

**CLÁUDIA DENISE DE PAULA**

**UTILIZAÇÃO DE TARO NA ELABORAÇÃO DE FARINHA E DE  
PRODUTO ALIMENTÍCIO REESTRUTURADO FRITO**

**Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.**

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P324u  
2009

Paula, Cláudia Denise de, 1963-

Utilização de taro na elaboração de farinha e de produto  
alimentício reestruturado frito / Cláudia Denise de Paula  
– Viçosa, MG, 2009.

xviii, 115f. : il (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Mônica Ribeiro Pirozi.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 105-115

1. Tecnologia de alimentos. 2. Colocasia esculenta. 3.  
Germinação. 4. Colocasia esculenta - Processamento. 5.  
Amido. 6. Frituras. 7. Alimentos - Análise. 8. Estatística.  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.


CDD 22.ed. 664.2

CLÁUDIA DENISE DE PAULA

UTILIZAÇÃO DE TARO NA ELABORAÇÃO DE FARINHA E DE  
PRODUTO ALIMENTÍCIO REESTRUTURADO FRITO


Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 11 de maio de 2009.



---

Prof.<sup>a</sup> Valéria Paula R. Minim  
(Co-orientadora)



---

Prof. Mario Puiatti  
(Co-orientador)



---

Prof. José Benício Paes Chaves



---

Prof.<sup>a</sup> Maria Teresa P. Silva Clerici



---

Prof.<sup>a</sup> Mônica Ribeiro Pirozi  
(Orientadora)

**À Ana Carolina e Joaquin Andrés,  
razões do meu ser e viver.**

**Ao Joaquin, meu amor, esposo e companheiro.  
A minhas irmãs e sobrinhos, por tudo o  
que representam na minha vida.**

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que me amparou e me conduziu em todos os momentos, nas dificuldades e vitórias conquistadas.

À minha querida família, irmãos, sobrinhos e cunhados, que sempre me apoiaram durante a caminhada. Em especial, aos meus queridos filhos Ana Carolina e Joaquín Andrés e ao meu amado Joaquín, muito mais que esposo, foi amigo e cúmplice em todos estes momentos. A vocês, agradeço e dedico esta conquista.

À Universidade de Córdoba, Montería, Colômbia, por seu apoio incondicional.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realizar meu treinamento e consolidar meus conhecimentos por meio do Programa de Pós-Graduação.

À Prof<sup>a</sup>. Mônica Ribeiro Pirozi, pela orientação, incentivo e apoio. Agradeço também pela amizade que cultivava com seus orientados.

À Prof<sup>a</sup>. Valéria Paula Rodrigues Minim, pela grande contribuição no desenvolvimento da tese. Obrigada pelos ensinamentos da parte de análise sensorial e pelas sábias sugestões.

Ao Prof. Mário Puiatti, pelas sugestões e valiosas contribuições para o trabalho.

Ao Prof. José Benício Paes Chaves, pelos ensinamentos estatísticos e sugestões valiosas.

Aos professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos, que tanto contribuem para a formação profissional e pessoal dos estudantes.

Aos participantes da análise descritiva e aos consumidores que participaram das sessões de análise sensorial.

Aos meus amigos especiais, João Tomaz, Washington, Sandra, Vanessa, Juliana e Divino Daniel.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela ajuda, apoio e amizade.

Às estagiárias Danúbia e Grasiely, pela colaboração na realização dos ensaios e compilação dos resultados.

À indústria SPEL Embalagens Ltda., pela doação das películas plásticas.

À indústria Agropalma, pela doação das amostras de óleo de palma utilizado no processo de fritura.

E a todos os que contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

CLÁUDIA DENISE DE PAULA, filha de Waldyr de Paula e Ana Almeida de Paula, nasceu em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, no dia 08 de maio de 1963.

Em março de 1984, iniciou o Curso de Nutrição na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em julho de 1988. No ano de 1989, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível de Mestrado, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, finalizando em fevereiro de 1991.

Em fevereiro de 1997, ingressou na Universidade de Córdoba, Montería, Colômbia, como professora do Programa de Engenharia de Alimentos.

Em fevereiro de 2005, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, nível de Doutorado, na Universidade Federal de Viçosa.

Em maio 2009, submeteu-se à defesa de tese.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMO</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
<b>1.1 GENERALIDADES SOBRE TARO</b>	<b>4</b>
1.1.1 Caracterização da matéria-prima	4
1.1.2 O gênero <i>Colocasia</i>	6
1.1.3 Nomes populares para <i>Dioscorea</i> e <i>Colocasia</i> no Brasil	7
1.1.4 Produção, produtividade e consumo de taro	10
1.1.5 Processamento industrial de taro	13
<b>1.2 ALIMENTOS REESTRUTURADOS</b>	<b>16</b>
1.2.1 Potencial de comercialização	16
1.2.2 Processamento de alimentos reestruturados	18
<b>1.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 2: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE RIZOMAS MÃE E FILHO DE TARO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE FARINHA</b>	<b>20</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>20</b>
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>22</b>
2.2.1 Matéria-prima	22
2.2.1.1 Caracterização da matéria-prima	22
2.2.2 Obtenção das farinhas de taro	23
2.2.2.1 Rendimento das farinhas	25
2.2.2.2 Caracterização das farinhas	25
2.2.2.2.1 Análises físicas e químicas	25
2.2.2.2.2 Determinação de cor	26
2.2.3 Delineamento experimental e análise estatística	26
<b>2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
2.4.1 Caracterização das matérias-primas	26
2.4.2 Obtenção e caracterização das farinhas de taro	30

2.4.2.1	Rendimento das farinhas de taro	30
2.4.2.2	Análises físicas e químicas das farinhas de taro	30
2.4.2.3	Determinação de cor das farinhas	33
2.5	CONCLUSÕES	35
<b>CAPÍTULO 3: ELABORAÇÃO DE ALIMENTO REESTRUTURADO A PARTIR DE RIZOMAS FILHO E RIZOMAS MÃE DE TARO</b>		36
3.1	INTRODUÇÃO	36
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	38
3.2.1	Matéria-prima	39
3.2.2	Elaboração de purê de taro	39
3.2.3	Processamento de reestruturado de taro	39
3.2.4	Análises qualitativas nos reestruturados fritos	41
3.2.5	Delineamento experimental e análise estatística	42
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.3.1	Reestruturados fritos de RF (RFRF) de taro	44
3.3.1.1	Teor de umidade, lipídios e rendimento pós-fritura dos RFRF	44
3.3.1.2	Análise instrumental da cor dos RFRF de taro	51
3.3.1.3	Análise de firmeza e perfil de textura de RFRF de taro	57
3.3.1.4	ACP para as características do processo de elaboração de RFRF de taro	60
3.3.2	Reestruturados fritos de RM (RFRM)	64
3.3.2.1	Teor de umidade, lipídios e rendimento pós-fritura dos RFRM	65
3.3.2.2	Análise instrumental de cor dos RFRM	67
3.3.2.3	Análise de firmeza e perfil de textura	73
3.3.2.4	ACP para as características do processo de elaboração de RFRM de taro	79
3.4	CONCLUSÕES	84
<b>CAPÍTULO 4: AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS REESTRUTURADOS FRITOS DE TARO</b>		85
4.1	INTRODUÇÃO	85
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	86
4.2.1	Seleção dos produtos para Análise Descritiva dos reestruturados fritos	87

4.2.2	Análise Sensorial Descritiva de reestruturados fritos de taro	88
4.2.2.1	Condições do teste	88
4.2.2.2	Recrutamento e pré-seleção de provadores	89
4.2.2.3	Seleção dos provadores	90
4.2.2.4	Avaliação das formulações de reestruturados fritos de taro	91
4.2.3	Teste de aceitação dos reestruturados fritos de taro	92
4.2.4	Análises estatísticas dos testes sensoriais	92
4.3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	94
4.3.1	Seleção dos produtos para a análise descritiva	94
4.3.2	Perfil sensorial dos reestruturados fritos de taro	95
4.3.2.1	Recrutamento, seleção e treinamento de provadores	95
4.3.2.2	Avaliação sensorial descritiva dos reestruturados frito de taro	96
4.3.3	Aceitabilidade sensorial dos reestruturados fritos de taro	99
4.4	<b>CONCLUSÕES</b>	100
	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b>	102
	<b>RECOMENDAÇÕES</b>	104
5	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	105

## LISTA DE TABELAS

		Página
1	Composição físico-química e Valor Calórico Total (VCT) de rizomas mãe (RM) e rizomas filho (RF) de variedades de taro cultivadas em solo Latossolo Vermelho Distroférico. Dourados, UFMS. 2000.	5
2	Área cultivada, produção e rendimento médio da cultura de taro no mundo.	10
3	Países produtores de taro em 2007.	12
4	Estados brasileiros produtores de taro em 2000.	13
5	Características físico-químicas de rizoma filho (RF) e rizoma mãe (RM) de taro (parte comestível em g / 100 g).	28
6	Composição química de farinha de rizoma filho (FRF) e farinha de rizoma mãe (FRM) de taro.	31
7	Resultados dos valores de pH e acidez (mL NaOH 100 g <sup>-1</sup> ) das farinhas de taro.	33
8	Resultados dos valores médios de L*, a*, b* e ΔE* para as FRF, FRM de taro.	34
9	Níveis codificados e escala real das variáveis empregadas no ensaio.	43
10	Resultados de teor de umidade (%), lipídios (%) e rendimento pós-fritura (%) dos RFRF.	45
11	Coeficiente de regressão e significância estadística para cada fator no modelo codificado para umidade, lipídios e rendimento dos RFRF.	45
12	Análise de variância da regressão para teor de lipídios na obtenção de RFRF.	47
13	Análise de variância da regressão para rendimento na obtenção de RFRF.	51
14	Valores médios de coordenadas de cromaticidade de RFRF.	52
15	Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para coordenadas de cromaticidade para RFRF.	54
16	Análise de variância da equação ajustada para a* na obtenção de RFRF.	55
17	Valores médios de firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos RFRF de taro.	57

18	Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para coordenadas de firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos RFRF de taro.	58
19	Análise de variância da equação ajustada para gomosidade na obtenção de RFRF de taro.	60
20	Resultados de teor de umidade (%), lipídios (%) e rendimento pós-fritura (%) dos RFRM.	65
21	Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para umidade, lipídios e rendimento de RFRM.	65
22	Análise de variância da equação ajustada para teor de umidade na obtenção de RFRM.	66
23	Valores médios de L*, a*, b*, $\Delta E^*$ e $\Delta C^*$ de RFRM.	69
24	Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para L*, a*, b*, $\Delta E^*$ e $\Delta C^*$ para RFRM.	69
25	Análise de variância da equação ajustada para L* na obtenção de RFRM.	71
26	Análise de variância da equação ajustada para a* na obtenção de RFRM.	71
27	Análise de variância da equação ajustada para $\Delta E^*$ na obtenção de RFRM.	72
28	Análise de variância da equação ajustada para $\Delta C^*$ na obtenção de RFRM.	73
29	Valores médios de firmeza*, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade de RFRM.	74
30	Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos RFRM.	74
31	Análise de variância da equação ajustada para firmeza na obtenção de RFRM.	76
32	Concentração de ingredientes (g/100 g) para as diferentes formulações de reestruturados fritos de taro (RFRF e RFRM).	87
33	Relação dos grupos segundo concentração de sulfato de cálcio (g/ 100g) fixada para a prova de ordenação-preferência dos reestruturados fritos de taro.	88

<b>34</b>	<b>Resultados de soma de ordens obtidos pelos provedores para o teste de ordenação-preferência entre as formulações de RFRF e RFRM de taro.</b>	<b>94</b>
<b>35</b>	<b>Avaliação do desempenho dos provedores (níveis de probabilidade de Famostra), para os atributos das amostras de reestruturados de taro.</b>	<b>96</b>
<b>36</b>	<b>Avaliação do desempenho dos provedores (níveis de probabilidade de Frepetições) para os atributos das amostras de reestruturados de taro.</b>	<b>96</b>
<b>37</b>	<b>Resumo da Anova dos dados da análise descritiva para produtos RFRF e RFRM de taro.</b>	<b>97</b>
<b>38</b>	<b>Média dos atributos da análise descritiva para as amostras de RFRF e RFRM de taro.</b>	<b>98</b>
<b>39</b>	<b>Resultados do teste de aceitação para as amostras de reestruturados fritos de taro.</b>	<b>99</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Fotografia dos rizomas mãe (RM) e filho (RF) de taro. 5
2	Fotografia dos dois diferentes gêneros: A) Plantas e túberas de inhame ( <i>Dioscorea cayennensis</i> ) e B) Plantas e rizomas de taro ( <i>Colocasia esculenta</i> ). 9
3	Fluxograma de produção de farinha de taro. 23
4	Principais operações envolvidas no processamento das farinhas de taro. 24
5	Fotografias ilustrativas de rizomas de taro, A) Rizomas mãe (RM) e B) rizomas filho (RF). 27
6	Aspecto da farinha de rizoma mãe (FRM) (A) e farinha de rizoma filho (FRF) (B) de taro. 34
7	Fluxograma de produção de RFRF e RFRM de taro. 40
8	Principais etapas do processamento de RFRF e RFRM de taro. 41
9	Superfícies de resposta e curvas de contorno para lipídios de RFRF fritos. Gráficos da concentração de alginato e sulfato (A), alginato e TSPP (B), sulfato e TPPS (C), mantendo constante os valores de TSPP (0,14 g/ 100g), sulfato (0,63 g/ 100g) e alginato (0,53 g/ 100g) respectivamente. 48
10	Produtos RFRF de taro preparados com concentrações variadas de alginato, sulfato e TSPP. 53
11	Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRF de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9= 0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle; umidade, lipídios e rendim (rendimento pós-fritura). 61

12	Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRF de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9=0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle, L*, a*, b*, delta E* e delta C*.	63
13	Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRF de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9=0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle, Firm (firmeza), Elas (elasticidade), Coes (coesividade), Gom (gomodidade) e Mas (mastigabilidade).	64
14	Aspectos da aparência dos RFRM preparados com combinações dos fatores alginato, sulfato e TSPP.	68
15	Superfícies de resposta e curvas de contorno para firmeza de RFRM. Gráficos da concentração de alginato e sulfato (A), alginato e TSPP (B), sulfato e TPPS (C), mantendo constante os valores de TSPP (0,14 g/ 100 g), sulfato (0,63 g/ 100 g) e alginato (0,53 g/ 100 g) respectivamente.	77
16	Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRM de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9=0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle; umidade, lipídios e rendim (rendimento pós-fritura).	80

17	Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRM de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9=0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle, L*, a*, b*, delta E* e delta C*.	82
18	Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRM de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9=0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle, Firm (firmeza), Elas (elasticidade), Coes (coesividade), Gom (gomodsidade) e Mas (mastigabilidade).	83
19	Modelo de ficha descritiva utilizada nos reestruturados de taro.	90
20	Modelo de ficha utilizada no teste de aceitabilidade entre reestruturados fritos de taro.	93

## RESUMO

De Paula, Cláudia Denise D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Maio de 2009. **Utilização de taro na elaboração de farinha e de produto alimentício reestruturado frito.** Orientadora: Mônica Ribeiro Pirozi. Coorientadores: Valéria Paula Rodrigues Minim e Mário Puiatti.

O objetivo deste trabalho foi elaborar reestruturado de rizomas filho (RF) e rizomas-mãe (RM) de taro, variedade Japonês, com ênfase no seu potencial de industrialização. A caracterização das matérias-primas (rizomas) e produtos derivados (farinhas e reestruturados) foi feita por meio de análises físico-químicas, instrumentais e sensoriais. O RM apresentou massa média de rizoma, maior teor de fibras e maior rendimento de farinha quando comparado ao RF. Reestruturados fritos de RF (RFRF) e RM (RFRM) foram obtidos a partir do purê e farinha destes rizomas, testando-se sistemas de gelificação de alginato-cálcio. Foi empregado um desenho composto rotativo central em que as variáveis independentes foram: alginato de sódio (0,23-0,82 g/100 g), sulfato de cálcio (0,41-0,84 g/100 g) e tripolifosfato de sódio (0,06-0,21 g/100 g), totalizando 15 pontos experimentais, repetindo o ponto central cinco vezes, sendo avaliado quanto à umidade, lipídios, rendimento pós-fritura, cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$  e  $\Delta C^*$ ), firmeza e perfil de textura instrumental (elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade). Foi observado que o teor de lipídios, rendimento pós-fritura, valor  $a^*$  e gomosidade para RFRF e umidade, valor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta C^*$  e firmeza para RFRM apresentaram diferença significativa ( $p < 0,10$ ) para as combinações dos fatores alginato, sulfato e TSPP, porém não foi possível adequar uma equação de regressão preditiva. Com a utilização de ACP, pode-se estabelecer que o tratamento 3, dos RFRF contendo 0,35 g de alginato, 0,75 g de sulfato e 0,09 de TSPP foi o mais conveniente para estudar seu possível processamento industrial, pelo seu alto rendimento, baixo conteúdo em lipídios, coloração mais agradável, alta elasticidade e coesividade e baixa mastigabilidade, firmeza e gomosidade. Para os RFRM, o tratamento 2, contendo 0,70 g de alginato, 0,50 g de sulfato e 0,09 de TSPP, foi o mais conveniente pelo seu alto

rendimento e umidade, baixo conteúdo em lipídios, coloração mais agradável, alta elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e coesividade e baixa firmeza. Foi realizado um teste de ordenação-preferência, com vinte e oito consumidores, para as 15 amostras de reestruturado (RF e RM respectivamente). Foi feito um prévio agrupamento dos tratamentos, fixando as concentrações de  $\text{CaSO}_4$ : grupo 1 (concentrações menores ou iguais a 0,50 g/ 100 g), grupo 2 (concentração intermediária 0,63 g/ 100 g) e grupo 3 (iguais ou superiores a 0,75 g/ 100 g). Quanto à preferência dos provadores, não foi verificada diferença entre as amostras dos grupos 1 (RF) e 2 (RM). Sete amostras foram selecionadas de cada reestruturado (RF e RM) para posterior avaliação sensorial descritiva quanto aos atributos de sabor, crocância, firmeza e residual de gordura, com oito provadores treinados. Os resultados mostraram que as formulações de RFRF e RFRM não foram diferentes ( $p > 0,05$ ) para o atributo sabor no teste descritivo. As concentrações de 0,70 g/ 100 g de alginato de sódio; 0,50 g/ 100 g de sulfato de cálcio e 0,09 g/ 100 g de TSPP (RFRF2 e RFRM2) e 0,70 g/ 100 g de alginato de sódio; 0,75 g/ 100 g de sulfato de cálcio e 0,18 g/ 100 g de TSPP (RFRM8) favoreceram a obtenção de reestruturados mais crocantes e firmes e com menor residual de gordura, sendo estas formulações selecionadas para a prova de aceitação, com 50 consumidores utilizando-se escala hedônica de nove pontos para os atributos de sabor, cor, oleosidade e textura. As formulações de RFRM2 e RFRM8 não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) pelos consumidores quanto a sabor, oleosidade, cor e textura. Em relação à aceitação dos reestruturados fritos de taro, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre formulações de RFRF e RFRM, sendo a RFRF superior à RFRM em todos os atributos avaliados. A RFRF2 ficou localizada entre os termos hedônicos “Gostei ligeiramente” e “Gostei moderadamente” para todos os atributos avaliados, enquanto as RFRM obtiveram os termos “Indiferente” e “Gostei ligeiramente” para sabor, cor e textura e “Desgostei ligeiramente” para oleosidade. Nas condições experimentais estudadas, a elaboração de produto reestruturado para fritura não foi uma alternativa viável de aproveitamento de RM, mas sua utilização se mostrou favorável na obtenção de farinha e purês. Já os RF podem ser indicados na fabricação de quaisquer dos produtos processados avaliados neste trabalho.

## ABSTRACT

De Paula, Cláudia Denise D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, May of 2009. **Use of taro in the preparation of flour and fried restructured food products.** Adviser: Mônica Ribeiro Pirozi. Co-advisers: Valéria Paula Rodrigues Minim and Mário Puiatti.

