

3.9.2. Acidez total

Conforme a metodologia descrita no IAL (2008), a análise da acidez total titulável foi determinada pela titulação da amostra com solução 0,1N de hidróxido de sódio utilizando-se, como indicador para verificação do ponto de viragem a solução alcoólica a 1% de fenolftaleína. Os resultados foram expressos em percentagem.

3.9.3. Teor de água

Foram determinadas pelo método gravimétrico, conforme descrito pelo IAL (2008), no qual aproximadamente 5g da amostra foram levados à estufa a 105°C durante 24 horas. Os resultados foram expressos em percentagem.

3.9.4. Atividade de água (aw)

A determinação da atividade de água foi realizada com o auxílio do equipamento Aqualab CX-2T, Decagon a 25°C, apresentando erro de $\pm 0,003$ no valor final.

3.9.5. Teor de amido

O teor de amido foi determinado através de metodologia descrita pelo Adolf Lutz (2008) por meio de solução de Felingh.

3.9.6. Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado pelo método de destilação direta por Bligh Dyer (1959).

3.9.7. Teor cloreto de sódio

Para avaliar a quantidade de cloreto de sódio nos palitos de inhame utilizou-se a metodologia descrita por SILVA JUNIOR(2009). Pesou-se 3g da amostra e adicionou-se 250ml de água destilada. Homogeneizou em liquidificador por aproximadamente 5,0 minutos, em seguida filtrou em papel de filtro qualitativo e coletou-se o filtrado em um becker de 250ml. Pipetou-se 20ml do filtrado para um erlenmyer de 250ml e adicionou-se 100ml de água destilada com auxílio de uma proveta, e 5 gotas do indicador cromato de potássio a 0,5%. A titulação foi realizada com solução de nitrato de prata a 0,05N até a viragem do indicador para cor vermelho tijolo e anotou-se o volume gasto. Com a Equação 15 determinou a % de cloreto de sódio.

$$\% \text{ cloreto de sódio} = \frac{V \times f \times 0,29}{P_a} \quad (15)$$

Em que:

V - Volume de Nitrato de Prata 0,05N gasto na titulação.

f - fator do Nitrato de Prata 0,05N

Pa - massa da amostra

3.9.8. Absorção de gordura (AG)

A gordura absorvida foi estimada por meio da diferença entre o teor de lipídios do inhame frito e o teor de lipídios dos palitos de inhame cru e após as desidratações. Para o cálculo da AG o teor de água do inhame foi padronizado, considerando-se como referência o teor de água inicial, *In natura* e após a DO. Assim procedeu-se a correção do teor de lipídios conforme o teor de água de referência (SILVA et al. 2004).

3.9.9. Determinação da água removida durante o processo(AR)

A percentagem de água removida durante o processamento dos palitos de inhame, foi estimada conforme a seguinte Equação 16 (SILVA et al. 2004):

$$\text{Água removida (\%)} = (U_0 - U_f / U_0) \times 100 \quad (16)$$

Em que:

U_0 - teor de água dos palitos de inhame cruas (%);

U_f - teor de água dos palitos de inhame fritos (%).

3.9.10. Razão absorção de gordura(RAG)

A razão de absorção de gordura foi estimada pela relação entre o teor de gordura absorvida no alimento e a água removida durante a cocção, conforme a Equação 17 apresentada a seguir (BERRY et al., 1999).

$$\text{RAG} = \frac{\text{gordura absorvida (\%)}}{\text{água removida (\%)}} \quad (17)$$

3.9.11. Análise de cor

As análises de cor foram realizadas nas amostras dos palitos de inhame: *In natura*, após desidratação osmótica e fritos, para todos os tratamentos utilizados, com auxílio do colorímetro Mini scan by Hunter Lab, para os parâmetros L^* , que medem a luminosidade, a^* intensidade de vermelho e b^* intensidade de amarelo.

3.10. Textura instrumental

O perfil de textura dos palitos de inhame fritos, foi realizado 10 minutos após a fritura com o auxílio do texturômetro modelo TA-XT2 (Stable Micro Systems), o teste utilizado foi o TPA, equipado com probe cilíndrico de compressão, com 36 mm de diâmetro e foi realizada sob as seguintes condições: velocidade pré-teste, do teste e pós-teste de $2,0 \text{ mm.s}^{-1}$, $5,0 \text{ mm.s}^{-1}$ e $5,0 \text{ mm.s}^{-1}$, respectivamente; com distância de 20 mm, tipo de gatilho 20 g e tempo entre as duas compressões de 5 s, como pode ser visualizado na Figura 3.5. Em pode fornecer dados de firmeza e calcular os parâmetros coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

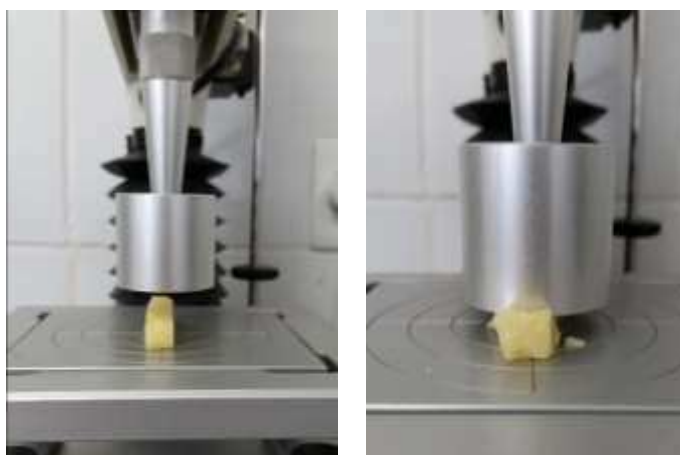


Figura 3.5- Análise de textura instrumental com o texturômetro modelo TA-XT2

3.11. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com um grupo amostral de 50 julgadores não treinados, seguindo a metodologia descrita por Dutcosky (2007), no qual avaliaram a aceitação dos palitos

de inhame fritos, quanto aos parâmetros aparência, cor, aroma, sabor, textura e o perfil de atitude do consumidor, através de uma escala hedônica de 9 pontos como pode ser visualizado no Apêndice A com os Quadros 1 e 2.

Os palitos de inhame fritos utilizados para a análise sensorial, foram submetidos ao processo de fritura a temperatura de 190°C com as condições de óleo de coco e soja, e os tratamentos de DO, por ser a temperatura mais utilizada nos processos de fritura de alimentos e diminuir o fator amostral para os julgadores.

Cada julgador teve que assinar um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A), aceitando a sua participação na pesquisa, como exigência do comitê de ética, segundo a resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

3.12. Análise microbiológica

Foram realizadas antes do consumo dos avaliadores, tomando-se como referência os critérios estabelecidos pela RDC nº 12 de 2001 da ANVISA (BRASIL 2001). As amostras em triplicata foram submetidas a análises de número mais provável de Coliformes totais e termotolerantes (APHA, 2001) e a pesquisa de *Salmonella* sp. (FDA, 2011).

3.13. Análise estatística

Os dados referentes características físicas e físico-químicas dos palitos de inhame frito e para os índices dos óleos, foram submetidos a uma análise estatística em esquema fatorial 2 x 4, onde foi utilizado 2 tipos de óleos para fritura e os tratamentos osmótico (testemunha; 5; 10 e 15% de sal), para cada temperatura de fritura (150; 170 e 190°C). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Software Assistat versão 7.5 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2010).

Para a cor dos palitos de inhame fritos, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), com delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade, com 8 tratamentos e 3 repetições, onde tinha-se 2 tipos de óleos para fritura e os 4 tratamentos osmótico (testemunha; 5; 10 e 15% de sal), para

cada temperatura de fritura (150; 170 e 190°C), com auxílio do Software Assistat versão 7.5 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2010).

Para os resultados obtidos nas análises sensoriais foram utilizados os programas CONSENSOR 1.1 (SILVA et al., 2010) utilizado para calcular o percentual de concordância entre julgadores de análise sensorial e o programa ASSISTAT, versão 7.5 beta (SILVA e AZEVEDO, 2010), no qual foi utilizado a análise de variância e a comparação entre as médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Secagem experimental

Observa-se, nas Figuras de 4.1 a 4.5, as curvas de secagem das tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C, aplicadas as equações matemáticas de Cavalcanti Mata, Handerson & Pabis, Page, Verma e Fick 4 termos, respectivamente.

Pode observar que à medida que se aumenta a temperatura de secagem verifica-se um menor tempo para o final da secagem, o que é explicado pelo aumento da taxa de secagem (AKPINAR et al., 2003). Este comportamento ocorre em virtude do aumento do potencial de transferência de calor entre o ar e as tiras de coco.

O processo de secagem ocorre na ausência do período da taxa constante de secagem. Assim neste processo ocorre a difusão de água, do interior do produto para a superfície do mesmo, sendo este o mecanismo físico predominante ao longo do processo. Concordantes com essa observação encontram-se os estudos realizados por Gouveia et al. (2002) e Menges e Ertekin (2006), para a secagem de caju e maçã, respectivamente.

Nas Figuras apresentadas a seguir pode-se observar que, com o aumento da temperatura do ar de secagem reduz diretamente o tempo necessário para a remoção de água do produto diminuindo, assim, o tempo de secagem. Este fenômeno foi observado por diversos pesquisadores em vários produtos agrícolas (RADÜNZ et al., 2011; PRATES et al., 2012; SIQUEIRA et al., 2012; GONELI et al., 2014).

Para a secagem de 70°C foi requerido um tempo de 1110 minutos, enquanto para a temperatura de 60°C o tempo de 1290 minutos, até que se chegasse a leituras constantes das amostras secas. Já Amaral (2011) ao estudar tiras de cocos pré tratadas por desidratação osmótica, verificou tempos menores de secagem em secador de frutas para as mesmas temperaturas estudadas no referido trabalho.

Pietro et al. (2011) ao estudar a polpa de coco verde durante a secagem, verificou que o tempo aproximado experimental para obtenção da umidade de equilíbrio foi de 480 minutos, A temperatura influenciou o teor de umidade de equilíbrio, valores de equilíbrio mais elevados

foram obtidos a temperaturas mais baixas, o que era esperado para o equilíbrio teor de água depende da umidade relativa.

Na Figura 4.1 a qual representa a equação matemática de Cavalcanti Mata aos dados experimentais, verifica-se que ocorre um ótimo ajuste, no qual pode ser verificado a partir dos dados da Tabela 4.1, em que mostra o R^2 maiores que 99% e DQMs de 11×10^{-6} e 10×10^{-6} , para as temperaturas de 60 e 70 °C respectivamente, justificando adequação da equação aos dados experimentais.

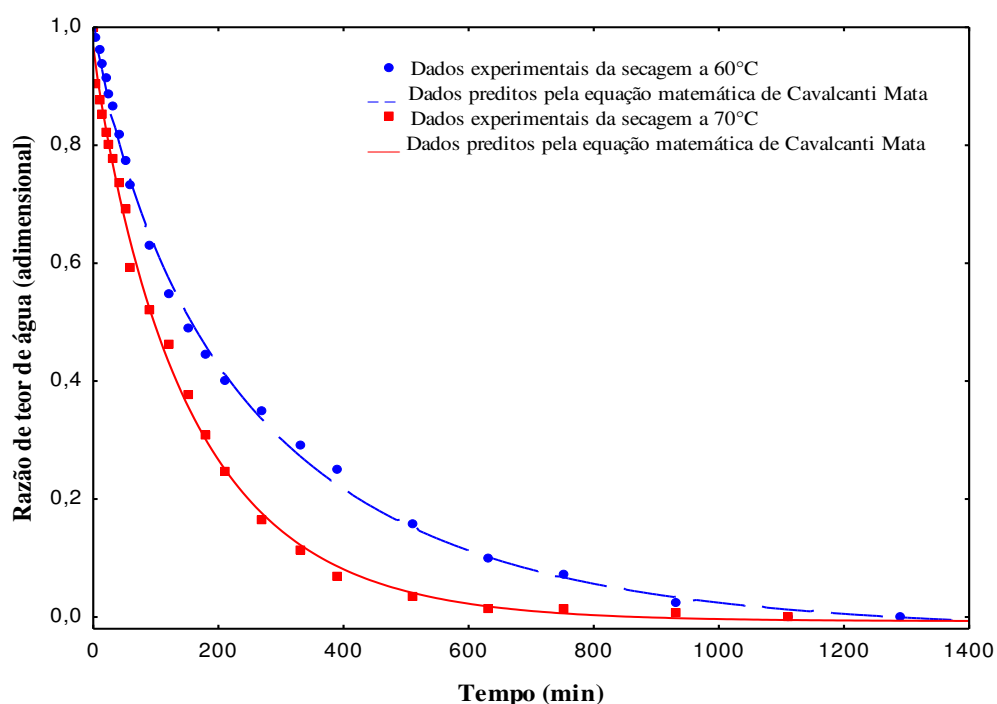


Figura 4.1- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados das tiras de coco, pela equação de Cavalcanti Mata, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C

Tabela 4.1 - Parâmetros da equação de Cavalcanti Mata, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar

Temperatura de secagem	Parâmetros						Coeficientes	
	a1	a2	a3	a4	a5	a6	DQM	R ²
60 °C	0,5285	0,0124	0,7966	0,5285	0,7965	-0,0256	$11,3 \times 10^{-6}$	99,8
70 °C	0,8329	0,0096	0,9206	0,1415	0,9205	-0,0071	$10,9 \times 10^{-6}$	99,7

Na Figura 4.2 verifica-se a equação proposta por Henderson & Pabis para os dados experimentais da secagem de tiras de coco, pode-se observar que ocorre um ajuste adequado da equação aos dados experimentais, como pode ser verificado na Tabela 4.2 com coeficientes R^2 variando entre 99,37 e 99,73% para as temperaturas de 60 e 70°C respectivamente, com DQMs menores que 0,0008.

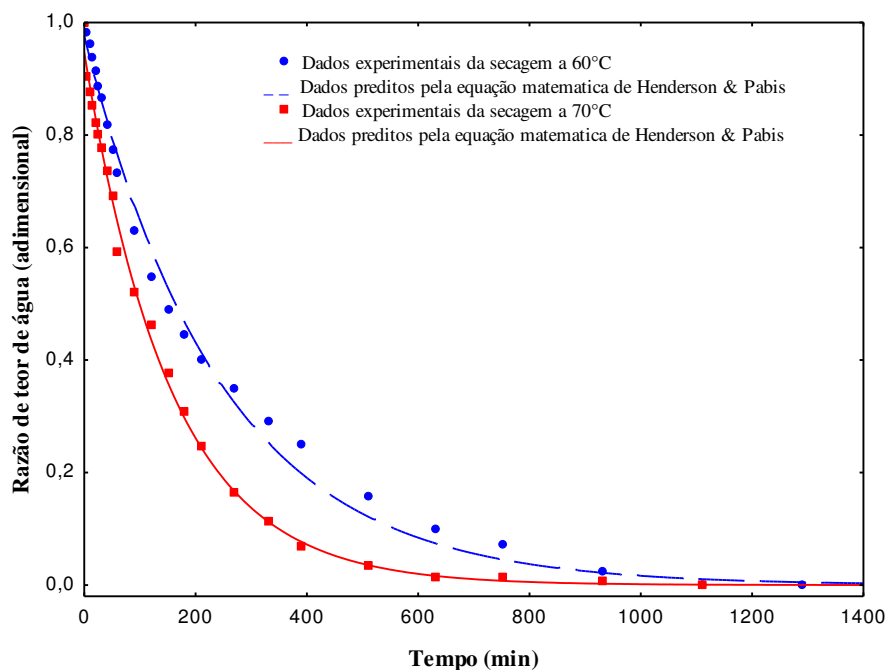


Figura 4.2- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados das tiras de coco, pela equação de Henderson & Pabis, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C

Tabela 4.2 - Parâmetros da equação de Henderson & Pabis, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar

Temperatura de secagem	Parâmetros		Coeficientes	
	a	k	DQM	R^2 (%)
60 °C	0,9765	0,0040	0,0008	99,37
70 °C	0,9469	0,0064	0,0001	99,73

Na Figura 4.3 verifica-se o ajuste da equação matemática proposta por Page aos dados experimentais da secagem de tiras de coco em estufa, demonstrando um ajuste adequado da equação aos dados experimentais, em que, pode ser justificado pelos bons coeficientes de determinação observados na Tabela 4.3, com R^2 variando entre 99,72 e 99,69%, para as

secagens de 60 e 70°C respectivamente, com DQMs menores que 0,0011, confirmando o bom ajuste dos modelos.

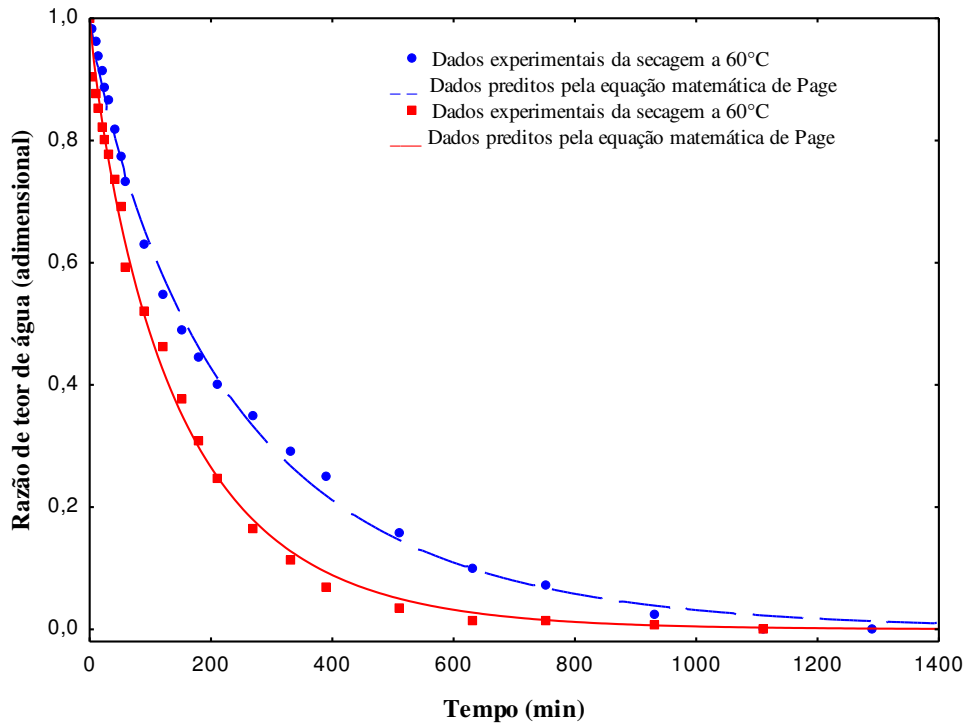


Figura 4.3- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados das tiras de coco, pela equação de Page, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C

Tabela 4.3 - Parâmetros da equação de Page, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar

Temperatura de secagem	Parâmetros		Coeficientes	
	K	n	DQM	R ² (%)
60 °C	0,0083	0,8722	0,0005	99,72
70 °C	0,0133	0,8674	0,0011	99,69

Na Figura 4.4 observa-se os ajustes da equação matemática de Verma aos dados experimentais da secagem de tiras de coco em estufa, demonstrando que a equação se ajustou aos dados experimentais, no qual pode ser confirmado pelos coeficientes de determinação R² e DMQs (Tabela 4.4), em que R² variou em 99,25 e 99,21% respectivamente para as duas temperaturas estudadas e DQMs menores que 0,0020.

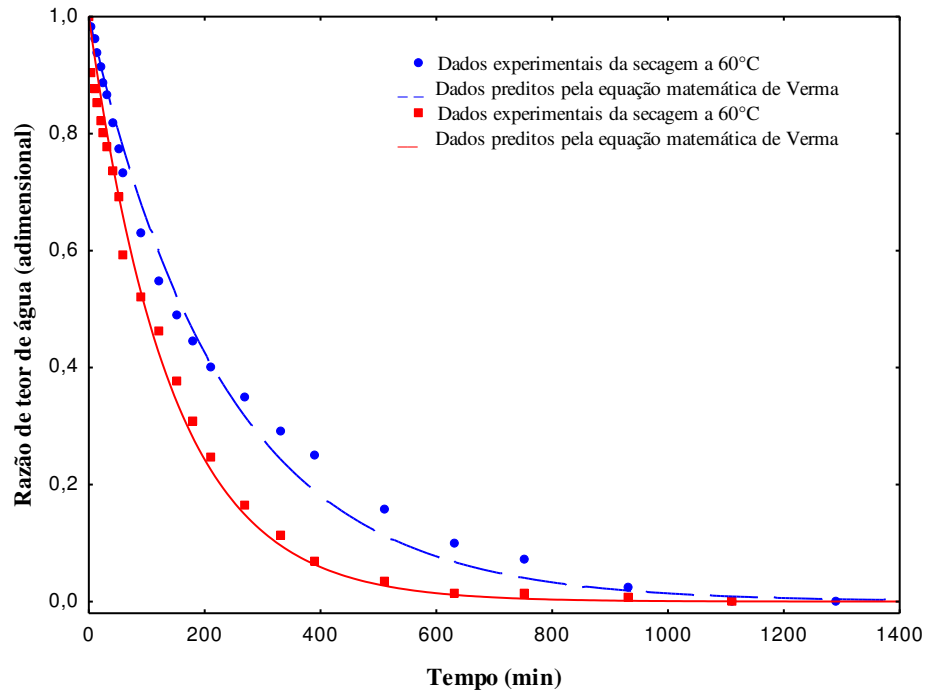


Figura 4.4- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados das tiras de coco, pela equação de Verma, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C

Tabela 4.4 - Parâmetros da equação de Verma, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar

Temperatura de secagem	Parâmetros			Coeficientes	
	a	k	k1	DQM	R ² (%)
60°C	-0,2232	0,0042	0,0042	0,0003	99,25
70°C	-0,5761	0,0070	0,0070	0,0020	99,21

Na Figura 4.5 observa-se os ajustes da equação matemática de Fick 4 termos aos dados experimentais da secagem de tiras de coco em estufa, demonstrando que a equação obteve um ajuste adequado aos dados experimentais, no qual pode ser confirmado pelos coeficientes de determinação R² e DMQs (Tabela 4.6), para a difusividade dos palitos aumentou com o aumento da temperatura de secagem, com $D = 6,76 \times 10^{-8}$ para 60°C e $D = 1,15 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ para 70°C, para o R² apresentou valores acima de 97,92 e DQM's menores que 0,0043.

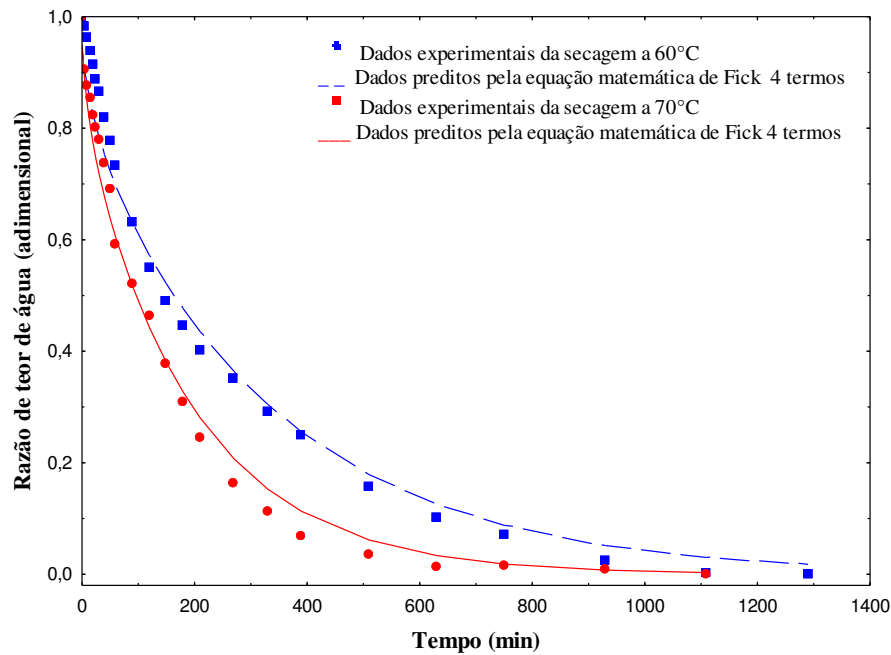


Figura 4.5- Curvas de secagem dos dados experimentais e calculados das tiras de coco, pela equação de Fick 4 termos, obtidas por regressão não linear, nas temperaturas de 60 e 70 °C

Tabela 4.5 - Parâmetros da equação de Fick, obtidos por regressão não linear em secagem de tiras de coco nas temperaturas de 60 e 70 °C em estufa com circulação de ar

Temperatura de secagem	Parâmetros	Coeficientes	
	D (m ² ·s ⁻¹)	DQM	R ² (%)
60°C	6,76 x 10 ⁻⁸	0,0043	97,92
70°C	11,5x10 ⁻⁸	0,0024	98,86

Para Amaral (2011) ao estudar cinética de secagem em tiras de coco pré desidratadas em soluções de sacarose, verificou que o modelo de Page foi o que obteve melhor ajuste. No presente estudo pode verificar que todos as equações matemáticas se ajustaram bem aos dados experimentais, pois observou-se que R² superiores a 99% e DQMs menores que 0,0020, no entanto, a equação de Cavalcanti Mata foi o que obteve maiores R² e menores DQMs, verificando um melhor ajuste aos dados experimentais. Já Pietro et al. (2011) verificaram através das equações estudadas que a de Page obtiveram melhores ajustes matemático, comparada as equações de Henderson-Pabis e Lewis, através do seu estudo.

Percebe-se que os coeficientes de determinação foram superiores a 95% em todas as equações matemáticas estudadas, que para Kashaninejad et al. (2007), os valores acima de 95%

de coeficientes de determinação, indica uma representação satisfatória dessas equações para o processo de secagem estudado.

4.2 – Caracterização dos óleos de coco e soja antes das frituras

Pode-se observar na Tabela 4.6 os índices dos óleos de soja e de coco antes da fritura.