The aim of this work was to use taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] corm (RM) and cormels (RF) to produce restructured fried foods, with emphasis on the potential of RM for industrial use. Chemical composition, instrumental and sensory analysis were used to characterize raw materials (taro rhizomes) and its products (flour and restructured food). RM provided flour with higher yield and higher fiber content than RF. Mashed tubers and flour of both, RM and RF, were used to produce the restructured food, testing different levels of calcium-alginate systems as gelling agent. A central composite rotary design was used in this experiment; the independent variables were: sodium alginate (0,23 - 0,82 g/ 100 g), calcium sulphate (0,41 - 0,84 g/ 100 g) and sodium tripolyphosphate (0,06 - 0,21 g/ 100 g), totaling 15 experimental points, repeating the central point five times. The dependent variables were moisture and lipids contents, post-frying yield, crust color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$  and  $\Delta C^*$ ), hardness and texture profile parameters (elasticity, cohesiveness, buds, chewing). It was observed that the lipids contents, post-frying yield, value  $a^*$  and gumminess for RFRF and, moisture,  $L^*$  value,  $a^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta C^*$  and hardness for RFRM showed significant difference ( $p < 0,10$ ) for the combinations of the factors alginate, sulphate and TSPP, however were not possible to adjust an equation regression of preditiva. With the ACP use it can be established that treatment 3, contend 0,35 g/ 100 g of alginate, 0,75 g/ 100g of sulphate and 0,09 g/ 100g g of TSPP was most convenient to study its possible industrial processing, for its, low content in lipídios, more pleasant coloration, high elasticity and cohesiveness and low chewing, firmness and gumminess. For the RFRM, treatment 2, contend 0,70 g/ 100 g of alginate, 0,50 g/ 100 g of sulphate and 0,09 g/ 100 g of TSPP were the most convenient for its high post-frying yield and humidity, low content in

lipídios, more pleasant coloration, high elasticity, chewing, gumminess and cohesiveness and low hardness. A ordering-preference test was carried through, with twenty and eight consumers, for the 15 samples of reorganized (RF and RM respectively). A previous grouping of the treatments was made, fixing the concentrations of CaSO<sub>4</sub>: group 1 (less than or equal to 0.50 g / 100g), group 2 (intermediate levels 0.63 g / 100g) and group 3 (equal to or greater than 75g / 100g). It was not observed preference differences between groups 2 (RM) and 1 (RF). How much the preference of the cloth provers was not verified difference enters the samples of groups 1 (RF) and 2 (RM). Seven samples were selected from each type of rhizomes, for evaluation of descriptive attributes: flavor, crispness, hardness and residual fat, with eight trained panelists. The results had shown that the formularizations of RFRF and RFRM had not been different ( $p > 0,05$ ) for the attribute flavor in the descriptive test. The concentrations of 0,70 g/ 100 g of alginato of sodium; 0,50 g/ 100 g calcium sulphate and 0,09 g/ 100 g of TSPP (RFRF2 and RFRM2) and 0,70g/ 100 g of alginato of sodium; 0,75 g/ 100 g calcium sulphate g and 0,18 g/ 100 g TSPP (RFRM8) had favored the attainment of reorganized crocantes and firm more and with residual minor of fat, being these formularizations selected for the test of acceptance, with 50 consumers using themselves hedônica scale of nine points for the attributes of flavor, color, oleosidade and texture. The formularizations of RFRM 2 and RFRM8 had not presented difference ( $p > 0,05$ ) for the consumers how much the flavor, oleosidade, color and texture. In relation the acceptance of the reorganized fritos of taro presented significant difference ( $p < the 0,05$ ) between formularizations of RFRF and RFRM, being superior RFRF the RFRM in all the evaluated attributes. RFRF 2 was located between the hedônicos terms “Liked slightly” and “I moderately liked” for all the evaluated attributes, while the RFRM had gotten the terms “Indifferent” and “I liked slightly” for flavor, color and texture and “I displeased slightly” for oleosidade. In the studied experimental conditions, the elaboration of product reorganized for fritura was not a viable alternative of RM exploitation, but its use if showed favorable in the attainment of flour and purês. Already the RF can be indicated in the manufacture of any of the evaluated processed products in this work.

## INTRODUÇÃO GERAL

O taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] é uma importante cultura tuberosa, especialmente em países em desenvolvimento, por ter grande produtividade, ser pouco exigente em tratamentos culturais e insumos e ter bom valor nutritivo. Com elevada capacidade para se adaptar a diferentes condições edafoclimáticas, a planta possui ciclo de produção bastante influenciado pela disponibilidade de água, luz e temperatura, sendo pouco exigente em solo e adubação, dispensando a aplicação de fungicidas e inseticidas (SANTOS, 1998; MURAYAMA, 1999). Para comercialização, a parte nobre do taro são os rizomas, especialmente os rizomas filhos. Na planta, os rizomas estão organizados de forma a conter uma estrutura central esférica, chamada de “rizoma mãe” (RM), rodeada por vários rebentos laterais, chamados “rizomas filhos” (RF) (PUIATTI et al., 2000; PUIATTI et al., 2003).

Em relação ao aspecto nutricional, os rizomas de taro se destacam pelo elevado valor energético, contendo na sua composição retinol (vitamina A), tiamina (vitamina B<sub>1</sub>), riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>), niacina (vitamina B<sub>5</sub>), ácido ascórbico (vitamina C), minerais (especialmente o potássio) e carboidratos, além de baixa concentração de lipídios. Destacam-se ainda por sua alegada atividade funcional, como auxiliar no combate de diversas enfermidades, uma vez que contém taninos, substâncias antialérgicas e mucilagem (CEREDA et al., 2003, MEIRELLES, 2005). Daí resulta seu potencial farmacêutico, despertando o interesse dos adeptos da medicina natural.

O amido de rizomas de taro é conhecido por apresentar grânulos relativamente pequenos (1,6 - 6 µm) (DIAUTO; CEREDA, 2006), quando comparado a outras amiláceas, além de possuir propriedades de pasta bastante peculiares. A digestibilidade deste amido é elevada (97 %), sendo o taro, por isso, recomendado na dieta de crianças, pessoas idosas e convalescentes (STANDAL, 1983).

Juntamente com a batata, mandioca, inhame e a batata-doce, o taro compõe o grupo das tuberosas mais consumidas mundialmente, principalmente pela população de baixa renda. É considerado produto amiláceo básico em diversos países da Ásia, África e ilhas do Pacífico, podendo ser utilizado na alimentação humana de diferentes maneiras, embora a preferência de consumo seja pelos rizomas cozidos. No mercado, os RF são os que possuem maior valor comercial, enquanto os RM são comumente descartados logo após a colheita, por apresentarem sabor considerado “aguado” (CEREDA, 2003; PUIATTI; PEREIRA; AQUINO, 2004; HEREDIA ZÁRATE et al., 2005).

Os principais derivados do taro são a farinha e o amido (CEREDA et al., 2003; HEREDIA ZARATE; VIEIRA, 2004; NJINTANG; MBOFUNG; KESTELLT, 2007). Entretanto, poucos estudos encontram-se disponíveis na literatura relacionados à sua transformação industrial (obtenção de derivados e sua aplicação em produtos alimentícios). Daí a necessidade de pesquisas com novos produtos para difundir a cultura, agregando valor à matéria-prima e oferecendo opções alimentícias com boa qualidade comercial e nutricional.

Segundo Lima (2001), existe uma tendência pela busca por culturas com maior viabilidade econômica e de alta produtividade, que forneçam alimentos saudáveis e nutritivos, com baixo custo. A cultura do taro preenche estas expectativas, e a possibilidade de utilização dos RM, além dos RF (principalmente aqueles com peso inferior a 20g, também de baixo valor para o comércio *in natura*) no processamento de novos produtos, indicaria melhor aproveitamento da matéria-prima com valor agregado. O presente estudo teve por objetivo investigar o potencial de industrialização de rizomas filhos (RF) e rizomas mãe (RM) de taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] na produção de farinha, e sua posterior utilização na elaboração de produto reestruturado para fritura. Assim, foram objetivos específicos:

- Determinar a composição físico-química de rizomas filho (RF) e rizomas mãe (RM) de taro.
- Avaliar o rendimento de extração de farinhas de rizomas filho (FRF) e rizomas mãe (FRM) de taro, e caracterizar os produtos obtidos quanto à

composição físico-química (umidade, proteína, lipídios, fibra bruta, cinzas, carboidratos, açúcares redutores, pH e acidez) e cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $\Delta E^*$ ).

- Avaliar o efeito da adição de um sistema de gelificação de alginato - cálcio, em combinações de diferentes concentrações de sulfato de cálcio, alginato de sódio e tripolifosfato de sódio, no rendimento e características de reestruturados fritos de RF (RFRF) e RM (RFRM) de taro.

- Avaliar os reestruturados fritos de RF (RFRF) e RM (RFRM) de taro quanto ao teor de umidade e de lipídeos, cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta C^*$ ), firmeza, perfil de textura (elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade).

- Determinar, por meio de análise sensorial descritiva, o efeito de combinações de alginato, sulfato e TSPP, em diferentes concentrações, nas características de sabor, crocância, firmeza e residual de gordura dos reestruturados de RF (RFRF) e RM (RFRM) de taro.

- Avaliar a aceitação sensorial de reestruturados de taro, considerando características de oleosidade, cor, textura e sabor.

## **CAPÍTULO 1**

### **REVISÃO DE LITERATURA**

#### **1.1 GENERALIDADES SOBRE TARO**

##### **1.1.1 Caracterização da matéria-prima**

O taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott]] é uma planta da família Araceae, de fácil adaptação em diferentes climas tropicais e subtropicais. Caracteriza-se pela capacidade de produzir em condições adversas de cultivo, como tolerância ao excesso de água, à sombra, à seca e ao estresse térmico. O ciclo de produção é de oito a nove meses, podendo, entretanto, se estender em função das condições do ambiente e época de implantação (PUIATTI, 2002).

As plantas possuem folhas em formato cordiforme, com nervuras visíveis e coloração que varia de verde a roxo, dependendo da cultivar (HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2003; HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA; MARTINS, 2003). A planta adulta é constituída de um rizoma central (rizoma mãe - RM ou cabeça central), do qual são formados, lateralmente, vários rebentos (rizomas filho - RF), sendo estes de importância na exploração comercial (PUIATTI, 2002). Os rizomas, tanto rizomas filho (RF) como rizomas mãe (RM), possuem casca marrom escura, coberta com fibras finas, e polpa branca ou amarelada. O peso médio dos RF varia de 30 g a 250 g; os que estão entre 100 e 200 g são de maior valor comercial; já o de RM pode variar de 100 g a mais de 1000 g (SANTOS et al., 2007), e são considerados de aparência pouco atraente para o consumidor (PUIATTI, 2002).

Com relação a suas características morfológicas, os RM são arredondados, maiores em tamanho e peso e de formato mais uniforme, quando comparados aos RF (Figura 1). Os rizomas se destacam pelo valor energético, composto principalmente por carboidratos, mas contendo também vitaminas e minerais, além de baixo teor de lipídios. Na Tabela 1 é

apresentada a composição química dos RM e RF de diferentes clones de taro.



**FIGURA 1:** Fotografia dos rizomas mãe (RM) e filho (RF) de taro.

**TABELA 1:** Composição físico-química e Valor Calórico Total (VCT) de rizomas mãe (RM) e rizomas filho (RF) de variedades de taro cultivadas em solo Latossolo Vermelho Distroférico. Dourados, UFMS. 2000.

Composição	Japonês		Macaquinho		Branco		Chinês	
	RM	RF	RM	RF	RM	RF	RM	RF
Massa fresca (kg)	2,59	2,76	2,88	2,82	2,40	3,32	1,86	2,11
Umidade (% p/p)	80,29	81,49	82,25	81,93	78,72	84,63	72,50	75,81
Massa seca (kg)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Umidade (% p/p)	7,37	8,77	7,67	8,70	7,23	8,97	9,23	9,40
Cinzas (% p/p)	2,86	6,71	2,97	5,13	3,61	5,76	2,71	4,68
Lipídeos (% p/p)	0,36	0,34	0,44	0,62	0,33	0,47	0,32	0,25
Proteína (% p/p)	4,03	7,20	5,64	6,89	5,43	6,28	3,87	4,62
Amido (% p/p)	69,68	67,82	63,80	67,92	68,23	67,86	72,94	68,45
Fibra (% p/p)	15,70	9,16	19,48	10,74	15,17	10,66	10,93	12,60
VCT <sup>1</sup>	298,08	303,14	281,72	304,82	297,61	300,79	310,12	294,53

<sup>1</sup>VCT: valor calórico total, em Kcal/100g de massa fresca. Fonte: Heredia Zaráte e Vieira, 2004.

Pelos dados da Tabela 1, observa-se que RM e RF possuem características distintas de composição, destacando-se maior teor de proteínas e minerais (cinzas) nos RF e maior teor de fibras nos RM, embora o teor de amido e, conseqüentemente, o valor calórico total (VCT) sejam semelhantes (HEREDIA ZARÁTE; VIEIRA, 2004).

Segundo estes resultados, o elevado conteúdo em fibras nos RM apresenta-se como vantagem nutricional, já que o consumo de fibras, principalmente o alimentar, está associado a resultados benéficos para o organismo e também para a prevenção de algumas doenças crônicas (BELLO, 1995). Os efeitos fisiológicos deste nutriente são responsáveis por alterações nas funções gastrointestinais, aumento da massa fecal, alteração

na sensação de saciedade, redução dos níveis de colesterol, entre outros (MILLER et al., 1994; LÓPEZ et al., 1997). Ao comparar os resultados de fibra bruta dos RM e RF com o da batata inglesa, mandioca e inhame (1,2 g; 1,9 g e 2,0 g/100 g respectivamente) (TACO, 2005), observa-se que os primeiros são boas fontes de fibra, podendo ser utilizados na alimentação como fonte de fibra.

De acordo com a OMS (2003), a proporção da população acometida por doenças crônicas ligadas à alimentação está aumentando em países de renda média e baixa. Mudanças na dieta, no padrão de trabalho e de lazer têm contribuído para esse aumento. Em relação à dieta, ressalta-se o menor consumo de carboidratos complexos, de fibras dietéticas e de frutas e vegetais. Portanto, a utilização de RM na elaboração de produtos fritos e na preparação de farinha, para adição em formulação de “cookies” e “snacks”, por exemplo, indicaria um grande potencial de aplicação.

### **1.1.2 O gênero Colocasia**

O gênero *Colocasia* engloba muitas espécies, dentre essas, a principal espécie comercial, *Colocasia esculenta* (e suas variedades botânicas), tem sido historicamente denominada de “taro”, tanto nos locais de origem das espécies, quanto em várias outras partes do mundo (HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA; BRATTI, 2004).

A cultura de taro é de ocorrência comum nos trópicos úmidos e sua importância reside no seu valor alimentar e forma de consumo, ao natural ou processado, e na capacidade de as plantas produzirem em condições consideradas impróprias para a agricultura tradicional, como pantanais e áreas alagadiças, habilidade que faz dessa espécie a cultura de subsistência ideal para áreas onde não se usa tecnologia avançada (HEREDIA ZÁRATE et al., 2006).

No Hawaí, local de grande cultivo de taro, o número de variedades (ou clones) chega a cem, embora apenas cinco ou seis sejam comerciais (WANG, 1983). No Brasil, duas variedades de taro são comuns no mercado: ‘Japonês’ e ‘Chinês’. O taro ‘Japonês’ apresenta rizomas filho grandes (100 – 200 g), ovais, com poucas fibras (“pêlos”) na casca, enquanto os rizomas

filho de taro 'Chinês' são menores, ovais e com ponta afilada, com formato semelhante ao de um pião (HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA; LOPES, 2000; HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2003; HEREDIA ZÁRATE et al., 2003; PEREIRA et al., 2003).

As cultivares de taro mais conhecidas no Brasil, segundo Puiatti (2002), são 'Chinês', 'Japonês', 'Macaquinho', 'Cem/Um', 'Roxo', 'Branco' e 'Rosa'. Os clones Japonês, Macaquinho e Chinês, na sua ordem, apresentam altas percentagens de RF, com massas superiores a 25 g e formato uniforme, ovoides e arredondados (HEREDIA ZÁRATE et al., 2002; HEREDIA ZÁRATE et al., 2006), enquanto 'Roxo', 'Branco' e 'Rosa' não têm valor comercial, sendo considerados "bravos" ou "coçadores" devido a acidez atribuída ao teor elevado de oxalato de cálcio nos rizomas. Para comercialização, os rizomas devem estar firmes, sem sinais de brotação e de mofo e sem áreas amolecidas ou enrugadas (PUIATTI, 2001; CAMPOS, 2009). O peso dos RF também é de grande importância para tomada de decisão, pois, dependendo do mercado e da variação de preços, aqueles de maior peso garantem maior possibilidade de lucro (PEREIRA et al., 2003).

No Estado do Rio de Janeiro, principal produtor brasileiro, os clones cultivados são 'Chinês' e 'Japonês', especialmente na região serrana fluminense. Em Minas Gerais, nas regiões do Rio Doce, no município de Inhapim e na região de Juiz de Fora, são cultivados os clones 'Japonês', 'Chinês' e 'Macaquinho'. No Mato Grosso do Sul, estão sendo estudados e incentivados o cultivo dos clones 'Japonês', 'Branco', 'Macaquinho', 'Chinês' e 'Cem por Um', tanto em condições do pantanal como em solos "sempre úmidos" (HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2001; HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA; BRATTI, 2004).

### **1.1.3 Nomes populares para *Dioscorea* e *Colocasia* no Brasil**

Há muitas décadas, os nomes populares do inhame, cará e taro, no Brasil, vêm causando confusão, a qual se estende tanto para as informações técnicas como as estatísticas (SANTOS, 2002). As dificuldades ocasionadas pela utilização equivocada dos nomes populares dos gêneros *Dioscorea* e

*Colocasia* podem afetar desde a divulgação de resultados da pesquisa científica até mesmo a comercialização e exportação desses produtos.

A origem dos nomes populares de algumas espécies muitas vezes é obscura ou mesmo impossível de ser identificada, e comumente estes nomes variam de região para região e de um país para outro (PEDRALLI, 2002; PEDRALLI et al., 2002). O nome popular “inhame” é dado em vários idiomas ao gênero *Dioscorea* (*igname*, *ñame* e *yam*, por exemplo), mas no Brasil, apenas nas regiões compreendendo São Paulo (e áreas de influência técnica), Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, este mesmo gênero é denominado ‘cará’, provável influência dos índios Guaranis que viviam na região e cultivavam esta planta (PEDRALLI, 2002).

Dependendo da região do país, uma mesma planta pode ter várias denominações e, por outro lado, um mesmo nome popular pode ser comum a diferentes plantas. No caso específico dos gêneros *Dioscorea* e *Colocasia*, uma grande variedade de nomes foi atribuída às diferentes espécies, entre os quais o inhame-branco, o inhame-bravo, o inhame-cigarra, o inhame-da-china (também chamado de inhame-cará) e o inhame-taioba. Por esta razão, é imprescindível conhecer o nome científico de cada espécie, conforme previsto no Código Internacional de Nomenclatura Botânica, para então correlacioná-lo a um nome popular (PEDRALLI et al., 2002).

Na Figura 2 podem ser observadas fotografias das plantas dos dois gêneros. O inhame (*Dioscorea* sp.) é uma planta herbácea trepadeira, com tubérculos subterrâneos e caule aéreo podendo ou não apresentar espinhos (Figura 2A). O peso de seus tubérculos varia de 50 a 1.000 g alcançando até 2.000 g em algumas variedades. Segundo Bressan (2005), as dioscoreáceas são, em geral, plantas heliófilas, de ciclo anual, cujo plantio se dá a partir de tubérculo.



**FIGURA 2:** Fotografia dos dois diferentes gêneros: A) Plantas e túberas de inhame (*Dioscorea cayennensis*) e B) Plantas e rizomas de taro (*Colocasia esculenta*).

Fonte: <http://www.abhorticultura.com.br>.

O taro (Figura 2B) é caracterizado pelo seu rizoma tuberoso, longos pecíolos e grandes folhas peltadas, com limbo cordiforme que pode chegar a 70 cm de comprimento e 60 cm de largura. Dimensão, cor e brilho das folhas dão à planta um interessante aspecto decorativo, o que a torna popular também como planta ornamental (PEREIRA et al., 2004). Os rizomas têm casca rugosa, de cor castanha a quase negra, formando um espesso revestimento fibroso, porém facilmente removível (CEREDA, 2002; HEREDIA ZARATE; VIEIRA, 2004; CAMPOS, 2009).

No "I Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Cará", realizado em 2001, foi aprovada uma proposta de padronização da nomenclatura de inhame e do taro, que atende ao previsto no "Código Internacional de Nomenclatura Botânica" e no "Código Internacional de Nomenclatura das Plantas Cultivadas", e que deverá proporcionar melhor entendimento para pesquisadores, extensionistas, sociedades civis organizadas, importadores, produtores, comerciantes e consumidores, facilitando a identificação das espécies e a interpretação das informações (PEDRALLI et al., 2002).

Ficou estabelecido que os órgãos governamentais, universidades, empresas de pesquisas e de extensão rural, incluindo a Sociedade Brasileira de Olericultura e demais entidades ligadas ao setor agrícola, oficializem e divulguem, no âmbito técnico-científico nacional, a nova nomenclatura, pela qual *Colocasia esculenta* passa a ter a denominação definitiva de "taro" e as Dioscoreáceas (*Dioscorea* spp.), chamadas popularmente no norte/nordeste brasileiro de "carás" e "inhames", passam a ter a denominação definitiva de "inhame". As espécies de "carás" cultivadas serão consideradas variedades de inhame (PEDRALLI et al., 2002; SANTOS, 2002).

#### 1.1.4 Produção, produtividade e consumo de taro

Segundo a FAO (2009), em 2007, foram cultivados com esta tuberosa 1.816 mil ha, com produção de 11.949 mil toneladas e produtividade de 6,6 t ha<sup>-1</sup>. Com quase 90 % da área total de plantio de taro, a África responde por mais de 79 % da produção mundial, sendo que apenas três países desse continente, Gana, Camarões e Nigéria, são responsáveis por cerca de 69 % do total produzido. Na Tabela 2 são mostradas a distribuição da produção e a classificação dos continentes e países no período de 2003 a 2007 em termos de área cultivada, produção e rendimento médio alcançado.

**TABELA 2:** Área cultivada, produção e rendimento médio da cultura de taro no mundo.

Itens	Ano	Local				
		Mundo	África	Ásia	Oceania	América do Sul
Área cultivada (1.000 ha)	2003	1.513	1.324	134	52	0,80
	2004	1.517	1.331	131	52	0,80
	2005	1.541	1.357	128	53	0,80
	2006	1.816	1.632	128	53	1,40
	2007	1.816	1.628	132	53	1,40
Produção (1.000 t.)	2003	10.691	8.271	2.026	371	4,10
	2004	10.892	8.518	1.952	399	4,10
	2005	11.220	8.864	1.909	425	4,10
	2006	11.888	9.565	1.920	376	9,00
	2007	11.949	9.506	2.039	376	9,30
Rendimento médio (kg/ha)	2003	7.066	6.247	15.119	7.135	5.125
	2004	7.180	6.399	14.901	7.673	5.125
	2005	7.281	6.532	14.914	8.019	5.125
	2006	6.546	5.861	15.000	7.094	6.429
	2007	6.580	5.839	15.447	7.094	6.643

Fonte: FAO (2009).

Embora apresente dados oficiais da FAO (2009), os valores transcritos na Tabela 2 não são exatos. Para a América do Sul, por exemplo, são reportados 800 a 1.400 hectares de área colhida com taro, entre os anos de 2003 a 2007. Não bastasse ser este um número irrisório para denotar a área cultivada em todo o continente, verifica-se que, somente no Brasil, foram mais de 20 mil ha de área plantada em 2001, sendo que o Estado de Minas Gerais colheu, sozinho, quase mil hectares (MESQUITA, 2002).

Em uma análise posterior e um pouco mais detalhada das informações reportadas pela FAO, observando-se os dados de cada país por continente, foi possível identificar que, especificamente para o continente sul-americano, a informação exibida trata especificamente dos dados de produção da Guiana Francesa. Desta maneira, acredita-se que os dados de todos os continentes possam estar seriamente subestimados em relação aos números reais no mundo. A decisão de manter a Tabela 2 no presente trabalho deve-se à possibilidade única de estimar a evolução da cultura, em função do comportamento da produção mundial de taro.

Verifica-se, por exemplo, que, nos últimos quatro anos, a cultura de taro experimentou sensível aumento da produção (cerca de 11,8 %), como reflexo, quase que exclusivamente, da expansão de área total cultivada, uma vez que a produtividade se manteve com pouca alteração no período. Aparentemente, a principal contribuição para esse panorama foi justamente da América do Sul, que aumentou a área de produção de taro em cerca de 75,0 %, seguida da África.

Na Tabela 3 visualizam-se países produtores no ano de 2007, com destaque para Nigéria, com aproximadamente 40 % da área cultivada e mais de 61 % da produção mundial. Observa-se que a China, com apenas 5 % da área cultivada, tem uma produção relativamente alta, de 18,5 %.

No Brasil, com a imigração japonesa, o valor cultural e comercial do taro tomou grande impulso (NOLASCO, 1984). O cultivo e a importância econômica do taro cresceram muito na última década, sobretudo nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. Em 1998, a produção estimada no Brasil foi de 225.000 t de rizomas de taro (CAMARGO FILHO; MAZZEI; ALVES, 2001). A Tabela 4 mostra os estados brasileiros

produtores de taro no ano 2000. A produção nacional de taro concentra-se no Centro Sul, onde o Rio de Janeiro é destaque. O volume exportado de inhame e taro, em 2001, alcançou pouco mais de quatro mil toneladas, ou seja, menos de 2 % da produção nacional. É considerado um desempenho insatisfatório, mas a progressiva redução das importações (233 toneladas em 1995 e menos de 2 toneladas em 2000), aliada ao crescimento da área plantada (23 mil ha em 1991 e 25 mil ha em 2001), são sinais de que a produção nacional experimenta crescimento e amplia sua participação no mercado doméstico (MESQUITA, 2002; MASCARENHAS; RESENDE, 2002; GONDIM et al., 2007).

**TABELA 3:** Países produtores de taro em 2007.

Países	Área Cultivada (1.000 ha)	Produção (1.000 t)
Nigéria	725	5.485
Camarões	205	1.133
Gana	261	1.662
Togo	12	14
Rep. Centro Africana	36	96
Chade	13	39
Papua Nova Guiné	40	260
Japão	16	195
Ruanda	26	130
China	90	1.645
Rep. Dem. Congo	16	65
Madagascar	30	200
Mundo	1.816	8.868

Fonte: FAO, 2009.

O cenário brasileiro, entretanto, não é harmônico. O estado de Minas Gerais teve, em 2001, área plantada de cerca de 990 hectares, com produção de 19.882 t e produtividade de 20,1 t ha<sup>-1</sup> (PUIATTI, 2001; PUIATTI et al., 2003). Todavia, a produtividade varia muito entre os municípios produtores, havendo necessidade de desenvolver tecnologias para sua melhoria (MASCARENHAS; RESENDE, 2002).

**TABELA 4:** Estados brasileiros produtores de taro em 2000.

<b>Estados</b>	<b>Taro (t)</b>
Paraíba	31
Pernambuco	549
Bahia	25
Alagoas	5
Rio de Janeiro	29.288
Minas Gerais	22.018
São Paulo	6.541
Espírito Santo	18.370
<b>Total</b>	<b>76.827</b>

Fonte: Seagrill (2000), citado por Mesquita (2002).

A produtividade de taro é altamente variável, provavelmente devido às diferenças nas práticas de plantio e por desconhecimento das características genótípicas das cultivares. Como exemplo, observam-se na literatura, citações de alta produtividade de taro no Hawaí, nas faixas de 35,7 a 71,4 t ha<sup>-1</sup>, nas terras baixas, e de 14,3 a 23,8 t ha<sup>-1</sup> nas terras altas. No Brasil são citadas produtividades médias entre 12 t ha<sup>-1</sup> de rizomas no Rio de Janeiro e 20 t ha<sup>-1</sup> na região de Inhapim (Minas Gerais) (HEREDIA ZÁRATE et al., 2002; HEREDIA ZÁRATE et al., 2006).

Relacionado ao consumo, destacam-se os países ricos, dentre os quais o Japão e os EUA, que concentram aproximadamente 80 % das importações. No período de 1995 a 2000, o volume médio importado foi em torno de 194 mil toneladas, movimentando recursos da ordem de US\$ 165,6 milhões em transações que envolveram 60 países (FAO, 2001).

A inserção do Brasil nesse mercado internacional é tímida e sem representatividade, desperdiçando sua imensa aptidão para exploração dessa cultura e as inúmeras possibilidades de negócios que podem advir em uma cadeia produtiva estruturada. Os índices de rendimento médio de taro são um reflexo do insuficiente investimento do país no desenvolvimento científico e tecnológico para esta cultura (FAO, 2001; MESQUITA, 2002).

### **1.1.5 Processamento industrial de taro**

A maior parte da produção de taro é utilizada para alimentação humana, geralmente consumida sob a forma de vegetal cozido e algumas vezes processado na forma de farinha. No Hawaí e Indonésia, o taro é

consumido frequentemente na forma de uma pasta fermentada denominada "poi", ou em fatias que são semelhantes a batatas fritas, além de ser popular um outro produto denominado "kulolo", que contém coco e açúcar (FAO, 1990). Seu uso culinário é muito variado e pode ser preparado de forma semelhante à batata (CAMPOS, 2009), não possuindo muita tradição na indústria alimentícia. Seu potencial de industrialização, no entanto, é elevado, podendo-se obter farinha, amido, flocos pré-cozidos, salgadinhos tipo snack etc. (CEREDA, 2002).

O processamento de taro, sob a forma de farinha, tem sido avaliado em condições que poderão facilitar seu uso industrial (CEREDA, 2002). O produto é obtido a partir dos rizomas frescos, descascados, fatiados e secos em estufa com circulação de ar, a uma temperatura de 40 – 45 °C, por aproximadamente 40 horas, sendo em seguida resfriado, moído e peneirado. Esta farinha pode também ser obtida a partir do purê da polpa do rizoma, previamente cozido e macerado, sendo utilizada na preparação de sopas cremosas ou alimentos sólidos. A farinha de taro pode ser adicionada à farinha de trigo para a fabricação de pães, biscoitos e bolos, ou pode ser utilizada em diversos pratos, doces ou salgados (SIVIERO et al., 1984, HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2004). Segundo Siviero et al. (1984) e Cereda et al. (2003), é possível incorporar até 15, 20 e 30 % de farinha de taro em formulações de farinha de trigo para elaboração de pães, biscoito e bolo.

Outra forma de processamento é a farinha instantânea, para a qual os rizomas são cozidos inteiros em autoclave (104,4 - 121,1 °C/60 - 90 min; dependendo do tamanho dos rizomas), esfriados, descascados, lavados, moídos e estocados a  $\pm 2$  °C durante 36 h. A seguir, é desidratado em secador com circulação de ar quente, temperatura de 93,3 °C e 20-50 % de umidade relativa, durante 5-6 h (NIP, 1997).

Um importante produto industrial que pode ser obtido dessa matéria-prima é o amido. O método de obtenção consiste basicamente na trituração dos rizomas, seguida de separação do "bagaço" em peneiras de diferentes malhas, para posterior purificação por decantação ou centrifugação. Para o taro, no entanto, o processo de extração é influenciado pela presença de mucilagens e polissacarídeos não amiláceos (PNA) nos rizomas, que dificultam a recuperação do amido. Alguns autores (ALVES; GROSSMANN;

SILVA, 1999; GUERREIRO, 2002; CEREDA, 2002) propõem metodologias com diversos tipos de reagentes, com a finalidade de romper a estrutura dos PNA, como, por exemplo: solução de metabissulfito de sódio e potássio, hidróxido de sódio e oxalato de amônia com ácido oxálico. Moorthy (1991) observou um incremento da qualidade do amido obtido, com aumento do rendimento de 6 % para 16 %, em extração feita com água e NaOH, respectivamente.

De modo geral, o amido é amplamente utilizado como ingrediente ou aditivo nas indústrias de alimentos, como espessante, adoçante, agente funcional em sopas instantâneas, pudins, balas e produtos em pó, agente ligante em salsichas e linguiças e em diversos produtos com baixo teor de gorduras, além de aplicações em outros processos, destacando-se seu uso pelas indústrias de papel e têxtil (HERMANSSON; SVEGMARK, 1996; FRANCO et al., 2001; LEONEL; CEREDA, 2002).

Segundo Mesquita (2002), o amido de taro tem grande aceitação comercial, na indústria alimentícia, de cosméticos e farmacêutica. É ainda empregado na obtenção de xaropes, gerando matéria-prima de alto valor agregado. Cereda e Vilpoux (2003) apontam o tamanho e a forma dos grânulos como um dos principais fatores ao estabelecer os usos potenciais de amidos. Grânulos pequenos (2  $\mu\text{m}$ ) podem, por exemplo, ser usados como substitutos de gordura devido ao tamanho ser semelhante ao da micela (LIMA; NASSU, 1996). A utilização do amido de taro poderia atender satisfatoriamente a este mercado.

Após fatiamento, o taro também pode ser utilizado na fabricação de “chips” ou outros produtos fritos, da mesma maneira que outras tuberosas, como a batata (GRIZOTTO; MENEZES, 2003). Os rizomas de taro apresentam vantagem em relação à sua forma (uniformes e redondos) para produção de chips e, segundo Vilpoux (2003), esta seria uma alternativa interessante para alcançar mercados de exportação como dos Estados Unidos. Recentemente, a empresa PepsiCo., detentora da marca Elma Chips, lançou no mercado chips de taro (com a denominação de “chips de inhame”, possivelmente devido à maior divulgação do termo “inhame”, em relação ao termo “taro”, e/ou ao desconhecimento sobre a nomenclatura adotada). Os “chips”, tiras e aparas de taro, são produtos de elaboração

simples, consistindo basicamente no corte dos rizomas e secagem das peças, sem adição de sal, e posterior fritura dos desidratados com teores de umidade de no máximo 12 %.

Outra possibilidade de aplicação na indústria de alimentos foi realizada por Diniz et al. (2006), que estudaram algumas condições de desidratação osmótica de taro em cubos, submetido posteriormente ao congelamento e fritura. Pelos resultados, a desidratação osmótica em concentração de 8 g de NaCl e 60 g de sacarose por 100 mL de solução, por 50 minutos de contato e em temperaturas de 60 e 70 °C, possibilitou perda máxima de umidade dos cubos de taro, acima de 15 g de água por 100 g de amostra. Na avaliação sensorial, foi observado que as amostras submetidas aos tratamentos nas referidas temperaturas mostraram-se superiores à amostra controle (sem desidratação osmótica), principalmente quanto ao sabor.

Alguns estudos sugerem a utilização potencial do taro na produção de corantes, devido a seu amplo espectro de tonalidades. A cor de seus rizomas pode variar de branca a púrpura, passando pela cor laranja (NIP, 1997; LIMA, 2002).

Fora do ramo de alimentos, uma importante aplicação dos rizomas é como ingrediente na indústria farmacêutica. Muitas espécies de taro possuem taninos, substâncias antialérgicas e mucilagem, sendo usado como matéria-prima na síntese de alguns compostos (MESQUITA, 2002). É considerado popularmente, em termos medicinais, um poderoso depurativo do sangue, sendo também recomendado na prevenção da malária, da dengue e da febre amarela. Além disso, listam-se entre as diversas alegações funcionais propriedades como fortalecer o sistema imunológico e aumentar a fertilidade nas mulheres (MOREIRA, 2007). Estudos científicos comprobatórios destas propriedades do taro não existem, sendo, portanto, recomendável futuros estudos para realmente estabelecer suas propriedades medicinais.

## **1.2 ALIMENTOS REESTRUTURADOS**

### **1.2.1 Potencial de comercialização**

O perfil do consumidor foi completamente alterado nas últimas décadas, sobretudo com a participação cada vez mais frequente da mulher no mercado de trabalho. Essa mudança de hábitos, particularmente referente à necessidade de redução no tempo dedicado ao preparo de alimentos, exigiu adaptações da indústria alimentícia para o desenvolvimento de produtos de fácil preparo e prontos para serem consumidos (MAIA et al., 2000).

No Brasil, estima-se que o mercado de “snacks” em geral movimenta algo ao redor de R\$ 1,5 bilhão por ano (GAZETA MERCANTIL, 2006), e o interesse por produtos semiprontos e prontos vem crescendo expressivamente. Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares divulgada pelo IBGE em 2003, o consumo de alimentos preparados passou de 1,7 para 5,4 kg/pessoa ano<sup>-1</sup>, nos últimos 30 anos (GOUVEIA, 2006), e o potencial de crescimento no mercado de “snacks” salgados é particularmente promissor.

Entre esses produtos, destacam-se os reestruturados vegetais, que apresentam a vantagem de homogeneidade de forma e textura. A tecnologia de obtenção de reestruturados traz como perspectiva o maior aproveitamento da matéria-prima e maior valor agregado. Como exemplo, pode-se observar o mercado de mandioca reestruturada: em uma única empresa no Paraná, a tonelada de massa de mandioca pré-cozida, vendida a R\$1,5 mil, propicia à empresa mais que o triplo do rendimento obtido pela fabricação de farinha (PARANÁ ONLINE, 2008).

A elaboração de reestruturados de matérias-primas tuberosas e a obtenção de derivados com características desejáveis quanto à textura, sabor, forma, aroma e cor - fatores que motivam o consumidor a aceitar um determinado alimento - preenchem os requisitos das novas exigências de consumo. Explora-se assim, como vantagem de comercialização destes produtos, o fácil preparo, podendo eles serem utilizados como aperitivos e refeições rápidas, tanto em casa, quanto em bares e restaurantes.

Seguindo essa linha, a obtenção de reestruturados de taro poderá ser condição prévia à exploração do potencial agroindustrial desta tuberosa. Apresenta-se como uma nova perspectiva de aproveitamento dos rizomas, com promissora capacidade de comercialização, oferecendo ao mercado um

produto semipronto, que pode ser destinado a um determinado grupo da população - trabalhadores independentes solteiros e a moderna dona de casa - cujo tempo dedicado ao preparo de alimentos é cada vez mais limitado.

### **1.2.2 Processamento de alimentos reestruturados**

De maneira geral, a elaboração de reestruturados de origem vegetal parte de um cozimento parcial da matéria-prima, seguida de sua desintegração, adição de aditivos e temperos, para posterior moldagem e congelamento, com ou sem pré-fritura.

Berbari (2001) comparou as características de palitos de mandioca obtidos diretamente pelo corte da raiz com os reestruturados obtidos a partir da polpa e da farinha pré-gelatinizada de mandioca, após pré-fritura e congelamento. O preparo dos palitos reestruturados compreendeu as etapas de lavagem da matéria-prima, corte, descascamento, seleção, cozimento, obtenção da polpa, molde em embutideira, pré-fritura, congelamento, acondicionamento e armazenamento congelado. A autora concluiu que o processamento dos reestruturados foi vantajoso, apresentando rendimento médio de 64 % em relação à massa de matéria-prima utilizada, enquanto na obtenção de palitos a partir do corte da raiz o rendimento encontrado foi de apenas 45 %.

Com enfoque nos coadjuvantes de produção de reestruturados, Walter Jr., Truong e Espinel (2002) utilizaram um sistema de gelificação de alginato e cálcio para produção de um reestruturado frito à base de purê de batata-doce. Os resultados mostraram incremento de alguns dos atributos sensoriais avaliados, de modo que os autores concluíram que tais aditivos são adequados à produção de reestruturados de raízes tuberosas.

### **1.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O taro é uma planta de comprovada importância no mundo, considerada, pelo seu valor energético, fonte de carboidrato, aliado às vantagens nutricionais, com elevado teor de vitaminas e minerais e alegadas

propriedades medicinais, quando comparado a outras raízes e tubérculos. Também pelo inegável papel na economia de alguns países, principalmente em áreas ainda de pequeno desenvolvimento, o investimento na cultura de taro poderia trazer significativa contribuição para valorização da agricultura. Há que se buscar o empenho das autoridades políticas e instituições de fomento, visando a incentivos às pesquisas que possam determinar uma evolução tanto dos aspectos agronômicos, voltados ao aumento da produção e da produtividade, quanto das áreas de pós-colheita e processamento industrial. A pesquisa bibliográfica aponta um longo caminho e muitos estudos ainda a serem executados. Espera-se que, como resultado final, seja possível oferecer mecanismos que favoreçam uma maior divulgação do taro como cultura comercial, com conseqüente aumento da renda dos produtores rurais e de novas opções de alimentos processados para os consumidores.

## **CAPÍTULO 2**

### **COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE RIZOMAS MÃE E FILHO DE TARO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE FARINHA**

#### **2.1 INTRODUÇÃO**

O taro ocupa lugar de destaque na agricultura e na dieta da população de muitos países tropicais e subtropicais. Caracteriza-se por apresentar rizomas com casca marrom escura, coberta com fibras finas, e polpa fibrosa branca ou acinzentada. No ano de 2007, foram cultivados no mundo mais de 1.800 mil ha com taro, com produção de 11.949 mil toneladas (FAO, 2009).

Trata-se de um alimento importante, rico em carboidratos, e considerado também pelo teor relativamente alto de vitaminas, alegadamente as do complexo B (WIESE-FALES, 2008), de sais minerais, principalmente de magnésio e potássio (NJOKU; OHIA, 2007) e pelo seu baixo teor lipídico. Pela rusticidade, ressaltando sua capacidade de produção em condições geralmente inadequadas a outras culturas, e valor nutricional, o taro tem sido sugerido pela FAO como cultura alternativa para incrementar a base alimentar de países em desenvolvimento (PUIATTI, 2001).

Na planta adulta, os rizomas formam um sistema que contém uma estrutura central, chamada de rizoma mãe (RM), do qual partem vários outros rebentos, chamados de rizomas filho (RF). Estudos com estes dois tipos de rizomas têm mostrado que RM e RF apresentam diferenças na forma, tamanho e, principalmente, na composição química (PUIATTI, 2002; HERÉDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2004).

Segundo Hashad, Stino e El-Hinnamy (1956) e Heredia-Zárate, Vieira e Lopes (2000), durante a maturação da planta, os açúcares resultantes do processo fotossintético são translocados do limbo foliar e seguem até os rizomas, onde ocorre a síntese do amido de reserva e, conseqüentemente, o

crescimento dos rizomas. Estes autores explicam que, à medida que aumenta a senescência das folhas na fase de crescimento dos rizomas, há aumento de translocação dos fotoassimilados para os RM e de seus excedentes para os RF, sendo este mecanismo responsável, em parte, pela diferença na composição química.