Tabela 4.6- Índices dos óleos de coco e de soja, sem o processo de fritura

Tipos de Óleo	Índice de acidez	Índice de Iodo	Índice de peróxido	Índice de refração	Índice de saponificação	Teor de água (%)
Coco	0,1918 b	13,914 b	2,125 b	1,447 b	283,835 a	0,660 a
Soja	0,1981 a	116,864 a	4,242 a	1,462 a	166,952 b	0,685 a
DMS	000592	2,22073	0,03697	0,00926	4,07145	0,04506
C.V.	1,34	1,50	0,51	0,28	0,80	2,95

Para o índice de acidez, os valores observados para o óleo de coco foi de 0,1918 e para o de soja 0,1981 (mg KOH/g de óleo), verifica-se que os valores observados na pesquisa encontram-se dentro do limite estabelecidos pelos valores de referência, que estão presentes do Codex Alimentarium (2003) e na RDC n° 270 (2005), em que para o óleo de coco o valor máximo é 0,5 e para o óleo de soja 0,3. Já Araújo et al. (2009) quando estudaram as características do óleo de coco, obteve o valor 4,48 (mg KOH/g de óleo) este valor é considerado alto com relação ao observado no estudo e de referência. Santos et al. (2013) encontraram valores superiores ao analisar óleos brutos de coco (0,837mg KOH/g de óleo), comparado ao presente estudo.

Quanto ao índice de iodo (Wijs) verifica-se que os valores observados para o óleo de coco com 13,914, foi menor quando comparados com o óleo de soja com 116,864 (g Iodo/100 g óleo), mas tal característica é intrínseca ao tipo de óleo analisado, no entanto estão de acordo com os valores estabelecidos na Codex alimentarium, onde tem-se como referência para soja valores entre 104 a 120 e para óleo de coco 6,3 a 10,6, a RDC n° 270 demonstra que os valores são entre 6 a 11, dessa forma verifica-se que o valor do óleo de coco observado no estudo foi maior que a referência. Santos et al. (2013) ao avaliarem óleo de coco produzido de forma artesanal encontrou o valor 21(g Iodo/100 g óleo), em que encontra-se bem acima do observado

no presente estudo, já Dairyt et al. (2011) encontraram valores que variaram entre 6,81 – 8,91 para óleo de coco refinado e 5,5 - 10,3 para óleo de coco virgem, em que pode-se perceber que a forma de extração do óleo influencia do índice de iodo.

Os valores médios referentes a índice de peróxido foram 2,125 e 4,242 (meq/1000 g de óleo), para óleo de coco e de soja respectivamente, em que encontram-se dentro dos valores de referência pois apresentam valores menores que 10. Já Dairyt et al. (2011) quando avaliaram a qualidade de óleo refinado e óleo virgem de coco, verificaram valores que variavam entre 0,27 - 3,39 para o óleo de coco refinado e 0,00 - 1,86 para o óleo de coco virgem, que demonstra ser menor que o valor observado em óleo de coco no presente trabalho.

O índice de refração, apresentaram valores médios de 1,447 e 1462 para os óleos de coco e soja respectivamente, em que para no Codex Alimentarium (2003) tem-se como referência 1,448-1,450 para óleo de coco e 1,465 - 1,470 para o óleo de soja, assim os dados obtidos no presente estão dentro dos valores padrão.

Para o índice de saponificação verifica-se valores médios 283,835 e 166,952 (mg KOH/g de óleo) para óleo de coco e de soja respectivamente. De acordo com Codex Alimentarium(2003) e para RDC n° 270(2005) os valores de I.S. variam entre 189 – 195 para óleo de soja e 248-265 para óleo de coco. Pode-se observar que o valor médio do óleo de coco esteve maior que a o valor de referência, no entanto Araújo et al. (2009) em óleo de coco encontraram valor (288) acima que o da pesquisa, já Santos et al.(2013) para óleo de coco encontraram o valor (233) menor da referência e menor que o da pesquisa.

Quanto ao teor de água (%) dos óleos estudados verifica-se valores entre 0,660 a 0,685 para óleo de coco e de soja respectivamente. Araújo et al. (2009) em óleo de coco artesanal encontraram o valor 0,53%, tal fato deve justificado pela forma em que os óleos de coco são extraídos, se por prensagem a frio ou após fermentação. Dairyt et al. (2011) encontraram percentuais próximos a 0,11 menores que o encontrado no presente estudo.

Percebe-se que os dois óleos analisados apresentam-se próximos aos padrões exigidos pelos órgãos competentes de fiscalização.

4.3- Calorimetria diferencial de varredura (DSC)

Na Figura 4.6 pode se observar a curva do DSC para o óleo de coco bruto, obtido por prensagem a frio, em que a temperatura análise se inicia na de 30°C e finaliza aos 300°C, em uma taxa de aquecimento de 10°C.

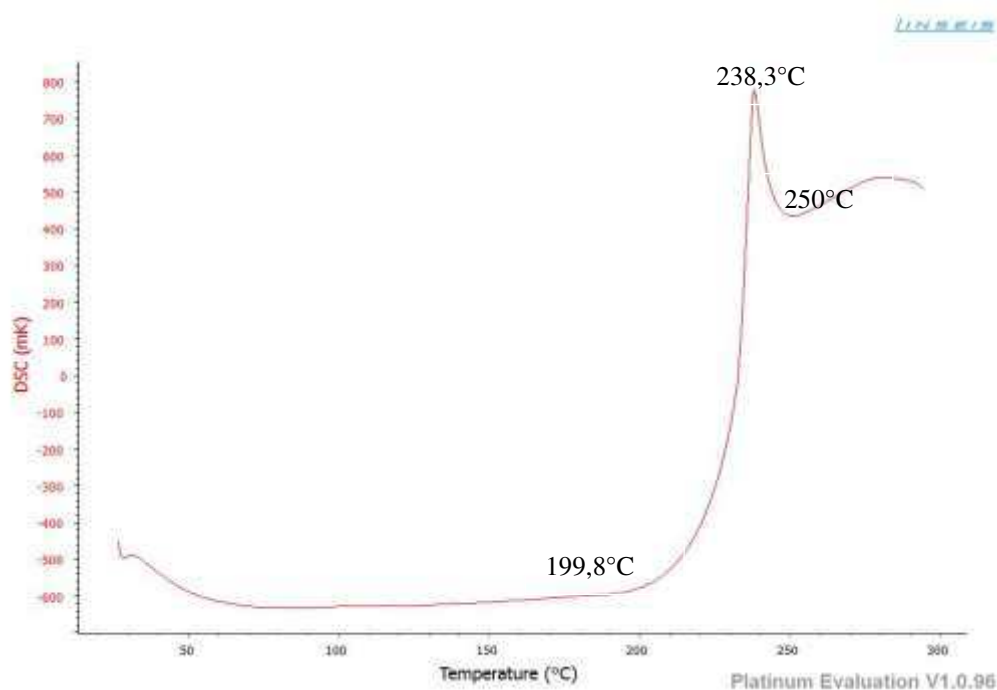


Figura 4.6- Curva da análise térmica por calorimetria diferencial de varredura (DSC) do óleo de coco bruto, obtido por extração a frio

Verifica-se que a curva apresenta um comportamento de pico exotérmico, onde a transição inicia-se na temperatura 199,8°C, percebe-se que com o aumento gradativo da temperatura, ocorre um aumento na área do pico, correspondendo ao término da decomposição do óleo, onde esse pico é alcançado na temperatura de 238,3°C. O pico endotérmico que pode ser observado na curva, próximo a temperatura de 250°C, é caracterizado por Souza et al. (2002) como a decomposição térmica dos ácidos graxos saturados e insaturados dos óleos vegetais. Os autores levam em consideração que, os eventos observados referem-se a processos químicos, onde o aumento do aquecimento, resulta em taxas de decomposição de uma maior quantidade de ácidos graxos. Jayadas e Nair (2006) ao estudarem análise térmica em óleos vegetais, observaram que o óleo de coco apresentou menor temperatura (241°C) de degradação térmica, comparada com os óleos de gergelim (246°C) e girassol (257°C), onde os autores verificaram uma maior temperatura de degradação do óleo de coco, comparado a atual pesquisa.

Na Figura 4.7 pode se observar a curva do DSC para o óleo de soja, obtido no comercio local de Campina Grande - PB, em que a temperatura análise se inicia na de 30°C e finaliza aos 300°C, a taxa de aquecimento utilizada foi de 10°C.

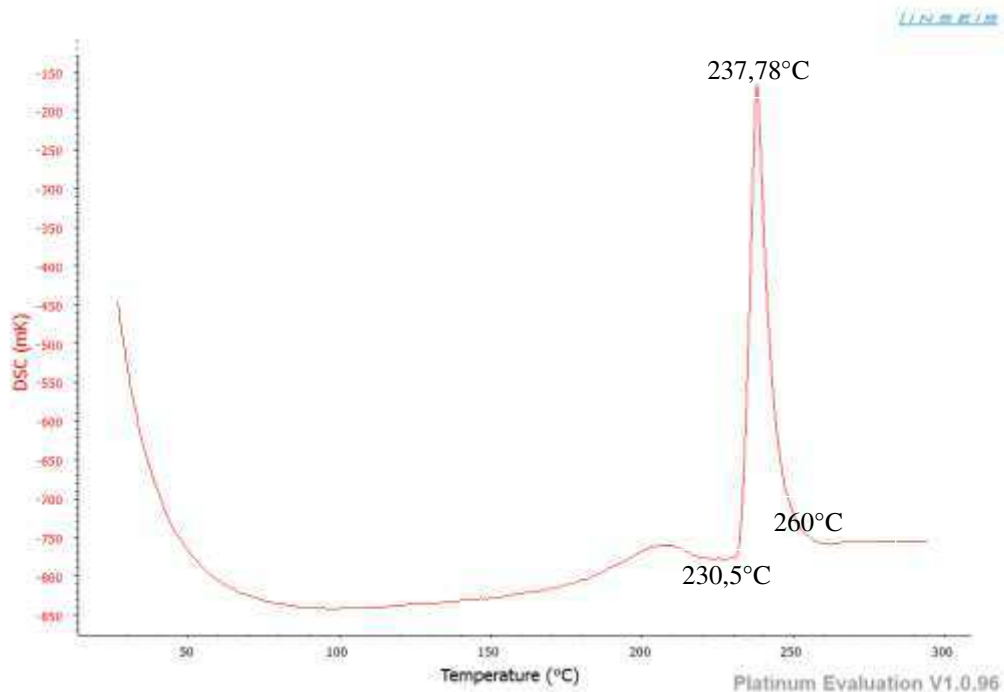


Figura 4.7- Curva da Análise térmica por calorimetria diferencial de varredura (DSC) do óleo de soja obtido no mercado de Campina Grande-PB

A curva da análise térmica pelo método DSC, apresenta um pico que sua transição exotérmica, se inicia na temperatura de 230,5°C, se expande até a temperatura de 237,78°C, onde pode ser caracterizado pela oxidação do óleo de soja, seguida de uma fase endotérmica que termina ao atingir a temperatura de aproximadamente 260°C.

4.4 – Características dos óleos de coco e soja após frituras

4.4.1. Índice de acidez

Nas Tabelas 4.7 a 4.15 encontram-se o resumo da Anova e os desdobramentos significativos e não significativos das interações óleos x tratamentos osmóticos, para os índices de acidez, peróxido e refração, para os óleos de coco e de soja após as frituras nas temperaturas de 150, 170 e 190°C dos tratamentos em que os palitos de inhame foram submetidos (testemunha, 5, 10 e 15% de sal).

Para o resumo da Anova (Tabela 4.7) o parâmetro índice de acidez, verifica-se que ocorreu diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F, para todos os tratamentos: óleos, tratamentos osmóticos e para a interação óleo x tratamento osmótico, em todas as temperaturas de fritura estudadas (150,170 e 190°C).

Tabela 4.7- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de acidez (IA) em (mg KOH/g de óleo), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – índice de acidez		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	0,0239**	0,0553**	0,0491**
Trat. Osmótico	3	0,0012**	0,0015**	0,0040**
Óleo x Trat.	3	0,0012**	0,0015**	0,0038**
Tratamentos	7	0,0044**	0,0092**	0,0104**
Resíduo	16	0,00002	0,00000	0,00000
C.V (%)		1,86	0,39	0,46

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

O índice de acidez (mg KOH/g de óleo) nos óleos (coco e soja) após as frituras dos palitos de inhame na temperatura de 150; 170 e 190°C como poder ser observado na Tabela 4.9, verifica-se que os valores apresentados de acidez, obteve maiores médias para óleo de soja, quando comparados com os as amostras de óleo de coco, podendo-se perceber que para o óleo de soja a acidez tende a aumentar com o maior número de amostras fritas, já o óleo de coco verifica-se estabilidade nos valores, como pode-se perceber que as médias são estatisticamente iguais.

Mendonça et al. (2008) verificaram o mesmo comportamento em óleo de soja que com o tempo de fritura ocorreu um aumento no valor da acidez do óleo, variando de 0,14 para 0,9(% ácido oleico), verificando valores percentuais menores que o observado no presente estudo. Em que justifica a importância do índice de acidez, por ser um importante fator para verificar a conservação dos óleos, através de um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio.

Del Ré e Jorge (2007) verificaram mesmo comportamento de aumento da acidez com aumento do tempo de fritura em produtos cárneos com os dos óleos de milho, soja e girassol, que relaciona ao desenvolvimento de reações hidrolíticas, observando que as valores encontrados para a fritura com óleo de soja foi superior aos outros óleos estudados.

Tabela 4.8 - Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmótico e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro acidez (mg KOH/g de óleo)

Análise após as frituras dos tratamentos osmótico –				
Óleos	Fritura a 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	0,198 bA	0,196 bA	0,196 bA	0,197 bA
Soja	0,229 aD	0,243 aC	0,278 aB	0,290 aA
DMS	Colunas = 0,0074		Linhas = 0,0100	
Fritura a 170°C				
Coco	0,197 bA	0,198 bA	0,198 bA	0,198 bA
Soja	0,256 aD	0,287 aC	0,299 aB	0,333 aA
DMS	Colunas = 0,0017		Linhas = 0,0023	
Fritura a 190°C				
Coco	0,196 bA	0,197 bA	0,197 bA	0,197 bA
Soja	0,222 aD	0,277 aC	0,311 aB	0,341 aA
DMS	Colunas = 0,0019		Linhas = 0,0026	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Quanto ao índice de acidez para os óleos de coco e de soja após as frituras submetidas a 170°C (Tabela 4.9), verificou-se que o óleo de coco se manteve estável comparado com o óleo de soja, com os valores entre 0,196 a 0,198 (mg KOH/g de óleo), podendo verificar que as valores não diferam estatisticamente, no entanto os valores são menores que os observados para o óleo de soja. Já para o óleo de soja um fato interessante a ser observado, é que os valores médios aumentaram com o acréscimo no número de fritura dos palitos de inhame, em que pode ser justificado por serem diferentes estatisticamente, assim ao considerar o aumento da acidez do óleo de soja, pode-se observar que ocorre uma determinada oxidação dos lipídeos. O comportamento pode ser justificado por Masson et al.(1997) que relatam: com o aumenta do

número de frituras, pode ocorrer maior hidrólise do óleo, devido à alta temperatura e à troca de umidade do alimento para o meio de fritura, com consequente aumento no conteúdo de ácidos graxos livres.

Jorge et al. (2005), ao estudarem as alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras domésticas de batatas chips, encontraram no óleo de girassol valores superiores de ácidos graxos livres aos dos óleos de milho e soja, a partir do tempo de 2,5 horas de fritura, atingindo 0,42% de ácido oleico com 7,5 horas de fritura, em seu estudo demonstrando que o comportamento da acidez livre encontrada no óleo não reflete apenas nos ácidos graxos formados durante o processo de fritura, como também naqueles inicialmente presentes no óleo antes do aquecimento e os extraídos dos alimentos que estão sendo fritos.

Jorge et al. (2008) que verificaram se que o processo de fritura leva à diminuição na concentração dos ácidos graxos poli-insaturados e, por consequência, a um aumento proporcional dos ácidos graxos saturados.

Na Temperatura de fritura 190°C (Tabela 4.9) para o índice de acidez dos óleos estudados, pode-se observar que o comportamento de estabilidade oxidativa do óleo de coco, pois apresenta mesma significância estatística, variando os valores entre 0,196 a 0,197, já os valores apresentados pelo óleo de soja, observa-se que com o aumento do número de fritura, variando entre 0,222 a 0,341, demonstrando menor estabilidade para a característica, em que condiciona a característica de processo oxidativo, pois segundo Brasil (2005) o valor estabelecido de 0,3 (mg KOH/g de óleo) para óleos refinado e brutos. O presente trabalho apresentou um valor médio superior após a última fritura, quando utilizou o óleo de soja. Mesmo com a legislação vigente, o Brasil não tem um ponto ideal determine a condição para o descarte dos óleos de frituras. O Informe Técnico nº 11 da Anvisa estabelece algumas recomendações sobre a utilização e descarte de óleos e gorduras utilizados para fritura, dentre elas, a quantidade de ácidos graxos livres, que não deve ser superior a 0,9% (BRASIL, 2004).

A determinação do momento ideal de descarte tem impacto econômico significativo, implicando em aumento dos custos quando o óleo é descartado precocemente, ou em perda da qualidade do alimento quando o descarte do óleo é efetuado tardiamente (SANIBAL e MANCINI-FILHO, 2002).

Corsini e Jorge (2006) em estudos com fritura de palito de mandioca congelada com diferentes óleos vegetais, concluíram que a estabilidade oxidativa dos óleos, diminuiu ao longo dos tempos de fritura. Verificaram que a estabilidade oxidativa do óleo de palma, por ser saturado, foi superior à dos óleos de algodão e girassol, mais insaturados. O que justifica a estabilidade oxidativa do óleo de coco, por apresentar característica de óleo saturado.

Rios et al.(2013) encontraram valores de índices de acidez para óleo de soja, onde variou com o aumento do tempo de fritura próximos deste estudo, apresentando valores que variaram entre 0,236 a 0,443, para o tempo zero e tempo após quatro frituras. No mesmo trabalho concluíram que a gordura de palma e o óleo de milho são mais estáveis que os óleos/gorduras com maior teor de ácidos graxos insaturados, como o óleo de soja e girassol. Mesmo comportamento foi observado no óleo de soja no experimento com fritura de tiras de inhame, que tendeu a aumentar o valor com o maior número de frituras, para com o óleo de coco apresentou uma determinada estabilidade.

4.4.2. Índice de peróxido

Para o índice de peróxido (Tabela 4.10) pode-se observar que ocorreram diferenças significativas para as temperaturas de fritura 150 e 170°C, em todas as variáveis avaliadas, quanto a temperatura de 190°C, verifica-se que a variável tipos de óleos não foi significativo, no entanto, as variáveis tratamento osmótico (DO), a interação óleo x tratamento osmótico e tratamentos foram significativos a 1% de probabilidade no teste F.

Tabela 4.9- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de peróxido(IP), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – índice de peróxido		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	427,0519**	98,9967**	0.0292ns
Trat. Osmótico	3	21,6562**	12,3791**	98.8232**
Óleo x DO	3	6,1137**	3,1126**	34.9210**
Tratamentos	7	72,9088**	20,7817**	57.3231**
Resíduo	16	0,41302	0,1884	0.19005
C.V (%)		8,11	5,08	5.12

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F
 * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F
 ns não significativo

Para a interação significativa entre os óleos e os tratamentos osmóticos para a temperatura de 150°C na Tabela 4.10, pode-se observar que os maiores valores de IP foram verificados para o óleo de soja após as frituras, variando entre 8,494 a 15,421, observando que a medida que se aumentava o número de frituras o valor do IP aumentou no conteúdo dos peróxidos gradualmente, o que o torna fora do padrão exigido pelo Codex Alimentarium (2003), em que limita o valor no máximo de 10, já para o óleo de coco, pode-se observar que os valores de peróxidos livres apresentaram o mesmo comportamento, que ocorreu aumento com o valor do IP com acréscimo do tempo de fritura, variando entre 2,114 a 4,243, no entanto, os valores observados estão dentro do padrão estabelecidos pelo Codex Alimentarium (2003).

Rios et al. (2013) em estudos sobre o comportamento de diversos óleos e gorduras, observou mesmo comportamento para índice de peróxido, em que o acréscimo do tempo de fritura, ocorreu aumento no IP dos materiais estudados, demonstrando que os óleos que apresentaram índice de peróxido mais alterado foram o óleo de canola e o óleo de soja, o que pode ser explicado pela composição de ácidos graxos de cada óleo. O óleo de soja apresentou valores que variou entre 1,3874 a 9,9598, podendo verificar que seus valores foram inferiores aos encontrados no presente trabalho. Podendo ser justificado por Pinto et al.(2003), que consideram que o óleo de soja, contém uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados do que saturados, é mais susceptível ao processo oxidativo, demonstrando que o óleo de soja em frituras de palitos de inhame foi susceptível a oxidação, quando comparado com o óleo de coco.

Mesmo comportamento foi observado por Tanamati (2008) em frituras de diversos produtos: cárneos e vegetais, no entanto, os valores observados para mandioca palito e hambúrguer bovino, apresentaram-se dentro do padrão estabelecido por Brasil(2005), o máximo valor de IP ocorreu para a fritura de batatas palito (13,81 meq/kg), apresentando menor valor que os encontrados neste estudo (15,421 meq/kg). Monferrer e Villalta (1993), a 15 meq/kg, consideram que os óleos de fritura altamente alterados e devem ser descartados.

Tabela 4.10 - Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmótico e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro índice de peróxido (meq/1000 de óleo)

Análise após as frituras dos tratamentos osmótico –				
Óleos	Fritura a 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	2,114 bB	4,244 bA	4,238 bA	4,243 bA
Soja	8,494 aC	11,990 aB	12,680 aB	15,421 aA
DMS	Colunas = 1,1131		Linhas = 1,5027	
Fritura a 170°C				
Coco	8,448 aC	10,557 aB	10,604 aB	12,708 aA
Soja	6,314 bB	4,933 bC	6,346 bB	8,476 bA
DMS	Colunas = 0,7520		Linhas = 1,0152	
Fritura a 190°C				
Coco	6,337 aC	8,479 aB	8,500 aB	10,615 bA
Soja	2,845 bC	6,959 bB	6,597 bB	17,808 aA
DMS	Colunas = 0,7551		Linhas = 1,0194	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Ao analisar a interação significativa entre os óleos e as frituras na temperatura de 170°C (Tabela 4.10) para o IP, pode-se observar que a medida que aumentou o número de frituras, verificou-se acréscimos no valor do índice de peróxido, demonstrando comportamento contrário ao da temperatura de 150°C, pois os valores de IP, para o óleo de coco foi superior quando comparados com o óleo de soja, após a última fritura o óleo de coco apresentou 12,708, já o óleo de soja 8,476, tal fato pode ser justificado pela maior temperatura de estudo em que o óleo de coco foi submetido.?

Saguy e Dana (2003) justificam tal fato, atribuindo ao desenvolvimento de reações hidrolíticas, que são aceleradas pelo aquecimento, presença de água no alimento que está sendo frito, quantidade de partículas queimadas provenientes do alimento e acumuladas no recipiente. Dayrit et al.(2011) atribui a oxidação de óleo de coco, proveniente do teor de água presente no óleo e da presença da luz.

Em estudos realizados por Vergara et al. (2006) e Jorge et al. (2005) observaram o mesmo comportamento no IP ao utilizarem o óleo de soja para sucessivas frituras de batata. Borella et al. (2014) ao fritar peixe em óleo de soja verificaram acréscimos no valor do IP, com o aumento nos tempos de fritura, no entanto o maior valor encontrado pelos autores de foi de 4,0 (meq g/kg), seu estudo scontrapõe com os estudos de Tanamati (2008) ao fritar hamburger de peixe, em que alcança 9,60 (meqg/kg) na 5ª fritura, e o estudo de Malacrida e Jorge (2006), utilizando óleo de soja e dendê com índice de peróxidos de 8,05 e 8,79 (meqg/kg), respectivamente, com apenas 25 minutos de fritura. Tais estudos apresentam valores próximos aos encontrados na pesquisa.

Assim pode-se justificar o fato de maiores índices de peróxido para a temperatura de fritura de 170°C, devido a translocação de água para o óleo de fritura, além do fator temperatura em que o óleo está exposto.

Para a fritura a 190°C pode-se verificar a interação significativa na Tabela 4.10, em que se verifica os valores de índice de peróxido, apresentando o comportamento de aumento do índice, à medida que aumentou o numero de frituras, podendo observar que após as três frituras (testemunha, 5 e 10% DO), óleo de coco foi maiores valores médios, quando comparados com o óleo de soja, no entanto, após as últimas frituras (15%DO) o óleo de soja, apresentou um maior valor médio, saindo do padrão que Brasil (2005) estabelece.

Para estes autores Sanibal e Mancini-Filho (2002); Damy e Jorge (2003); Corsini e Jorge (2006), há uma limitação na metodologia para determinação de peróxidos; essas substâncias, por serem instáveis, são rapidamente formadas e fracionadas em moléculas menores, como aldeídos e cetonas, que mesmo presentes no óleo, nem sempre são detectadas pela análise. Este fato ocorre principalmente em tempos de fritura mais elevados, fazendo com que este índice não seja um bom indicador do estado de alteração do óleo, pois, a velocidade de degradação é maior que a velocidade de formação de peróxidos.

4.4.3. Índice de refração

Pode-se observar o resumo da Anova para o índice de refração (IR) na Tabela 4.12, que para as temperaturas de fritura de 150 e 170°C, verifica-se que todas as variáveis avaliadas obtiveram interações significativas, já para a temperatura de 190°C, só foram significativos as

variáveis óleos e tratamento, mostrando-se não significativos os tratamentos osmóticos (DO) e a interação entre óleos e tratamentos osmóticos.