Heredia-Zárate e Vieira (2004) avaliaram a composição química (base seca) de RM e RF de diferentes variedades de taro e registraram valores protéicos variando de 3,87 a 7,46 g nos RM e de 4,62 a 7,20 g nos RF, além de índices calóricos de 287,72 a 310,32 Kcal nos RM e 297,53 a 304,82 Kcal nos RF em 100g. Agbor-Egbe e Richard (1990), estudando a composição química de algumas espécies de taro, concluíram que as diferenças observadas são dependentes da variedade, local, estação, método de processamento e armazenamento.

Por suas características morfológicas e sensoriais, apenas o RF é considerado para comercialização, sendo os RM, frequentemente, desprezados na cadeia produtiva. Tal desperdício poderia ser minimizado se os produtores destinassem os RM ao processamento industrial. O inhame possui maior tradição na indústria alimentícia quando comparado ao taro. Na África e no Caribe existe mercado para a farinha de inhame, para posterior elaboração de purê de inhame. Analisando o potencial de inhame como matéria-prima, Cereda (2002) reportou a produção de farinha de inhame como uma atividade consolidada que, porém, ainda necessita ser mecanizada. A autora também ressalta a necessidade de se avaliar o aproveitamento de subprodutos, como a mucilagem presente no taro. Apesar do seu potencial, o taro permanece negligenciado por pesquisadores e organismos governamentais, ainda carente de estudos e estratégias para otimizar sua utilização (EKWE et al., 2009).

A perspectiva de processamento dos rizomas de taro, no intuito de maximizar o uso de seus derivados no mercado alimentício, sugere que estudos relacionados à sua caracterização são primordiais para alavancar a industrialização. O presente estudo teve por objetivo comparar RF e RM de taro, com relação à composição química de rizomas e ao rendimento de extração de farinhas, e caracterizar o produto obtido em termos de

composição química, açúcares redutores, pH, acidez e cor, com ênfase no potencial de industrialização de RM.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Amido e Farinha, Análise de Alimentos, Panificação e Planta Piloto de Conservas Vegetais do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

### **2.2.1 Matéria-prima**

Foram utilizados RF e RM de taro (*Colocasia esculenta*) 'Japonês' adquiridos no comércio local da cidade de Viçosa, MG, entre os meses de janeiro - fevereiro de 2007, com aproximadamente 7 a 9 meses na colheita. Os rizomas foram selecionados de acordo com o tamanho, forma e integridade física sendo, em seguida, lavados e sanitizados em solução clorada, com 50 ppm de cloro ativo/15 min. Posteriormente, foram enxaguados em água destilada, secos ao ar, acondicionados em caixas plásticas e armazenados sob refrigeração a temperatura de 4 °C, até utilização (período máximo de duas semanas).

#### **2.2.1.1 Caracterização da matéria-prima**

Para caracterização das matérias-primas, foram retiradas, ao acaso, de um total de 120 kg de cada rizoma (RF e RM), amostras de aproximadamente 2 kg tomadas de diferentes sacos, e nesses materiais, foram efetuadas as análises a seguir.

A composição química foi realizada segundo a metodologia da AOAC (1996) e do Instituto Adolfo Lutz (1985), conforme apresentado a seguir:

a) sólidos totais: determinados por desidratação em estufa com circulação de ar a 70 °C até peso constante, de acordo com o método n. 4.5 do Instituto Adolfo Lutz (1985);

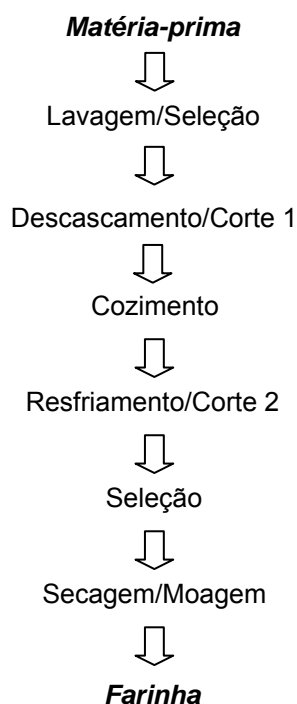
b) lipídios totais: determinados segundo AOAC 920.85;

- c) proteína bruta: segundo o método AOAC 960.52, sendo de 6,25 o fator de conversão de nitrogênio a proteína utilizado;
- d) cinzas: conforme método AOAC 923.03;
- e) fibra bruta: determinadas pelo método AOAC 920.86; e
- f) carboidratos totais: calculado por diferença segundo a fórmula:  
 $\% \text{ carboidratos} = 100 - (\text{lipídios} + \text{proteína bruta} + \text{cinzas} + \text{fibra bruta})$ .

### 2.2.2 Obtenção das farinhas de taro

Para a obtenção das farinhas, foram utilizados 40 kg de RF e RM separadamente, tomados ao acaso de 120 kg adquiridos no comércio local da cidade de Viçosa.

Na Figura 3 são apresentadas as principais etapas envolvidas no processamento dos rizomas para obtenção das farinhas de RF (FRF) e de RM (FRM), e cada operação é sumarizada em seguida.



**FIGURA 3:** Fluxograma de produção de farinha de taro.

- Lavagem/seleção: os rizomas foram lavados e selecionados de acordo com descrito anteriormente, no item 2.2.1;

- Descascamento/Corte 1: em descascador abrasivo, com apara manual, e o corte foi manual, com facas de aço inoxidável, partindo os rizomas em fatias de 2 cm de espessura;
- Cozimento: em água em ebulição, em tacho a vapor, durante 5 minutos (RF), e 6 minutos (RM), para promover a gelatinização de amido e, conseqüente, amaciamento dos rizomas;
- Resfriamento/Corte 2: resfriamento por exposição dos rizomas à temperatura ambiente; e o segundo corte manual em fatias finas de 0,5 cm de espessura;
- Seleção: fatias inteiras e uniformes; e
- Secagem/Moagem: em secador de bandeja, com circulação de ar forçada, à temperatura de 60 °C por um período de 12 horas; moagem em moinho de facas da marca Brabender, modelo WI, com peneira 1022, por 5 minutos.

A Figura 4 ilustra algumas etapas do processamento das FRF e FRM).



Descascamento abrasivo



Apara manual



Cozimento



Resfriamento

**FIGURA 4:** Principais operações envolvidas no processamento das farinhas de taro.



Secagem



Moagem

**FIGURA 4:** Principais operações envolvidas no processamento das farinhas de taro. (Continuação).

### 2.2.2.1 Rendimento das farinhas

A determinação dos rendimentos das FRF e FRM de taro foi feita gravimetricamente, utilizando a relação entre massa dos rizomas com casca e a massa das farinhas obtidas, expressos em percentagem.

### 2.2.2.2 Caracterização das farinhas

#### 2.2.2.2.1 Análises físicas e químicas

Na caracterização das farinhas, foi retirada, ao acaso, uma amostra de 1 kg de cada tipo de rizoma, sendo analisadas conforme descrito no item 2.2.1.1, incluindo ainda as seguintes determinações, sendo todas realizadas em triplicatas:

- a) Açúcares redutores: determinados por redução dos íons de cobre bivalente, em meio básico, pelos açúcares redutores, segundo o método de Lane-Eynon, descrito pela AOAC (1996), com resultados expressos em g de açúcar redutor/ 100 g de amostra).
- b) pH: determinado por método potenciométrico, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).
- c) Acidez: determinada por titulação com solução padronizada de NaOH 1N, segundo metodologia de n. 9.119 da AOAC (1996).

#### 2.2.2.2.2 Determinação de cor

A medida de cor foi realizada pela leitura dos valores de  $L^*$  (% de luminosidade, variando de 0 % - preto a 100 % - branco),  $a^*$  ( $+a^*$  - vermelho,  $-a^*$  - verde),  $b^*$  ( $+b^*$  - amarelo,  $-b^*$  - azul), pelo sistema CIELAB, em espectrofotômetro (Colorquest II, Hunter Lab.), utilizando calibração RSIN, iluminante  $D_{65}$  e um ângulo de detecção de  $10^\circ$ . As amostras foram colocadas diretamente na cubeta. Utilizou-se como padrão a farinha de mandioca, por esta ser uma farinha derivada de raiz tuberosa. O cálculo para expressar a diferença de cor foi obtido pela equação 1:

$$(1) \Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5}$$

Em que:

$\Delta E^*$  = valor para diferença de cor;

$\Delta L^*$  = diferença entre a leitura  $L^*$  da farinha de mandioca e a leitura  $L^*$  da amostra;

$\Delta a^*$  = diferença entre a leitura  $a^*$  da farinha de mandioca e a leitura  $a^*$  da amostra;

$\Delta b^*$  = diferença entre a leitura  $b^*$  da farinha de mandioca e a leitura  $b^*$  da amostra.

#### 2.2.3 Delineamento experimental e análise estatística

No presente estudo, os tratamentos foram os dois tipos de rizomas (RF e RM), seguindo-se o delineamento inteiramente casualizado. Os resultados das análises físico-químicas dos rizomas e das respectivas farinhas foram caracterizados por meio de estatística descritiva, obtendo-se a média e o desvio padrão. A comparação entre as médias foi realizada pelo teste t Student a 5 % de significância, utilizando procedimentos do ambiente estatístico SAS System for Windows, versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

### 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 2.4.1 Caracterização das matérias-primas

Na Figura 5 podem ser observadas as fotos dos RF e RM de taro utilizados no presente estudo. Os RM são maiores (em tamanho transversal e peso) e possuem formato mais regular, em relação aos RF. Esta maior

uniformidade foi considerada responsável pelo menor desperdício dos RM na etapa de descascamento.

O peso médio do RM ( $520,20 \pm 2,83$  g) foi, aproximadamente, 50 % superior ao apresentado pelo RF ( $257,97 \pm 2,24$  g), resultado esse similar àquele registrado por Puiatti e Pereira (2002), na caracterização de acessos<sup>1</sup> de taro Japonês-BGH 5925, do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH/UFV).



**FIGURA 5:** Fotografias ilustrativas de rizomas de taro, A) Rizomas mãe (RM) e B) rizomas filho (RF).

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da composição química das matérias-primas (RF e RM). Pode-se observar que o RM apresentou teores superiores de umidade (84,18 %), fibra bruta (5,88 %) e lipídios (0,51 %), e inferiores de sólidos totais, proteínas, cinzas e carboidratos (15,82 %, 5,76 %, 0,44 % e 3,23 %, respectivamente), quando comparados aos RF.

<sup>1</sup> Acessos são exemplares introduzidos no Banco de Germoplasma de Hortaliças/UFV, recentemente também denominados subamostras.

**TABELA 5:** Características físico-químicas<sup>1</sup> de rizoma filho (RF) e rizoma mãe (RM) de taro (parte comestível em g / 100 g).

Composição (g/100g)	Clone japonês	
	RF	RM
Umidade	78,48 – 0,21	84,18 – 0,18
Sólidos totais	21,52 – 0,21	15,82 – 0,18
Proteína	7,10 – 0,03	5,76 – 0,10
Lipídios	0,36 – 0,00	0,51 – 0,05
Cinzas	1,14 – 0,04	0,44 – 0,05
Fibra bruta	3,06 – 0,10	5,88 – 0,10
Carboidratos	9,86 – 0,07	3,23 – 0,11

<sup>1</sup> Média de três determinações – desvio padrão.

O teor de umidade de RM, de 84,18 %, está próximo ao encontrado por Rogério, Leonel e Oliveira (2005), de 83,27 %. No entanto, Herédia Zárata e Vieira (2004), Leonel, Oliveira e Duarte Filho (2005) e Njintang e Mbofung (2006) reportaram maior teor de umidade em RF, resultado oposto ao encontrado no presente estudo.

Do ponto de vista industrial, há interesse em variedades que apresentem maior teor de matéria-seca, já que resulta em maior rendimento do processo. Para conservação pós-colheita, interessam variedades com menor teor de umidade, já que o alto teor de umidade em matérias-primas “in natura” favorece deterioração mais rápida do produto exigindo o beneficiamento imediato após a colheita e condições de armazenamento adequadas (refrigeração).

O fato de os RM apresentarem menores resultados para sólidos totais, proteína, cinzas e carboidratos em relação aos RF pode ser explicado pela translocação dos fotoassimilados das folhas senescentes, quando alcançam a maturidade da planta, para o crescimento e aumento de massa dos RM e posteriormente para os RF (HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA; LOPES, 2000). Desta maneira, pode-se verificar que os RM são como órgão de reserva e passagem de nutrientes para os RF.

A concentração de lipídio de RM (0,51 %) apresentou-se superior ao de RF (0,36 %) e superior também ao registrado por Leonel, Oliveira e Duarte Filho (2005) (0,45 %). Herédia Zárata e Vieira (2004) não observaram diferença significativa para RM (0,36 %) e RF (0,34 %). Pelos dados do presente estudo, em adição ao já registrado em literatura, observa-se claramente que rizomas de taro não são ricos em lipídios.

Com relação à fibra bruta, Herédia Zárata e Vieira (2004) reportaram o valor de 15,7 % em RM. Rogério, Leonel e Oliveira (2005) e Leonel, Oliveira e Duarte Filho (2005) encontraram valores inferiores (3,36 % e 4,64 %, respectivamente) similares aos observados neste estudo. O maior teor de fibra em RM pode ser observado como uma vantagem nutricional em relação aos RF, considerando o interesse crescente no consumo de alimentos com maior teor de fibras.

Cereda et al. (2002) consideram que a maioria dos tubérculos e rizomas, como o taro, normalmente apresentam reduzidos teores de proteínas, lipídeos, cinzas e fibras, sendo considerado alimento energético devido ao teor de carboidratos totais, predominantemente presente na forma de amido.

Observações similares têm sido reportadas para a composição química de outras matérias-primas tuberosas, sendo que o conteúdo de proteína obtido neste estudo para os RM é superior aos de batata doce (4,55 g/100 g) (LEONEL; JACKEY; CEREDA, 1998); de inhames (4,21-6,64 g/100g) (PUIATTI et al., 2004); e aos de mandioca (2,7-3,2 g/100 g) (GRIZOTTO; MENEZES, 2003).

As variações observadas para a composição química dos RF e RM são atribuídas a diferenças genéticas e de condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura e também ao período de colheita. Segundo Feniman (2004), por exemplo, em mandioca, a influência desses fatores decorre de processos fisiológicos de crescimento, acúmulo e mobilização de substâncias nas raízes.

Brillouet, Treche e Sealy (1981) e Ketiku e Oyenug (1973) afirmam que o estágio de maturação é um fator que influencia decisivamente nas características dos produtos hortícolas; e que, em inhame, a composição centesimal varia conforme o estágio fisiológico dos tubérculos.

Segundo Puiatti et al. (2003), condições que propiciem às plantas de taro manter as folhas com grandes limbos e pecíolos exuberantes têm o potencial de proporcionar plantas mais produtivas. Espera-se, portanto, que a quantidade de reservas presentes no rizoma-muda tenha influência sobre o crescimento da planta e a produção final de rizomas.

## **2.4.2 Obtenção e caracterização das farinhas de taro**

### **2.4.2.1 Rendimento das farinhas de taro**

Nas etapas de produção de farinha, os rizomas apresentaram rendimento de polpa fresca de 68,94 % e 65,24 % e de matéria seca de 21,52 % e 15,82 % para RF e RM, respectivamente. Miamoto (2008) obteve rendimento de polpa de 79,30 %, entretanto, sabe-se que este indicador se encontra diretamente relacionado às características da matéria-prima (forma, tamanho, estágio de maturação) e condições de processo.

O rendimento de farinha para RF e RM foi de 13,88 % e 16,67 %, respectivamente, em relação à matéria-prima. Comparados aos dados de literatura estes valores são aceitáveis, em consideração ao peso e ao formato que podem alcançar os rizomas, que influenciam no percentual de perdas principalmente durante a etapa de descascamento. Miamoto (2008) encontrou rendimento inferior para farinha de taro integral, de apenas 9,17 %.

A obtenção de farinha a partir dos RM se apresenta como um modo viável de aproveitamento desta matéria-prima, já que apresentou maior rendimento quando comparado aos RF. Ressalta também que os RM possuem maior uniformidade em tamanho e forma em comparação com os RF, fato que pode ter contribuído para um maior rendimento.

### **2.4.2.2 Análises físicas e químicas das farinhas de taro**

Os resultados obtidos referentes à caracterização físico-química das farinhas analisadas encontram-se na Tabela 6. Como se pode observar, as farinhas de taro são um alimento basicamente amiláceo, possuem consideráveis teores de fibra bruta de proteínas e baixo conteúdo de lipídios. Exceto para teor de lipídios, os valores de FRF e FRM diferiram ao nível de 5 % de probabilidade.

**TABELA 6:** Composição química<sup>1</sup> de farinha de rizoma filho (FRF) e farinha de rizoma mãe (FRM) de taro.

<b>Componentes</b>	<b>FRF<sup>2</sup></b>	<b>FRM<sup>2</sup></b>
Umidade	5,99 - 0,14 b	6,90 - 0,17 a
Sólidos totais	94,01 - 0,14 a	93,10 - 0,17 b
Proteína	6,58 - 0,05 a	4,91 - 0,04 b
Lipídios	0,85 - 0,06 a	0,91 - 0,02 a
Cinzas	3,73 - 0,06 a	2,19 - 0,01 b
Fibra bruta	4,68 - 0,10 b	5,24 - 0,05 a
Carboidratos	78,17 - 0,16 b	79,85 - 0,26 a
Açúcares redutores	0,12 - 0,02 b	0,35 - 0,08 a

<sup>1</sup> Média de três repetições - desvio padrão. <sup>2</sup> Médias na linha seguida de letras diferentes diferem entre si ao nível de significância de 5 % pelo teste t de Student.

De modo geral, as composições químicas das FRF e FRM no presente estudo são similares às aquelas registradas por Njintang, Mbofung e Kesteloot (2007).

O teor de umidade das farinhas obtidas encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2005), que determina que a umidade de farinhas, em geral, deve estar em torno de 13 %, um indício de que a tecnologia empregada foi adequada. Teor de umidade acima de 14 % favorece a formação de grumos, facilita o desenvolvimento de microrganismos e pode ocasionar diminuição da estabilidade, por favorecer reações químicas e enzimáticas, diminuindo assim a vida útil do produto.

Leonel et al. (2006), em seu estudo com farinha integral de inhame seca em estufa, encontraram umidade de 6,2g/ 100 g, valor similar ao do presente estudo. Njintang e Mbofung (2006) reportam valores de 3,5 a 9,9g/ 100 g.

Quanto ao teor de proteína bruta, foram encontrados resultados de 4,91 % e 6,58 % para FRM e FRF, respectivamente. Miamoto (2008) e Njintang e Mbofung (2006) reportam 4,75 g/ 100 g e 4,80 g/ 100 g respectivamente, de proteína em base seca, similar ao da FRM. Já o teor de cinza observado na FRM foi de 2,19 g/ 100 g e de 3,73 g/ 100 g na FRF. A legislação brasileira determina, para a farinha de mandioca, mínimo de 1,5 g/ 100 g de proteínas e máximo de 2,0 g/ 100 g de cinzas. Teor de cinza muito alto pode indicar processamento inadequado, com lavagem e descascamento incompletos, ou fraude pela adição de areia ou partes impróprias da planta (CEREDA; VILPOUX, 2003; DIAS; LEONEL, 2006).

Pelas mesmas razões, critério semelhante deve ser adotado para a farinha de taro.

Devido ao maior teor de fibra bruta observado nos RM, em comparação aos RF, o comportamento observado para as farinhas era esperado (5,24 % e 4,68 % para FRM e FRF, respectivamente). Citando a quantidade de fibras em diferentes alimentos, Mattos e Martins (2000) sugeriram a seguinte classificação: alimentos com teor mínimo 7 g fibras/ 100 g, “muito alto”; de 4,5 a 6,9 g fibras/ 100 g, “alto”; 2,4 a 4,4 g fibras/ 100 g, “moderado”; e inferior a 2,4 g fibras/ 100 g, “baixo” teor. Considerando tal classificação, tanto as FRM quanto as FRF analisadas apresentaram “alto teor” de fibras. A fibra bruta inclui componentes como a celulose, lignina e pentosanas, que não são digeridas no organismo humano e ajudam nos movimentos peristálticos do intestino, sem fornecer nutrientes. Dias e Leonel (2006) encontraram valor de 2,44 g fibras/ 100 g em farinha de mandioca da localidade de Minas Gerais, resultado inferior ao dos RF e RM, sendo esta portanto classificada como alimento com “alto “ teor de fibra bruta.

A composição em açúcares redutores das FRM e FRF foi de 0,35 % e 0,12 %, respectivamente, valores inferiores aos reportados na literatura para os rizomas de taro (LEONEL; OLIVEIRA; DUARTE FILHO, 2005). O resultado obtido pode ser um indicativo do bom estado de conservação das farinhas em estudo, uma vez que a presença de açúcares redutores pode ser decorrente de reações químicas e microbiológicas, envolvendo a hidrólise de carboidratos (CECCHI, 2003).