Tabela 4.11- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de refração (IR), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – índice de refração		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	0.0020**	0,0006**	1,1237**
Trat. Osmótico	3	0.0000**	0,0000**	0,0000ns
Óleo x Trat.	3	0.0000**	0,0000**	0,0000ns
Tratamentos	7	0.0002**	0,0001*	0,1605**
Resíduo	16	0.00003	0,00003	0,00013
C.V (%)		0.35	0,40	0,91

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Para o desdobramento significativo da interação óleos e tratamentos osmóticos para o índice de refração (Tabela 4.12), em que a fritura foi submetida a temperatura de 150°C, pode-se observar que os dois tipos de óleos utilizados na fritura mantiveram-se estáveis quando aos seus valores médios, podendo ser comprovado que não houve diferença estatística para cada óleo analisado, independentemente do tempo de fritura em que foram submetidos. Onde os valores de IR para o óleo de coco apresentaram valores próximo de $\pm 1,4422$, já o óleo de soja obteve valores próximo de $\pm 1,4603$. Dessa forma os índices estão em acordo com o Codex Alimentarium (2003) e Brasil (2005).

Tabela 4.12 - Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmótico e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro índice de refração

Análise após as frituras dos tratamentos osmótico				
Óleos	Fritura a 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	1,4422 bA	1,4417bA	1,4415 bA	1,4417 bA
Soja	1,4601 aA	1,4602 aA	1,4603 aA	1,4606 aA
DMS	Colunas = 0,0088		Linhas = 0,0119	
Fritura a 170°C				
Coco	1,4487 bA	1,4487 bA	1,4489 bA	1,4488 bA
Soja	1,4589 aA	1,4594 aA	1,4596 aA	1,4599 aA
DMS	Colunas = 0,0100		Linhas = 0,0135	
*Fritura a 190°C				
Coco	1,4482	1,4482	1,4482	1,4483
Soja	1,0169	1,0136	1,0201	1,0111

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

*Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Para o índice de refração dos óleos após as frituras de 170°C (Tabela 4.12), pode-se verificar que não ocorreu mudanças bruscas nas medidas encontradas, apresentando-se valores constantes com pequenas variações, independente do óleo utilizado. Verifica-se que para o óleo de coco valores $\pm 1,4489$ e para o óleo de soja $\pm 1,4599$, onde estatisticamente existe diferença entre os óleos estudados, que o óleo de soja apresenta maiores valores que o óleo de coco, no entanto, os valores estão de acordo com os estabelecidos de qualidade por Brasil (2005).

Para a temperatura de fritura de 190°C na Tabela 4.12, encontram-se os valores dos índices de refração, percebe-se que mesmo após o tempo final de fritura os óleos não apresentaram grandes variações, no entanto os valores apresentados para o óleo de soja ($\pm 1,0201$) foi menor que os apresentados pelo óleo de coco ($\pm 1,4482$), onde pode-se perceber que os IR apresentados para o óleo de coco estão em acordo com os padrões estabelecidos por Codex (2003) e Brasil (2005), já o óleo de soja apresenta valores bem inferiores aos padrões.

Ao avaliar todas as temperaturas estudadas de fritura para o índice de refração, pode-se perceber que o óleo de coco se manteve estável após todas as frituras, com valores variando entre 1,4417 a 1,4489, onde os maiores valores foram observados para a temperatura de 170°C, no entanto estão dentro dos valores padrões (1,448-1,450) estabelecidos por Brasil (2005), já para óleo de soja percebe-se que a medida que aumento a temperatura de fritura os valores mostram-se menores. No entanto para as temperaturas de 150 e 170° o óleo de soja apresentam-se dentro dos valores estabelecidos pelas normas, já para a temperatura de fritura de 190°C, observar valores muito inferiores, pois para Brasil (2005) os valores de IR devem ter esta variação entre 1,465 - 1,470, mas não existe valores padrões de qualidade para óleos de fritura, em que diagnosticam o momento exato de descarte.

Rios et al.(2013) analisaram diversos óleos em fritura, observaram que os valores se mantem estáveis, inclusive para o óleo de soja que apresenta valores 1,4453 para todos os tempos de fritura, apenas para a gordura de palma os autores observam elevação no IR de 1,5510 para 1,5560, mesmo com o sutil aumento do índice estudado, não sendo possível afirmar somente com este dado que esses óleos se alteraram, que pode-se perceber que os valores encontrado na atual pesquisa são inferiores ao autores citados.

Curvelo et al. (2011) ao avaliaram óleos de palma brutos e blends com óleo de soja, utilizados na fritura de acarajés, observaram que seus valores estavam acima do recomendado, nas amostras com blends composta oleína de palma bruta e óleo de soja, verificando IR mais elevados, já que era de esperar, por compor um óleo mais insaturado. Já as amostras que era de palma bruto, seus valores (1,4495 – 1,4515) estão próximos ao encontrados no estudo com óleo de coco, o que demonstra um comportamento de um óleo que contém maior proporção de ácidos graxos saturados.

Moretto et al. (2002) demonstra que os óleos e gorduras possuem poderes de refingências diferentes e, de acordo com a sua natureza, desviam com maior ou menor intensidade os raios luminosos que os atravessam, concordando com a justificativa dada por Malacrida e Jorge, (2006) o índice de refração é característico para cada tipo de óleo, podendo está relacionado com o grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triglicerídeos, com o comprimento da cadeia hidrocarbonada e com o tratamento térmico.

Damy e Jorge (2002) em estudo com óleo de soja e gordura vegetal em fritura descontínua de batatas nas temperaturas de 170 e 180°C, verificaram que os índices de refração se mantem constantes, não observando mudanças bruscas nesses valores variando entre 1,4667 a 1,4679, pode-se observar que os valores (± 1.0201) são superiores ao encontrado no estudo atual da fritura dos palitos de inhame na temperatura de 190°C. Os autores citados comentam que as variações desse índice não são bruscas quando o óleo de soja é submetido a condições experimentais mais brandas, as variações do índice de refração são paralelas à formação de polímeros nos óleos e gorduras aquecidos.

4.4.4. Índice de iodo

Na Tabela 4.13 encontra-se para resumo da Anova para o parâmetro índice de iodo (II), em que pode-se observar que ocorreu diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F, para todos os tratamentos: óleos, tratamento osmótico e para interação óleo x tratamento osmótico, em todas as temperaturas de fritura estudadas (150, 170 e 190°C)

Tabela 4.13- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro índice de iodo (g Iodo/100 g óleo), avaliado nos óleos de coco e soja, após as frituras dos tratamentos osmóticos, submetidas as temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadro Médio – Acidez		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	172961,179**	176309,186**	83491,301**
Trat. Osmótico	3	36,583**	73,243**	1385,886**
Óleo x Trat.	3	24,774**	12,866**	1322,457**
Tratamentos	7	24735,036**	25223,931**	13088,047**
Resíduo	16	0,63328	0,28312	0,14361
C.V (%)		0,82	0,54	0,52

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Na Tabela 4.14 encontram-se os desdobramentos das interações significativas entre as frituras e os tipos de óleos utilizados nas frituras a 150; 170 e 190°C para o parâmetro índice de iodo.

Tabela 4.14 - Desdobramento da interação significativa entre as frituras dos tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado nas frituras a 150; 170 e 190°C para o parâmetro índice de iodo (g Iodo/100 g óleo)

Óleos	Análise após as frituras dos tratamentos osmótico – 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	11,658 bA	12,457 bA	12,289 bA	13,220 bA
Soja	179,058 aC	177,826 aC	184,684 aB	187,195 aA
DMS	Colunas = 1,3784		Linhas = 1,8608	
170°C				
Coco	9,709 bC	10,716 bC	14,330 bB	19,112 bA
Soja	180,164 aC	185,292 aB	187,151 aA	186,942 aA
DMS	Colunas = 0,9216		Linhas = 1,2442	
190°C				
Coco	13,682 bB	14,155 bAB	14,379 bAB	14,768 bA
Soja	116,666 aC	117,344 aBC	117,555 aB	177,270 aA
DMS	Colunas = 0,6564		Linhas = 0,8861	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Ao avaliar a temperatura de fritura a 150°C (Tabela 4.14) percebe-se que após as frituras os índices de iodo, apresentaram comportamento de aumento do teor, a medida que se aumentou a quantidade de frituras, para os dois óleos estudados, em que para o óleo de soja apresentou uma variação entre 177,82 a 187,19, já para o óleo de coco a variação apresentada foi de 11,65 a 13,22.

Ao observar a temperatura de fritura a 170°C para o índice de iodo (Tabela 4.14), verifica-se que os valores médios variaram de 180,16 a 187,15 para o óleo de soja, onde não percebe-se um comportamento específico para tal índice, já o óleo de coco percebe-se, que com o aumento das frituras os valores médios tenderam a aumentar, onde apresentou uma variação entre 9,70 a 19,11.

Para a fritura a 190°C o índice de iodo apresentou comportamento de aumento no teor do índice, com o aumento nas quantidades de fritura, onde pode-se observar que para o óleo de soja o teor de II apresentou uma variação entre 116,6 a 177,2, já o óleo de coco 13,6 a 14,7.

Pereira (2007), justifica a maior instauração dos óleos vegetais, ao apresentar maiores índices de iodo, com isso, que leva a conclusão que este comportamento tende a auxiliar o processo de oxidação dos óleos vegetais. A partir da observação, percebe-se que o óleo de soja apresenta característica mais favorável a oxidação, quando comparado com o óleo de coco, pois seus valores de II são bem maiores quando comparados os observados no óleo de coco, percebe-se que independente das temperaturas de fritura os óleos matém tais características.

Segundo Moretto e Fett (1998), quanto maior a insaturação de um ácido graxo, maior será a sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior será o índice de iodo. Por esta razão, o óleo de coco apresenta o menor índice de iodo em comparação com o óleo de soja.

Para Rios et al. (2013) o índice de iodo é considerado uma forma de verificar a degradação dos óleos comestíveis, onde percebe-se que para as amostras analisadas, a maior parte das amostras coletadas apresentaram comportamento fora do padrão exigido pela RDC n° 482, que estabelece um padrão de 120 a 143 para óleo de soja e 6 a 11 para óleo de coco, onde esse padrão é para óleos brutos, não após frituras ou processado.

Percebe-se que a fritura a 150°C, mostraram-se fora da norma, para os dois óleos utilizados. Os óleos utilizados para fritura a 170°C, percebe-se que o óleo de soja apresentou-se fora do padrão, já o óleo de coco, após a fritura das amostras a 10% de DO, o óleo apresentou-se oxidado. Quanto aos óleos submetidos a fritura a temperatura de 190°C, percebe-se que o óleo de coco apresentou-se fora dos padrões exigidos, já o óleo de soja, apresentou comportamento de oxidação após os últimos tratamentos fritos (15% DO).

Para Rios et al. (2013) ao estudarem vários óleos de fritura, verificaram comportamento de redução de II para o óleo de soja, que justifica o fato de ocorrer à quebra das duplas ligações resultante das reações de oxidação. O comportamento é diferente do observado no trabalho em estudo, pois para as amostras analisadas tenderam a aumentar os valores com o tempo de fritura.

4.5- Desidratação osmótica dos palitos de inhame

Nas Figuras 4.8 e 4.9 pode-se observar o ganho de sólido (%) e perda de peso (%), respectivamente, para os palitos de inhame submetidas a tratamento osmótico em soluções salinas com percentuais de 5, 10 e 15%.

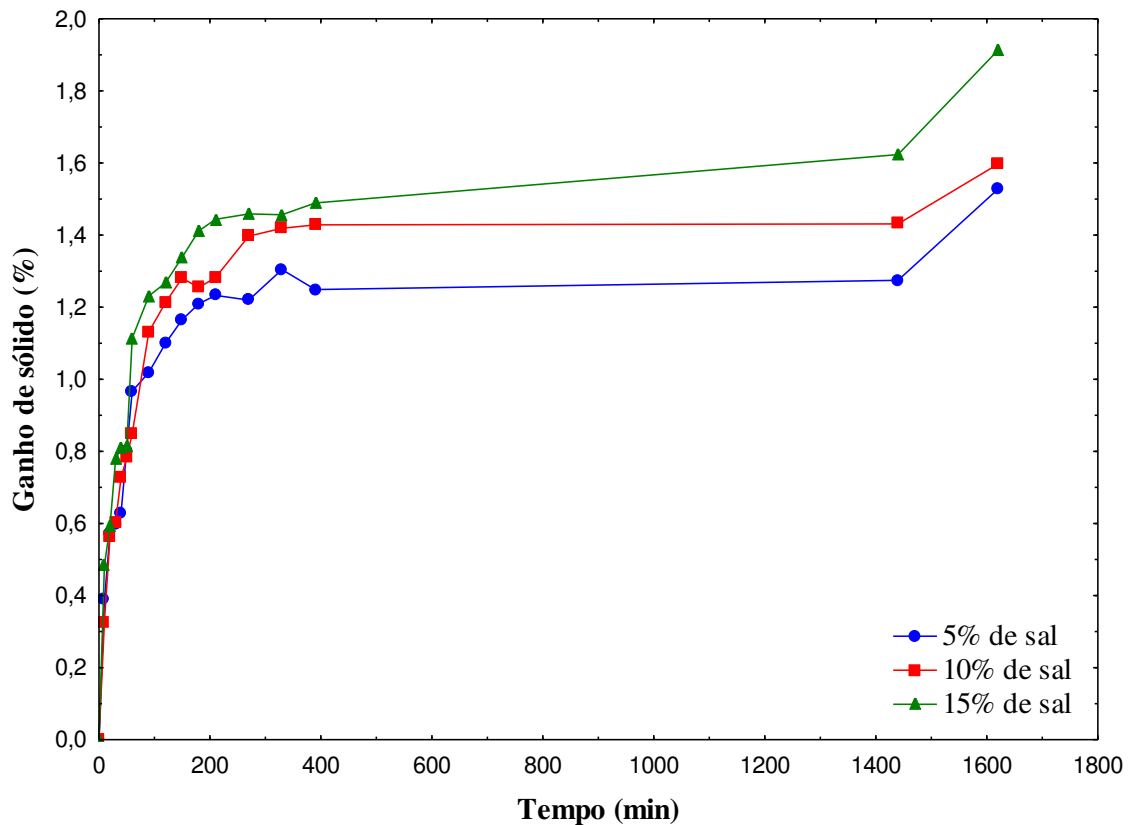


Figura 4.8- Ganho de sólido (%) dos palitos de inhame submetidos a desidratação osmótica em soluções salinas com concentrações de 5, 10 e 15%

Percebe-se que para o percentual de ganho de sólido ocorreu um maior incremento com o aumento do percentual de sal, podendo observar que até aproximadamente os 100 minutos de desidratação osmótica tinha-se um incremento médio de sólido de 0,8% para todos os as soluções utilizadas, a partir dos 100 minutos observa-se que a absorção de sal dos palitos de inhame vão sendo maiores a medida que a proporção de sal na solução é maior, quando o tempo de desidratação chega a 200 minutos verifica-se que para a solução de 5% um incremento $\pm 1,2\%$ de sólido, para a de 10% incremento de $\pm 1,3\%$ e para 15% valor de $\pm 1,5\%$ de sólido. Chegando próximo aos 400 minutos de DO, verifica-se que os valores absorvidos dos sólidos estão estáveis, tal estabilidade inicia-se a partir dos 200 minutos. Oliveira (2013) em DO de

batatas yacon verifica estabilidade nos percentuais de ganho se sólido a partir dos 300 minutos, considera a eficiência do processo nos 120 minutos, que ao se comparar com o estudo de DO em tiras de inhame, a partir dos 200 minutos, considera-se eficiente o processo.

No final do processo osmótico aos 1620 minutos tem um incremento de sólido de 1,52; 1,59 e 1,9 % para as soluções de 5, 10 e 15% de sal respectivamente, podendo ser percebido uma determinada estabilidade de ganho de sólido. Em que pode ser justificado por Hamledari et al., (2012), ao relatarem o aumento na quantidade do sal, força a ter um processo maior de redução de água do produto, levando a um aumento no conteúdo do ganho de sólido. Ribeiro et al.(2013) em estudos de DO em peixes, obteve comportamento semelhante, quando aumentou da concentração de NaCl e da temperatura de processo neste tratamento provocou um aumento na incorporação de cloretos e uma redução da atividade de água nas amostras.

Como o processo de desidratação osmótica em matérias primas são de custos elevados, então recomenda-se que a partir dos 400 minutos de osmose para palitos de inhame, seja o tempo necessário para absorver a quantidade de sólidos, no entanto, para o estudo, pode-se diagnosticar que o inhame sendo imerso em solução salina por mais de 10 minutos, não favorece ao paladar, pois deixa com o sabor muito acentuado do sal, isso foi comprovado através de teste sensorial. O fato da grande absorção de sal no inhame, pode ser justificado pela grande proporção volume da solução osmótica versus amostra, em que tinha a proporção 6:1, Lima et al. (2004) confirmam o fato de que a utilização de maiores proporções de solução osmótica minimiza o efeito da diluição da solução, aumentando a eficiência da desidratação.

As condições tempo, temperatura e a presença de vácuo na desidratação osmótica são fatores condicionantes na incorporação dos sólidos, quando então as temperaturas mais altas contribuem para este fenômeno, sendo observado por MARTINS et al (2008); QUEIJI e PESSOA (2011); AMARAL (2011); PESSOA (2011); VIANA et al. (2014).

Verifica-se que a perda de água (Figura 4.9) foi maior nas amostras imersas em soluções com maior concentração de sal, nos minutos iniciais observa-se que os valores são próximos, mas a partir dos 100 minutos de osmose, percebe-se uma diferença nos valores, onde as amostras imersas em solução com 5% de sal obteve uma perda de $\pm 13\%$ do seu peso, para a amostras a 10% de sal perdeu $\pm 15\%$ do peso e para 15% de sal $\pm 16\%$ do seu peso, em que

pode-se referir que a perda de peso relacionado ao teor de água da amostra ou alguns sólidos presentes na própria amostra. Quando o tempo de osmose chega aos 400 minutos os palitos de inhame apresentam uma determinada estabilidade nas perdas de peso, apresentando perdas de peso de ± 16 , 19 e 20% dos palitos, para as soluções de 5, 10 e 15% respectivamente. Aos 1400 minutos percebe que as perdas percentuais estão próximas as observadas na medida dos 400 minutos, no entanto ao final da desidratação osmótica tem as perdas de ± 21 , 22 e 27% dos pesos das amostras inseridas nas soluções de 5, 10 e 15% de sal.

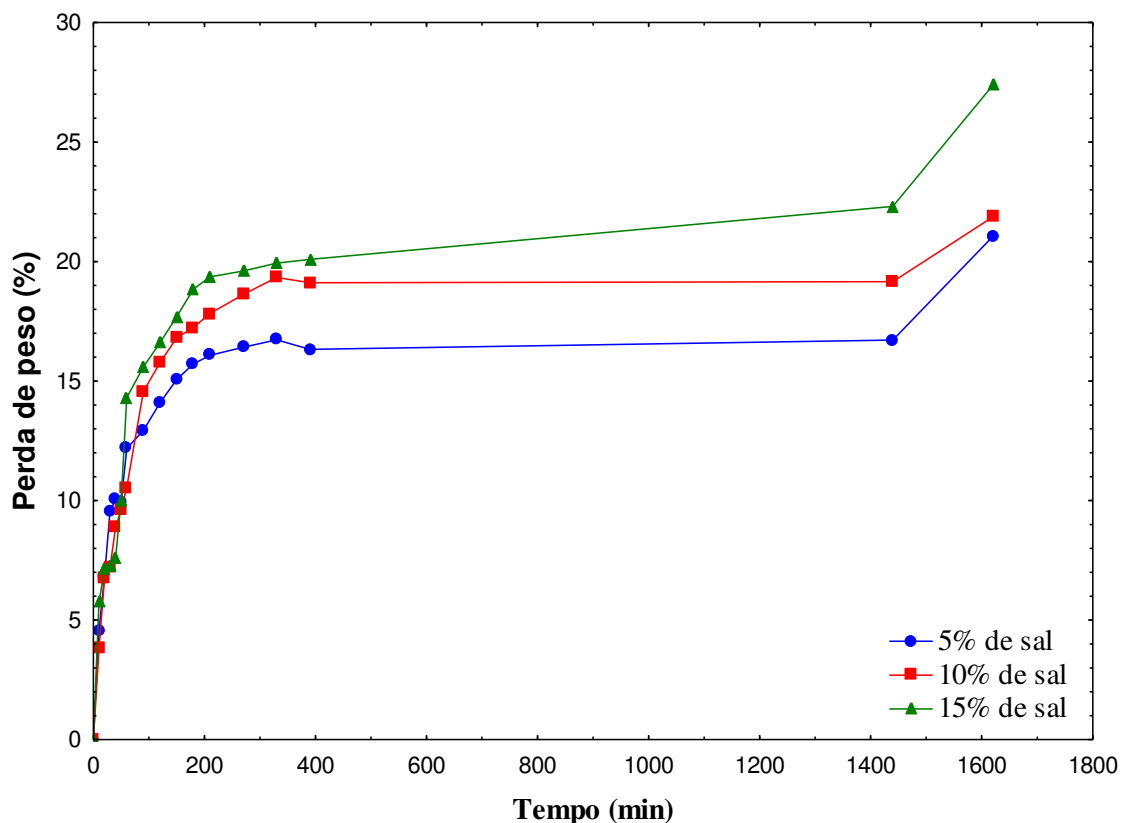


Figura 4.9- Perda de peso (%) dos palitos de inhame submetidos a desidratação osmótica em soluções salinas com concentrações de 5, 10 e 15%

A concentração do soluto é fator preponderante na perda de água, assim com aumento na concentração de soluto da solução osmótica aumenta a perda de água devido ao aumento do gradiente de concentração de soluto entre a solução e o alimento, com consequente aumento da pressão (CARCEL et al., 2007; HAMLEDARI et al., 2012).

Borin et al.(2008) em DO de aboboras conduzida em soluções de sacarose e sacarose-NaCl, diagnosticou eficiência nas duas primeiras horas do processo, período em que ocorre grande saída de água, no entanto considera a solução mais eficaz a composta com 3% de sal.

ORLANDIN et al. (2010) ao desidratar tomates usando solução binária (sacarose + NaCl), pode observar que foi mais eficiente que utilizando só NaCl, em que justifica que o acréscimo do NaCl na solução faz com que ocorra um aumento na pressão osmótica, decorrendo da capacidade de diminuir a atividade de água. Para Tonon et al. (2006) com relação composição da solução, quanto maior o teor de sal utilizado, maior foi a perda de água apresentada pelas amostras e seu equilíbrio de DO foi no tempo de 3 horas. A presença do NaCl provoca uma redução da atividade de água da solução, aumentando, assim, a força motriz que provoca a saída de água do produto.

Freitas et al. (2011) ao realizar DO com tomates em soluções salinas (3, 6 e 9%) adicionadas de substâncias aromáticas (coentro, alecrim e manjericão) observou que o aumento da concentração da solução de NaCl ocorreu um maior percentual de perda de massa e ganho de sólido dos tomates, independente da substância aromática utilizada, encontrou o tempo de equilibrou aos 240 minutos.

Baroni e Hubinger (1999) ao desidratar pedaços quadrados de cebolas, verificou que poderia ocorrer uma parcial desidratação ao realizar a imersão em solução de cloreto de sódio. As maiores taxas de remoção de água e impregnação de sal foram observadas no início do processo, no total o estudo durou 4 horas de DO. Em geral, quanto maior foi a concentração e temperatura usada, maior foi a remoção de água e maior o teor de sal nas cebolas.

Antonio et al. (2008) ao estudar desidratação osmótica de batata doce em solução ternária, conclui que a taxa de perda de água durante a desidratação osmótica de batata-doce foi diretamente relacionada à concentração da solução. Um efeito antagonista entre os dois solutos (sacarose e NaCl) foi observada, onde a interação positiva sal-sacarose efeito sobre o teor de sólidos solúveis determinou uma redução de sólido absorvido quando NaCl e sacarose estavam em concentrações máximas (50% de sacarose / NaCl a 10%).

4.6- Características química e físico-químicas dos palitos de inhame *In natura* e após desidratação osmótica

Nas Tabelas 4.15 e 4.16 encontram-se os valores médios das características químicas e físico- químicas dos palitos inhame *In natura* e após os tratamentos osmóticos de 5, 10 e 15% de sal.

Tabela 4.15- Características químicas e físico- químicas dos palitos inhame *In natura* e após os tratamentos osmóticos de 5, 10 e 15% de sal

Tratamentos	Teor de água (%)	Atividade de água	pH	Acidez	Amido (%)	Lipídeos (%)	Teor de sódio (%)
<i>In natura</i>	76,25 a	0,997 a	6,22 a	0,520 a	27,233 c	0,594 a	0,106 d
5% de DO	68,61 b	0,985 b	6,33 a	0,521 a	32,984 a	0,594 a	0,517 c
10% de DO	66,67 b	0,979 c	6,24 a	0,437 b	32,984 a	0,589 a	0,540 b
15% de DO	65,45 b	0,977 c	6,32 a	0,437 b	31,169 b	0,595 a	0,559 a
DMS	3,2777	0,0044	0,1145	0.06620	1,3761	0,0138	0,0115
C.V.	1,81	0,17	0,70	5,29	1,69	0,90	1,03

Para o teor de água das amostras, verifica-se que estes diminuem a medida que se aumenta a concentração de sal na solução osmótica, onde a amostra com maior média foi *In natura* com 76,26% de água, já os palitos de inhame com menor valor foram após a desidratação em solução salina de 15%. Para a atividade de água, a amostra apresentou o mesmo comportamento, em que o maior valor médio foi para a amostra *In natura* com 0,997 e o menor valor para amostra imersa em solução com 15% de sal apresentando a média 0,977. O comportamento apresentando ocorreu devido o fator desidratação, onde a medida que se retira água do alimento esses valores tendem a diminuir, contribuindo para uma menor proliferação de microrganismos. Aquino et al. (2011) ao avaliarem as características de inhame para produção de farinha obtiveram médias de teor de água $64,8 \pm 0,2$ e atividade de água $0,920 \pm 0,030$. Nunes (2009) ao estudar inhame para produção de fécula, encontraram na sua matéria prima o teor de água $73,90\% \pm 1,46$, Rogério e Leonel (2004) em estudo de chips de inhame, encontrou teor de água $89,69 \pm 0,74$ para o produto antes da fritura. Leonel e Cereda (2002) encontraram valores $75,30 \pm 0,97$ ao analisar tuberosas amiláceas. Paula et al. (2012) ao avaliarem variedades de inhame cará, observou valores que variaram entre 68,9 a 72,1% no teor de água, pode-se perceber que os valores encontrados no estual atual de inhame, estão próximos aos da literatura citada.