Embora tenham apresentado diferença significativa ( $p < 0,05$ ), à exceção do teor de lipídios, os resultados obtidos na caracterização das FRM de taro são similares aos das FRF. Isto sugere que a farinha de RM tem qualidade similar à de RF, reforçando a sugestão do presente trabalho para aproveitamento dos RM na obtenção de farinha, com destaque para o maior conteúdo de fibra bruta neste produto.

Os teores de pH e acidez titulável (mL NaOH N / 100 g) das farinhas são apresentados na Tabela 7.

**TABELA 7:** Resultados dos valores de pH e acidez (mL NaOH 100 g<sup>-1</sup>) das farinhas de taro<sup>1</sup>.

Componentes	FRF <sup>2</sup>	FRM <sup>2</sup>
pH	6,63 ± 0,02 a	6,35 ± 0,01 b
Acidez	1,35 ± 0,19 a	0,64 ± 0,11 b

<sup>1</sup> Média de três repetições - desvio padrão. <sup>2</sup> Médias na fila seguida de letras diferentes diferem entre si ao nível de significância de 5 % pelo teste t de Student.

O pH e a acidez titulável observados na FRM diferiram daqueles encontrados para a FRF. O valor obtido de pH está próximo ao resultado de pH de 6,0, encontrado por Pereira et al. (2005) para a farinha de pequi e superior ao da de farinha de trigo (5,44). Já para a acidez titulável, foram encontrados 1,35 e 0,64 meq NaOH 100 g<sup>-1</sup> nas FRF e FRM, respectivamente, e a legislação recomenda para farinha de mandioca acidez máxima de 2,0 % (mL NaOH N/ 100 g). A acidez das FRF e FRM de taro está dentro dos limites recomendados para farinha de mandioca, indicando estar em boas condições, já que a acidez representa o estado de conservação das farinhas, envolvendo tanto aspectos químicos como microbiológicos, pois o crescimento microbiano envolve produção de ácidos orgânicos e hidrólise de proteínas e carboidratos. Além disso, os ácidos orgânicos influenciam o sabor, o odor, a cor, a estabilidade e a manutenção da qualidade (CECCHI, 2003). Complementando o acima relacionado, a acidez pode também indicar falta de higiene no processo e ser uma característica de processos artesanais, em que o processo de preparo é mais lento.

#### **2.4.2.3 Determinação de cor das farinhas**

Os resultados referentes à colorimetria das farinhas de taro encontram-se na Tabela 8. A análise dos componentes L\*, a\* e ΔE\* nas farinhas mostrou variações entre elas, com exceção do componente b\* (p < 0,05). O componente L\* (luminosidade ou brilho) foi de 85,57 para a FRF e de 76,43 para a FRM, próximo ao da farinha de mandioca, de 79,23 da localidade de Minas Gerais, segundo Dias e Leonel (2006). Valor mais próximo de 100 indica maior luminosidade, portanto, a FRM se mostrou mais escura dentre as amostras testadas, sendo similar à de Minas Gerais.

**TABELA 8:** Resultados dos valores médios<sup>1</sup> de L\*, a\*, b\* e  $\Delta E^*$  para as FRF, FRM de taro<sup>2</sup>.

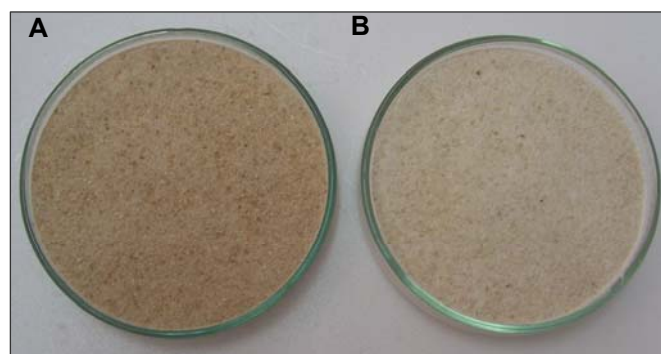
Rizoma	L*	a*	b*	$\Delta E^*$
FRF	85,57a	0,14b	11,49a	11,48a
FRM	76,43b	2,13a	13,01a	7,96b

<sup>1</sup> Média de três repetições - desvio padrão. <sup>2</sup> Médias na coluna seguida de letras diferentes diferem entre si ao nível de significância de 5 % pelo teste t de Student.

A coordenada a\*, que indica a variação de verde (-a\*) a vermelho (+a\*), é um parâmetro importante para o estudo de escurecimento, pois a cor marrom resultante da degradação dos açúcares (reação de caramelização) ou reações enzimáticas (fenolases) representa uma combinação do verde e vermelho. Um maior escurecimento é representado por um tom mais avermelhado, ou seja, maior valor de a\*. As farinhas se mostraram satisfatórias nesse aspecto, pois apresentaram baixos resultados de a\*, sendo também inferiores ao da farinha de mandioca citada por Dias e Leonel (2006), que foi de 4,10. Pode-se supor que durante o processo de elaboração das farinhas não ocorreram reações de caramelização ou reações enzimáticas indesejáveis, em função das temperaturas utilizadas.

A presença de pigmentos pode também interferir nestes resultados. Observa-se que a FRM com menor valor L\* foi a amostra que apresentou maior valor de a\* (tonalidade mais vermelha).

Observando-se os dados da Tabela 8 em relação à determinação da cor ( $\Delta E^*$ ) das farinhas, observa-se que a FRF apresentou uma variação de 11,48 e a FRM uma variação de 7,96 em relação à farinha de mandioca de Minas Gerais, segundo Dias e Leonel (2006), confirmando a cor mais clara da farinha resultante dos RF, já que a farinha de mandioca se apresentava mais escura, similar à de FRM. A Figura 6 mostrou esta diferença.



**FIGURA 6:** Aspecto da farinha de rizoma mãe (FRM) (A) e farinha de rizoma filho (FRF) (B) de taro.

## 2.5 CONCLUSÕES

- A composição química de RF e RM de taro foi similar, sendo possível destacar maior quantidade de proteína e cinza para os RF e de fibra bruta para os RM;
- O rendimento de extração de farinha dos RM foi superior ao de RF. Este resultado sugere a produção de farinha como uma forma viável de aproveitamento dos RM;
- A FRM diferiu da FRF para a maioria das propriedades estudadas, com exceção para teor de lipídios e cor amarela ( $p < 0,05$ );
- Ambas as farinhas analisadas apresentaram teores altos de fibra, sendo maior para a FRM, sugerindo-se o aproveitamento das FRM na elaboração de alimentos ricos em fibra;
- Os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $\Delta E^*$  (colorimetria) mostraram que a FRM é mais escura que a FRF; a coloração apresentada, no entanto, é condizente com a cor característica de produtos ricos em fibra, estando de acordo com a aplicação sugerida para FRM no presente estudo.

## **CAPÍTULO 3**

### **ELABORAÇÃO DE ALIMENTO REESTRUTURADO A PARTIR DE RIZOMAS FILHO E RIZOMAS MÃE DE TARO**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

O taro é uma cultura de relativa importância, estando dentre as tuberosas de maior produção mundial, sendo de fácil adaptação às condições de clima tropical e subtropical. Caracteriza-se pela capacidade de produzir em condições adversas de cultivo, como tolerância ao excesso de água, à sombra, à seca e ao estresse térmico (MATTHEWS, 2004; EKWE et al., 2009), característica interessante para favorecer o desenvolvimento de áreas agrícolas não tradicionais. No Brasil, sua produção tem sido recomendada em pequenas e médias propriedades e assentamentos rurais, na região do Mato Grosso do Sul, onde se espera que esta lavoura se torne fonte alimentar e de geração de empregos (HERÉDIA ZÁRATE; VIEIRA; HIANE, 2006).

Os rizomas de taro estão presentes na base alimentar de povos de várias regiões, principalmente em países em desenvolvimento dos continentes África e Ásia. Devido às suas características, apresentam diversas possibilidades de uso na alimentação humana, mas são geralmente consumidos na forma de vegetal cozido. O taro apresenta uso culinário variado e é normalmente preparado de maneira semelhante a outras tuberosas, não tendo, no entanto, tradição como matéria-prima na indústria alimentícia (LIMA, 2002), como acontece com a mandioca, por exemplo.

A planta apresenta vantagens em relação a outras tuberosas (como mandioca), por produzir em ciclo mais curto e possuir boa produtividade mesmo em condições adversas de cultivo, como em terras pouco férteis ou em áreas alagadas (EKWE et al., 2009). São também apontadas como vantagens nutricionais, maior teor de proteínas e fibras e de algumas

vitaminas e minerais, principalmente quando comparadas à mandioca (HAHN, 1988).

A planta adulta de taro produz dois “tipos” de rizomas, identificados como rizoma mãe (RM) e rizoma filho (RF), que diferem entre si no aspecto e na composição química (HERÉDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2004). Na comercialização, somente os RF são considerados para o mercado “in natura”, sendo os RM frequentemente descartados logo após a colheita. Ekwe et al. (2009) reportam para Nigéria, um dos maiores produtores mundiais de taro, uma estimativa de 40 % de perdas pós-colheita de rizomas. Julgam os autores que a falta de processamento agroindustrial é uma das razões para perdas tão elevadas.

Segundo Puiatti, Pereira e Aquino (2004), o menor valor comercial dos RM se deve ao seu sabor “aguado” e aparência pouco atrativa para o consumidor. Estudos comparando as características de RM e RF de taro têm comprovado as diferenças em termos de composição química (HERÉDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2004; HERÉDIA ZÁRATE; VIEIRA; HIANE, 2006), mas a avaliação de outras características tecnológicas e desempenho de processamento permanecem sem registro na literatura. Mesmo com reconhecida importância como alimento básico de populações carentes, observa-se uma escassez de pesquisas publicadas sobre esta matéria-prima (relacionadas à ampliação do uso industrial), que poderiam contribuir para diminuir os prejuízos causados pelo descarte de RM.

Considerando uma outra abordagem, observa-se que o interesse por alimentos prontos e semiprontos no Brasil vem crescendo com o decorrer dos anos (GOUVEIA, 2006), em função de algumas alterações na sociedade e no perfil dos consumidores. A mudança de hábitos de consumo exigiu adaptações da indústria de alimentos para o desenvolvimento de produtos de fácil preparo ou prontos para consumo, fato que estimulou pesquisas entre as quais se destaca a elaboração de reestruturados vegetais.

Por depender de tecnologia relativamente simples, consistindo basicamente da desintegração da matéria-prima, mistura de formulação, moldagem e congelamento, os reestruturados de tuberosas se apresentam como alternativa interessante na diversificação de produtos semiprontos,

adequados a um grupo da população que demanda nutrição adequada, porém com praticidade.

O desenvolvimento de novos produtos processados de taro representa um excelente mecanismo para ampliar a utilização desta matéria-prima, todavia essa utilização depende de maior conhecimento quanto à composição química e viabilidade tecnológica e qualidade sensorial dos rizomas. Analisando o potencial do inhame (*Dioscorea* sp.) como matéria prima, Cereda (2002) reportou a produção de farinha como uma atividade consolidada, mas ressalta a necessidade de avanços tecnológicos, como a mecanização da produção e o aproveitamento de subprodutos como a mucilagem. Estudos similares precisam ser realizados em relação ao taro e outras tuberosas.

Berbari (2001) avaliou as características de congelamento de palitos reestruturados, pré-fritos e congelados, obtidos a partir da polpa e da farinha pré-gelatinizada de mandioca, obtendo rendimento médio de 64 %, em relação à massa de matéria-prima utilizada. Analisando coadjuvantes para o processamento, Walter Jr; Truong; Espinel (2002) utilizaram um sistema de gelificação de alginato-cálcio na produção de reestruturados fritos à base de purê de batata-doce. Seus resultados mostraram que o produto obtido apresentou textura adequada e alta aceitabilidade pelos consumidores, quando comparado ao controle, sem aplicação de aditivos.

A proposta de industrialização de taro na forma de reestruturados para fritura possibilita minimizar perdas e agregar valor aos rizomas, além de oferecer ao consumidor mais uma opção de alimento semipronto no mercado. O presente trabalho visou a avaliar a utilização de farinha e purê de rizoma filho (RF) e rizoma mãe (RM) de taro, testando diferentes sistemas de gelificação de alginato-cálcio, na elaboração de produtos reestruturados congelados e fritos.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Amido e Farinha, Análise de Alimentos, Panificação e Planta Piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

### **3.2.1 Matéria-prima**

Os rizomas filhos (RF) e rizomas mãe (RM) de taro 'Japonês' foram obtidos no comércio local da cidade de Viçosa-MG. Foram selecionados os sadios (livres de injúrias mecânicas e defeitos fitossanitários), sendo lavados por meio de imersão em água clorada (0,5 % hipoclorito de sódio)/ 15 min e enxaguados (água destilada), secos ao ar, acondicionados em caixas plásticas e armazenados sob refrigeração (4 °C) durante duas semanas.

### **3.2.2 Elaboração de purê de taro**

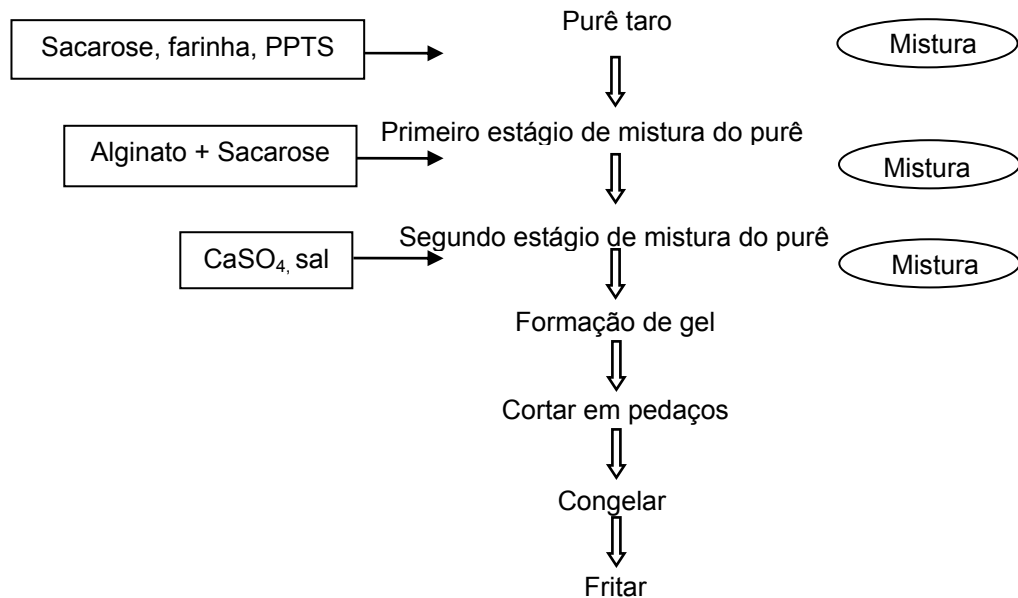
Os RF e RM foram descascados em descascador abrasivo, marca Wallig (capacidade de 5 kg), aparados e cortados manualmente em fatias de 1 cm de espessura. As fatias foram cozidas a vapor por 4 e 6 minutos (RF e RM, respectivamente) e moídas em moinho de rosca marca Gural. O purê foi acondicionado em bolsas de polietileno, armazenado a -20°C até a utilização nas formulações, seguindo metodologia descrita por Walter Jr; Truong; Espinel (2002).

### **3.2.3 Processamento de reestruturado de taro**

Para a obtenção dos reestruturados, partiu-se das formulações fixando-se as concentrações de sacarose (4 g), farinha de taro (8 g) e sal (1 g) e variando-se as de alginato de sódio (0,35 – 0,70 g/ 100 g), sulfato de cálcio di-hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (0,50 – 0,75 g/ 100 g) e tripolifosfato de sódio (PPTS) (0,09 - 0,18 g/ 100 g.). As farinhas (RF e RM) foram obtidas conforme Capítulo 2, numeral 2.2.2. A quantidade de purê utilizada foi para completar 100 g de produto.

O fluxograma de processo de 2 kg de amostra para a produção dos reestruturados (RFRF e RFRM) encontra-se na Figura 7. Os ingredientes foram misturados em masseira de capacidade 10 kg e 30 rpm durante 1 min. Esse procedimento foi repetido para cada ingrediente, propiciando maior homogeneidade na mistura. Esta mistura foi imediatamente introduzida em tripas de embutimento de linguiça de 2 cm de diâmetro (doados pela

empresa Spell Ltda.) e 20 cm em comprimento, mantidas sob refrigeração (4 °C) por 24 h. Posteriormente foram fatiadas em pedaços de 2 cm e armazenadas a -20 °C até a fritura.



**FIGURA 7:** Fluxograma de produção de RFRF e RFRM de taro.

Os reestruturados foram fritos utilizando óleo de palma refinado (doados pela empresa Agropalma), em fritadeira descontínua (marca Croydon), sob temperatura controlada de 170 °C por período pré-definido (180 s - RF e 240 s - RM) (VILPOUX, 2003). O óleo foi pré-aquecido à temperatura de tratamento antes da fritura, sendo esta monitorada com termômetro (variação máxima de  $\pm 1$  °C). Os reestruturados foram espalhados sobre papel toalha absorvente para inspeção visual, sendo eliminados aqueles de qualidade inferior quanto à cor e forma.

Na Figura 8 podem-se observar as principais etapas do processamento de reestruturados.



**FIGURA 8:** Principais etapas do processamento de RFRF e RFRM de taro.

### 3.2.4 Análises qualitativas nos reestruturados fritos

A qualidade dos reestruturados foi avaliada no mesmo dia de fritura, segundo metodologia da AOAC (1996), em triplicatas, sendo:

- a) Umidade (Método AOAC 925.10).
- b) Lipídios (Método AOAC 920.85).
- c) Rendimento pós-fritura: calculado em relação a 1 kg de reestruturado antes e depois do processo de fritura, considerando-se o teor de sólidos totais.
- d) Firmeza: analisada em equipamento Instron Universal Testing Machine (modelo 3367) pelo teste de punctura com uma probe de 5,3 mm. Os parâmetros utilizados foram: célula de carga de 1 kg, velocidade de descida de 60 mm/min. Os reestruturados foram dispostos lado a lado e perpendicularmente às lâminas no fundo da célula e foi registrado o valor máximo de força necessária (N) para sua quebra (SEGNINI et al., 1999).
- e) Perfil de textura (TPA): analisado em equipamento Instron Universal Testing Machine (modelo 3367), sendo as amostras comprimidas entre dois pratos paralelos em dois ciclos. As condições do teste foram: velocidade pré-teste, 5 mm/s; velocidade teste, 1,6 mm/s; velocidade pós-teste, 1,6 mm/s; tempo entre dois ciclos, 5 s; e grau de compressão, 75 %. O perfil de textura foi calculado usando metodologia de Bourne (1978), citado por Walter Jr. et

al. (2002), considerando a elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade.

e) Medida instrumental de cor: realizada pela leitura dos valores de  $L^*$  (% de luminosidade ou brilho, variando de 0 % - preto a 100 % - branco),  $a^*$  ( $+a^*$  vermelho,  $-a^*$  verde),  $b^*$  ( $+b^*$  amarelo,  $-b^*$  azul), pelo sistema CIELAB, em espectrofotômetro (Colorquest II, Hunter Lab), utilizando calibração RSIN, iluminante  $D_{65}$  e um ângulo de detecção de  $10^\circ$ . As amostras foram acondicionadas em placa de Petri recoberta com filme plástico de vinila (PVC), e o espectrofotômetro calibrado com o mesmo filme.

A partir dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , foram calculadas a diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) e a diferença de croma ( $\Delta C^*$ ), segundo as equações 1 e 2, respectivamente:

$$(1) \Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5}$$

$$(2) \Delta C^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5}$$

Em que:

$$\Delta L^* = L^* - L_o^*;$$

$$\Delta a^* = a^* - a_o^*;$$

$$\Delta b^* = b^* - b_o^*, \text{ sendo o subíndice } o \text{ o valor na amostra controle.}$$

### 3.2.5 Delineamento experimental e análise estatística

Antes da definição das faixas utilizadas no experimento final, foram realizados pré-testes utilizando as menores concentrações possíveis dos coadjuvantes (alginato de sódio, sulfato de cálcio e tripolifosfato de sódio-TSP) que permitissem obter um sistema de gelificação de alginato-cálcio na elaboração dos RFRF e RFRM.

Foi utilizado delineamento composto rotacional central (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 1996), compreendendo um fatorial  $2^3$  (8 combinações) em que as variáveis independentes foram as concentrações de alginato de sódio (g/ 100 g), sulfato de cálcio (g/ 100 g) e tripolifosfato de sódio (TSP) (g/ 100 g), em dois níveis codificados (+1, -1), acrescido de mais seis pontos axiais a uma distância  $\alpha = \pm 1,682$ , mais o ponto central (repetido cinco vezes) (Tabela 9). Todas as formulações foram comparadas com a formulação controle (formulação sem a presença dos coadjuvantes,

alginate, CaSO<sub>4</sub> e TSPP). As variáveis dependentes para verificar os efeitos individuais e de interação nas características dos RFRF e RFRM foram teores de umidade e lipídios, rendimento pós-fritura, firmeza, perfil de textura (elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade) e coordenadas de cromaticidade (L\*, a\*, b\*, ΔE\* e ΔC\*).