Quanto ao pH dos palitos de inhame, pode-se perceber que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos utilizados, em que seus valores variaram entre 6,22 a 6,33. Nunes (2009) em seu estudo encontraram menores valores de pH $5,52 \pm 0,01$, Leonel e Cereda (2002) encontraram valores próximos ao da pesquisa $6,13 \pm 0,07$ mesmo teor encontrado por LEONEL et al.(2005).

Para a acidez pode-se observar que os palitos de inhame que foram imersas em solução salina de maior concentração (10 e 15%) apresentaram menores valores 0,437, já as amostras *In natura* e imersas na solução de 5% de sal, apresentou média de acidez 0,521. Nunes(2009) encontraram valores mais altos de acidez $1,07 \pm 0,18$, já Leonel e Cereda (2002) valores $6,66 \pm 0,08$, demonstrando ser maior que os observados na pesquisa. Brito et al.(2011) ao analisarem inhames processados minimamente encontraram valores médios de acidez 0,06 (ácido cítrico).

A quantidade de amido observada nas amostras, pode-se perceber que o conteúdo da amostra *In natura* (27,23%) é menor quando comparado com as amostras após DO, as amostras após DO apresentam valores maiores que 30%, podendo verificar que os maiores valores foram apresentados nas amostras de após desidratação de 5 e 10% de sal, esse incremento no percentual de amido, pode ser justificado pelo fato da osmose fazer com que o alimento obtenha um menor percentual de água, assim ocorre uma concentração do parâmetro analisado. Nunes (2009) em seu estudo encontrou teor de amido de $17,30 \pm 0,14$ na amostra *In natura*, já Leonel e Cereda (2002) um teor de amido de $20,43 \pm 0,13$. Oliveira et al. (2002) avaliaram vários tipos de adubação na qualidade dos rizomas, encontraram valores próximos de 31,6%, o que justifica a variação do teor de amido, com as características relacionadas a variedade cultivada, épocas de colheita, maturação e os tratamentos culturais utilizados. Paula et al. (2012) ao analisarem a quantidade de carboidratos, verificam variação entre 87,3 a 91,3, que considera um alimento de alto valor energético devido ao teor de carboidratos totais, predominantemente presente na forma de amido. Os teores de amido encontrados por Brito et al. (2011) são próximos aos observados no estudo atual, com teor médio 29,5%.

As amostras analisadas apresentaram valores de lipídeos variando entre 0,594 a 0,595, podendo verificar que não houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados. Nunes (2009) encontraram valores médios $2,65 \pm 0,13$, bem maior que os apresentados no estudo. Já Rogério e Leonel (2004) analisaram a matéria prima inhame observaram valores médios de $0,04 \pm 0,01$. Paula et al. (2012) encontraram valores entre 0,25 a 0,45 em sua pesquisa diferentes variedades de inhame. Já Brito et al. (2011) observaram valores de 0,86% de lipídeos em inhame minimamente processados.

A quantidade de sódio presente nas amostras variou de acordo com o a solução em que os palitos de inhame foram imersas. Para os palitos de inhame *In natura* observa-se valores médios 0,106%, depois da desidratação osmótica apresentam valores médios 0,517; 0,540 e 0,559 para as amostras imersas em 5, 10 e 15% de sal respectivamente.

Para a análise de cor pode-se verificar as seguintes características de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho ($+a^*$) e intensidade de amarelo ($+b^*$) dos palitos de inhame *In natura* e após desidratação osmótica (Tabela 4.17), observa-se que os valores de luminosidade diminuiram a medida que foram imersos nas soluções salinas, onde a amostra *In natura*

apresenta um valor de 85,263, após a DO os valores 83,276; 74,593 e 73,666 para as concentrações osmóticas de 5, 10 e 15% respectivamente. Tal fato pode ocorrer devido ao escurecimento enzimático. Brito et al.(2011) ao estudar amostras processadas minimamente verificou valores L* entre 67,7 e 67,1, para o tratamento controle e o processado, respectivamente.

Tabela 4.16– Análise de cor do inhame *In natura* e após tratamentos osmóticos

	L	a	b
<i>In natura</i>	85,263 a	-1,186 a	25,150 a
5% de DO	83,276 b	-0,866 b	26,450 a
10% de DO	74,593 c	-0,760 bc	16,550 a
15% de DO	73,666 c	-0,660 c	29,296 a
DMS	1,3031	0,1167	15,8883
C.V.	0,63	5,14	24,94

Quanto a intensidade de vermelho (a*) pode-se observar que amostras obtiveram valores menores que zero, que segundo Minolta (1994) tendem apresentar variação de cor para proximidade do verde, tal observação pode ser influenciada pela maturação que a matéria prima foi colhida. Os valores de “a*” diminuíram com o processo de desidratação, em que a *In natura* apresentou o valor -1,186 e para os tratamentos após osmose -0,866; -0,760 e -0,660 para 5, 10 e 15% de solução salina respectivamente.

Para a intensidade de amarelo (b*) identifica-se valores próximos em todos os tratamentos utilizados, que demonstram serem iguais estatisticamente. Os valores observados são maiores que zero, pode-se considerar que ocorreu uma maior presença da cor amarela. A amostra que apresentou maior valor (29,296) de “b*” foi as após DO com em solução salina de 15%, já o menor valor (16,55) foi observado na amostra a imersa em solução contendo 10% de sal. O fato de apresentar uma coloração mais amarelada pode estar relacionado a variedade de inhame que foi utilizada no experimento. Brito et al. (2011) em seu estudo encontrou valores próximos, onde o tratamento controle teve média de 30,3 e para o inhame processado minimamente 26,8.

4.7- Características químicas e físico-químicas dos palitos de inhame após fritura

Nas Tabelas de 4.17 a 4.36 encontram-se os parâmetros químicos e físico-químico dos palitos de inhame após frituras, em óleo de coco e de soja a temperaturas de 150, 170 e 190°C.

4.7.1- Teor de água

Para o parâmetro teor de água, pode-se observar que a temperatura de 150°C todos os tratamentos (óleos, DO, óleo x DO) utilizados apresentaram diferença significativas, já para as temperaturas de 170 e 190°C só não ocorreu diferença significativa para a interação entre os óleos x DO.

Tabela 4.17- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro teor de água (%), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – teor de água		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	1433,331**	211,152**	40,586*
DO	3	377,126**	234,771**	226,444**
Óleo x DO	3	123,878**	9,278ns	8,392ns
Tratamentos	7	419,477**	134,757**	106,442**
Resíduo	16	0,8231	4,878	8,495
C.V (%)		3,12	6,12	10,36

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Ao avaliar a presença de água nos palitos de inhame fritos (Tabela 4.18), em todas as temperaturas estudadas pode-se perceber que as amostras fritas em óleo de coco apresentaram menores percentuais de teor de água, sendo que a temperatura de 150°C, os palitos de inhame apresentaram valores menores que para as outras temperaturas estudadas, tal fato pode ser justificado por passar um maior tempo de imersão nos óleos estudados. Observa-se que as médias foram menores a medida que aumentou-se o percentual de sal das desidratações, independente do óleo de fritura utilizado, tal fato pode ser justificado, pois parte da água da matéria prima já havia sido perdida na fase anterior (DO).

Tabela 4.18 - Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro teor de água

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	33,910 bA	18,531 bB	17,937 bB	15,010 bC
Soja	46,304 aA	43,959 aB	29,749 aC	27,199 aD
DMS	Colunas = 1,571		Linhas = 2,121	
*Fritura 170°C				
Coco	42,925	32,007	28,585	28,904
Soja	46,797	40,068	36,694	32,591
*Fritura 190°C				
Coco	32,221	30,312	24,722	20,062
Soja	33,532	36,380	26,837	20,971

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

*Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Para a temperatura de 150°C verifica-se que os valores médios variaram de 33% para 15%, entre a amostra testemunha (sem DO) e a amostra submetida a DO de 15% de sal, para o óleo de coco, já as amostras submetidas a fritura em óleo de soja variou entre 46% para 27%, testemunha e 15%DO respectivamente.

Quanto a temperatura de fritura a 170°C, observa-se que os valores médios do teor de água para as amostras fritas em óleo de coco variaram de 42 a 28%, já as amostras fritas em óleo de soja as médias foram de 46 a 32% de água. Para a temperatura de fritura 190°C, os palitos submetidas a fritura em óleo de coco, obteve médias entre 32 a 20% de água após as frituras, já as submetidas as frituras em óleo de soja obtiveram valores médios entre 33 a 20%. Pode-se perceber que a fritura a temperatura de 190°C, mostrou-se eficaz, pois no menor tempo de fritura obteve-se teor de água próximos para os óleos utilizados. Fator importante os estabelecimentos comerciais, o tempo de produção, onde o processo de produção tem que ser consideravelmente rápido para atender um maior número de clientes.

Rogério e Leonel (2004) ao estudarem frituras de inhame para obtenção de chips, em diferentes espessuras (1,5 e 2,0mm), encontrou valores bem menores que o estudo de tiras de

inhame fritas, variando entre 9,77 a 2,88 (g/100 g). Já Damy e Jorge (2003) em babatas fritas a 170°C encontrou valores médios 14,5% e para 180°C 7,6%, no entanto o tempo de fritura foi maior que o atual estudo. Jorge e Lunardi (2005) encontraram valor médio de 12,68% de batatas fritas a temperatura de 175°C em óleo de soja por um tempo de 8,50 horas.

Oliveira (2012) ao estudar a produção de chips de batata doce, encontrou um valor máximo de teor de água de 17,76 %, no entanto utilizou como pré tratamento secagens em estufa. Para Matsuoka (2009) em mandiocas fritas em formato de toletes, observou que o teor de água variou de acordo com o pré tratamento (cozimento) entre 42 a 33% de água e com tempo de fritura variando entre 7 e 9 minutos. Silva et al. (2003) encontrou valores de 58% de teor água nas amostras de babatas fritas em óleo de soja, observou que o uso de gordura vegetal na fritura, obteve menor (47%) teor de água nas batatas. Lima e Bruno (2007) em fritura de manga encontrou valores de 16% de teor de água. Assim pode-se relacionar os valores observados na atual pesquisa com os valores da literatura, que apresentam coerência com os estudos de fritura de diversos tubérculos.

Os valores de teor de água de amostra fritas podem variar de acordo com pré tratamento como: cocção, desidratação osmótica e secagem em estufa; com o formato: palitos ou chips, como a espessura e o tamanho da matéria prima que será submetida ao processo de fritura. Isso pode ser verificado em diversos trabalhos como o de Santos et al. (2011) ao fritar chips de babata doce a 180°C após desidratação osmótica e sem DO, observou valores médios de 22 e 66% de água respectivamente. Já Ferrarezzo (2011) com mandioca chips, moldada e frita encontrou valores variando entre 0,92 a 15,1%, onde suas formulações variaram entre mandioca cozida e crua, com percentuais diferentes na composição. Peluola Adeyemi e Abdus Salaam (2015) os autores, ao avaliarem o efeito da qualidade da fritura em batatas doces chips, verificaram que a influência do pré tratamento, como maior tempo e temperatura do branqueamento, tempo de fritura influenciam da quantidade de água das batatas chips, sugerindo como indicação branqueamento a 70°C por 5 minutos e tempo de fritura de 6 minutos a 170°C.

Vitrac et al (2002) ao estudaram os fenômenos de transferência de calor durante o processo de fritura de chips de mandioca, observaram que a perda de água durante o processo

de fritura ocorre em duas etapas e que a absorção de óleo depende da quantidade de água final do produto e da temperatura de fritura.

Sobukola et al. (2007) em fritura de chips de inhame, encontrou resultados em que demonstram a fritura por imersão de fatias de chips de inhame e um método rápido de secagem, em que a taxa de perda de umidade é significativamente influenciada pela temperatura de fritura e pela matéria seca inicial dos tubérculos, assim pode-se dizer que os palitos de inhame também sofreram influência dos processos de desidratação osmótica.

4.7.2- Atividade de água

Ao avaliar o parâmetro atividade de água dos palitos de inhame fritos em óleo de coco e de soja (Tabela 4.19), verifica-se através do resumo da ANOVA que para as temperaturas estudadas de fritura 150; 170 e 190°C, os tratamentos utilizados apresentaram-se significativos a 5% de probabilidade. Podendo observar que as interações entre óleo x DO também foram significativas, assim os desdobramentos de suas médias foram apresentados na Tabela 4.20.

Tabela 4.19- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro atividade de água, avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – atividade de água		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	0,0193**	0,0398**	0,1170**
DO	3	0,027**	0,0231**	0,0201**
Óleo x DO	3	0,027**	0,0042**	0,0012**
Tratamentos	7	0,0160**	0,0174**	0,0259**
Resíduo	16	0,0000	0,0000	0,000
C.V (%)		0,74	0,74	0,88

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Para a atividade de água (Tabela 4.20) pode-se observar que os pré tratamentos influenciaram em tal medida, observando que ao aumentar a concentração de sal nas soluções de desidratação osmótica, apresentaram menores valores de atividade de água para todas as

temperaturas de fritura estudadas e para os dois tipos de óleos utilizados. Para a temperatura de 150°C nas frituras com óleos de coco observou 0,918 para a testemunha e 0,830 para os palitos submetidas a DO com 15% de sal, já o óleo de soja variou de 0,905 a 0,709.

Tabela 4.20 - Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 179 e 190°C para o parâmetro atividade de água

Óleos	Tratamentos osmótico - Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	0,918 aA	0,820 aB	0,801 aC	0,830 aB
Soja	0,905 bA	0,794 bB	0,734 bC	0,709 bD
DMS	Colunas = 0,010		Linhas = 0,014	
*Fritura 170°C				
Coco	0,967 aA	0,945 aB	0,903 aC	0,890 aC
Soja	0,957 aA	0,873 bB	0,791 bC	0,759 bD
DMS	Colunas =0,0113		Linhas = 0,0152	
*Fritura 190°C				
Coco	0,957 aA	0,933 aB	0,906 aC	0,850 aD
Soja	0,855 bA	0,799 bB	0,743 bC	0,691 bD
DMS	Colunas = 0,0128		Linhas = 0,0173	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

*Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Quanto aos valores observados para a temperatura de 170°C observou-se que para óleo de coco variou de 0,967 a 0,890, e para o óleo de soja 0,957 a 0,759, para testemunha e para os palitos de inhame após DO em solução de 15% de sal respectivamente. Ao observar a atividade de água para a temperatura de 190°C encontrou-se os valores médios variando entre 0,957 a 0,850 para o óleo de coco e 0,855 a 0,691 para óleo de soja, para testemunha e para os palitos de inhame após DO em solução de 15% de sal respectivamente.

Pode-se verificar que o óleo de soja influenciou em menores valores de atividade de água, para todos os tratamentos utilizados e nas temperaturas de frituras que os palitos de inhame foram submetidos, no entanto os menores valores médios foram observados para a temperatura de 190°C. A atividade de água está relacionada ao desenvolvimento de microrganismos, onde estes necessitam de água para sua sobrevivência, são fatores condicionantes para diminuição

de atividade de água, a presença de NaCl e sacarose, onde favorecem a diminuição desse parâmetro (FRANCO e LANDGRAF, 2008). Mas os tratamentos osmóticos e fritura diminuíram em parte a presença da atividade água das amostras, mas continuou deixando-as suscetíveis a proliferação de microrganismos. Em que pode ser justificado por Coultate (1996) onde demonstra que o valor de atividade de varia de zero a um, sendo que abaixo de 0,6 a multiplicação de microrganismos é inviabilizada.

Em seu estudo de mandioca chips Ferrarezzo (2011), encontrou valores que variaram entre 0,40 a 0,92, que justifica pelas formulações que usou na fabricação dos chips, onde utilizou massa de mandioca cozida e massa de mandioca seca, por isso justifica encontrar valores baixos de atividade de água, menores que os observados no estudo dos palitos fritos de inhame. Oliveira (2012) em batata doce chips encontrou valores que variaram entre 0,409 a 0,528, mas esses valores baixos, são justificados pela espessura em que as batatas foram cortadas e os pré tratamentos como a secagem em estufa. Já Lima e Bruno (2007) em mangas chips encontrou valor médio 0,675 para a manga após fritura, pré tratada em DO com sacarose.

4.7.3- Acidez

Quanto ao parâmetro acidez, pode-se verificar o resumo da ANOVA (Tabela 4.21), em que observa-se que todos os tratamentos utilizados apresentaram-se significativos a 5% de probabilidade. Para a Tabela 4.22 encontram-se as interações significativas do parâmetro acidez dos palitos de inhame fritos, entre os tratamentos osmóticos (DO) x óleos, para as temperaturas de fritura 150; 170 e 190°C.

Tabela 4.21- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro acidez (g ac. oleico/100 g), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – Acidez		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	0,01357**	0,00128**	0,00157**
DO	3	0,00171**	0,00043**	0,00313**
Óleo x DO	3	0,00135**	0,00018**	0,00163**
Tratamentos	7	0,00325**	0,00044**	0,00226**
Resíduo	16	0,00000	0,00000	0,00004
C.V (%)		0,34	0,60	1,98

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Ao avaliar o parâmetro acidez (Tabela 4.22) dos palitos de inhame fritos, pode-se observar que as variações dos valores médios foram mínimas, para todas as temperaturas de fritura e os tratamentos em que os palitoa foram submetidos.

Tabela 4.22 - Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro acidez

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	0,348 aB	0,354 aA	0,348 aB	0,348 aB
Soja	0,330 bA	0,330 bA	0,275 bB	0,275 bB
DMS	Colunas = 0,001		Linhas = 0,002	
Fritura 170°C				
Coco	0,331 aB	0,339 bA	0,333 bB	0,339 bA
Soja	0,330 aB	0,356 aA	0,357 aA	0,357 aA
DMS	Linhas = 0,004		Colunas = 0,003	
Fritura 190°C				
Coco	0,366 aA	0,333 aB	0,335 aB	0,339 bB
Soja	0,347 bA	0,330 aB	0,275 bC	0,357 aA
DMS	Colunas = 0,011		Linhas = 0,015	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

*Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Para a temperatura de fritura a 150°C, observa-se que as médias das amostras fritas em óleo de soja foram menores, variando entre 0,330 a 0,275, não sofrendo influência do processo osmótico, já os palitos fritos em óleo de coco apresentaram médias variando entre 0,348 a 0,354.

Os palitos de inhame fritos a 170°C, apresentou comportamento semelhante, em que a variação dos valores de acidez foi baixa entre as amostras, no entanto as amostras fritas em óleo de soja apresentaram médias relativamente maiores, onde variou de 0,330 a 0,357, já as amostras fritas em óleo de coco apresentaram médias que variaram entre 0,331 a 0,339, podendo verificar que não sofreram influência do pré tratamento (DO).

Quanto a acidez para os palitos de inhame fritos a 190°C apresentaram pequenas variações, para a fritura com óleo de coco a testemunha apresentou a maior média com 0,366, já para o óleo de soja a fritura após a DO com 15% de solução salina apresentou maior média 0,357.

Lima e Bruno (2007) avaliaram a acidez em mangas chips, após fritura e durante armazenamento por 124, encontrou valo de 0,60, e durante seu armazenamento variação entre 0,58 a 0,60. Já Santos et al. (2011) quando avaliaram tal parâmetro em batata doce fritas com e sem pre tratamento osmótico encontraram os seguintes valores 0,15 e 0,68, respectivamente. Dessa forma pode-se verificar que os valores encontrados pelos autores citadas foram bem diferentes dos encontrados nas amostras de palitos de inhame fritos, podendo ser justificado pela composição que o inhame apresenta naturalmente.

4.7.4- pH

Na Tabela 4.23 encontra-se o resumo da ANOVA do parâmetro pH, para tiras de inhame, pré tratadas por soluções osmóticas, submetidas a fritura em óleo de coco e soja nas temperaturas de 150; 170 e 190, onde para as temperaturas de 150 e 190°C todos os tratamentos avaliados foram significativos a 5%, já para a temperatura de 170°C só não mostrou-se significativo o tratamento óleos. Para o parâmetro pH, todas as temperaturas de fritura estudadas obtiveram interações significativas entre óleo x DO, na Tabela 4.24 encontram-se seus valores médios da interação.

Tabela 4.23- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro pH, avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – pH		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	0,0504**	0,0057ns	0,0876**
DO	3	0,0068**	0,0134**	0,1507**
Óleo x DO	3	0,0038**	0,0091*	0,1140**
Tratamentos	7	0,0118**	0,0104**	0,1260**
Resíduo	16	0,0004	0,0018	0,0008
C.V (%)		0,050	0,70	0,46

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Ao avaliar os valores médios de potencial hidrogênico (Tabela 4.24), percebe-se que ocorreu pequenas variações nos seus valores, apresentando variação entre 6,05 a 6,74, para todas as condições que as amostras foram submetidas na obtenção de palitos de inhame fritos. Para Franco e Landgraf (2008) o pH também é fator determinante na proliferação de microrganismos, assim como a atividade de água. Então valores próximos em torno da neutralidade, isto é, entre 6,5 e 7,5, é o mais favorável para a proliferação de microrganismos.

Tabela 4.25 - Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro pH

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	6,40bB	6,48 bA	6,41 bB	6,40 bB
Soja	6,45 aB	6,53 aA	6,52 aA	6,55 aA
DMS	Colunas = 0,037		Linhas = 0,050	
Fritura 170°C				
Coco	6,05 bC	6,21 aA	6,10 aBC	6,20 aAB
Soja	6,20 aA	6,19 aA	6,11 aA	6,19 aA
DMS	Colunas = 0,074		Linhas = 0,101	
Fritura 190°C				
Coco	6,74 aA	6,10 bC	6,14 bC	6,22 aB
Soja	6,21 bA	6,16 aAB	6,20 aAB	6,14 bB
DMS	Colunas = 0,049		Linhas = 0,067	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Quando avalia-se a temperatura de fritura a 150°C pode-se observar que as amostras fritas em óleo de soja apresentaram maiores valores de pH, variando entre 6,45 a 6,55, no entanto os pré tratamentos em que os palitos de inhame foram submetidos, não influenciou em um comportamento específico. Os palitos de inhame fritos em óleo de coco apresentaram as médias variando entre 6,40 a 6,48. Já os palitos fritos a temperatura de 170°C apresentaram variações entre 6,05 a 6,20 para amostras fritas em óleo de coco e 6,11 a 6,20 para amostras imersas em fritura com óleo de soja. Para as amostras submetidas a fritura em temperatura de 190°C observou-se valores médios variando entre 6,10 a 6,74 para a fritura com óleo de coco e 6,14 a 6,21 para amostras fritas em óleo de soja.

Lima e Bruno (2007) avaliaram as características de manga chips, encontrou valores que variaram entre 3,9 e 5,1 em armazenamento por 124 dias, esses valores são baixos devido a própria característica do produto, onde a manga como matéria prima apresenta acidez acentuada, pois as frutas apresentam uma maior quantidade de ácidos orgânicos na sua composição. Santos et al.(2011) em batata doce chips pré tratadas com desidratação osmótica, encontrou valores 5,32 e 5,41, em que o tratamento osmótico lhe conferiu um maior valor de pH, quando comparadas com as amostras fritas após o processamento. Os palitos de inhame apresentam maiores valores que os encontrados pelos autores citados, tal comportamento pode estar relacionado a composição da matéria prima, não sofrendo influência do processo de fritura.

4.7.5- Teor de amido

Na Tabela 4.25 encontra-se o resumo da ANOVA para o parâmetro amido (%) dos palitos de inhame pré tratadas por DO em solução salina, seguida de fritura em óleo de coco e de soja nas temperaturas de 150; 170 e 190°C, pode-se observar que as temperaturas de fritura 150 e 170°C foram significativos (5%) para todos os tratamentos utilizados, já para a temperatura de fritura a 190°C a interação óleo x DO não foi significativo.

Tabela 4.25- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro amido (%), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – Amido		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	2004,412**	953,914**	163,515**
DO	3	427,435**	92,915**	76,558**
Óleo x DO	3	175,130**	259,308**	9,624 ns
Tratamentos	7	544,587**	287,226**	60,294**
Resíduo	16	1,083	2,107	5,620
C.V (%)		1,98	3,03	4,24

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Para o percentual de amido presente nas amostras de palitos de inhame fritos nas condições estudadas, verifica-se que ocorreu um aumento no percentual, quando comparadas com as amostras *In natura* em que apresentaram uma variação média de 30% de amido. Após as frituras verifica-se que a variação percentual entre todas as condições descritas na Tabela 4,26, com valores médios entre 39,261 a 75,775% de amido. O fato pode ser justificado pela quantidade de água em que os palitos de inhame perderam durante o processo de fritura, podendo ocorrer uma concentração do componente em estudo no produto frito, outro fator pode estar intrínseco a qualidade da matéria prima, relacionando as condições de tratamentos culturais no processo produtivo e a maturação que a matéria prima foi colhida.

Tabela 4.26 - Desdobramento da interação entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro amido

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	43,867 aD	74,775 aA	67,102 aB	61,250 aC
Soja	41,753 bC	50,165 bA	44,455 bB	37,513 bD
DMS	Colunas = 1,802		Linhas = 2,433	
Fritura 170°C				
Coco	45,865 aC	48,366 bC	57,864 aB	64,878 aA
Soja	39,261 bB	51,117 aA	37,608 bB	38,552 bB
DMS	Colunas = 2,514		Linhas = 3,394	
*Fritura 190°C				
Coco	63,377	61,780	54,231	54,928
Soja	56,924	53,687	51,789	51,035

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

*Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Quando avaliou-se os palitos de inhame após a fritura na temperatura de 150°C, pode-se observar que os palitos fritos em óleo de coco apresentaram maiores valores médios que os palitos fritos em óleo de soja, no entanto os palitos pré tratadas em osmose com solução a 5% de sal, apresentaram os maiores percentuais de amido com 74,775 e 50,165% para fritura com óleo de coco e de soja, respectivamente. Para a fritura dos palitos de inhame a 170°C pode-se observar que os maiores percentuais de amido foram encontrados nas amostras fritas em óleo de coco e pré tratadas, com os valores 45,865, 57,864 e 64,878% para testemunha; 10 e 15% de DO, respectivamente, já a amostra frita em óleo de soja que apresentou maior teor de amido foi pré tratada com 5% de solução salina com 51,117% de amido.