**TABELA 9:** Níveis codificados e escala real das variáveis empregadas no ensaio.

Ensaio	Codificados			Escala real		
	Alginato	Sulfato de cálcio	TSPP*	Alginato	Sulfato de cálcio	TSPP
1	-1	-1	-1	0,35	0,50	0,09
2	+1	-1	-1	0,70	0,50	0,09
3	-1	+1	-1	0,35	0,75	0,09
4	+1	+1	-1	0,70	0,75	0,09
5	-1	-1	+1	0,35	0,50	0,18
6	+1	-1	+1	0,70	0,50	0,18
7	-1	+1	+1	0,35	0,75	0,18
8	+1	+1	+1	0,70	0,75	0,18
9	-1,682	0	0	0,23	0,63	0,14
10	+1,682	0	0	0,82	0,63	0,14
11	0	-1,682	0	0,53	0,41	0,14
12	0	+1,682	0	0,53	0,84	0,14
13	0	0	-1,682	0,53	0,63	0,06
14	0	0	+1,682	0,53	0,63	0,21
15	0	0	0	0,53	0,63	0,14
15	0	0	0	0,53	0,63	0,14
15	0	0	0	0,53	0,63	0,14
15	0	0	0	0,53	0,63	0,14
15	0	0	0	0,53	0,63	0,14

\*TSPP: tripolifosfato de sódio.

Foi utilizado um modelo polinomial de segundo grau (Equação 3) para descrever as variáveis dependentes, ou respostas:

$$(3) \hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$$

em que:

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> representam estimativas dos coeficientes lineares; b<sub>12</sub>, b<sub>13</sub>, b<sub>23</sub>, da interação entre os fatores e b<sub>11</sub>, b<sub>22</sub>, b<sub>33</sub> os coeficientes quadráticos da regressão; x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub> representam os valores codificados de alginato, sulfato e TSPP, respectivamente.

O modelo proposto foi ajustado, verificando-se a significância estatística a p ≤ 0,10 para cada um dos parâmetros lineares, quadráticos e interações. Pela análise de variância (Anova), observou-se a significância da regressão e da falta de ajuste do modelo ao nível de 10 % de confiança utilizando-se do teste F e do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), por meio de

procedimentos do ambiente estatístico SAS, versão 9.1, licenciado pela UFV em 2008. Para descrever as características da região analisada, foi feito o *stepwise*, por meio do comando Proc Reg, e observada a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 10 % de confiança pelo teste F, e também foi analisado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Como forma de comparação de resultados com o controle e para facilitar a melhor visualização da influência da utilização do sistema de gelificação alginato-cálcio-TSPP nas características físico-químicas, de cor e textura dos reestruturados, foi feita a Análise de Componentes Principais (ACP), promediando as repetições do ponto central, também usando o SAS Institute.

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1 Reestruturados fritos de RF (RFRF) de taro**

O purê obtido dos RF apresentou rendimento em relação à matéria-prima de 23,30 %, em matéria seca, valor este maior que os obtidos por Walter Jr., Truong e Espinel (1999) para purê de batata doce (18,35 %). Entre alguns dos motivos que colaboraram com este resultado, podem-se citar o formato mais regular dos rizomas de taro, quando comparado aos de batata-doce, e o descascamento abrasivo utilizado no presente trabalho.

##### **3.3.1.1 Teor de umidade, lipídios e rendimento pós-fritura dos RFRF**

O tratamento controle, que não continha os coadjuvantes alginato, sulfato de cálcio e TSPP, obteve para umidade 40,63 %, lipídios 22,55 % e rendimento pós-fritura 79,39 %. Os resultados de umidade, lipídios e rendimento pós-fritura foram inferiores para umidade, superiores para lipídios e inferiores para rendimento pós-fritura (com exceção do ensaio 7) quando comparado aos pontos do planejamento.

Os resultados de teor de umidade, lipídios e rendimento pós-fritura dos 19 ensaios gerados pelo planejamento composto central estão apresentados na Tabela 10.

A partir dos resultados, foram gerados os modelos polinomiais. Na Tabela 11 estão apresentados os valores dos coeficientes de regressão dos modelos ajustados e a significância estatística para umidade, lipídios e rendimento pós-fritura, dos RFRF de taro.

**TABELA 10:** Resultados de teor de umidade (%), lipídios (%) e rendimento pós-fritura (%) dos RFRF.

Ensaio	Umidade (%)	Lipídios (%)	Rendimento pós-fritura
1	51,51	7,84	84,58
2	52,24	9,98	85,69
3	54,17	8,79	96,45
4	56,60	7,03	81,57
5	50,08	12,83	83,28
6	56,06	5,65	85,49
7	53,82	9,72	75,13
8	53,26	4,87	90,40
9	54,15	7,86	81,27
10	55,66	7,58	91,89
11	55,57	6,81	85,46
12	53,78	4,91	88,04
13	52,76	9,14	88,49
14	51,81	11,84	81,48
15 (C)	51,45	9,71	84,15
15 (C)	53,78	7,00	82,17
15 (C)	51,47	9,00	82,06
15 (C)	54,79	7,51	82,94
15 (C)	51,32	7,44	82,82

(C) Ponto central do planejamento experimental.

**TABELA 11:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para umidade, lipídios e rendimento dos RFRF.

Efeitos	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Umidade</b>		
Alginato (L)	0,8141	0,1281
Alginato (Q)	0,7063	0,1800
Sulfato (L)	0,3623	0,4748
Sulfato (Q)	0,6250	0,2304
TSPP (L)	-0,2122	0,6726
TSPP (Q)	-0,2197	0,6618
Alginato x sulfato (L)	-0,6050	0,3655
Alginato x TSPP (L)	0,2825	0,6668
Sulfato x TSPP (L)	-0,7600	0,2618
<b>Lipídios</b>		
Alginato (L)*	-0,8874	0,0526
Alginato (Q)	-0,0770	0,8508
Sulfato (L)	-0,6652	0,1288
Sulfato (Q)*	-0,7345	0,0979
TSPP (L)	0,2908	0,4834
TSPP (Q)*	0,9021	0,0496
Alginato x sulfato (L)	-0,1962	0,7145
Alginato x TSPP (L)*	-1,5512	0,0153
Sulfato x TSPP (L)	-0,2362	0,6602

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

**TABELA 11:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para umidade, lipídios e rendimento dos RFRF. (Continuação).

Efeitos	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Rendimento pós-fritura</b>		
Alginato (L)	1,5795	0,1673
Alginato (Q)	1,1175	0,3156
Sulfato (L)	0,6479	0,5530
Sulfato (Q)	1,1776	0,2917
TSPP (L)	-1,8876	0,1062
TSPP (Q)	0,5537	0,6112
Alginato x sulfato (L)	-0,3662	0,7958
Alginato x TSPP (L)*	3,9062	0,0193
Sulfato x TSPP (L)	-1,3737	0,3434

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

### a) Teor de umidade dos RFRF

Os efeitos linear, quadrático e de interações de alginato, sulfato e TSPP não foram significativos ( $p > 0,10$ ) para teor de umidade. Na faixa de valores pesquisados, estes coadjuvantes não afetaram o teor de umidade dos RFRF.

A água presente no alimento desempenha importante papel durante o processo de fritura. A conversão da água líquida a vapor consome parte da energia do óleo (mesmo em temperaturas superiores a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), de modo que a temperatura do alimento se mantém na de ebulição da água até que toda a água existente seja removida. Durante a fritura, a transferência de calor é realizada por convecção, pelo contato da superfície do alimento com o óleo e pela condução do calor para o seu interior (FELLOWS, 2003). Em contato com o óleo quente, a água é evaporada nos primeiros instantes, e a superfície do alimento começa a secar (formando uma espécie de crosta); prosseguindo a fritura, parte da água migra da porção central para as paredes externas, na tentativa de repor a água que é perdida no produto (QUERIDO, 2005). Supõe-se que, no presente trabalho, a água dos reestruturados não pôde ser removida por estar unida por ligações com os coadjuvantes, formando o gel de alginato-cálcio.

## b) Teor de lipídios dos RFRF

Efeitos negativos e significativos ( $p < 0,10$ ) foram observados para os fatores alginato ( $p= 0,0526$ ) linear, sulfato ( $p= 0,0979$ ) quadrático e a interação alginato x TSPP ( $p= 0,0153$ ), ou seja, um aumento de qualquer um destes componentes implica decréscimo no teor de lipídios, enquanto o componente TSPP quadrático ( $p= 0,0496$ ) contribuiu para o aumento no teor de lipídios, pois apresentou efeito positivo significativo no mesmo nível de confiança (Tabela 11).

Pela análise de variância da equação ajustada, verificou-se significância da regressão e da falta de ajuste ( $p < 0,10$ ) (Tabela 12).

**TABELA 12:** Análise de variância da regressão para teor de lipídios na obtenção de RFRF.

FV	GL	QM
Trat	14	5,2687*
E puro	4	1,3477
Regressão	5	11,5425*
Res. Reg.	13	1,6492
Faj	5	2,8117ns
Total	18	

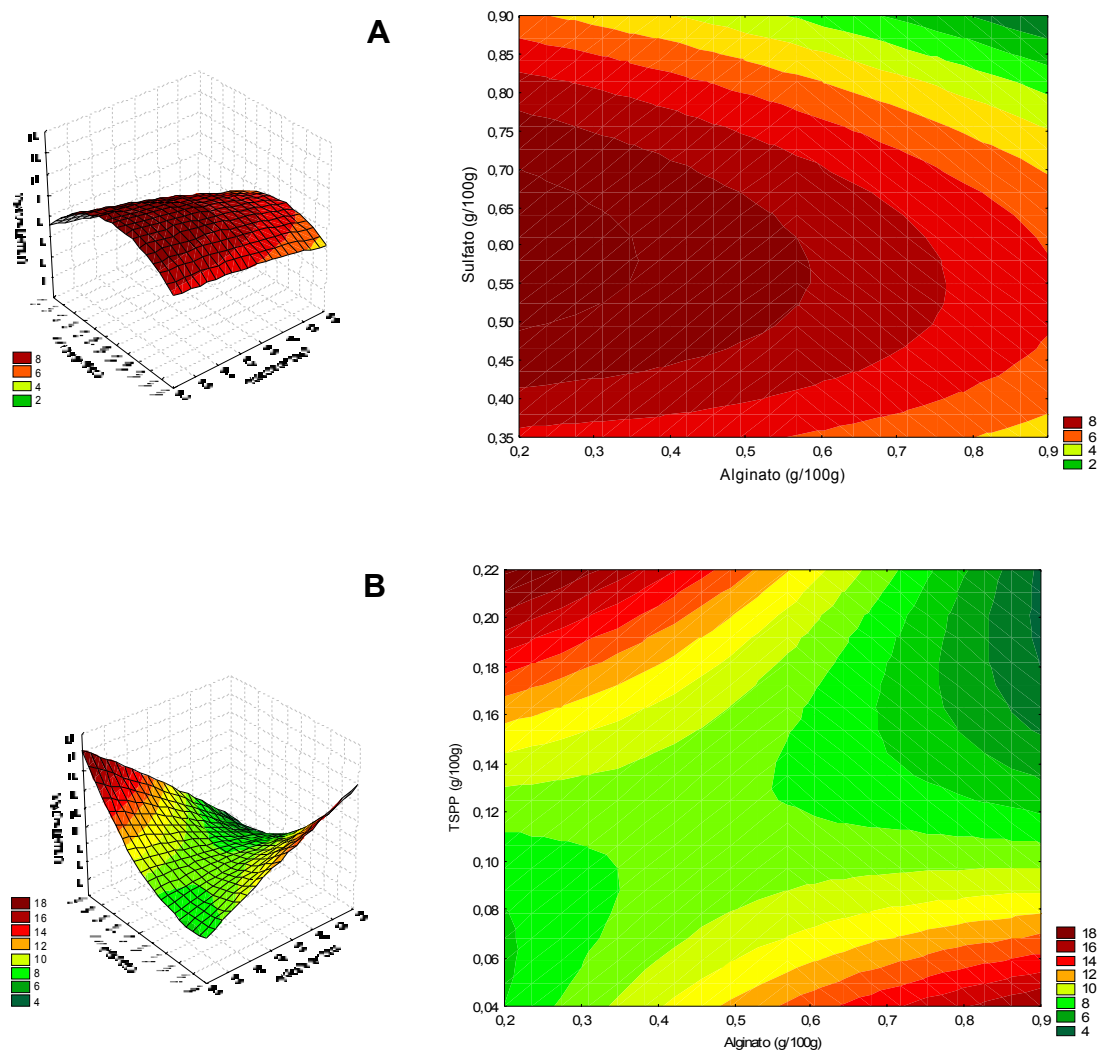
O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi 0,7291, indicando que a regressão explicou 72,91 % da variação dos dados observados. A representação descodificada da equação ajustada para teor de lipídios é:

$$\text{Lipídios (\%)} = 8,0480 - 0,8874 \text{ alg} - 0,6652 \text{ sulf} - 0,7231 \text{ sulf}^2 + 0,9134 \text{ TSPP}^2 - 1,5512 \text{ alg} \times \text{TSPP}$$

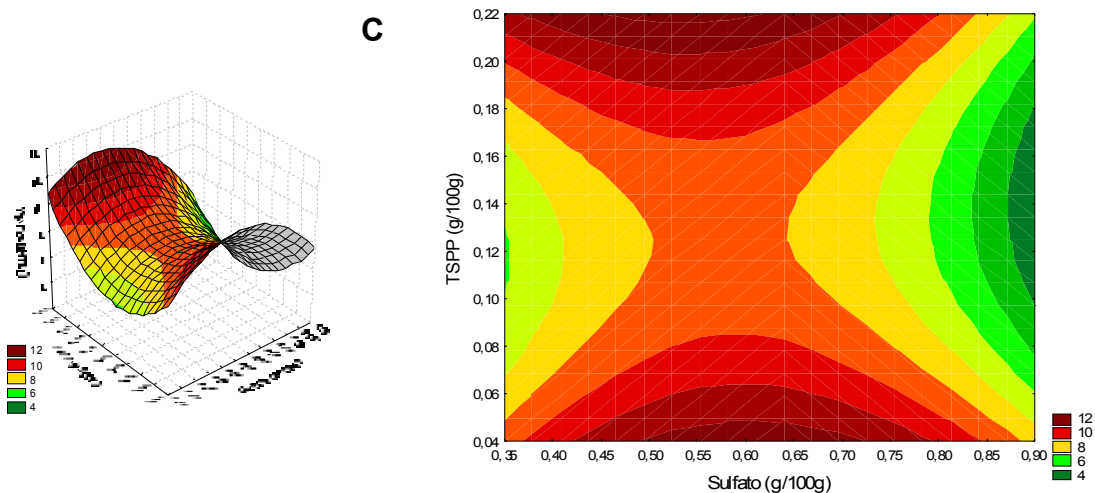
A Figura 9A mostra o efeito da concentração de alginato e sulfato no teor de lipídio quando a concentração de TSPP foi mantida no ponto central (0,14 g/100 g). Os menores teores de lipídios foram obtidos em concentrações altas tanto de alginato (0,82 g/100 g) como de sulfato (maiores de 0,80 g/100 g) (Tabela 10), que pode ser entendido como uma menor absorção de óleo pelo produto durante a fritura.

Para o alginato em combinação com o TSPP, foram encontradas duas faixas com baixo teor de lipídios: uma com concentrações abaixo de

0,50 g/ 100 g e 0,15 g/ 100 g e a outra maiores que 0,65 g/ 100 g e 0,08 g/ 100 g, para alginato e TSPP, respectivamente (Figura 9B). O mesmo foi observado para o sulfato em combinação com o TSPP, sendo a primeira faixa em concentrações menores de sulfato (0,40 g/ 100 g) e no intervalo de 0,07 a 0,16 g/ 100 g de TSPP. A outra faixa em concentrações superiores a 0,75 g/ 100 g de sulfato no intervalo de 0,09 a 0,18 g/ 100 g de TSPP (Figura 9C). Segundo os resultados analisados acima, pode-se afirmar que esta equação não deveria ser utilizada para predição dos valores de lipídios dos RFRF.



**FIGURA 9:** Superfícies de resposta e curvas de contorno para lipídios de RFRF fritos. Gráficos da concentração de alginato e sulfato (A), alginato e TSPP (B), sulfato e TPPS (C), mantendo constante os valores de TSPP (0,14 g/ 100 g), sulfato (0,63 g/ 100 g e alginato (0,53 g/ 100 g) respectivamente.



**FIGURA 9:** Superfícies de resposta e curvas de contorno para lipídios de RFRF fritos. Gráficos da concentração de alginato e sulfato (A), alginato e TSPP (B), sulfato e TPPS (C), mantendo constante os valores de TSPP (0,14 g/ 100 g), sulfato (0,63 g/ 100 g e alginato (0,53 g/ 100 g) respectivamente. (Continuação).

Durante a fritura ocorre desidratação do produto com conseqüente absorção de óleo (CELLA; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2002; DEL RÉ, 2003). Como nos reestruturados houve menor perda de água em relação ao controle, também foi observado menor absorção de óleo. Querido (2005) relata que uma diminuição da perda de umidade em temperaturas elevadas (acima de 170 °C) pode ser explicada pela rápida formação de uma crosta na superfície do material, que diminuiria as taxas de transferência de massa. Este fenômeno também pode ajudar a explicar os resultados encontrados.

Segundo Smith et al. (1985), a absorção do óleo pelo alimento oscila entre 10 a 60 %, podendo ser influenciada por uma série de fatores que atuam sobre as velocidades de transferências de massa e energia entre o óleo e o alimento e que são dependentes do próprio alimento, do óleo e das condições de fritura. Portanto, a rápida formação de crosta na superfície do alimento em união ao sistema de gel alginato-cálcio formado manteria a umidade do produto, impedindo assim evaporação da água e entrada em excesso de óleo no produto.

Segundo Jorge e Lunardi (2005), o tipo de óleo também influencia na perda de umidade e absorção de óleo em alimentos fritos. Dobarganes, Márquez-Ruiz e Velasco (2000) ressaltaram que outro aspecto importante que influi no grau de absorção de óleo pelo alimento é a qualidade do óleo.

A oxidação não enzimática, a oxidação térmica e a polimerização aumentam a viscosidade do meio de fritura, uma vez que, à medida que o óleo vai se alterando, produz-se aumento no tempo de cozimento e, conseqüentemente, maior absorção de óleo por parte do alimento frito.

Jorge e Lunardi (2005) estudaram a influência dos tipos de óleos (girassol, milho e soja) e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas e observaram que dos óleos estudados, o de soja apresentou maior teor de umidade e menor absorção ao longo do processo, demonstrando que o óleo somente é introduzido no produto, uma vez que há espaço deixado pela água liberada durante o processo. Este comportamento também foi observado nos reestruturados durante o processo de fritura.

Por outro lado, Damy (2001) atribui esta menor absorção de óleo durante a fritura à presença de maiores teores de ácidos graxos saturados em sua composição. O reestruturado de taro foi frito em óleo de palma (contém maior teor de ácidos graxos saturados), que, associado ao sistema de gel formado, contribuiu para o menor teor de lipídios no produto. Segundo Cella, Regitano-D'arce e Spoto (2002) e Del Ré (2003), alimentos submetidos à fritura apresentam características sensoriais muito agradáveis, uma vez que o óleo é introduzido no produto, ocupando parte do espaço deixado pela água, sendo que o óleo na fritura apresenta dupla função: por um lado, atua como um meio transmissor de calor e, por outro, chega a ser um novo ingrediente do produto frito ao ser absorvido.

### **c) Rendimento pós-fritura dos RFRF**

Somente a interação alginato x TSPP apresentou efeito significativo ( $p= 0,0193$ ) para rendimento pós-fritura (Tabela 11). A análise dos dados (Tabela 13) apresentou regressão significativa e falta de ajuste significativa.

**TABELA 13:** Análise de variância da regressão para rendimento na obtenção de RFRF.

FV	GL	QM
Trat	14	28,0107*
E puro	4	0,6957
Regressão	2	85,3666*
Res. Reg.	16	14,0125
Faj	5	26,6195*
Total	18	

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a equação ajustada foi de 0,4323, indicando que a regressão explica 43,23 % da variação ocorrida. Neste caso, por apresentar falta de ajuste significativa e baixo valor de  $R^2$ , esta equação não será considerada.

### 3.3.1.2 Análise instrumental da cor dos RFRF de taro

O tratamento controle obteve para valor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , delta  $E^*$  e delta  $C^*$  34,58; 15,22; 22,61; 1,82 e 1,56, respectivamente. Os resultados de valor  $L^*$ ,  $b^*$ , delta  $E^*$  e delta  $C^*$  foram inferiores quando comparados aos do planejamento.

Na Figura 10 podem-se observar fotografias do aspecto geral dos RFRF de taro. Fica evidente que a cor dos reestruturados varia com as diferentes concentrações dos coadjuvantes empregados.