As amostras fritas a 190°C apresentaram um comportamento decrescente a medida que acrescentou-se sal nas soluções osmóticas, mostrando uma variação percentual de 63,377 a 54,928 para os palitos fritos em óleo de coco e 56,924 a 51,035 para os palitos fritos em óleo de soja. Pode-se observar que os percentuais de amido obtidos nas amostras fritas em óleo de coco foram maiores que os percentuais verificados para a fritura com óleo de soja.

4.7.6- Teor de cloreto de sódio

Para o parâmetro teor de cloreto de sódio dos palitos de inhame pré tratadas em soluções osmóticas salinas, seguida de fritura em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C, pode-se observar o resumo da ANOVA na Tabela 4.27, que foram significativos a 5%, todos os tratamentos que os palitos de inhame foram submetidos. Para as interações significativas óleo x DO, encontram-se os valores médios na Tabela 4.29 com o desdobramento da interação.

Tabela 4.27- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro teor de cloreto de sódio, avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – Teor de sódio		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	0,7937**	1,2808**	1,4046**
DO	3	0,0245**	0,0425**	0,0354**
Óleo x DO	3	0,0011**	0,0077**	0,0034**
Tratamentos	7	0,1244**	0,2045**	0,2173**
Resíduo	16	0,0000	0,0000	0,0000
C.V (%)		2,05	1,21	0,68

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

O percentual de teor de cloreto de sódio (Tabela 4.28) observado durante o processo de obtenção de tiras de inhame fritas, apresentaram comportamento similar para todas as temperaturas de fritura e óleos utilizados no estudo, em que com o acréscimo da quantidade de sal na solução osmótica, apresentou um determinado aumento no percentual de cloreto de sódio observado, no entanto, ao avaliar os tipos de óleo de fritura, pode-se verificar que as amostras fritas com óleo de coco apresentaram menores percentuais de sódio que as amostras fritas em óleo de soja.

Tabela 4.28 - Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmótico e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150°C para o parâmetro teor de cloreto de sódio

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	0,129 bC	0,208 bB	0,221 bB	0,269 bA
Soja	0,493 aD	0,534 aC	0,600 aB	0,657 aA
DMS	Colunas = 0,013		Linhas = 0,018	
Fritura 170°C				
Coco	0,104 bD	0,134 bC	0,168 bB	0,234 bA
Soja	0,518 aC	0,525 aC	0,709 aB	0,736 aA
DMS	Colunas = 0,008		Linhas = 0,011	
Fritura 190°C				
Coco	0,105 bD	0,136 bC	0,171 bB	0,246 bA
Soja	0,523 aD	0,662 aB	0,652 aC	0,757 aA
DMS	Colunas = 0,004		Linhas = 0,006	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Para a temperatura de fritura a 150°C o teor de cloreto de sódio variou entre 0,129 a 0,269% para as amostras fritas em óleo de coco e de 0,493 a 0,657% para as amostras imersas na fritura em óleo de soja. Já para a temperatura de 170°C, os valores variaram entre 0,104 a 0,234% para a fritura com o óleo de coco e 0,518 a 0,736% para o óleo de soja. Os percentuais observados para a temperatura de fritura de 190°C variou entre 0,105 a 0,246%, para a fritura com o óleo de coco e 0,523 a 0,757% para a fritura com óleo de soja. Fato interessante a se notar, é que os valores percentuais observados para as amostras fritas em óleo de soja a 190°C foi o que apresentou as maiores médias.

Montanher (2010) encontrou valores próximos ao estudo de tiras de inhame fritas, ao avaliar 3 marcas de comerciais de batatas chips aromatizados e sem aroma, encontrou valores que variou entre as marcas estudadas 0,40 a 0,73% de sódio, constatou que há influência da adição de aromatizantes nas batatas fritas tipo chips sobre os teores de sódio, sendo que nos produtos onde há adição de aromas, os valores de sódio foram maiores para todas as marcas.

Oliveira (2009) ao avaliar rótulos de batatas chips, observou variação de sódio variando entre 120 a 688 mg/100g. Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2003), o consumo de sódio diário deve ser no máximo de 2.400 mg/dia para uma dieta de 2.000 kcal, então para os rótulos avaliados demonstrou que as batatas *chips* contribuem com 16,46% desta necessidade. Já Rodrigues et al. (2010) ao avaliar os rótulos de marcas de batata palha, encontrou valores de sódio que variou 160 a 204(mg/100g), onde concluíram que 51% das avaliações experimentais, estavam acima do no limite estabelecido pela legislação brasileira.

4.7.7- Lipídeos

Na Tabela 4.29 encontra-se o resumo da Anova para a quantidade de lipídeos, dos palitos de inhame pré tratadas em soluções osmóticas de sal, submetidas a fritura em óleo de coco e de soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C em que observa-se que todos os tratamentos utilizados apresentaram-se significativos a 5% de probabilidade. Os valores de lipídeos para as interações significativas óleo x DO, encontram-se na Tabela 4.30.

Tabela 4.29- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro lipídeos (%), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – lipídeo		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	31,1343**	50,4611**	6,2572**
DO	3	3,4503**	2,3912**	0,8137**
Óleo x DO	3	2,6746**	2,7649**	0,6224**
Tratamentos	7	7,0727**	9,4185**	1,5094**
Resíduo	16	0,1141	0,052	0,0074
C.V (%)		4,22	3,50	1,63

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Os valores observados de lipídeo total (Tabela 4.30) das amostras de inhame fritas, apresentaram o comportamento, de maior porcentagem de lipídeos para as amostras fritas em óleo de soja, para todas as temperaturas estudadas. No entanto verifica-se que com o aumento da temperatura ocorreu um menor percentual dos lipídeos para os palitos de inhame fritas, pode-se perceber que os valores variaram entre 4,069 a 9,605% de lipídeo. No geral percebe-se que

os tratamentos que foram condicionados os palitos de inhame, não influenciou na presença dos lipídeos, sofrendo influência da temperatura de fritura.

Tabela 4.30 - Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro lipídeos

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	5,014 bC	8,373 bA	6,828 bB	7,219 bB
Soja	8,954 aA	9,055 aA	8,933 aA	9,604 aA
DMS	Colunas = 0,585		Linhas = 0,790	
Fritura 170°C				
Coco	4,662 bB	5,242 bA	5,150 bAB	5,309 bA
Soja	8,543 aB	6,440 aD	7,570 aC	9,410 aA
DMS	Colunas = 0,396		Linhas = 0,534	
Fritura 190°C				
Coco	4,069 bB	5,014 bA	4,949 bA	5,087 bA
Soja	5,673 aB	6,516 aA	5,668 aB	5,346 aC
DMS	Colunas = 0,149		Linhas = 0,201	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Ao avaliar a temperatura de fritura a 150°C verifica-se que o maior valor percentual observado foi para o tratamento frito com óleo de soja e DO a 15% de solução salina, apresentando o percentual de 9,604, no entanto ao avaliar estatisticamente, percebe-se que para o óleo de soja os valores são estatisticamente iguais. Já para a fritura com o óleo de coco observa-se que o menor percentual de lipídeo foi verificado para o tratamento testemunha, com 5,014 e o maior percentual para o tratamento com 5% de DO em solução salina com 8,373.

Para a temperatura de fritura 170°C verifica-se que os percentuais observados para a fritura em óleo de soja foram maiores, apresentando uma variação entre 6,440 a 9,410, no entanto o tratamento com maior percentual observado foi o com DO a 15% de solução salina, já para a fritura com óleo de coco observa-se valores variando entre 5,014 a 8,373, onde o maior percentual apresentado foi para o tratamento de DO com 5% de solução salina.

Verifica-se que os valores percentuais de lipídeos para a fritura dos palitos de inhame a 190°C, onde os valores para fritura em óleo de soja, observou-se uma variação entre 5,346 a 6,516, com o maior percentual observado para a fritura da amostra tratado com DO a 5% de

solução salina, já para fritura com óleo de coco, verifica-se os percentuais entre 4,069 a 5,087, onde a amostra com maior percentual foi a 15% de DO.

Silva et al. (2003) avaliaram a quantidade de lipídeos em batata palito convencional e congelada, observou para batata palito valor $\pm 8,75$, já para batata palito congelada um percentual de $\pm 13,70$, observando que os valores para a batata convencional estão próximo aos valores observados para os palitos de inhame fritas. Já Oliveira (2012) ao avaliar chips de batata doce em diferentes espessuras e pré tratadas com secagem, observou valores que variaram entre 2,580 a 8,493, que justifica a menor absorção de lipídeos ao pré tratamento e a maior espessura dos chips. Percebe-se que os valores encontrados estão próximos ao observado no estudo de fritura em tiras de inhame.

Rogério e Leonel (2004) ao fritarem chips de inhame em diferentes espessuras e pré tratadas com cozimento, verificaram que a maior quantidade de matéria graxa foi observada para os chips sem o cozimento com valores (34,74) bem superiores ao estudo de tiras de inhame fritas, observando menor valor (26,87) para os chips cozido por 1 minuto e 2,0 mm de espessura. Já Santos et al. (2011) com fritura de batata doce, pré tratadas por osmose, observou que o maior valor encontrado, foi para a amostra frita sem o pré tratamento com 7,52, já a amostra que passou por DO apresentou 19,29% de lipídeos.

Damy e Jorge (2003) ao avaliarem fritura em batata, verificaram que a maior temperatura de fritura a 180°C, obtinham menores valores percentuais de lipídeo, que variou entre 33,7 a 39,6, apresentam-se maior que os observados nos palitos de inhame. Já Jorge e Lunardi (2005) ao avaliar tipos de óleos e tempos de fritura em batatas fritas, verificaram que o óleo de soja obteve uma maior absorção da gordura das batatas fritas e quanto maior o tempo de fritura maior percentual de lipídeo observado. Mesmo fato foi observado no trabalho com os palitos de inhame. Carvalho et al. (2010) em chips de mandioca observaram valores que variam entre 29,15 e 38,11, em que o pré tratamento cocção foi fator preponderante para uma menor absorção do teor lipídico das amostras, ao comparar com as amostras secas em estufa por 5 e 10 minutos antes da fritura.

Para Tfouni et al. (2003) o teor de óleo residual é um fator importante na qualidade de produtos tipo chips. Um alto teor residual de óleo no produto final aumenta os custos de

produção e prejudica a crocância e o sabor do produto. Por outro lado, baixos teores privam o produto do aroma e sabor característicos de produtos fritos.

4.7.8- Absorção de gordura (AG)

Na Tabela 4.31 encontra-se o resumo da Anova para absorção de gordura (AG), dos palitos de inhame pré tratadas em soluções osmóticas de sal, submetidas a fritura em óleo de coco e de soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C em que observa-se que todos os tratamentos utilizados apresentaram-se significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 4.31- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro absorção de gordura (AG), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – AG		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	31,1343**	50,4611**	6,2572
DO	3	3,4458**	2,3858**	0,8138
Óleo x DO	3	2,6746**	27649**	0,6224
Tratamentos	7	7,0708**	9,4161**	1,5094
Resíduo	16	0,11414	00523	0,00745
C.V (%)		4,56	3,85	1,84

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Os valores de absorção de gordura (AG) para as interações significativas óleo x DO, encontram-se na Tabela 4.32.

Tabela 4.32 - Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro absorção de gordura (AG)

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	4,417 bC	7,776 bA	6,235 bB	6,621 bB
Soja	8,357 aA	8,458 aA	8,340 aA	9,006 aA
DMS	Colunas = 0,5852		Linhas = 0,7900	
Fritura 170°C				
Coco	4,065 bB	4,644 bA	4,558 bAB	4,710 bA
Soja	7,946 aB	5,843 aD	6,978 aC	8,812 aA
DMS	Colunas = 0,3961		Linhas = 0,5347	
Fritura 190°C				
Coco	3,471 bB	4,165 bA	4,356 bA	4,489 bA
Soja	5,076 aB	5,919 aA	5,075 aB	4,748 aC
DMS	Colunas = 0,1495		Linhas = 0,2019	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O comportamento de absorção de gordura (AG) das amostras de tiras de inhame fritas, apresentou aumento de AG com o aumento da temperatura de fritura, também relacionando que o tempo de fritura foi fator preponderante para tal fato, em que as amostras fritas a 150°C passou por um tempo de 10 minutos de fritura, já as amostras fritas a 190°C, durante 5 minutos de fritura, assim as amostras sofreram influencia nesses valores. Quanto aos óleos utilizados percebe-se que os valores apresentados para óleo de soja foram maiores que os valores observados para a fritura com óleo de coco, mas para os tratamentos osmóticos não teve influência na absorção de gordura.

Ao observar os palitos fritos a 150°C percebe-se que o maior valor (9,006) observado foi para a amostra frita em óleo de soja e tratada com 15% de solução salina, já o menor percentual (4,417) foi observado para a amostra testemunha frita em óleo de coco. Quando avalia-se os percentuais de AG nas amostras frita a 170°C, percebe-se que o maior valor 8,812, foi observado para a fritura com óleo de soja e tratada com DO a 15% de solução salina, já o menor percentual para a amostra com óleo de coco com 4,065% de AG, para a testemunha. Quando verifica-se os valores médios de AG para a temperatura de fritura a 190°C, os valores variam

entre 3,471 a 5,919, sendo que os menores valores observados foram para as amostras fritas em óleo de coco. Lima e Bruno (2007) encontraram valores de 11,6% de teor de gordura para fritura de manga, percebe-se que os valores são superiores aos encontrados nos palitos de inhame fritos.

Para Silva et al.(2003) em batata convencional e congelada, com frituras em óleo de soja, gordura vegetal e banha de porco, observaram valores entre 7,25 a 13,34, que os maiores valores foram verificados nas amostras fritas em gordura vegetal, para a batata convencional. Para as batatas congeladas, a fritura com o óleo de soja apresentou maior percentual de absorção de gordura com $\pm 8,45$. A absorção de gordura pode estar relacionada ao formato em que as amostras foram submetidas, amostras em forma de chips, tendem a apresentar maiores valores de absorção de gordura, como pode ser demonstrado na pesquisa de Rogerio e Leonel (2004) em chips de inhame, valores de massa graxa maior que 30%.

4.7.9- Percentual de água removida(AR)

Na tabela 4.33 encontra-se o resumo da ANOVA para o percentual de água removida(AR) dos palitos de inhame pré tratadas por DO em solução salina, seguida de fritura em óleo de coco e de soja nas temperaturas de 150, 170 e 190°C, pode-se observar que as temperaturas de fritura 150 e 190°C foram significativos a 5% de probabilidade para todos os tratamentos utilizados, já para a temperatura de fritura a 170°C a interação óleo x DO não foi significativo.

Tabela 4.33- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro água removida(AR), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – AR (%)		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	3004,9603**	546,1724**	154,9259**
DO	3	409,8801**	213,8203**	253,1455**
Óleo x DO	3	264,5473**	16,9098 ns	48,9230**
Tratamentos	7	718,3204**	176,9089**	151,5902**
Resíduo	16	1,02966	6,91164	2,87175
C.V (%)		1,74	5,41	2,80

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Na Tabela 4.34 verifica-se os desdobramentos das interações significativas ou não entre DO x óleo.

Os maiores percentuais de água removida (AR) foram observados nas amostras que foram fritas com óleo de coco, onde apresentou o maior valor de 78,11% para amostra frita a 150°C e tratada com DO a 5% de solução salina. Para o óleo de soja observa-se o maior percentual (68,54) de AR para a amostra tratada com DO a 15% de solução salina.

Tabela 4.34 - Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro água removida (AR)

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	55,560 aC	78,114 aA	71,688 aB	73,092 aB
Soja	39,263 bC	35,922 bD	54,554 bB	59,199 bA
DMS	Colunas = 1,7576		Linhas = 2,3727	
Fritura 170°C				
Coco	43,704	53,381	56,323	59,971
Soja	38,628	41,593	43,889	51,106
Fritura 190°C				
Coco	57,058 aC	61,318 aB	63,555 aB	69,903 aA
Soja	55,982 aB	48,009 bC	58,974 bB	68,545 aA
DMS	Colunas = 2,9352		Linhas = 3,9625	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Ao avaliar as temperaturas de fritura pode-se observar que o valores de AR% variou entre 55,560 a 78,114 para a fritura com óleo de coco, já na fritura com óleo de soja 35,922 a 59,199. Para a temperatura de 170°C os valores de AG% variaram entre 43,704 a 59,971 para a fritura em óleo de coco e 38,628 a 51,106, para a fritura com óleo de soja. As frituras a 190°C obtiveram valores percentuais de água removida de 57,058 a 69,903, quando utilizou o óleo de coco e 48,009 a 68,545 quando fritou os palitos de inhame com óleo de soja.

Silva et al. (2003) ao avaliarem água removida (%) em batatas palitos e palha, observou que a remoção de água nas batatas palhas apresentaram percentuais maiores que 95% para todos

os tipos de óleo e gordura utilizada, já as amostras de batata palito valores que variou entre 25 a 41% de água removida. Se compararmos as amostras de batatas palitos com os palitos de inhame, verifica-se que as amostras de inhame apresentaram valores bem superiores que o estudo dos autores citados. A remoção de água pode ser influenciada pela estrutura do material em que está sendo frito, pode-se relacionar ao formato em que foi condicionado a amostra, como também as temperaturas e tempo de fritura que foi submetido.

Alvis et al. (2008), relatam que a maior quantidade de água do produto escapa na forma de vapor durante a fritura e uma pequena porcentagem de óleo é difundida no material. A umidade decrescente favorece um aumento da quantidade de óleo no produto e não necessariamente ocorrem em um mesmo gradiente de concentração. Duas regiões são formadas no processo de fritura, a crosta caracterizada pela rigidez e umidade baixa e a região no interior do produto, o centro, úmido e macio.

4.7.10- Razão de absorção de gordura (RAG)

Na Tabela 4.36 encontra-se o resumo da Anova para razão de absorção de gordura (RAG), dos palitos de inhame pré tratadas em soluções osmóticas de sal, submetidas a fritura em óleo de coco e de soja, nas temperaturas de 150; 170 e 190°C pode observar que todos os tratamentos utilizados apresentaram-se significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 4.35- Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para o parâmetro razão de absorção de gordura (RAG), avaliado nos palitos de inhame frito em óleo de coco e soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C

F.V	G.L	Quadrado Médio – RAG (%)		
		150°C	170°C	190°C
Óleos	1	0,0591**	0,0419**	0,0033**
DO	3	0,0030**	0,0014**	0,0013**
Óleo x DO	3	0,0025**	0,0009**	0,0004**
Tratamentos	7	0,0108**	0,0069**	0,0012**
Resíduo	16	0,00003	0,00011	0,00005
C.V (%)		3,87	8,27	8,72

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Os valores de absorção de gordura (RAG) para as interações significativas óleo x DO, encontram-se na Tabela 4.36.

Tabela 4.36 - Desdobramento da interação significativa entre tratamentos osmóticos e o tipo de óleo utilizado na fritura a 150; 170 e 190°C para o parâmetro razão de absorção de gordura (RAG)

Óleos	Tratamentos osmótico – Fritura 150°C			
	Testemunha	5% DO	10% DO	15% DO
Coco	0,079 bB	0,099 bA	0,087 bB	0,090 bAB
Soja	0,212 aB	0,235 aA	0,152 aC	0,152 aC
DMS	Colunas = 0,0093		Linhas = 0,0126	
Fritura 170°C				
Coco	0,093 bA	0,087 bA	0,080 bA	0,083 bA
Soja	0,205 aA	0,140 aC	0,160 aBC	0,172 aB
DMS	Colunas = 0,0183		Linhas = 0,0248	
Fritura 190°C				
Coco	0,060 bB	0,081 bA	0,070 bAB	0,064 aB
Soja	0,090 aB	0,123 aA	0,086 aB	0,069 aC
DMS	Colunas = 0,0122		Linhas = 0,0164	

Médias seguidas das mesmas letras (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Ao avaliar a razão de absorção de gordura, verifica-se que os percentuais da RAG foi diminuindo a medida que se aumentou as temperaturas de fritura, outro comportamento que pode-se visualizar é que as amostras fritas em óleo de coco apresentaram menores porcentagens de RAG quando compara-se com as amostras fritas em óleo de soja. Para a temperatura de fritura de 150°C o maior percentual de RAG foi observado nos palitos de inhame fritos em óleo de soja tratada com DO a 5% com o percentual 0,235, já o menor percentual foi observado na amostra frita com óleo de coco com 0,079.

Com relação as amostras fritas na temperatura de 170°C, a testemunha frita em óleo de soja apresentou o maior valor de 0,205%, já o menor (0,080) percentual foi observado nas amostras tratadas em solução osmótica de 10% de sal, com óleo de coco, apesar da amostra

obter o menor percentual, ao avaliar todas os tratamentos que foram fritos em óleo de coco, percebe-se que foram iguais estatisticamente.

Os valores percentuais de RAG para temperatura de fritura a 190°C, apresentou valores médios que variou entre 0,060 a 0,123, onde o maior percentual foi observado nas amostras fritas em óleo de soja. Com isso a temperatura de fritura a 190°C pode fornecer uma melhor condição, por apresentar menor absorção das amostras fritas, atribuindo aos palitos de inhame um menor sabor residual de fritura. O óleo de coco apresentou menor percentual de absorção de gordura dos palitos de inhame, podendo ser considerado um produto de alto valor industrial, já que ocorre perdas na quantidade de óleo utilizado durante o processo de fritura.

Silva et al. (2003) avaliaram os percentuais de RAG em batata palito convencional, congelada e palha, verificaram que os maiores (0,56) percentuais foram observados para palha e o óleo de soja foi o que apresentou maior influência em tal característica, para a batata palito convencional com o percentual 0,32, foi característica das amostras fritas em gordura hidrogenada vegetal, já a batata congelada frita em óleo de soja apresentou maior percentual de 0,28. Pode-se perceber que para batatas os valores de RAG são bem maiores que os observados nos palitos de inhame fritos.

4.7.11- Análise de cor dos palitos de inhame fritos

Na Tabela 4.38 encontram-se os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) dos palitos de inhame fritos em óleo de coco e de soja, nas temperaturas de 150, 170 e 190°C.

Tabela 4.37- Análise de variância para os parâmetros de cor: Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) para s tiras de inhame submetidas a processo osmóticos, seguido de fritura em óleo de coco e de soja nas temperaturas de 150; 170 e 190°C

Óleos		Fritura 150°C			Fritura 170°C			Fritura 190°C		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Coco	Testemunha	62,75 c	-0,85 d	24,66 d	66,75 a	3,80 c	35,05 bc	63,96ab	7,27 c	37,06 ab
	5% de DO	62,75 c	-0,34 e	27,14 c	54,45 e	10,73a	35,65 ab	56,80d	4,70 d	34,62 cd
	10% de DO	64,02 bc	0,54 de	28,93 c	55,10 de	3,38d	30,14 d	56,78 d	9,46 a	35,19 bcd
	15% de DO	62,91 c	0,83 d	27,81 c	56,02 d	4,23 b	29,89 d	56,54 d	9,02 b	35,65 bcd
Soja	Testemunha	65,11 bc	-1,27 bc	33,51 b	65,70 ab	2,10 e	33,21 c	66,44 a	2,66 e	33,87 d
	5% de DO	62,82 c	-1,58 ab	33,59 b	65,21 b	1,38f	35,60 ab	65,40 a	2,60 e	38,38 a
	10% de DO	69,33 a	-1,68 a	39,28 a	61,34 c	3,27d	37,44 a	61,55 bc	2,10 f	36,24 bc
	15% de DO	65,70 b	-1,23 c	32,23 b	60,43 c	3,98bc	37,27 a	60,43 c	4,39 d	36,18 bc
DMS		2,5453	0,3333	1,9475	12360	0,3900	1,8534	2,9373	0,3766	2,0539
C.V.		1,40	11,30	2,23	0,72	3,35	1,91	1,70	2,52	2,02

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para a temperatura de fritura a 150°C verifica-se que os maiores valores de luminosidade, foi observado para as amostras fritas em óleo de soja, com o maior valor de 69,33 para a amostra tratada com DO a 10% de solução salina, comportamento de maior valor (64,02) também foi verificado para a fritura em óleo de coco nas amostras com o mesmo tratamento osmótico. Para o parâmetro a^* intensidade de vermelho, pode-se perceber valores negativos, que demonstram variação para cor verde, onde os menores valores de a^* foi observado para as amostras fritas em óleo de soja, com -1,68 para as amostras pré tratadas com DO a 10% de solução salina. O parâmetro intensidade de amarelo, apresentou mesmo comportamento, as frituras em óleo de soja obtiveram os maiores valores de b^* , com 39,28 para as amostras tratadas com DO a 10% de solução salina. A menor luminosidade foi observada nas amostras fritas em óleo de coco: testemunha e 5%DO, com o valor 62,75; Para a intensidade de vermelho (a^*) menor valor foi apresentado no tratamento 5% DO com -0,34, apresentando tendência a cor verde, já para intensidade de amarelo (b^*) o menor valor foi observado para a testemunha com 24,66 para amostra fritas em óleo de coco.

Para a temperatura de fritura a 170°C dos palitos de inhame, pode-se verificar que as amostras testemunhas apresentaram maior valor de Luminosidade, para os dois óleos utilizados, com os valores 66,70 e 65,70 testemunhas frita em óleo de coco e de soja, respectivamente. A luminosidade apresentou valores maiores para os tratamentos 5; 10 e 15% de DO quando fritos em óleo de soja, demonstrando assim uma cor com maior tonalidade de branco, se aproximando da cor do inhame natural. A intensidade de vermelho (a^*) com maior valor (10,73) observado foi na amostra a 5%DO frita com óleo de coco 10,73, podendo relacionar a um maior escurecimento das amostras. Já para a intensidade de amarelo (b^*) verifica-se que a amostras fritas em óleo de soja 10 e 15% DO apresentou os maiores valores 37,44 e 37,27 respectivamente, tal fator pode ter acontecido por meio de um escurecimento não enzimático.