Os valores das coordenadas de cromaticidade ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$  e  $\Delta C^*$ ) observados estão apresentados na Tabela 14, e os efeitos lineares, quadráticos e de interações dos fatores, podem ser observados na Tabela 15.

**TABELA 14:** Valores médios de coordenadas de cromaticidade de RFRF.

Ensaio	L*	a*	b*	$\Delta E^*$	$\Delta C^*$
1	47,71	17,46	34,53	17,88	12,13
2	61,52	10,93	37,07	31,05	15,31
3	49,39	18,61	36,20	20,40	14,01
4	54,80	16,32	36,74	24,76	14,20
5	49,75	17,38	35,48	20,02	13,06
6	58,91	10,50	32,84	27,16	11,89
7	53,13	16,47	35,88	23,27	13,59
8	62,00	9,67	34,90	30,63	13,61
9	50,54	15,48	34,10	19,67	11,50
10	49,53	18,10	35,99	20,36	14,71
11	63,77	9,40	34,23	32,11	13,32
12	54,70	15,32	35,68	24,00	13,08
13	48,80	16,97	34,17	18,65	11,89
14	59,01	15,51	39,57	29,84	17,02
15 (C)	52,81	16,13	37,04	23,52	14,68
15 (C)	60,52	13,29	37,35	29,93	14,92
15 (C)	55,33	15,50	37,04	25,34	14,48
15 (C)	53,98	17,18	36,21	24,13	13,94
15 (C)	40,00	17,93	27,92	8,11	6,02

L\*: luminosidade.  $\Delta E^*$ : diferença total de cor entre o controle.  $\Delta C^*$ : diferença de croma em relação ao controle (considera os valores de a\* e b\*). (C): Ponto central do planejamento experimental.
















(g/100 g)	TSPP → 0,06 Alginato/sulfato → 0,63	0,09		0,14			0,18		0,21	
		0,50	0,75	0,41	0,63	0,84	0,50	0,75	0,63	
	0,23									
	0,35									
	0,53									
	0,70									
0,82										

Figura 10: Fotografias dos RFRF de taro.

**TABELA 15:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para coordenadas de cromaticidade para RFRF.

Fatores	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>L*</b>		
Alginato (L)	2,6029	0,1615
Alginato (Q)	-0,8498	0,6305
Sulfato (L)	-1,0123	0,5677
Sulfato (Q)	2,4020	0,1929
TSPP (L)	2,0166	0,2676
TSPP (Q)	0,5180	0,7684
Alginato x sulfato (L)	-1,0862	0,6378
Alginato x TSPP (L)	-0,1487	0,9483
Sulfato x TSPP (L)	1,4387	0,5349
<b>a*</b>		
Alginato (L)	-1,3247	0,1004
Alginato (Q)	0,1898	0,7990
Sulfato (L)	1,0805	0,1697
Sulfato (Q)*	-1,3760	0,0897
TSPP (L)	-0,8607	0,2648
TSPP (Q)	-0,0046	0,9951
Alginato x sulfato (L)	0,5400	0,5820
Alginato x TSPP (L)	-0,6075	0,5366
Sulfato x TSPP (L)	-1,0350	0,3022
<b>b*</b>		
Alginato (L)	0,1932	0,8223
Alginato (Q)	-0,0661	0,9386
Sulfato (L)	0,4568	0,5978
Sulfato (Q)	-0,0979	0,9093
TSPP (L)	0,2667	0,7568
TSPP (Q)	0,5789	0,5059
Alginato x sulfato (L)	-0,0425	0,9698
Alginato x TSPP (L)	-0,8375	0,4626
Sulfato x TSPP (L)	0,1400	0,9008
<b>Delta E*</b>		
Alginato (L)	0,1932	0,8223
Alginato (Q)	-0,0661	0,9386
Alginato (L)	2,4293	0,1988
Alginato (Q)	-0,7382	0,6833
Sulfato (L)	-0,7835	0,6652
Sulfato (Q)	2,1036	0,2604
TSPP (L)	1,8868	0,3094
TSPP (Q)	0,7622	0,6737
Alginato x sulfato (L)	-1,0750	0,6497
Alginato x TSPP (L)	-0,3775	0,8726
Sulfato x TSPP (L)	1,3125	0,5803
<b>Delta C*</b>		
Alginato (L)	0,5578	0,4942
Alginato (Q)	0,0711	0,9296
Sulfato (L)	0,1915	0,8122
Sulfato (Q)	0,1047	0,8965
TSPP (L)	0,3755	0,6429
TSPP (Q)	0,5483	0,5014
Alginato x sulfato (L)	-0,2250	0,8308
Alginato x TSPP (L)	-0,5650	0,5942
Sulfato x TSPP (L)	0,1850	0,8605

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): efeito Linear; (Q): efeito Quadrático.

### a) Valor L\*

Nenhum dos efeitos apresentou significância estatística ( $p > 0,10$ ), de modo que não existem fatores significativos, assim sendo, não foi possível desenvolver uma equação preditiva para valor L\* (Tabela 15).

O valor de L\* dos reestruturados variou de 40,00 a 63,77. O valor mais alto de L\* (63,77) foi obtido com concentrações de 0,53 g/100 g de alginato, 0,41 g/100 g de sulfato e 0,14 g/100 g de TSPP, correspondendo, portanto, a produtos mais claros, nas condições experimentais estudadas.

Segundo Torezan (2005), o valor L\* representa a luminosidade, de modo que quanto maior este valor, mais brilho, ou mais clara será a amostra. Pelos resultados obtidos, observa-se que a cor dos reestruturados apresentou maior valor de L\*, quando comparado ao controle (34,58) (reestruturado elaborado sem a presença dos coadjuvantes alginato, sulfato e TSPP), sendo, portanto, produtos mais claros, devido provavelmente à menor intensidade da reação de Maillard (escurecimento não enzimático).

### b) Valor a\*

Observa-se que apenas o efeito sulfato quadrático apresentou efeito significativo e negativo no valor a\* (ou seja, um aumento deste fator acarreta uma diminuição no valor a\*) ( $p < 0,10$ ) (Tabela 15). Na Tabela 16, encontram-se os valores calculados da análise de variância (Anova).

**TABELA 16:** Análise de variância da equação ajustada para a\* na obtenção de RFRF.

FV	GL	QM
Trat	14	10,2440ns
E puro	4	3,1820
Regressão	2	25,8853*
Res. Reg.	16	6,5509
F aj	5	10,3322ns
Total	18	

Abaixo é apresentada a equação ajustada de forma real:

$$a^* = 16,1720 - 1,0805 \text{ sulf} - 1,3998 \text{ sulf}^2$$

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a equação ajustada foi de 0,2794, indicando uma porcentagem de explicação da equação de 27,94 %, sendo, portanto, muito baixo, por tal motivo não será considerada.

O valor  $a^*$  dos reestruturados variou de 9,40 a 18,61, sendo este último próximo ao do controle (15,22). Isto mostra pequena variabilidade nesta coordenada durante o processo de elaboração dos reestruturados, considerando que a variação deste parâmetro vai de -60 a +60.

A cor dos reestruturados tendeu para o vermelho, resultante de reações de caramelização e de Maillard. Os aminoácidos e açúcares redutores presentes no purê e farinha de taro usados na formulação, além da sacarose, favorecem as reações de escurecimento nas condições de processamento (altas temperaturas) utilizadas (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

### **c) Valor $b^*$ , $\Delta E^*$ e $\Delta C^*$**

Os efeitos linear, quadrático e de interações de alginato, sulfato e TSP não foram significativos ( $p > 0,10$ ), para o valor  $b^*$ ,  $\Delta E^*$  e  $\Delta C^*$  (Tabela 15). Na faixa de valores pesquisados, estes coadjuvantes não afetaram o valor  $b^*$ ,  $\Delta E^*$  e  $\Delta C^*$ .

O valor de  $b^*$  dos reestruturados variou de 27,92 a 39,57, enquanto o controle obteve 22,61, ou seja, a formação do gel alginato-cálcio pode ter contribuído para causar uma elevação na intensidade do croma amarelo dos reestruturados quando comparado ao controle.

Comportamento similar foi observado para  $\Delta E^*$  e  $\Delta C^*$  dos reestruturados, que variaram de 8,11 a 32,11 e de 6,02 a 15,31, respectivamente, todos superiores ao controle. A variação de cor e cromaticidade exibida pelo controle sugere reações mais intensas de escurecimento durante o processo de fritura.

### 3.3.1.3 Análise de firmeza e perfil de textura de RFRF de taro

O tratamento controle obteve para valor firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade 0,67; 1,77; 0,08; 0,42 e 5,33, respectivamente. Os resultados de firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade foram inferiores quando comparados aos do planejamento.

As respostas experimentais para firmeza e perfil de textura (elasticidade, coesividade, gomosidade, e mastigabilidade) estão apresentadas na Tabela 17, e os efeitos lineares, quadráticos e de interações do modelo completo de 2º grau são observados na Tabela 18.

**TABELA 17:** Valores médios de firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade, e mastigabilidade dos RFRF de taro.

Ensaio	FIR (N)	ELAS (mm)	COES	GOM (N)	MAS (N)
1	1,03	2,23	0,12	1,46	15,67
2	1,02	2,13	0,10	2,80	37,01
3	0,77	2,70	0,27	1,30	11,40
4	0,79	2,34	0,12	1,19	13,19
5	0,62	2,13	0,10	0,94	12,03
6	1,20	2,33	0,12	2,48	30,70
7	0,91	2,60	0,15	1,34	14,45
8	1,76	3,75	0,40	5,70	36,97
9	1,14	2,54	0,14	1,49	16,82
10	0,82	2,15	0,13	1,43	14,53
11	1,87	2,29	0,13	2,53	32,82
12	1,29	1,83	0,08	2,31	31,10
13	1,08	2,38	0,12	1,45	16,89
14	1,09	2,70	0,12	2,08	26,32
15 (C)	0,79	2,55	0,13	1,96	20,81
15 (C)	1,36	3,02	0,40	3,14	19,12
15 (C)	0,87	2,10	0,09	1,85	23,86
15 (C)	0,64	1,86	0,09	2,35	30,57
15 (C)	1,36	2,55	0,13	3,75	26,89

FIR: firmeza; ELAS: elasticidade; COES: coesividade; GOM: gomosidade; MAS: mastigabilidade. (C): ponto central do planejamento experimental.

**TABELA 18:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para coordenadas de firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos RFRF de taro.

<b>Fatores</b>	<b>Coeficiente de regressão</b>	<b>Significância estatística</b>
<b>Firmeza</b>		
Alginato (L)	0,0660	0,4936
Alginato (Q)	-0,0540	0,5740
Sulfato (L)	-0,0463	0,6288
Sulfato (Q)	0,1563	0,1254
TSPP (L)	0,0657	0,4959
TSPP (Q)	-0,0169	0,8594
Alginato x sulfato (L)	0,0375	0,7635
Alginato x TSPP (L)	0,1775	0,1761
Sulfato x TSPP (L)	0,1675	0,1993
<b>Elasticidade</b>		
Alginato (L)*	0,0171	0,8969
Alginato (Q)	0,0212	0,8725
Sulfato (L)	0,1315	0,3330
Sulfato (Q)	-0,0795	0,5516
TSPP (L)	0,1426	0,2960
TSPP (Q)	0,0901	0,5009
Alginato x sulfato (L)	0,0862	0,6200
Alginato x TSPP (L)	0,0062	0,2109
Sulfato x TSPP (L)	0,1512	0,3914
<b>Coesividade</b>		
Alginato (L)	0,0061	0,8478
Alginato (Q)	0,0001	0,9964
Sulfato (L)	0,0304	0,3491
Sulfato (Q)	-0,0105	0,7422
TSPP (L)	0,0117	0,7128
TSPP (Q)	-0,0051	0,8708
Alginato x sulfato (L)	0,0125	0,7634
Alginato x TSPP (L)	0,0550	0,2053
Sulfato x TSPP (L)	0,0200	0,6315
<b>Gomosidade</b>		
Alginato (L)*	0,5366	0,0700
Alginato (Q)	-0,3476	0,2158
Sulfato (L)	0,0864	0,7483
Sulfato (Q)	-0,0083	0,9753
TSPP (L)	0,3712	0,1889
TSPP (Q)	-0,2398	0,3823
Alginato x sulfato (L)	0,2087	0,5558
Alginato x TSPP (L)	0,5462	0,1438
Sulfato x TSPP (L)*	0,7112	0,0668
<b>Mastigabilidade</b>		
Alginato (L)	4,4272	0,1267
Alginato (Q)	-4,7305	0,1057
Sulfato (L)	-1,6322	0,5504
Sulfato (Q)	1,0257	0,7057
TSPP (L)	2,3972	0,3859
TSPP (Q)	-2,6344	0,3429
Alginato x sulfato (L)	-1,9625	0,5820
Alginato x TSPP (L)	2,2575	0,5278
Sulfato x TSPP (L)	4,5975	0,2139

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

### **a) Firmeza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade**

Pela Tabela 18 observa-se que nenhum dos efeitos dos fatores foi significativo ( $p < 0,10$ ). Assim, a partir do modelo de segundo grau, não foi ajustada nenhuma equação.

As faixas de variação da firmeza dos reestruturados foram de 0,62 - 1,87 N, já para elasticidade (1,83 - 3,75 mm), coesividade (0,08 - 0,40) e mastigabilidade (11,40 - 36,97 N). Em comparação ao controle, pode-se pensar que a presença dos coadjuvantes tornou os produtos mais firmes, elásticos, coesos e mastigáveis, possivelmente pela formação de um gel estável.

A firmeza relaciona a força necessária para romper o alimento. Pelos resultados obtidos, a firmeza dos reestruturados deverá diminuir à medida que decresce a concentração de alginato e/ou sulfato de cálcio, com a redução da força do gel. Comportamento semelhante foi observado por Walter Jr., Truong e Espinel (2002) em reestruturados de batata doce com concentrações de alginato (0,35-1,35 g/100 g), sulfato (0,25-0,75 g/100 g) e TSPP (0,18 g/100 g).

Poder-se-ia pensar, portanto, que os reestruturados foram mais elásticos que o controle, devido ao gel formado. Walter Jr., Truong e Espinel (2002) observaram, nos reestruturados de batata doce, diminuição da elasticidade com o decréscimo de sulfato de cálcio. Estes autores encontraram elasticidade e coesividade inferiores aos observados no presente estudo.

### **b) Gomosidade**

Efeitos positivos e significativos ( $p < 0,10$ ) apresentaram o alginato (0,0700) linear e a interação sulfato x TSPP (0,0668), ou seja, um aumento de qualquer um destes componentes implica crescimento na gomosidade (Tabela 18).

Na Tabela 19, encontram-se os valores calculados e tabelados para a Anova da regressão.

**TABELA 19:** Análise de variância da equação ajustada para gomosidade na obtenção de RFRF de taro.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Trat	14	1,4745ns
E puro	4	0,6620
Regressão	2	3,9899*
Res. Reg.	16	0,9570
Faj	5	1,1465ns
Total	18	

A representação descodificada da equação para gomosidade é:

$$\text{Gomosidade (N)} = 2,1710 + 0,5366 \text{ alg} + 0,7112 \text{ sulf} * \text{TSPP}$$

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indicou que 11,91 % da variação ocorrida está sendo explicada pela regressão. Desta maneira, não foi possível adequar uma equação preditiva para gomosidade, dentro das faixas experimentais utilizadas no experimento.

A gomosidade dos reestruturados variou de 0,94 a 5,70 N. Walter Jr; Truong; Espinel (2002) encontraram valores similares, na faixa de 1,0 a 4,8N.

#### **3.3.1.4 ACP para as características do processo de elaboração de RFRF de taro**

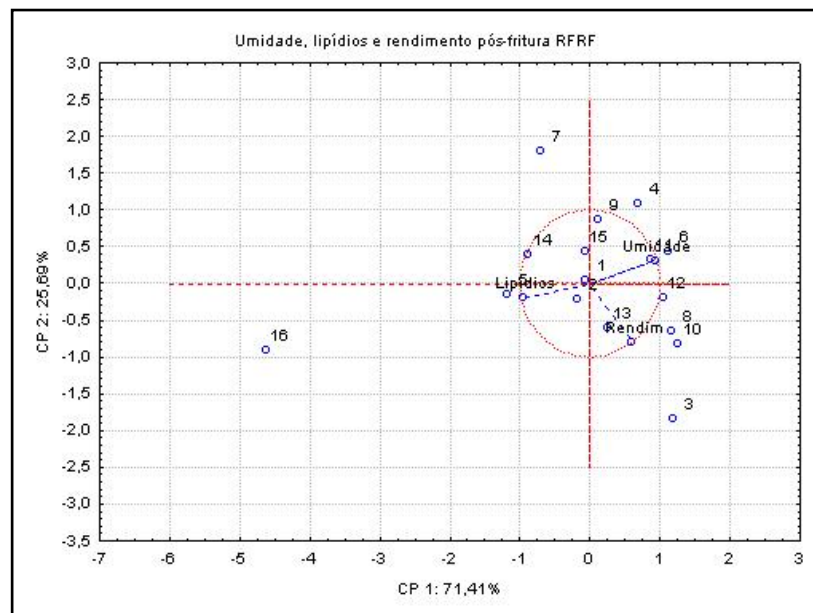
##### **a) Umidade, lipídios e rendimento pós-fritura**

Como não foi possível encontrar uma equação que explicasse o comportamento das variáveis discutidas anteriormente, foi realizado um estudo de Análise de Componentes Principais.

A técnica de análise de componentes principais (ACP) é usada para analisar um pequeno número de combinações lineares, em que os componentes principais (CP) de um conjunto de variáveis detêm o máximo possível de informações das variáveis originais. Pode também ser vista como um esforço para descobrir dependências aproximadamente lineares entre as variáveis.

Na representação gráfica da ACP, Figura 11, cada eixo explica uma porcentagem da variação total que existe entre as amostras. O primeiro eixo explicou a maior parte da variabilidade entre as amostras (CP1= 71,41 %), seguido pelo segundo eixo (CP2= 25,69 %), que juntos representaram 97,10 % da variação, portanto, ambos explicaram a maior parte da variação dos resultados. O restante da variação (2,9 %) foi devida a outros componentes principais, que não foram apresentados por não haver necessidade.

Os vetores que apresentam menor ângulo com um dado CP e que, ao serem decompostos naquele CP, apresentam-se como um vetor longo, explicam a variabilidade mostrada naquele CP. Assim, no CP1, a variabilidade entre as amostras foi devida, principalmente, às variáveis umidade e lipídios em sentido oposto, enquanto no CP2, a variabilidade foi devida ao rendimento.



**FIGURA 11:** Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRF de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9= 0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle; umidade, lipídios e rendimento (rendimento pós-fritura).

Ao analisar os processos, deve-se observar que, quando eles estão próximos entre si, significa que são similares em relação aos atributos

julgados, já quando distantes uns dos outros, apresentam altas diferenças entre eles.

Observa-se que no quadrante inferior direito estão situados os tratamentos com maior rendimento, alta umidade e baixo lipídios, formando o grupo 1, sendo representados pelos tratamentos 3, 8, 10, 12 e 13. Entre este grupo, o tratamento 3 apresentou maior rendimento, com umidade intermediária e baixo conteúdo de lipídios. Um segundo grupo está constituído pelos tratamentos 4, 6, 9 e 11 contendo maior valor de umidade e rendimento e menor conteúdo de lipídios; enquanto um terceiro grupo está constituído pelos tratamentos 1, 2, 5, 14 e 15, que apresentam maior conteúdo de lipídios, menores umidade e rendimento. Os tratamentos 7 e 16 estão totalmente separados dos demais, sendo o 7 de muito baixo rendimento e conteúdo de lipídios e umidade baixos; enquanto o 16 (controle) contém maior quantidade de lipídios, devido provavelmente à sua maior absorção durante o processo de fritura.

Pelo anteriormente discutido, pode-se afirmar que o tratamento 3, contendo 0,35 g de alginato, 0,75 g de sulfato e 0,09 de TSPP, é o mais conveniente pelo seu alto rendimento e baixo conteúdo em lipídios.

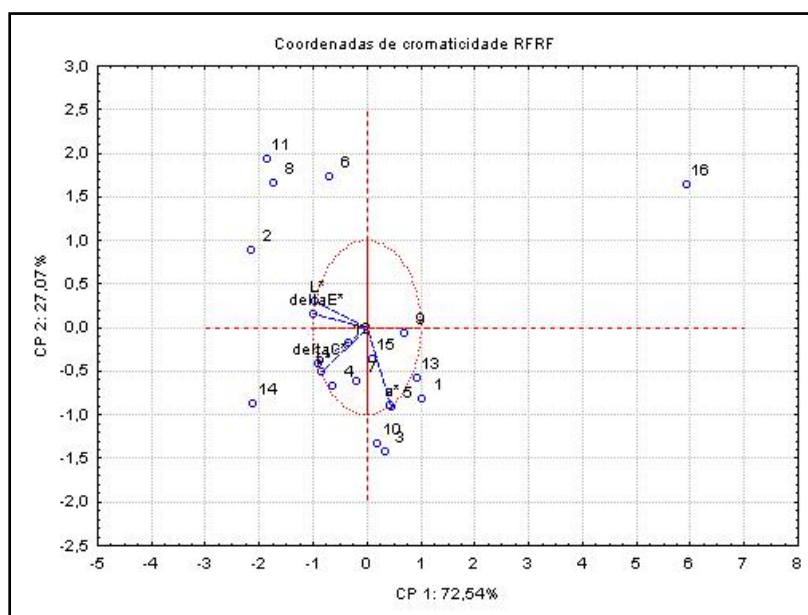
## **b) Análise instrumental da cor dos RFRF de taro**

Observa-se pela Figura 12 que o primeiro eixo explicou a maior parte da variabilidade entre as amostras (CP1= 72,54 %), seguido pelo segundo eixo (CP2= 27,07 %), que juntos representaram 99,61 % da variação dos resultados. O restante da variação (0,39 %) foi devida a outros componentes principais, que não foram apresentados por não haver necessidade.