Os palitos de inhame fritos a 190°C apresentaram luminosidade variando entre 56,54 a 66,44, onde os maiores valores foram verificados nas amostras testemunha e 5% DO fritas em óleo de soja. Para a intensidade de vermelho pode-se observar que, o maior valor encontrado foi nas amostras 10% DO frita em óleo de coco, com o valor 9,46. Fato interessante observado é que as amostras fritas com óleo de coco apresentaram os maiores valores de a^* . Para a intensidade de amarelo (b^*) pode-se verificar que ocorreu uma intensidade maior na cor nas amostras fritas com óleo de soja, com 38,38 para as amostras 5% DO, o fato de ocorrer uma

intensidade de amarelo é interessante no caso da fritura dos palitos de inhame, que caracteriza uma coloração que chame atenção do consumidor, já que toma-se como base para materiais fritos a coloração em que ocorre em batata frita. Rogerio e Leonel (2004) em chips de inhame encontrou que a coloração foi mais intensa nas amostras com menor espessura e maior tempo de cozimento. Já Oliveira (2012) encontrou mesmo fato com chips de bata doce, menor espessura maior intensidade da cor, observou também que o pré tratamento secagem a 80°C influenciou em tal comportamento.

Rogerio et al. (2005) vem justificar modificações na cor de chips de tuberosas, relacionando com composição química da matéria prima, que é influenciada pela variedade, condições de cultivo e armazenamento. Tfouni (2003) vem concordar justificando que as alterações de cor de chips, relacionando ao teor de açúcares presentes na matéria-prima, sendo que teores superiores a 1% podem comprometer a coloração.

4.7.12- Textura instrumental dos palitos de inhame fritos

Na Tabela 4.39 encontram se os valores de textura instrumental para os parâmetros firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade (mm) e mastigabilidade (J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 150°C.

Tabela 4.39- Parâmetros de textura instrumental: firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade(mm) e mastigabilidade(J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 150°C

Tratamentos Fritura 150°C		Firmeza (N)	Coesividade	Elasticidade (mm)	Mastigabilidade (J)
	Testemunha	86,657 g	0,185 e	0,996 a	16,078 e
Óleo de coco	5% de DO	134,507 e	0,260 c	0,999 a	35,002 d
	10% de DO	212,26 b	0,314 b	1,033 a	66,735 b
	15% de DO	253,485 a	0,329 b	0,995 a	83,532 a
	Testemunha	77,919 g	0,219 d	0,996 a	17,134 e
Óleo de soja	5% de DO	112,533 f	0,285 c	0,999 a	32,138 d
	10% de DO	157,832 d	0,321 b	0,999 a	50,792 c
	15% de DO	184,194 c	0,483 a	1,033 a	89,011 a
DMS		10,77201	0,02636	0,08229	7,08002
C.V.		2,50	3,11	2,89	5,13

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Foi aplicado o de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A avaliação desses parâmetros instrumentais de textura consiste em submeter às amostras a compressão e analisar a curva que relaciona força e tempo. A firmeza consiste na força necessária para realizar deformação, a elasticidade é a razão com que um material deformado volta ao seu estado não deformado após ser aplicado uma força, a coesividade é denominada como a força das ligações internas e a mastigabilidade é definida pela força necessária para desintegrar um alimento sólido até ficar pronto para ser engolido (SZCZESNIAK, 1998; CARR et al., 2006).

Ao avaliar a firmeza apresentada nos palitos de inhame fritos, pode-se observar que as maiores forças encontradas foram nas amostras fritas em óleo de coco, o pré tratamento de desidratação, influenciou no aumento na força requerida para comprimir a amostra. As amostras submetidas ao pré tratamento com 15%DO apresentou a maior força, com 253,485 N, já a amostra que necessitou de menor força foram as testemunhas, independente do óleo de fritura. A variação das forças foi de 86,657 a 253,485 N.

A coesividade apresentou variação entre 0,185 a 0,483 nos palitos de inhame fritos, observando o comportamento de aumento no valor à medida que ocorreu incremento de sal nas soluções osmóticas. Os maiores valores encontrados foram observados nas amostras fritas em óleo de soja.

Para elasticidade verifica-se que as variações nos valores encontrados foram muito pequenas, entre 1,033 a 0,995 mm, não sofrendo influência do pré tratamento. Verifica-se que todas médias foram iguais estatisticamente.

A mastigabilidade sofre influência dos tratamentos osmóticos, em que pode-se observar uma variação entre a 89,011 a 16,078 (J), que o maior valor observado foi para as amostras fritas em óleo de soja e 15% DO, os menores valores observados foram para as testemunhas com 16,078 e 17,134 (J), fritas em óleo de coco e de soja, respectivamente.

Na Tabela 4.39 encontram se os valores de textura instrumental para os parâmetros firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade (mm) e mastigabilidade (J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 170°C.

Tabela 4.40- Parâmetros de textura instrumental: firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade (mm) e mastigabilidade (J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 170°C

Tratamentos Fritura 170°C		Firmeza (N)	Coesividade	Elasticidade (mm)	Mastigabilidade (J)
	Testemunha	66,900 ef	0,252 cd	0,996 a	16,894 de
Óleo de coco	5% de DO	134,507 bc	0,299 c	1,033 a	40,256 c
	10% de DO	150,911 ab	0,316 c	1,033 a	47,636 c
	15% de DO	167,819 a	0,472 b	1,000 a	78,899 a
	Testemunha	63,665 f	0,200 d	0,996 a	12,728 e
Óleo de soja	5% de DO	95,739 de	0,215 d	0,996 a	20,615 de
	10% de DO	104,784 d	0,218 d	1,033 a	22,865 d
	15% de DO	113,135 cd	0,547 a	1,000 a	61,921 b
DMS		29,68654	0,06405	0,10058	9,15577
C.V.		9,35	7,18	3,52	8,58

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Foi aplicado o de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A firmeza das amostras fritas a 170°C sofreram influência do pré tratamento osmótico, em que o aumento da concentração de sal, fez com que as amostras necessitassem de uma maior força para serem comprimidas. Os tipos de óleo também influenciaram em tal comportamento, pois as amostras fritas em óleo de coco apresentaram maior valor de força. As forças utilizadas para compressão das amostras variaram entre 63,665 a 167,819 N.

Para coesividade pode-se observar que os valores apresentaram a seguinte variação 0,200 a 0,547, o maior valor encontrado foi apresentado na amostra frita em óleo de soja, para o tratamento 15%DO. Os valores variaram com o aumento do sal nas soluções osmóticas, utilizadas como pré tratamento.

A elasticidade das amostras não apresentou grandes variações, podendo observar valores entre 0,996 a 1,033, os palitos de inhame fritos não foram influenciados pelo pré tratamento

nessa característica do produto. Já a mastigabilidade sofreu total influência do pré tratamento, em que ocorreu incremento no valor observado com o aumento do sal da solução osmótica, verifica-se valores variando entre 12,728 a 78,889, o óleo de fritura foi o fato preponderante para os valores encontrados, onde os palitos fritos em óleo de coco apresentaram maior valor.

Na Tabela 4.40 encontram se os valores de textura instrumental para os parâmetros firmeza(N), coesividade (adimensional), elasticidade(mm) e mastigabilidade(J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 190°C.

Tabela 4.40- Parâmetros de textura instrumental: firmeza (N), coesividade (adimensional), elasticidade (mm) e mastigabilidade (J) para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco e de soja na temperatura de 170°C

Tratamentos Fritura 190°C		Firmeza (N)	Coesividade	Elasticidade (mm)	Mastigabilidade (J)
	Testemunha	89,194 c	0,163 e	0,996 a	14,612 e
Óleo de coco	5% de DO	110,962 b	0,365 c	0,999 a	40,490 c
	10% de DO	112,223 b	0,411 c	1,033 a	46,191 c
	15% de DO	142,639 a	0,486 b	0,996 a	69,462 b
	Testemunha	74,056 d	0,208 e	0,996 a	15,453 e
Óleo de soja	5% de DO	105,848 b	0,290 d	0,996 a	30,787 d
	10% de DO	105,091 b	0,366 c	1,000 a	38,517 cd
	15% de DO	134,985 a	0,626 a	0,999 a	84,600 a
DMS		10,00407	0,06030	0,05870	8,72549
C.V.		3,23	5,84	2,07	7,25

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Foi aplicado o de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para os parâmetros de textura estudados firmeza, coesividade e mastigabilidade, demonstram que o pré tratamento osmótico influenciaram em maiores valores de medidas, em que com um incremento na quantidade sal na solução osmótica, os valores observados tenderam

a aumentar, tal fato pode ser justificado pelo fato de ocorrer uma saída de água da matéria, ocorrendo um enrijecimento da parede celular dos palitos de inhame.

A firmeza apresentou valores que variaram entre 74,056 a 142,639 N, as maiores forças foram observadas nas amostras fritas em óleo de coco. A coesividade apresentou valores que variaram entre 0,163 a 0,626, o maior valor foi observado para os palitos fritos em óleo de soja, entretanto o tipo de óleo utilizado não foi fator para demonstrar comportamento específico. A elasticidade sofreu uma pequena variação entre 0,996 a 1,033, apresentando valores médios estatisticamente iguais.

Para a mastigabilidade, observa-se valores médios variando entre 14,612 a 84,600, observa-se que a maior média encontrada foi para amostra 15%DO frita em óleo de soja, já o menor valor foi para amostra testemunha. Para a temperatura de fritura 190°C o tipo de óleo não foi fator para determinar maior valor de “trabalho” para mastigabilidade.

4.8- Análise sensorial dos palitos de inhame fritos em óleo de coco e soja

4.8.1- Teste de aceitação

Para a aceitação sensorial dos palitos de inhame fritos em óleo de coco a temperatura de 190°C, pode-se observar a análise de variância na Tabela 4.41, em que percebe-se que não apresentou diferença significativa entre as médias apresentadas, no entanto as amostras são avaliadas pelos julgadores, onde as médias, podem denotar dentro da escala hedônica utilizada, que variam entre “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”.

Tabela 4.41- Análise de variância do teste de aceitação para os parâmetros sensoriais: aparência, cor, aroma sabor, e textura para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco na temperatura de 190°C

Fritura 190°C	Tratamentos	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura
Óleo de coco	Testemunha	7,48 a	7,44 a	7,30 a	6,92 a	7,18 a
	DO 5%	7,66 a	7,64 a	7,16 a	6,92 a	7,00 a
	DO 10%	7,78 a	7,78a	7,24 a	7,20 a	7,40 a
	DO 15%	7,66 a	7,70 a	7,30 a	6,78 a	7,20 a
	DMS	0,65734	0,66089	0,68723	0,98467	0,76685
	C.V.(%)	16,60	16,70	18,30	27,33	20,57

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Quanto ao atributo sensorial aparência, verifica-se que as amostras obtiveram médias variando entre 7,48 e 7,78, onde apresenta escore de “Gostei moderadamente”, no entanto a amostra que apresentou maior média (7,78), foi a amostra pré tratada com DO 10%.

Para o atributo sensorial cor, percebe-se que as médias variaram entre 7,44 a 7,78, que apresentam escore de “gostei moderadamente”, na qual a maior média observada foi para a amostra tratada com DO 10% com 7,48.

Ao analisar o atributo sensorial aroma, observa-se que as médias variaram entre 7,16 a 7,30, onde amostras que apresentaram as maiores médias foram: a testetuma e a tratada com DO 15%, podendo observar que o escore escolhido foi “gostei moderadamente”.

Ao avaliar as médias para o atributo sensorial sabor dos palitos de inhame fritos, verifica-se que variaram entre 6,92 a 7,20, onde pode-se perceber que os escores de aceitação do produto entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, tendendo uma maior aceitação para o sabor as amostras submetidas ao pré tratamento de DO 10%, com média de 7,20.

Para a textura como atributo sensorial, verifica-se que todas amostras foram aceitas pelos provadores, com médias de escore “gostei moderadamente”, em que lhe atribuíram notas

médias que variou entre 7 a 7,40, no entanto a amostra que apresentou maior média foi a tratada com DO 10%.

Ao avaliar todos os atributos, verifica-se todas as amostras de palitos de inhame fritos obtiveram uma boa aceitação pelos julgadores, no entanto a amostra que apresentou maiores médias na maioria dos atributos sensoriais avaliados, foi os palitos de inhame tratados a DO 10%, com escore “gostei moderadamente”.

Para a aceitação sensorial dos palitos de inhame tratados osmoticamente, seguidos de fritura em óleo de soja a temperatura de 190°C, pode-se observar a análise de variância na Tabela 4.42, em que percebe-se que não ocorreu diferença estatística entre as médias, podendo ser avaliada de acordo com a escala hedônica em que foram atribuídas as notas as amostras avaliadas.

Tabela 4.42- Análise de variância do teste de aceitação para os parâmetros sensoriais: aparência, cor, aroma sabor, e textura para os palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de soja na temperatura de 190°C

Fritura 190°C	Tratamentos	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura
	Testemunha	6,92 a	6,78 a	7,02 a	6,92 a	6,98 a
	DO 5%	7,06 a	6,94 a	6,88 a	6,96 a	7,06 a
Óleo de	DO 10%	6,98 a	6,66 a	6,96 a	7,46 a	7,34 a
soja	DO 15%	7,12 a	6,80 a	7,10 a	7,10 a	7,48 a
	DMS	0,76986	0,91448	0,77157	0,87773	0,72473
	C.V.(%)	21,17	25,98	21,30	25,98	19,39

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Para o atributo sensorial aparência, as amostras apresentaram médias que variaram entre 6,92 a 7,12, que demonstram escores variando entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, onde a amostra que apresentou maior média foi a DO 15%, com 7,12 e escore “gostei moderadamente”.

Quanto o atributo sensorial cor, verifica-se que as amostras apresentaram escores dentro do “gostei ligeiramente”, com médias variando entre 6,66 a 6,94, para o atributo avaliado percebe-se que a amostra que apresentou maior média foi DO 5%, com 6,94.

Ao avaliar o parâmetro sensorial aroma, verifica-se que as amostras apresentaram escores entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, com as médias variando entre 6,88 a 7,10, onde que apresentou maior média foi DO 15%, com o escore “gostei moderadamente”.

Quanto ao sabor, as amostras foram julgadas com média que apresentou variação entre 6,92 a 7,46, com escore variando entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, no entanto os palitos que apresentaram maior média foi a DO 10%, no qual lhe confere escore “gostei moderadamente”.

Para a textura dos palitos de inhame frito, percebe-se que as amostras tratadas com DO 15%, apresentou maior média (7,48), que confere o escore de “gostei moderadamente”, no geral as amostras para o atributo avaliado apresentaram uma variação de escore entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, pois apresentaram médias entre 6 e 7.

Ao avaliar todos os tratamentos em que os palitos foram submetidos antes das frituras, pode-se observar que apresentaram uma boa aceitação entre os julgadores, onde demonstraram: “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

4.8.2- Análise coeficiente de concordância entre os julgadores dos palitos de inhame fritos

Na Tabela 4.43 encontram-se as médias referentes a análise de aceitação dos palitos de inhame tratados em desidratação osmótica, seguida de fritura em óleo de coco e de soja, com o coeficiente de concordância entre os julgadores para cada tratamento utilizado.

Para as amostras fritas em óleo de coco, verifica-se que para o parâmetro aparência, cor e aroma mostra-se uma maior porcentagem de concordância entre os julgadores para os palitos tratados com DO 10%, que concordam com 50,48; 49,12 e 41,8% para as médias 7,78; 7,78 e 7,24, respectivamente.

O parâmetro sensorial sabor apresentou um maior coeficiente de concordância entre os julgadores para o tratamento DO 5% com um percentual de 36,26 para a média 6,92, já para o parâmetro textura a amostra com maior coeficiente de concordância foi a testemunha com 37,46% entre os julgadores e uma média de 7,18.

Para os palitos de inhame fritas em óleo de soja, pode-se observar que a testemunha apresentou maiores percentuais de coeficiente de concordância para os parâmetros sensoriais aparência e aroma, com CCs 35,88 e 37,96% para as médias 6,92 e 7,02 respectivamente.

Os palitos de inhame tratados com DO 10% e fritos apresentaram maiores coeficientes de concordância para os atributos sensoriais cor e sabor, com percentuais de 33,15 e 39,58, para as médias 6,66; 7,46 respectivamente. Para o parâmetro sensorial textura os palitos que apresentaram maior concordância (41,04%) para a média 7,48, foi o tratamento DO 15%.

Tabela 4.43- Dados das médias e coeficiente de concordância entre julgadores (CC) da análise sensorial dos palitos de inhame fritos em óleo de coco e soja, desidratada osmoticamente em soluções salinas, quanto aos parâmetros sabor, cor, aroma, aparência e textura

Fritura	Tratamentos	Aparência		Cor		Aroma		Sabor		Textura	
		Média	CC (%)	Média	CC (%)	Média	CC (%)	Média	CC (%)	Média	CC (%)
Óleo de coco	Testemunha	7,48 a	44,6	7,44 a	41,7	7,30 a	37,78	6,92 a	33,66	7,18 a	37,46
	DO 5%	7,66 a	42,54	7,64 a	44,00	7,16 a	34,09	6,92 a	36,26	7,00 a	39,7
	DO 10%	7,78 a	50,48	7,78a	49,12	7,24 a	41,8	7,20 a	33,82	7,40 a	36,01
	DO 15%	7,66 a	49,67	7,70 a	46,15	7,30 a	38,81	6,78 a	28,95	7,20 a	33,42
Óleo de soja	Testemunha	6,92 a	35,88	6,78 a	30,76	7,02 a	37,96	6,92 a	35,38	6,98 a	37
	DO 5%	7,06 a	35	6,94 a	31,62	6,88 a	34,87	6,96 a	36,51	7,06 a	38,43
	DO 10%	6,98 a	32,74	6,66 a	33,15	6,96 a	33,29	7,46 a	39,58	7,34 a	39,58
	DO 15%	7,12 a	34,35	6,80 a	30,17	7,10 a	35,64	7,10 a	35,51	7,48 a	41,04

4.8.3- Perfil sensorial

Nas Figuras 4.10 e 4.11 referem-se ao perfil sensorial contendo todas as notas atribuídas pelos julgadores, quanto aos atributos Aparência, cor, aroma, sabor e textura dos palitos de inhame submetidos a desidratação osmótica e fritos em óleo de coco e de soja.

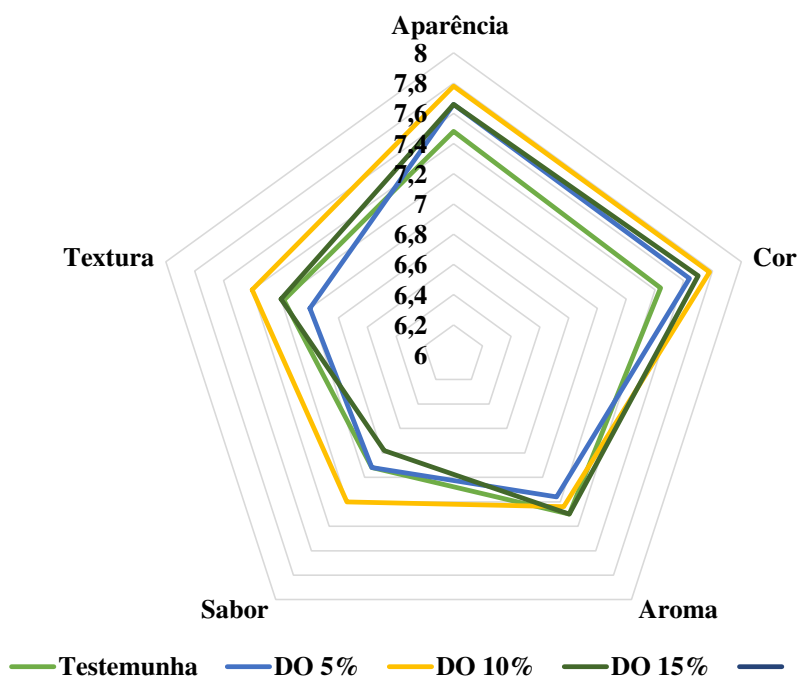


Figura 4.10- Perfil sensorial dos palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de coco na temperatura de 190°C

Pode-se perceber que de acordo com a Figura 4.10 a amostra que apresentou uma maior preferência dos julgadores foi DO 10%, como já comentado na análise individual, fato que pode ser evidenciado, através da linha amarela, em que se observaram as maiores notas atribuídas na maior parte das características sensoriais analisadas.

Na Figura 4.11 pode-se perceber que não apresentou uma tendência de preferência de melhor amostra entre os julgadores, onde para os palitos de inhame tratados com DO 15% apresentou maior aceitação, com os atributos sensoriais aparência, aroma e textura, já a amostra tratada com DO 10% apresentou maior aceitação quanto ao sabor. Para a amostra obtida com DO 5% obteve maior aceitação para o atributo sensorial cor. Em que são evidenciados pelas cores representadas na referida figura.

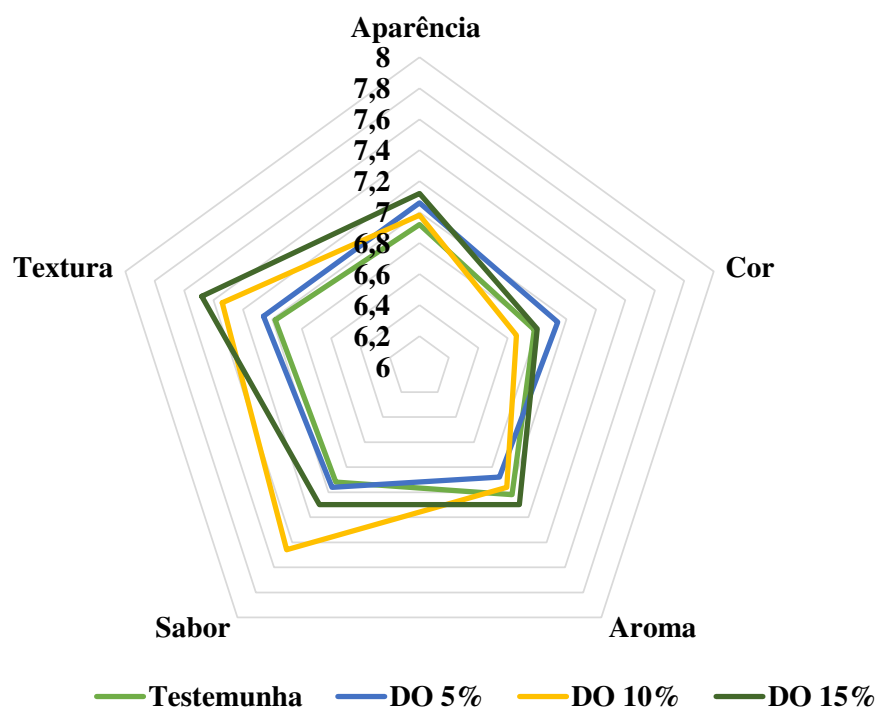


Figura 4.11- Perfil sensorial dos palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica em soluções salinas e fritos em óleo de soja na temperatura de 190°C

4.8.4- Perfil de atitude dos palitos de inhame fritos

Na Figura 4.12 pode observar os percentuais referentes ao perfil de atitude dos julgadores para os palitos de inhame tratados osmoticamente, seguidos de fritura em óleo de coco, podendo perceber a aceitação de consumo dos de palitos de inhame fritos.

Para a testemunha percebe-se que 6% dos julgadores “nunca comeriam” e 4% dos avaliadores “comeria raramente” as amostras, já 24% dos avaliadores “talvez comeria/ talvez não comeria” e 38% “comeria frequentemente” e 28% “comeriam sempre”, com base nos dados, pode-se perceber que os julgadores tiveram uma boa impressão das amostras avaliadas.

Os palitos tratados com DO 5% apresentaram perfil de atitude, que 10% dos julgadores “nunca comeriam” e “comeria raramente” as amostras, para o escore “talvez comeria/ talvez não comeria” apresentou um percentual de 20%. Para intenção “comeria frequentemente” tem-

se uma preferência de 40% dos avaliadores, já o atributo “comeriam sempre” apresentou um percentual de 20%.

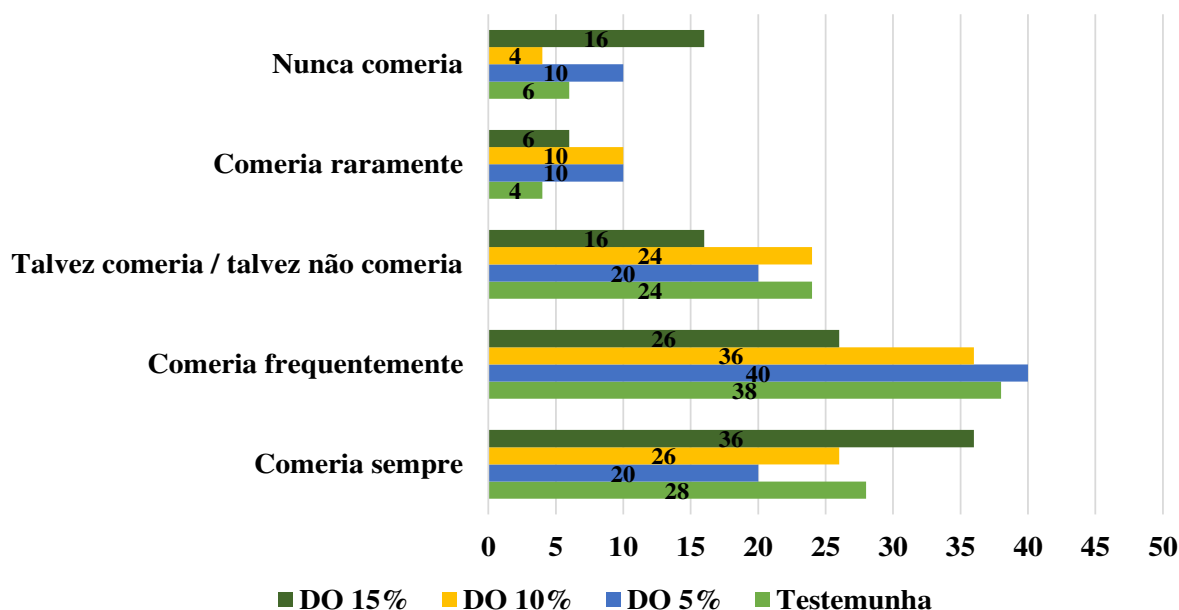


Figura 4.12- Perfil de atitude (%) dos palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica, em soluções salinas e fritos em óleo de coco na temperatura de 190°C

As amostras que foram submetidas ao DO 10% e fritas em óleo de coco, apresentou um percentual entre os julgadores com percentual de 4% que “nunca comeriam”, já para a intenção “comeria raramente” apresentou um percentual de 10%, os avaliadores julgaram em 24% das intenções de que “talvez comeria/ talvez não comeria”, já 36% dos julgadores “comeria frequentemente” e 26% “comeriam sempre” os palitos de inhame.

Ao avaliar os palitos de inhame tratados com DO 15% percebe-se que 16% “nunca comeriam”, 6% “comeria raramente”, 16% “talvez comeria/ talvez não comeria”, quanto a “comeria frequentemente” apresentou um percentual de 26% e a intenção “comeriam sempre” 36% dos julgadores comeriam as amostras.

Na Figura 4.13 pode observar os percentuais referentes ao perfil de atitude dos julgadores para os palitos de inhame tratados osmoticamente, seguidos de fritura em óleo de soja, que pode se observar o fato de comer ou não dos de palitos de inhame fritos.

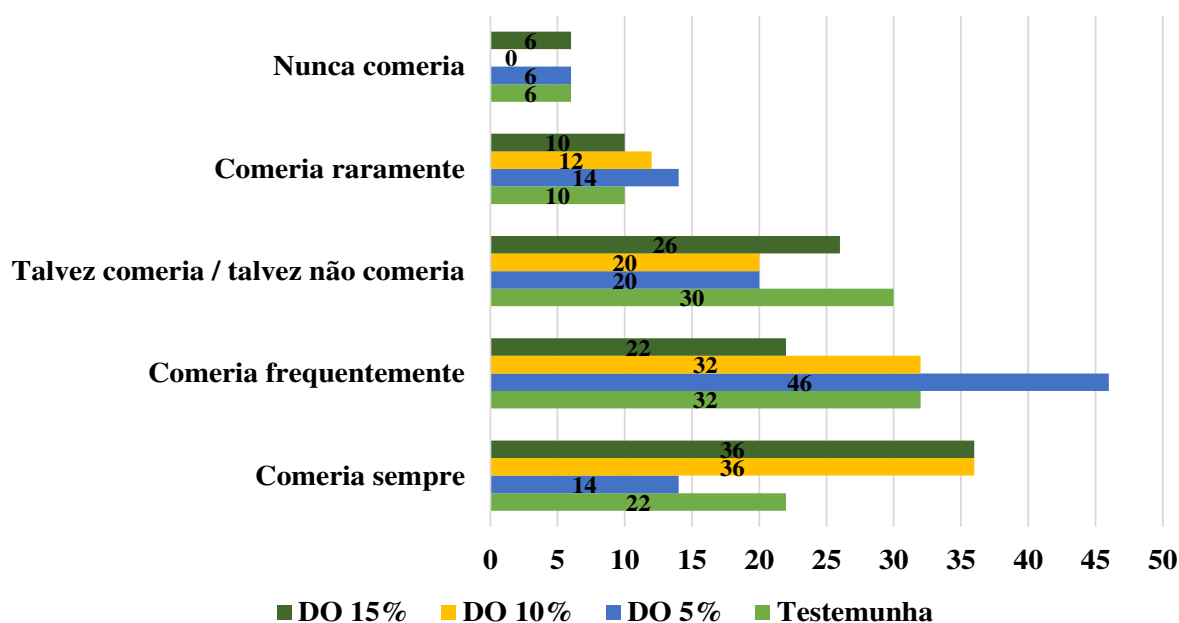


Figura 4.13- Perfil de atitude (%) dos palitos de inhame fritos, obtidos por desidratação osmótica, em soluções salinas e fritos em óleo de soja na temperatura de 190°C

Os palitos de inhame fritos sem nenhum tratamento osmótico (testemunha), apresentou percentual de 6% entre os julgadores para a intenção “nunca comeriam”, 10% “comeria raramente”, 30% “talvez comeria/ talvez não comeria”, 32 % “comeria frequentemente” e 22 % “comeriam sempre”.

Para os palitos tratados com DO 5%, percebe-se que 6% dos avaliadores “nunca comeriam”, 14% “comeria raramente”, 20% “talvez comeria/ talvez não comeria”, o maior percentual de consumo 46% “comeria frequentemente” e 14% “comeriam sempre”.

As amostras tratadas com DO 10%, demonstram que 0% dos julgadores “nunca comeriam”, 12% “comeria raramente”, 20% “talvez comeria/ talvez não comeria”, 32% “comeria frequentemente” e a maior intenção de consumo dos avaliadores com 36% “comeriam sempre”.

Os palitos tratados com DO 15%, demonstram que 6% dos julgadores “nunca comeriam”, 10% “comeria raramente”, 26% “talvez comeria/ talvez não comeria”, 22% “comeria frequentemente” e a maior intenção de consumo dos avaliadores com 36% “comeriam sempre”.

4.9- Análise microbiológica

A partir das análises microbiológicas, pode-se verificar que todas as amostras avaliadas encontram-se adequadas para o consumo, onde as amostras apresentaram ausência para os microrganismos analisados, estando em conformidade com as condições higiênico-sanitárias estabelecidas pela legislação em vigor. Os palitos de inhame pré tratados em desidratação osmótica, seguido de fritura em óleo de soja e de coco, foram produzidos de acordo com as boas práticas de fabricação.

5- CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos para a obtenção do óleo de coco e o processamento dos palitos de inhame fritos, pode-se concluir:

Secagem das tiras de coco

- O aumento da temperatura promoveu uma taxa maior de remoção de água dos palitos de coco, durante a secagem;
- Os coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 97% e DQMs menores que 0,0043 para todas as equações estudadas, indicando uma representação satisfatória para o processo de secagem dos palitos de coco;
- A equação matemática de secagem proposta Cavalcanti Mata é, dentre aqueles testados, o que apresenta melhor ajuste sendo o selecionado para a representação da cinética dos palitos de coco;
- Os coeficientes de difusão calculados pelo modelo de Fick para secagem das tiras de coco, foram de $6,76 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ para temperatura de secagem a 60°C e $11,5 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ para a temperatura de 70°C .

Caracterização dos óleos de coco e soja antes das frituras

- As características de identidades do óleo de soja analisado, apresentaram-se dentro dos padrões exigidos para os índices de acidez, peróxido, iodo, refração e saponificação;
- As características de identidade do óleo de coco, apresentou-se dentro dos padrões estabelecidos para os índices de acidez, peróxido e refração;
- O teor de água dos óleos, apresentaram variações entre 0,660 e 0,685% para óleo de coco e soja, respectivamente.

DSC

- Para a caracterização térmica, a partir das análises DSC permitiu verificar o seu desempenho térmico de oxidação com evento exotérmico em pico a 238,3 e 237,8°C, para o óleo de coco e de soja respectivamente.

Caracterização dos óleos de coco e soja após as frituras

- Para o índice de acidez dos óleos após as frituras conclui-se: as maiores médias (0,222 a 0,341) foram obtidas óleo de soja, quando comparados com os as amostras de óleo de coco (0,196 a 0,198);
- O índice de acidez para o óleo de soja aumentou com o número de frituras e temperatura de fritura, já o óleo de coco verifica-se estabilidade nos valores observados, não sofrendo influencia pelo tempo e temperatura de fritura;
- O índice de peróxido dos óleos utilizados nas frituras de 150°C ocorre um aumento do índice avaliado, com o aumento do número de frituras, o óleo de soja apresenta valores entre 0,222 a 0,341 (mg KOH/g de óleo), sendo superiores ao observados no óleo de coco, que o torna indesejado para o consumo;
- O índice de peróxido dos óleos avaliados após as frituras de 170°C, obteve valores que foram influenciados pelos números de frituras, que o óleo de coco apresenta valores entre 8,44 a 12,708 meq/1000 de óleo, maiores que os observados para óleo de soja com 6.31 a 8,47, mas ao término das frituras se mantém com características favoráveis de uso;
- Para a fritura a 190°C o índice de peróxido, apresenta comportamento de aumento do índice com o aumento dos números de fritura, mais o óleo de soja após as últimas frituras pode ser considerado indesejado, devendo ser descartado;
- O índice de refração se manteve estável nos óleos de coco e de soja, durante todo o processo de fritura para as temperaturas de 150 e 170°C, encontrando-se dentro dos

valores estabelecidos pelos padrões estabelecidos. A temperatura de fritura 190°C manteve estável o índice de refração do óleo de coco, durante todo tempo de fritura, no entanto o óleo de soja apresentou valores menores que o estabelecido pelos padrões exigidos;

- O índice de iodo apresentado nas amostras de óleos estudadas (coco e soja), apresentaram comportamento de aumentar o teor do índice, à medida que o número de frituras foram acrescentadas, para todas as temperaturas de estudadas;
- O óleo de coco manteve a característica apresentada pela matéria prima inicial, com o teor de índice de iodo maior que os padrões exigidos pela norma RDC n° 482;
- O óleo de soja teve uma maior estabilidade para o índice de iodo, na temperatura de fritura a 190°C, ficando dentro do padrão até o terceiro tratamento a ser frito;
- Os comportamentos dos óleos estudados, revelam que para os índices avaliados, apresentam características específicas de acordo com cada condição que foram submetidos (tempo e temperatura de fritura).

Desidratação osmótica

- O aumento da concentração de sal nas soluções favoreceu para uma maior perda de peso e ganho de sólidos dos palitos de inhame;
- A relação existente entre a proporção quantidade da solução e a peso das amostras imersas, influenciam na desidratação e ganho de sólidos dos palitos de inhame;
- O tempo exigido para os palitos de inhame entrarem em estabilidade de gradiente foi de 400 minutos;
- Para características sensoriais, as amostras imersas em um tempo prolongado nas soluções, não conferem um sabor agradável ao produto;

- O tempo necessário para incorporação de sólidos com sabor agradável aos palitos de inhame, foi de 10 minutos de desidratação.

Caracterização dos palitos de inhame *In natura* e após DO

- O teor de água dos palitos de inhame, diminuem a medida que aumentam as concentrações das soluções osmóticas;
- O pH dos palitos de inhame, não sofreram influência em nenhuma condição que foram submetidos, mantiveram-se estáveis;
- A acidez foi influenciada pelo teor de sal das soluções osmóticas, onde as amostras tratadas com 10 e 15% de sal, obtiveram os menores valores;
- O teor de amido, foi influenciado pelos tratamentos osmóticos, onde o uso das soluções com 5 e 10% de sal, fizeram com que os palitos de inhame apresentassem os maiores valores observados;
- O teor de lipídeos dos palitos de inhame apresentou comportamento linear, não sofrendo influência dos tratamentos osmóticos;
- Os teores de sódio das amostras avaliadas sofreram influência dos tratamentos osmóticos, que com o acréscimo do percentual de sal, ocorreu aumento no teor avaliado;
- As luminosidades (L) e intensidade de vermelho (a) dos palitos de inhame diminuíram com o aumento da concentração das soluções. Para intensidade de amarelo (b) apresentaram tendência a cor amarela com valores de b+, no entanto a amostra tratada com 15% de sal, apresentou maior valor com 29,296.

Caracterização dos palitos de inhame após as frituras

- Os teores de água das amostras sofreram influência do tipo de óleo utilizado, temperatura de fritura e pré tratamentos osmóticos.
- Os palitos fritos em óleo de coco apresentaram menor teor de água em todas as temperaturas estudadas, a temperatura menor teor de água presente nas amostras, foi a de 150°C.
- Para os palitos de inhame fritos em óleo de soja, os teores de água das amostras apresentaram os menores valores, conferindo eficácia no processo, por ser realizado em um menor tempo de fritura;
- A atividade de água dos palitos de inhame fritos, foram influenciados pelos tratamentos osmóticos, tendendo a ser menor com o aumento na contração do sal. O tipo óleo utilizado colaborou diretamente para tal característica, em que os palitos fritos em óleo de soja apresentam menores valores;
- A acidez dos palitos de inhame fritos, foram influenciados pelo tipo de óleo utilizado na fritura, que demonstraram menores valores para as amostras fritas em óleo de soja, não demonstrando comportamento específico para os parâmetros tratamentos osmóticos e temperaturas de fritura;
- As amostras de palitos de inhame fritos apresentaram comportamento de estabilidade no potencial hidrogênionico, não verificando influencia pelos tratamentos osmóticos, óleo e temperatura de fritura;
- Os teores de amido das amostras apresentaram maiores valores observado, para os palitos fritos em óleo de coco e que passaram por desidratação osmótica, com 74,755% para amostra tratada com 5% de DO e frita a 150°C.

- A fritura a 150°C foi eficaz para o aumento do percentual de teor de amido, sendo observado menores valores de amido, com o aumento da temperatura de fritura, para os óleos estudados.
- O teor de sódio foi influenciado pelo tipo de óleo utilizado na fritura, que ao utilizar óleo de coco os palitos de inhame apresentaram menores percentuais;
- A desidratação osmótica dos palitos de inhame foi fator preponderante para obtenção de maiores percentuais de sódio, à medida que se aumentou a quantidade de sal na solução osmótica, observou-se maiores valores após as frituras.
- Os teores de lipídeos dos palitos de inhame fritos, foram sofrerem interferência do tipo de óleo utilizado na fritura, amostras fritas em óleo de soja apresentaram maiores percentuais de lipídeo.
- As temperaturas de fritura foram preponderantes para o aumento do teor de lipídeo, onde menores temperaturas de fritura (150 e 170°C), levaram a amostras com maiores teores de lipídeos;
- A absorção de gordura (AG) dos palitos de inhame, foi maior nas amostras fritas a 150°C em óleo de soja;
- Os maiores percentuais de água removida (AR) dos palitos de inhame, foi verificado nas amostras submetidas a fritura a 150°C com o óleo de coco;
- Para a razão de absorção de gordura (RAG) amostras fritas com óleo de coco apresentaram menores valores de RAG. O aumento das temperaturas de fritura das amostras, tenderam apresentar menores valores de RAG;

Análise cor de dos palitos de inhame fritos

- As amostras fritas na temperatura de 150°C, demonstraram maiores valores de intensidade de amarelo (b*) para as amostras fritas em óleo de coco (28,93) e de soja (39,28) tratadas a DO 10%, que denotam uma coloração que chama atenção do consumidor;
- A fritura dos palitos de inhame a 170°C, apresentaram maiores valores de intensidade de amarelo (b*) para o óleo de coco, testemunha (35,05) e DO 5% (35,27). Para a fritura com óleo de soja, os palitos tratados com DO 10% (37,44) e DO 15% (37,27), conferindo uma cor aparentemente agradável para o consumo de fritura;
- Os palitos de inhame fritos a 190°C, obtiveram maiores valores de intensidade de amarelo (b*) para a amostra testemunha (37,06) frita em óleo de coco e as amostras fritas em óleo de soja (38,38), garantindo uma cor que chame atenção ao consumidor.

Textura instrumental

- A textura instrumental dos palitos de inhame fritos, sofreram influencia direta do tratamentos osmóticos, óleo e temperatura utilizados na fritura;
- Para a temperatura de fritura a 150°C, as amostras fritas com óleo de coco e tratadas com DO 15% de sal, obtiveram as maiores médias de firmeza (253,485 N) e mastigabilidade (83,532 J);
- Os palitos de inhame fritos a 170°C em óleo de coco e pré tratados com DO 15%, apresentaram maiores valores de firmeza (167,819 N) e mastigabilidade (78,899 J);
- A fritura a 190° C dos palitos de inhame em óleo de coco, apresentaram maiores forças para a firmeza (142,639 N) e mastigabilidade (69,899 J) das amostras pré tratados com DO 15%;

- As elasticidades das amostras não sofreram influência de nenhuma condição, em que foram submetidos os palitos de inhame, demonstrando valores variando entre 0,993 a 1,033;

Análise sensorial

- Para a aceitação dos palitos de inhame fritos nos óleos de coco e de soja, testemunha e tratados em soluções salinas a 5, 10 e 15%, obtiveram uma boa aceitação, apresentando escores entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”;
- Com base no perfil de atitude dos julgadores, pode-se concluir que as amostras que apresentaram maior aceitação foram: os palitos de inhame fritos em óleo de coco pré tratados com desidratação osmótica a 15% de solução salina;
- As amostras preferidas pelos julgadores para os palitos de inhame fritos em óleo de soja, foram as tratadas com desidratação osmótica a 10 e 15% de solução salina.

Análise microbiológica

- As amostras apresentaram ausência para os microrganismos analisados, estando em conformidade com as condições higiênico-sanitárias estabelecidas pela legislação em vigor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAEDDINI, B.; DJOMEH, Z. E. Formulation and quality improvement of dried kiwifruit slices using an osmotic pre-treatment. **Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)**. São Paulo, Brazil. V.C, p.2127-2132, 2004.

ALVIS, A.; VÉLEZ, C.; RADA-MENDOZA, M.; VILLMIEL, M.; VILLDA, H.S. Review: Heat transfer coefficient during deep-fat frying. **Food Control**. v. 20, p.321-325, 2008.

AMARAL, D. S. **Técnicas para obtenção de coco da bahia desidratado**. 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ANDRADE, A. M. de; PASSOS, P. R. de. ASSIS; MARQUES, L. G. da. C, OLIVEIRA, B. L.; VIDAURRES, G. B; ROCHAS, J. das. D. de. S. Pirólise de resíduos do coco-da-baía (*Cocos nucifera* Linn) e análise do carvão vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, 707-714p, 2004.

ANTONIO G. C.; AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Osmotic dehydration of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in ternary solutions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n.3, p. 696-701, 2008.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999. Disponível em: <http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=135>. Acesso em: 02/08/2015

AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. Champaign: AOCS, 1993.

APHA (2001). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington DC. American public health association. 676 p.

AQUINO, A. C. M. S.; SANTOS, J. C.; CASTRO, A. A.; SILVA, G. F. Caracterização físico-química e microbiológica de farinha de inhame durante o armazenamento em diferentes embalagens. **Scientia Plena**. v. 7, n.11, 2011.

ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. de O.; TAVARES, M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. de A.; PIMENTEL, S. A.; TAKEMOTO, E. Teor de gordura e composição de ácidos graxos em polpa de frutos de coqueiro anão em diferentes idades de maturação. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 63, n. 2, p. 159-167, 2004.

ARGANDOÑA, E. J. S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: Avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade**. 175p. 2005, Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

AZEEZ, S. Fatty acid profile of coconut oil in relation nut maturation and season in selected cultivars/hybrids. **British Food Journal**, Bradford, v. 109, n. 4, p. 272-279, 2007.

BARBOSA-CANOVAS, G.; POTHAKAMURY, U. R.; PALOU, E.; SWANSON, B. G. (Ed.). *Nonthermal Preservation of Foods*. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 276.

BERRY, S. K.; SEHGAL, R. C.; KALRA, C. L. Comparative oil uptake by potato chips during frying under different conditions. **Journal of Food Science Technology**, San Diego, v.36, n.6, p.519-521, 1999.

BORIN, I.; FRASCARELI, E. C.; MAURO, M. A.; KIMURA, M. Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 39-50, 2008.

BOURNE, M. Relation between texture and mastication. **Journal of Texture Studies**. v.35, n. 2, p.125-143, 2004.

BRASIL, Informe Técnico nº 11, de 05 de outubro de 2004. Óleos e gorduras utilizados em frituras. Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Ministério da Saúde. Disponível em: <

http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/11_051004.htm>. Acesso em: 04 de abril de 2015.

BRASIL. Resolução de 12 de 2001 da ANVISA. **Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos no território nacional**, 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em: 05 de Novembro de 2012.

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 dezembro 2003: regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 dez. 2003. Seção 1, p. 33-34.

BRITO, T. T.; SOARES, L. S.; FURTADO, M. C.; CASTRO, A. A.; CARNELOSSI, M. A. G. Composição centesimal de inhame (*Dioscorea sp.*) *In natura* e minimamente processado. **Scientia Plena**, V. 7, N. 6, 2011.

CARANDANG, E. V. Health benefits of virgin coconut oil explained. **Philippine Journal of Coconut Studies**. Manila, v. 31, n. 1, June 2006.

CARCEL, J.A.; BENEDITO, J.; ROSSELL O. C.; MULET, A. Influence of ultrasound intensity on mass transfer in apple immersed in a sucrose solution. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 472–479, 2007.

CARR, L. G.; RODAS, M. A. B.; DELLA TORRE, J. C. M.; TADINI, C. C. Physical, textural and sensory characteristics of 7-day frozen part-baked French bread. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, New York, v. 39, n. 5, p. 540-547, 2006.

CARVALHO, M. L. B. **Avaliação da estabilidade termo-oxidativa do óleo das sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus (L.) Moench*)**. 2011. 94 pág. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade federal da Paraíba, João Pessoa.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, 2ª ed.; Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. 207p.

CHEN, B-K.; DIOSADY, L. L. Enzymatic aqueous processing of coconuts. **International Journal of Applied Science and Engineering**, Taiwan, v.1, n. 1, p. 55-61, Mar. 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. UFLA, 2005.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Codex **Standards for named vegetable oils, CODEX Stan 210, 1999**. Roma: FAO/WHO, 2005. (Revisão 2005).

CORSINI M.S; JORGE N. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 26, p. 27-32, 2006.

COSTA, G. R.; OLIVEIRA, F. C.; MONTE, M. J. S.; CARVALHO, J. O.; FÉ, M.M. M.; LIMA, F. F. Análise dos parâmetros de identidades de óleos vegetais em processos de frituras descontínua após adição de antioxidantes. **Revista Interdisciplinar**. v.6, n.2, p.48-53, 2013.

COULTATE, T. P. **Food – The Chemistry of its Components. Series of the Royal Society of Chemistry Paperbacks**, 3rd edition. London, Royal Society of Chemistry, p. 321-339, 1996.

CRIVELARO, M. **Quem melhor combate a fome?** AGROSOFT BRASIL, 2008. Disponível em: <www.agrosoft.org.br/agropag/100080.htm>. Acesso em: 9 de nov. 2012.

CURVELO F.M.; ALMEIDA D.T.; NUNES I.L.; FEITOSA S. Qualidade do óleo de palma bruto (*Elaeis guineensis*): matéria-prima para fritura de acarajés. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 70, n. 4, p. 641-646. 2011;

DAMY P.C.; JORGE N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. **Brazil Journal Food and Technology**, v. 6, n. 2, p. 251-7, 2003;

DAYRIT, F. M.; DIMZON, I. K. D.; VALDE, M.F.; SANTOS, J. E. R.; GARROVILLAS, M. J. M.; VILLARANO, B. J. Quality characteristics of virgin coconut oil: Comparisons with refined coconut oil. **Pure and Applied Chemical**, v. 83, p. 1789 – 1799, 2011.

DINIZ, I. P.; PIROZI, M. R.; QUINTERO, A. C. F.; PAULA, C. D.; ZAMBONI, J. C. **Otimização da desidratação osmótica de inhame (*Colocasia esculenta*) para fritura.** Boletim CEPPA, Curitiba v. 24, n. 2, p. 303-318, 2006.

FARONI, L. R. A.; ALENCAR, E. R.; PAES, J. L.; COSTA, A. R.; ROMA, R. C. C. Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.1, p. 91-100, 2009.

FDA. **Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual.** Versão online 2011. Disponível em: <<http://www.fda.gov>>. Acesso em: 05 de Novembro de 2012.

FERRAREZZO E. M. **Desenvolvimento de mandioca chips, moldada e frita.** 2011, 192p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. de V.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. de M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. Manual: série qualidade.** Campinas, SBCTA, 2000. 127p

FIGUEIREDO, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos.** João Pessoa: Editora universitária - UFPB, 2004. 229 p.

FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. **Coco produção aspectos técnicos.** ed. Brasília: EMBRAPA tabuleiros costeiros (Aracaju, SE), 2003.

FONTES, L. C. B. **Efeito de desidratação osmótica e coberturas comestíveis na qualidade de chips de batata-doce elaborado pelo processo de fritura por imersão.** 2009. 305f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas.

FREITAS, L. A.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M., DUARTE, M.E.M.; FERREIRA, J. C.; SANTOS E SILVA, F. A.; CAVALCANTI, R. F.R.R.M. Cinética de desidratação osmótica de

tomates com soluções hipertônica contendo compostos aromáticos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n. Especial, p.337-344, 2011.

GIANGIACOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E.; Osmotic dehydration of fruit: Part 1. Sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 11, n.3, p. 183 –195, 1987.

GONELI, A. L. D.; NASU, A. K.; GANCEDO, R.; ARAÚJO, W. D.; SARATH, K. L. L. Cinética de secagem de folhas de erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, p.434-443, 2014.

GREENSMITH, M. **Practical dehydration**. 2 ed. CRC Press: Flórida, 1998.

GRIZOTTO, R.K.; MENEZES, H.C. Avaliação da aceitação de “chips” de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p. 79-86, 2003.

GRIZOTTO, R. K. In: **Processamento e rendimento industrial da batata chips e palha**, ITAL. Campinas. SP. 2006. Disponível em: <
<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/nas2005/19%2020Processamento%20da%20batata%20chips%20e%20palha%2001.pdf>>, Acesso em: 08 de abril de 2015.

GUNSTONE FD, HARWOOD JL, DIJKSTRA AJ. **The Lipid Handbook**. 3ed. CRC Press, 2007.

GUINÉ, R.P.F., HENRIQUES, F. O Papel dos Ácidos Gordos na Nutrição Humana e Desenvolvimentos Sobre o Modo Como Influenciam a Saúde, *Millenium*, 40, p. 7 – 21, 2011.

HAMLEDARI, A.; BASSIRI, A.; GHIASSI TARZI, B.; BAMENI MOGHADDAM, M. Pulsed vacuum osmotic dehydration of garlic bulbs followed by microwave drying. **Journal of Food Biosciences and Technology**, v. 2, p. 41–56, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4.ed. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. São Paulo. v.1, 2008. 1020p.

JADHAV, S.J.; NIMBALKAR, S.S.; KULKARNI, A.D.; MADHAVI, D.L. Lipid oxidation in biological and food systems. In: Madhavi, D.L.; Deshpande, S.S.; Salunkhe, D.K. (Eds.), **Food Antioxidants: Technological, Toxicological, and Health Perspectives**. New York, Editor Marcel Dekker, 1996.

JAYADASA, N.H.; NAIR, K. P. Coconut oil as base oil for industrial lubricants evaluation and modification of thermal, oxidative and low temperature properties. **Tribology International**, v. 39, p. 873–878, 2006.

JORGE, N.; GONCALVES, L. A. G. Aditivos utilizados em óleos e gorduras de frituras. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 1, p. 40-47, 1998.

JORGE, N.; JANIÈRE, C. Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1001-1007, set./out., 2005.

JORGE, N.; LUNARDI, V. M. Influência dos tipos de óleos e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 635-641, 2005.

JORGE, N.; SOARES, B. P.; LUNARDI, V. M.; MALACRIDA, C. R. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.

KASHANINEJAD, M.; MORTAZAVI, A.; SAFEKORDI, A.; TABIL, L. G. Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.98-108, 2007.

KAUR, A.; SINGH, N.; EZEKIEL, R. Quality parameters of potato chips from different potato cultivars: effects of prior storage and frying temperatures. **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v.11, p.791-803, 2008.

KINDERMANN, M.; WEIS, K.; LIPPERT, C.; MÜLLER, J. Economic analysis of different processing methods for small-scale coconut oil production in the Philippines. **Conference on International Agricultural Research for Development**; 2007; Tropentag. University of Kassel-Witzenhausen and University of Göttingen. Disponível em: <<http://www.tropentag.de/2007/abstracts>>. Acesso em: 10 abril de 2014.

KINGSLEY, R. P.; GOYAL, R. K.; MANIKANTAN, M. R.; ILYAS, S. M. Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behaviour of peach slice. **International Journal of Food Science & Technology**, v.42, n.1, p. 65-69, 2007.

KITA, A.; LISIN'SKA, G.; GOLUBOWSKA, G. The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. **Food Chemistry**, Oxford, England, v.102, p.1-5, 2007.

KNOTHE G. Structure Indices in FA Chemistry. How Relevant Is the Iodine Value? **Journal of the American Oil Chemists' Society**. V.79, p. 847-854, 2002.

LAURELES, L. R.; RODRIGUEZ, F. M.; REAÑO, C. E.; SANTOS, G. A.; LAURENA, A. C.; MENDOZA, E. M. T. Variability in fatty acid and triacylglycerol composition of the oil of coconut (*Cocos nucifera L.*) hybrids and their parental. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n.6, p. 1581-1586, 2002.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.22, n.1, p.65-69, 2002.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 24, n. 2, 2004.

LIMA, J.R.; BRUNO, L. M. Qualidade no armazenamento de manga processada por desidratação osmótica seguida de fritura. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.3, p.247-250, Jul.-Set., 2007.

LÓPES-VILLALOBOS, A; DODDS, P. F; HORNUNG, R. Changes in fatty acid composition during developing of tissues of coconut (*Cocos nucifera L.*) embryos in the intact nut and in vitro. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 52, n. 358, p. 933-941, 2001.

MACÊDO, L. S. Tendências e Perspectivas da Cultura do Inhame (*Dioscorea sp.*) no Nordeste do Brasil. In: II Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Taro. **Anais...** João Pessoa, Paraíba, 2002.

MALACRIDA CR, JORGE N. Alterações do óleo de soja em frituras: efeitos da relação superfície/volume e do tempo de fritura. **Higiene Alimentar**. v.19, n. 129, p. 25-31. 2005.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Influência da relação superfície/volume e do tempo de fritura sobre as alterações da mistura azeite de dendê-óleo de soja. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 724-730, 2006.

MALACRIDA, C.R. Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê – óleo de soja em frituras descontínuas de batatas chips. **Brazil Journal Food Technology**. São Paulo, SP, v.6, n.2, p.245-249, 2003.

MARINA, A. M.; CHE MAN, Y.B.; NAZIMAH, S. A; AMIN, I. Chemical properties of virgin coconut oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 86, n. 4 p. 301-307, Apr. 2009.

MARQUES A.C.V.; TESSA B.; ROSA C.S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. **Revista Nutrição**. v. 22, n. 2, p. 283-93, 2009.

MARTEN, B., PFEUFFER, M., & SCHREZENMEIR, J. Medium-chain triglyceride

MARTINS, C. R.; JESUS Jr., L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf. Acesso em: 10 abril de 2015.

MARTINS, M. C. P.; CUNHA, T. L.; SILVA, M. R. Efeito das condições de desidratação osmótica de passa de caju-do-cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28(supl.), p. 158-165, 2008.

MASSON L.; ROBERT P.; ROMERO N.; IZAURIETA M.; VALENZUELA S.; ORTIZ J.; DOBARGANES, M.C. Comportamiento de aceites poliinsaturados en preparación de batatas fritas para consumo inmediato: formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. **Grasas y aceites**, Sevilla - Espana, v. 48, n.5, p.273-281, 1997.

MATSUOKA, C. R. **Qualidade do óleo de fritura de mandioca: correlação entre dados analíticos e sensoriais para determinação do ponto de descarte**. 2009, 157p. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MELO. M. A. M. F. **Avaliação das Propriedades de Óleos Vegetais visando a Produção de Biodiesel**. 2010, 118 pag. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade federal da Paraíba, João Pessoa.

MENDONÇA, M. A.; BORGIO, L. A.; ARAÚJO, W. M. C.; NOVAES, M. R. C. G. Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 19, n. 2, p. 115-122, 2008.

MINIM, Valéria Paula Rodrigues. **Análise sensorial: estudo com consumidores** - Viçosa: Ed. UFV, 2006. 225p.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. MINOLTA Co. Ltda., 1994.

MONFERRER, A.; VILLALTA, J. La fritura desde un punto de vista práctico. **Alimentos Equipos Tecnologia**, v.21, n. 3, p. 85-90, 1993.

MONTANHER, P.F. **Avaliação da adição de aromas em batatas fritas tipo chips sobre a composição centesimal, teores de sódio e ácidos graxos, com ênfase nos ácidos graxos trans.** 2010, **pág. 78.** Dissertação (Mestrado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. Cultura do inhame. In: **Agricultura: cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas.** Fundação Cargill. v. 2. 2002, p. 511-518. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-Americanas).

MONTERO, E. S. C. **Textura de Alimentos.** Chile: Universidad de Chile, 1999, 235p.

MORETTO, E., FETT, R.; GONZAGA, L.V. **Introdução à Ciência de Alimentos.** Florianópolis. Editora: UFSC,2002, 255p.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** 1ª ed. São Paulo: Varela. 1998,

MOTHÉ, C. G., AZEVEDO, A. D. **Análise Térmica de Materiais.** São Paulo: Editora Artliber, 2009.

MUJUMDAR, A. S.; MENON, A. S. Drying of solids, principles, classification and selection of dryers. **Handbook of Industrial Drying.** 2 ed. Marcel Dekker: New York, p. 1-39, 1995.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger.** 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 2011, 1298 p.

NIK NORULAINI, N.A.; SETIANTO, W.B.; Z Aidul, I.S.M.; NAWI, A.H.; AZIZI, C.Y.M.; MOHD OMAR, A.K. Effects of supercritical carbon dioxide extraction parameters on virgin coconut oil yield and medium-chain triglyceride content. **Food Chemistry.** v. 116, p. 193–197, 2009.

NOLASCO, S.M.; AGUIRREZÁBALB, L.A.N.; CRAPISTEC, G.H. Tocopherol Oil O'BRIEN, R. D. **Fats and Oils – Formulation and Processing for Applications**. Boca Raton, Florida: CRC Press. 2004. 592 p.

NUNES, L. S. **Obtenção de amido de inhame e sua utilização no preparo de alimentos à base de leite**. 2009, 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

OLIVEIRA, A. P. Nutrição e época de colheita do inhame (*Dioscorea* sp.) e seus reflexos na produção e qualidade de túberas. **In: Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Taro**, 2002. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB: EMEPA-PB, v.1, 2002. p. 83-98.

OLIVEIRA, A. P.; BARBOSA, L. J. N; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. E. L.; OLIVEIRA, A. N. P. Produção de túberas comerciais de inhame em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 073-076, 2007.

OLIVEIRA, A.P.; FREITAS NETO, P.A.; SANTOS, E.S. Qualidade do inhame 'Da Costa' em função das épocas de colheita e da adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p.115-118, 2002.

OLIVEIRA, L.F. **Desidratação osmótica com pulso de vácuo e secagem a vácuo de yacon (*Smallantus sonchitolius*)**. 2014, pág. 155. Tese (Doutorado Ciência e tecnologia de alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, M.C. **Composição nutricional e perfil de ácidos graxos de batatas *chips* e *snacks extrusados***. 2009, pág 87. Dissertação (Mestrado Engenharia e Ciência de Alimentos)- Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São Jose do Rio Preto.

OLIVEIRA, S. N. ***Chips* de batata doce obtidos por diferentes processos de secagem: caracterização física, composição centesimal e análise sensorial**. 2012, 172p. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ORLANDIN, A.; FONTANA, R. C.; SANDRI, I. G. Estudo de pré-tratamentos na desidratação de tomate-cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 226-231, 2010.

PANAGIOTOU, N. M.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B. Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits. **Drying Technology**, New York, v. 17, n. 1, p. 175-189, 1999.

PAULA, C. D.; PIROZI, M.; PUIATTI, M.; BORGES, J. T.; DURANGO, A. M. Características físico-químicas y morfológicas de rizóforos de ñame (*Dioscorea alata*). **Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 10, n. 2, p. 61 – 70, 2012.

PENNINGTON, J. A. T. Food Composition Databases for Bioactive Food Components Journal of food composition and analysis, **Review** n.15 p. 419–434, 2002.

PEREIRA, F. E. A. **Biodiesel produzido a partir do óleo de sementes de *Mabea fistulifera***. 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEREIRA, L. M. **Influência da desidratação osmótica com aditivos na estrutura celular e na manutenção da qualidade de goiabas minimamente processadas**. 2006, 202p. Tese (Doutorado em Engenharia de alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

PEREIRA, F. E. A **Biodiesel produzido a partir do óleo de sementes de *Mabea fistulifera Mart.*** Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade de Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2007.

PRIETO W. H.; IGUTI, A. M.; NITZ, M. Drying evaluation of green coconut pulp for obtaining a snack-like product. **Procedia of food Science**, v. 1, p. 1618 – 1627, 2011.

PRATES, M. F. O.; REIS, R. C. DOS; DEVILLA, I. A.; FARIA, R. Q.; LIMA JUNIOR, A. F. Cinética de secagem de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (fruta-de-lobo). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, p.514- 521, 2012.

QUEJI, M. F. D.; PESSOA, L. S. Influência do tratamento osmótico na produção de tomate desidratado. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná. v. 05, n. 01. p. 282-292, 2011

RADÜNZ, L. L.; AMARAL, A. S. DO; MOSSI, A. J.; MELO, E. DE C.; ROCHA, R. P. Avaliação da cinética de secagem de carqueja. **Engenharia na Agricultura**, v.19, p.19-27, 2011.

RAMADAN M.F.; MOERSEL J.T. Screening of the antiradical action of vegetable oils. **Journal Food Compost Anal.** v.19, p.838 – 842, 2006.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, p. 755-760, 2006.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, p. 755-760, 2006.

REDA, S.Y. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. 2004, 153f. Dissertação (Mestrado em Avaliação Tecnológica de Matérias-Primas), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná.

REGITANO-d'ARCE. Deterioração de lipídeos – ranço. In: OETTERER, M; REGITANO-d'ARCE, M.A.B; SPOTTO, M.H.F. (Ed.) **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, p.243-270, 2006.

RIBEIRO, C. F. A.; PARK, K. J.; HUBINGER M. D.; RIBEIRO S. C. A.; BUCCI C. G.C. Influência das variáveis de processo na desidratação osmótica de peixe piraiíba (*Brachyplatystoma filamentosum*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande**, v.15, n.3, p.335-347, 2013.

RIOS, H. C. S.; PEREIRA, I. R. O; ABREU, E. S. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. **Revista Ciência & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 118-126, 2013.

RODRIGUES H. F.; SILVA, L. F. M.; FERREIRA, K. S.; NOGUEIRA, F. S. Avaliação de rotulagem nutricional, composição centesimal e teores de sódio e potássio em batatas-palha. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. Sao Paulo, v. 69, n. 3, p. 423-427, 2010.

ROGÉRIO, W. F.; LEONEL, M. Efeitos da espessura das fatias e pré-cozimentos na qualidade de salgadinhos fritos (chips) de tubérculos tropicais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.2, p.131-137, 2004.

ROMERO, N.; ROBERT, P.; MASSON, L. ORTIZ,J.; GONZALEZ, K.; TAPIA, K.; DOBARGANES, C. Effect of α -tocopherol, α -tocotrienol and Rosa mosqueta shell extract on the performance of antioxidant-stripped canola oil (*Brassica sp.*) at high temperature. **Food Chemistry**, v.104, p. 383-389, 2007.

SACCHETTI, G.; GIANOTTI, A.; DALLA ROSA, M. Sucrose-salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 2, p. 163-173, 2001.

SAGUY, I. S.; DANA, D. Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects. **Journal of Food Engineering**, v.56 n. 2-3, p. 143-152, 2003.

SALVADOR, A.; VARELA, P.; SANZ, T.; FISZMAN, S. M. Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurements, and sensory analysis. **Food Science and Technology**, v.42, p.763–767, 2009.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingredient South American**, v. 18, p. 64-71, 2002.

SANT'ANNA, B. P. M.; FREITAS, S. P.; COELHO, M. A. Z. Enzymatic aqueous technology for simultaneous coconut protein and oil extraction. **Grasas y aceites**. Sevilla, v. 54, f. 1, p. 77-80, 2003.

SANTOS, E. S.; CAZÉ FILHO, J.; LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Inhame (*Dioscorea sp.*) tecnologias de produção e preservação ambiental. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.1, n.1, p.31-36, 2007.

SANTOS, J. C. O.; SANTOS, M. G. O.; DANTAS, J. P.; CONCEI, M. M.; FILHO, P. F. A.; SOUZA, A. G. Comparative study of specific heat capacities of some vegetable oils obtained by DSC and microwave oven. **Journal of thermal analysis and calorimetry**, v. 79, p. 283-287, 2005.

SANTOS, J. R. M.; MARTINS, J.S.; FREIRE, M. S.; SILVA NETO, N.; SILVA, T. N.; SANTOS, J. C. O. Caracterização físico-química do óleo de coco obtido artesanalmente. In: 5º CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 2013. **Anais...**Natal:UFRN, 2013.

SANTOS, M. A.; NEVES, S. F. P.; ORSINE, J. V. C. Efeito da desidratação osmótica seguida de fritura nas características físico-químicas de chips de batata-doce biofortificada. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13; P.1434 – 1442, 2011.

SANTOS, M. S. **Propriedades térmicas e mecânicas de materiais reciclados a base de PET pós- consumo e cargas de coco**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTOS, J. C. O.; SOUZA, A. G.; PRASAD, S.; SANTOS, I. M. G.; SANTOS, I. V. Thermal stability and kinetic parameters of Thermal decomposition of commercial edible oils by thermogravimetry. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 1363-1369, 2002.

SENEVIRATNE, K. N; HAPUARACHCHL, C. D.; EKANAYAKE, S. Comparison of the phenolic-dependent antioxidant properties of coconut oil extracted under cold and hot conditions. **Food Chemistry**, London, v. 114, p. 1444–1449, June 2009.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. **Chemical Society Reviews**, v.39, p.4067-4079, 2010.

SHARMA, S., K.; MULVANEY, S., J.; RIZVI, S., S., H. Food process engineering –theory and laboratory experiments. **John Wiley & Sons Publication, INC.**, Cornell University, Ithaca, NY, EUA, p. 216-218, 2000.

SHUJUN, W.; JINGLIN, Y.; WENYUAN, G.; HONGYAN, L.; PEIGEN, X. New tarches from traditional Chinese medicine (TCM)-Chinese yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) cultivars. **Carbohydrate Research**, v. 341, p. 289–293, 2006.

SILVA, M.R.; CERQUEIRA, F.M.; SILVA, P.R.M. Batatas fritas tipo palito e palha: absorção de gordura e aceitabilidade. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos**, São Paulo, SP. v.26, p. 51-62, dez., 2003.

SILVA, C. C. C. M.; RIBEIRO, N, F, P.; SOUZA, M, M, V, M.; ARANDA, D, A, G. Biodiesel production from soybean oil and methanol using hidrotalcites as catalyst. **Fuel Processing Technology**, v. 91, p. 205-210, 2010.

SILVA, A. J. L.; JALES, K, A.; AZEVEDO, A. R.; PASSOS, A. A. C.; LOPES, S. A. Avaliação sensorial de mandioca submetida à fritura em Óleos com diferentes graus de insaturação. In: VII CONNEPI – Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. **Anais...Palmas, Tocantins**, 2012.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Drying kinetics of *Jatropha* seeds. **Revista Ceres**, v.59, p.171-177, 2012.

SOBUKOLA, O.P.; DAIRO, O.U.; AFE, T.T.; COKER, O.J. Water Sorption Isotherms and Crispness of Fried Yam Chips in the Temperature Range From 293K to 313K. **International Journal of Food Properties**, v. 10, p. 561-575, 2007.

SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profiling - historical and scientific perspectives. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 8, p. 54-57, 1998.

SZYD OWSKA-CZERNIAK A.; KARLOVITS, G.; DIANOCZKI. C.; RECSEG, K.; SZB, Y.K. E. Comparison of two analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapeseed and olive oils. **Journal of the American oil chemist's society**. v.85, p. 141-49, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAN, C.P., CHE MAN, Y.B. Differential scanning calorimetric analysis of edible oils: Comparison of thermal properties and chemical composition. **Journal of the American oil chemist's society**, v. 77, p. 143-155, 2000.

TAN, C.P., CHE MAN, Y.B., SELAMAT, J., YUSOFF, M.S.A. Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods, **Food chemistry**, v.76, p. 385-389, 2002.

TANAMATI, A. C. **Instabilidade Oxidativa do óleo de soja submetido à fritura de alimentos congelados**. 2008. 119 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

TFOUNI, S.A.V. et al. **Batata chips e palha**. Campinas: ITAL, 2003. 73p. (Agronegócio; 3).

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia**. 2. ed. v.2. Blucher. 2010. 385p.

VERGARA, P; WALLY, AP; PESTANA, V.R; BASTOS, C; ZAMBIARI, R.C. Estudos do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v.24, n.1, p.207-220, 2006.

VIANA, A, D.; CORRÊA, J. L.G.; JUSTUS, A. Optimisation of the pulsed vacuum osmotic dehydration of cladodes of fodder palm. **International Journal of Food Science and Technology**, v.49, p. 726–732, 2014.

VITRAC, O.; DUFOUR, D.; TRYSTRAM, G.; RAOULT-WACK, A. L. Characterization of heat and mass transfer during deep-fat frying and its effect on cassava chip quality. **Journal of Food Engineering**, v.53, p.161-176, 2002.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 931p. 28.

WALDRON, K., W.; SMITH, A., C.; PARR, A., J.; NG, A.; PARKER, M., L. New approaches to understanding and controlling cell separation in relation o fruit and vegetable texture. **Trends in Food Science & Technology**. v.8, n.7, p. 213-220, 1997.

YOUDIM, K. A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v.18, n. 4, p. 383-399, 2000.

APÊNDICE A

(Termo de consentimento para análise sensorial e quadros 1 e 2 com os testes de aceitação e perfil de atitude dos consumidores)

Universidade Federal de Campina Grande
HUAC - Hospital Universitário Alcides Carneiro

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ESTUDO: “Desidratação osmótica e fritura de palitos de inhame em óleos de coco e de soja”

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

Eu, (inserir o nome, profissão) _____
residente e domiciliado na _____,
portador da Cédula de identidade, RG _____, e inscrito no CPF:
_____ nascido(a) em ____ / ____ / _____, abaixo assinado(a),
concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do estudo
“Desidratação osmótica e fritura de palitos de inhame em óleos de coco e de soja”. Declaro que
obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto
às dúvidas por mim apresentadas.

Estou ciente que:

- I) O estudo se faz necessário para que seja avaliada a preferência do provador, quanto aos melhores tratamentos para obtenção dos palitos de inhame fritos com óleo de coco e de soja.
- II) Tenho consciência, das possíveis alergias ou alterações metabólicas que poderão ser causadas pelo produto, caso seja alérgico a inhame.
- III) Essa (s) coleta(s) serão feitas apenas para este estudo, com resguardo da identidade do provador.
- IV) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

V) A desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico. Não virá interferir no atendimento ou tratamento médico;

VI) Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

VII) Caso eu desejar, poderei pessoalmente tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa.

Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

IX) Observações Complementares.

X) Caso me sinta prejudicado (a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao CEP/HUAC, do Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Hospital Universitário Alcides Carneiro, ao Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.

Campina Grande, maio de 2015

Testemunha 1 : _____

Nome / RG / Telefone

Testemunha 2 : _____

Nome / RG / Telefone

Responsável pelo Projeto: Taciano Pessoa

Telefone para contato: (83) 98313524

Quadro 1- Teste de aceitação

TESTE DE ACEITAÇÃO					
Nome: _____			Idade: _____		
Genero: <input type="checkbox"/> Masculino		Escolaridade: <input type="checkbox"/> Alfabetizado			
<input type="checkbox"/> Feminino		<input type="checkbox"/> Ensino médio			
		<input type="checkbox"/> Superior incompleto			
		<input type="checkbox"/> Superior completo			
<p>Você está recebendo 4 amostras de palitos de inhame fritos com óleo de coco e de soja. Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque o valor da escala que melhor represente seu julgamento.</p>					
9 – Gostei Extremamente					
8 – Gostei Muito					
7 – Gostei Moderadamente					
6 – Gostei Ligeiramente					
5 – Indiferente					
4 – Desgostei Ligeiramente					
3 – Desgostei Moderadamente					
2 – Desgostei Muito					
1 – Desgostei Extremamente					
Amostra	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura
Comentários: _____					

Quadro 2- Perfil de atitude

PERFIL DE ATITUDE

Por favor, prove as amostras e utilize a escala numérica para avaliar a escala de frequência de consumo do produto. Atribua a cada amostra um valor que melhor reflita sua ação.

- (5) Comería sempre
- (4) Comería frequentemente
- (3) Talvez comería / talvez não comería
- (2) Comería raramente
- (1) Nunca comería

Amostra	Perfil de atitude

Comentários: _____

APÊNDICE B

(Dados referentes a cinética de desidratação osmótica dos palitos de inhame, em soluções salinas de 5; 10 e 15%; Dados de Razão de teor de água dos palitos de coco secas a temperatura de 60 e 70°C)

Tabela A.1 – Dados referentes a perda de massa (%) dos palitos de inhame submetidos a desidratação osmótica, em soluções salinas de 5; 10 e 15%

Tempo (min)	5%	10%	15%
0	0	0	0
10	4,55614973	3,81337878	5,75539568
20	6,84153005	6,74698795	7,12821681
30	9,57184488	7,21672167	7,27480046
40	10,0405223	8,89385475	7,61839396
50	9,91679784	9,6287964	10,0093545
60	12,1872848	10,5490018	14,3134872
90	12,9316338	14,5640526	15,5847967
120	14,0950597	15,7745144	16,608825
150	15,0649351	16,8115222	17,6980496
180	15,7207314	17,2425684	18,847903
210	16,0769413	17,8304963	19,3605684
270	16,4191263	18,6222006	19,6033562
330	16,7265625	19,3359375	19,93259
390	16,3255593	19,1151308	20,0919071
1440	16,7144222	19,1617352	22,3088924
1620	21,0500248	21,864606	27,376117

Tabela A.2 – Dados referentes ao ganho de sólido (%) dos palitos de inhame submetidos a desidratação osmótica, em soluções salinas de 5; 10 e 15%

Tempo (min)	5%	10%	15%
0	0	0	0
10	0,387827332	0,326923866	0,484353741
20	0,569905892	0,562528217	0,592198129
30	0,599056023	0,60355017	0,77747545
40	0,630038265	0,726903345	0,809778912
50	0,802966448	0,781695054	0,812070376
60	0,966837152	0,849271496	1,11439201
90	1,0191258	1,13142007	1,23099427
120	1,09948697	1,21264321	1,26764456
150	1,16523702	1,28088861	1,33827741
180	1,20907039	1,25435966	1,41143707
210	1,23267185	1,282126	1,44360119
270	1,21972995	1,39718859	1,45873724
330	1,30420622	1,41910527	1,45646257
390	1,24905892	1,42823723	1,48900935
1440	1,27454992	1,43115945	1,62334184
1620	1,52766776	1,59681305	1,91281888

Tabela A.3 – Razão de teor de água dos palitos de coco submetidas a secagem nas temperaturas de 60 e 70°C, em estufa com circulação de ar

Tempo (min)	60°C	70°C
0	1	1
5	0,981613645	0,904403571
10	0,962137284	0,877441371
15	0,93880606	0,853559674
20	0,914095322	0,823089343
25	0,888628776	0,801887366
30	0,865328922	0,779170963
40	0,818307805	0,736485712
50	0,776017872	0,690776432
60	0,733360805	0,592454827
90	0,631259046	0,520738599
120	0,549799911	0,46431493
150	0,490139347	0,376865193
180	0,445331087	0,309971005
210	0,402137567	0,245960565
270	0,350938323	0,164222338
330	0,292026965	0,11294621
390	0,250537075	0,0692833564
510	0,15747041	0,0348159676
630	0,101555135	0,0141411191
750	0,0716516513	0,0147061879
930	0,0231923844	0,00809845131
1110	0,00246328732	0
1290	0	