Para a análise instrumental de cor, observa-se na Figura 12 um grupo formado pelos tratamentos 1, 3, 5, 10 e 13. Eles estão representados por altos valores de  $a^*$ , sendo, portanto, de cor mais escura, porém de cor mais agradável, tendendo para o vermelho. Por outra parte, um segundo grupo formado pelos tratamentos 2, 6, 8 e 11, com altos valores de  $L^*$  e baixos de  $a^*$ , sendo estes mais claros. O restante dos tratamentos (4, 7, 9, 14 e 15) apresenta cor intermediária.

Com relação ao controle, observa-se que não compõe nenhum grupo por ser de coloração bem mais escura que os demais.

O tratamento 3 referenciado anteriormente como o de maior rendimento e baixo conteúdo de lipídios encontra-se no primeiro grupo, ou seja, o de coloração mais agradável, intermediária entre a mais clara e a mais escura.



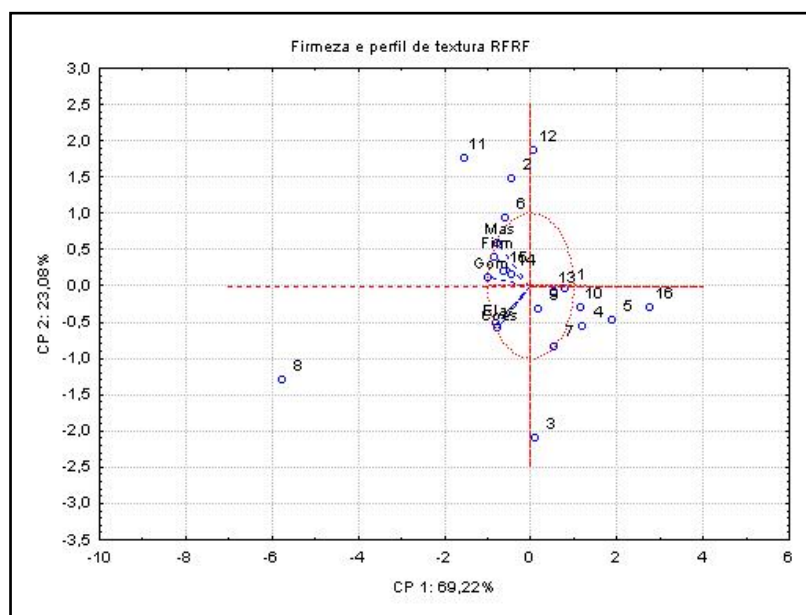
**FIGURA 12:** Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRF de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9= 0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle, L\*, a\*, b\*, delta E\* e delta C\*.

### c) Firmeza e perfil de textura de RFRF de taro

Pela Figura 13, observa-se que o primeiro eixo explicou a maior parte da variabilidade entre as amostras (CP1=69,22 %), seguido pelo segundo eixo (CP2=23,08 %), que juntos representaram 92,30 % da variação dos resultados. O restante da variação (7,70 %) foi devida a outros componentes principais, que não foram apresentados por não haver necessidade.

Com relação à firmeza e perfil de textura, pode-se observar pela Figura 13 que somente se diferenciaram dos demais tratamentos o 3 e o 8.

O tratamento 3 com alta elasticidade e coesividade e baixa mastigabilidade, firmeza e gomosidade, enquanto o tratamento 8 com alta elasticidade, coesividade, gomosidade, firmeza e mastigabilidade, o que confirma mais uma vez que o tratamento 3 é o mais conveniente para estudar seu possível processamento a nível industrial.



**FIGURA 13:** Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRF de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9= 0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle, Firm (firmeza), Elas (elasticidade), Coes (coesividade), Gom (gomosidade) e Mas (mastigabilidade).

### 3.3.2 Reestruturados fritos de RM (RFRM)

O purê obtido dos RM apresentou rendimento de 19,32 % (massa seca), em relação à matéria-prima, valor considerado elevado em comparação a outras tuberosas e inferior ao de RF do presente estudo.

### 3.3.2.1 Teor de umidade, lipídios e rendimento pós-fritura dos RFRM

O tratamento controle, que não continha a adição dos coadjuvantes alginato, sulfato de cálcio e TSPP, obteve para umidade 55,60 %, lipídios 12,66 % e rendimento pós-fritura 73,32 %.

Os resultados de teor de umidade, lipídios e rendimento pós-fritura dos 19 ensaios estão apresentados na Tabela 20 e na Tabela 21, os valores dos coeficientes de regressão e significância estatística das equações ajustadas para estas variáveis. Os valores dos efeitos estimados expressam a magnitude da interferência de cada fator na variável dependente estudada.

**TABELA 20:** Resultados de teor de umidade (%), lipídios (%) e rendimento pós-fritura (%) dos RFRM.

Ensaio	Umidade (%)	Lipídios (%)	Rendimento pós-fritura
1	58,13	8,58	77,17
2	57,45	7,24	87,45
3	54,87	9,23	86,94
4	56,21	7,19	79,48
5	52,43	10,40	79,08
6	56,52	8,82	86,26
7	54,37	6,61	76,83
8	56,26	7,60	81,74
9	53,74	7,01	86,38
10	56,71	8,90	75,86
11	60,32	5,96	84,66
12	56,54	7,65	83,09
13	57,04	8,77	83,79
14	61,09	5,09	79,78
15 (C)	57,08	7,82	71,46
15 (C)	58,55	9,27	81,54
15 (C)	58,48	8,23	83,88
15 (C)	58,02	6,75	86,03
15 (C)	60,38	7,56	81,81

(C) Ponto central do planejamento experimental.

**TABELA 21:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para umidade, lipídios e rendimento de RFRM.

Fatores	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Umidade</b>		
Alginato (L)	0,8519	0,1402
Alginato (Q)*	-1,5286	0,0175
Sulfato (L)	-0,6720	0,2339
Sulfato (Q)	-0,3957	0,4716
TSPP (L)	-0,0196	0,9711
TSPP (Q)	-0,171	0,7520
Alginato x sulfato (L)	-0,0225	0,9746
Alginato x TSPP (L)	0,6650	0,3591
Sulfato x TSPP (L)	0,7725	0,2906

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

**TABELA 21:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para umidade, lipídios e rendimento de RFRM. (Continuação).

Fatores	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Lipídios</b>		
Alginato (L)	-0,0579	0,8906
Alginato (Q)	0,2278	0,5915
Sulfato (L)	-0,1148	0,7856
Sulfato (Q)	-0,1787	0,6728
TSPP (L)	-0,3661	0,3945
TSPP (Q)	-0,1345	0,7500
Alginato x sulfato (L)	0,2337	0,6724
Alginato x TSPP (L)	0,3487	0,5307
Sulfato x TSPP (L)	-0,7012	0,2223
<b>Rendimento pós-fritura</b>		
Alginato (L)	-0,2039	0,8870
Alginato (Q)	-0,0381	0,9788
Sulfato (L)	-0,5572	0,6988
Sulfato (Q)	0,9357	0,5192
TSPP (L)	-1,0158	0,4849
TSPP (Q)	0,1969	0,8908
Alginato x sulfato (L)	-2,2012	0,2031
Alginato x TSPP (L)	1,1587	0,5407
Sulfato x TSPP (L)	-1,0712	0,5711

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

### a) Teor de umidade

A Tabela 21 mostra os coeficientes para um modelo de 2º grau completo em que apenas o parâmetro alginato quadrático ( $p = 0,0175$ ) apresentou efeito significativo e negativo na umidade, indicando que o aumento neste efeito acarretaria uma diminuição do teor de umidade dos reestruturados. As concentrações de sulfato e TSPP usadas neste estudo não afetaram os resultados do teor de umidade.

Para a seleção da equação de regressão, foi utilizado um procedimento de regressão passo a passo, cujo resultado está apresentado na Tabela 22.

**TABELA 22:** Análise de variância da equação ajustada para teor de umidade na obtenção de RFRM.

FV	GL	QM
Trat	14	3,1810 ns
E puro	4	1,4460
Regressão	2	19,9949*
Res. Reg.	16	3,1809
Faj	5	5,6612ns
Total	18	

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a equação ajustada foi 0,4400 indicando que a regressão explicou 44,00 % da variação dos dados observados, não sendo suficiente para ser utilizado como preditivo. A representação descodificada da equação para umidade é:

$$\text{Umidade (\%)} = 58,1092 + 0,8519 \text{ alg} - 1,4559 \text{ alg}^2$$

## **b) Teor de lipídios e rendimento pós-fritura**
















Os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação no teor de lipídios e rendimento pós-fritura podem ser vistos na Tabela 21, e não foram significativos ( $p > 0,10$ ). Na faixa de valores pesquisados, estes coadjuvantes não afetaram o teor de lipídios e o rendimento pós-fritura dos RFRM.

Silva, Cerqueira e Silva (2003) determinaram teor de lipídios em amostras de batata palito e palha e encontraram 10,18 g/ 100 g e 54,49 g/ 100 g, respectivamente. Pode-se supor que o sistema de alginato cálcio foi capaz de manter a água ligada ao gel, reduzindo sua troca pelo óleo durante a fritura.

### **3.3.2.2 Análise instrumental de cor dos RFRM**

Na Figura 14 pode-se observar o aspecto geral dos RFRM de taro. Observa-se que a aparência dos reestruturados varia com as diferentes combinações das concentrações dos fatores empregados.

Na Tabela 23 são mostradas as respostas experimentais dos tratamentos nos valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$  e  $\Delta C^*$ ; os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação nestes parâmetros podem ser observados na Tabela 24.

(g/100 g)	TSPP → 0,06 Alginato/sulfato → 0,63	0,09		0,14			0,18		0,21	
		0,50	0,75	0,41	0,63	0,84	0,50	0,75	0,63	
	0,23									
	0,35									
	0,53									
	0,70									
0,82										

**FIGURA 14:** Aspectos da aparência dos RFRM preparados com combinações dos fatores alginato, sulfato e TSPP.

**TABELA 23:** Valores médios de L\*, a\*, b\*, ΔE\* e ΔC\* de RFRM

Ensaio	L*	a*	b*	ΔE*	ΔC*
1	48,25	14,49	30,35	7,84	3,52
2	45,30	13,70	27,76	4,61	2,27
3	44,27	14,29	28,45	3,64	1,92
4	48,46	12,02	28,38	7,96	3,46
5	45,08	17,77	31,93	6,82	5,66
6	50,30	13,15	30,34	9,85	3,95
7	49,90	13,62	31,12	9,68	4,44
8	49,73	12,53	29,30	9,20	3,69
9	47,40	14,00	29,14	6,62	2,53
10	44,52	14,63	28,21	4,34	2,24
11	47,85	14,33	30,04	7,35	3,24
12	57,31	8,21	27,20	17,46	6,95
13	44,68	14,54	28,32	4,42	2,65
14	50,96	11,57	26,95	10,77	4,70
15 (C)	49,23	14,62	31,16	9,10	4,38
15 (C)	51,44	11,41	28,56	10,92	4,05
15 (C)	47,91	13,01	28,42	7,66	3,80
15 (C)	53,32	11,91	30,15	12,87	4,57
15 (C)	49,45	11,63	27,93	9,32	4,21

L\*: luminosidade. ΔE\*: diferença total de cor entre o controle. ΔC\*: diferença de croma em relação ao controle (considera os valores de a\* e b\*). (C): ponto central do planejamento experimental.

**TABELA 24:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para L\*, a\*, b\*, ΔE\* e ΔC\* para RFRM.

Fatores	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Valor L*</b>		
Alginato (L)	0,1058	0,8921
Alginato (Q)*	-1,7442	0,0472
Sulfato (L)*	1,4161	0,0949
Sulfato (Q)	0,5957	0,4527
TSPP (L)*	1,4125	0,0956
TSPP (Q)	-1,0867	0,1860
Alginato x sulfato (L)	0,2187	0,8303
Alginato x TSPP (L)	0,4763	0,6425
Sulfato x TSPP (L)	0,6337	0,5387
<b>Valor a*</b>		
Alginato (L)	-0,5645	0,2605
Alginato (Q)	0,8584	0,1012
Sulfato (L)*	-1,2405	0,0270
Sulfato (Q)	-0,2178	0,6541
TSPP (L)	-0,1776	0,7144
TSPP (Q)	0,4131	0,4025
Alginato x sulfato (L)	0,2562	0,6863
Alginato x TSPP (L)	-0,3312	0,6028
Sulfato x TSPP (L)	-0,3612	0,5709

Fatores seguidos de asterisco são significativos a p<0,10. (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

**TABELA 24:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para L\*, a\*, b\*,  $\Delta E^*$  e  $\Delta C^*$  para RFRM. (Continuação).

Fatores	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Valor b*</b>		
Alginato (L)	-0,5955	0,2068
Alginato (Q)	0,0946	0,8337
Sulfato (L)	-0,5423	0,2468
Sulfato (Q)	0,0752	0,8674
TSPP (L)	0,4353	0,3460
TSPP (Q)	-0,2730	0,5484
Alginato x sulfato (L)	0,3487	0,5571
Alginato x TSPP (L)	-0,0312	0,9576
Sulfato x TSPP (L)	-0,0730	0,5784
<b><math>\Delta E^*</math></b>		
Alginato (L)	-0,0143	0,9848
Alginato (Q)*	-1,7918	0,0366
Sulfato (L)*	1,3446	0,0988
Sulfato (Q)	0,6560	0,3926
TSPP (L)*	1,6240	0,0533
TSPP (Q)	-1,0442	0,1867
Alginato x sulfato (L)	0,5050	0,6095
Alginato x TSPP (L)	0,1825	0,8526
Sulfato x TSPP (L)	0,3825	0,6980
<b><math>\Delta C^*</math></b>		
Alginato (L)	-0,1946	0,4357
Alginato (Q)*	-0,6583	0,0221
Sulfato (L)	0,3185	0,2146
Sulfato (Q)	0,2996	0,2408
TSPP (L)*	0,7334	0,0132
TSPP (Q)	-0,2023	0,4183
Alginato x sulfato (L)	0,4687	0,1668
Alginato x TSPP (L)	-0,3437	0,2987
Sulfato x TSPP (L)	-0,1337	0,6779

Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

### a) Valor de L\*

Efeitos significativos ( $p < 0,10$ ) e positivos foram obtidos para os fatores sulfato ( $p = 0,0949$ ) e TSPP ( $p = 0,0956$ ) lineares, indicando que o aumento de qualquer um destes componentes implica crescimento no valor L\*. No entanto, o efeito do alginato (quadrático, negativo) teve maior contribuição, reduzindo o valor L\* ( $p = 0,0472$ ).

Pela análise dos dados (Tabela 25), observam-se regressão significativa ( $p < 0,10$ ) e falta de ajuste não significativa ( $p > 0,10$ ). A equação ajustada representa o comportamento do parâmetro L\* na faixa de concentração estudada. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a equação ajustada explica somente 58,40 % da variação ocorrida, sendo considerado um valor baixo para utilizá-la como preditiva.

**TABELA 25:** Análise de variância da equação ajustada para L\* na obtenção de RFRM

FV	GL	QM
Trat	14	12,6585ns
E puro	4	4,4987
Regressão	4	28,4997*
Res. Reg.	14	5,8011
Faj	5	10,5622ns
Total	18	

Abaixo é apresentada a equação para o modelo ajustado de forma decodificada:

$$L^* = 49,9118 + 0,1059 \text{ alg} - 1,4616 \text{ sulf} + 1,4125 \text{ TSPP} - 1,6813 \text{ alg}^2$$

### b) Valor a\*

Pela Tabela 23, observa-se que apenas o parâmetro sulfato linear apresentou efeito significativo e negativo no valor a\* (ou seja, um aumento deste fator acarreta uma diminuição no valor a\*). Na Tabela 26 encontram-se os valores calculados da Anova. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a equação ajustada foi de 0,5129, considerado baixo para ser utilizado como preditivo.

**TABELA 26:** Análise de variância da equação ajustada para a\* na obtenção de RFRM.

FV	GL	QM
Trat	14	4,4028ns
E puro	4	1,7616
Regressão	3	11,7429*
Res. Reg.	15	2,2305
Faj	5	4,0241ns
Total	18	

A equação decodificada para o valor a\* é:

$$a^* = 12,63404 - 0,56451 \text{ alg} - 1,24055 \text{ sulf} + 0,83343 \text{ alg}^2$$

### c) Valor b\*

Os efeitos linear, quadrático e de interações de alginato, sulfato e TSPP não foram significativos ( $p > 0,10$ ) para valor b\*. Na faixa de valores pesquisados, estes coadjuvantes não afetaram o valor b\* dos RFRM. A cor dos reestruturados tendeu mais para o amarelo, com alguns tratamentos com maior intensidade que o padrão (26,96).

### d) $\Delta E^*$

Efeitos positivos e significativos foram obtidos para os fatores sulfato ( $p= 0,0988$ ) e TSPP ( $p= 0,0533$ ) lineares (ou seja, um aumento de qualquer um destes componentes implica crescimento no valor  $\Delta E^*$ ), enquanto o componente alginato (Q) ( $p= 0,0366$ ) contribuiu para sua redução (Tabela 25).

Na Tabela 27 encontram-se os valores calculados da Anova. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o modelo ajustado foi de 0,5271; portanto, a equação ajustada não foi considerada por apresentar falta significativa de ajuste e baixo valor de  $R^2$ .

**TABELA 27:** Análise de variância da equação ajustada para  $\Delta E^*$  na obtenção de RFRM.

FV	GL	QM
Trat	14	12,9323ns
E puro	4	3,9570
Regressão	4	25.9446*
Res. Reg.	14	6.6502
Faj	5	9,9528*
Total	18	

Para melhor visualização e praticidade no uso da equação, é feita sua apresentação decodificada:

$$\Delta E^* = 9,6960 - 0,0143 \text{ alg} + 1,3446 \text{ sulf} + 1,6240 \text{ TSPP} - 1,7420 \text{ alg}^2$$

### e) $\Delta C^*$

Relacionam-se na Tabela 24 os efeitos estimados para concentração de alginato, sulfato e TSPP dos RFRM para diferença de croma (valor  $\Delta C^*$ ). Efeito negativo e significativo quadrático ( $p < 0,10$ ) foi obtido para o fator alginato (ou seja, o aumento deste componente implica decréscimo no valor de  $\Delta C^*$ ), enquanto para o fator TSPP foi significativo e positivo o efeito linear, o qual contribui para o aumento no valor de  $\Delta C^*$ .

Pela análise de variância dos dados (Tabela 28), foram observadas regressão e falta significativa para ajuste ( $p < 0,10$ ). O valor  $R^2$  para a equação ajustada foi de 0,5173, não ajustando bem os dados observados com os estimados, portanto, não será considerada.

**TABELA 28:** Análise de variância da equação ajustada para  $\Delta C^*$  na obtenção de RFRM.

FV	GL	QM
Trat	14	2,2838*
E puro	4	0,0880
Regressão	3	4,7499*
Res. Reg.	15	0,8866
Faj	5	1,3284*
Total	18	

A apresentação da equação decodificada é a seguinte:

$$\Delta C^* = 4,28377 - 0,19459 \text{ alg} + 0,73348 \text{ TSPP} - 0,67077 \text{ alg}^2$$

### 3.3.2.3 Análise de firmeza e perfil de textura

O tratamento controle obteve para firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade 1,16; 2,33; 0,23; 0,64 e 4,62, respectivamente.

As respostas experimentais dos tratamentos para firmeza e perfil de textura (elasticidade, coesividade, gomosidade, e mastigabilidade) estão apresentadas na Tabela 29.

**TABELA 29:** Valores médios de firmeza\*, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade de RFRM.

Ensaio	FIR (N)	ELAS (mm)	COES	GOM (N)	MAS (N)
1	0,27	2,21	0,17	0,63	5,91
2	0,52	3,14	0,31	3,30	22,76
3	0,41	2,56	0,36	1,23	14,19
4	0,61	2,56	0,28	1,43	8,80
5	0,61	2,23	0,22	0,97	7,16
6	0,46	1,88	0,26	1,00	9,95
7	0,91	2,25	0,22	0,71	5,89
8	0,60	2,62	0,26	1,66	11,19
9	0,56	2,30	0,29	1,16	9,17
10	0,65	2,49	0,32	1,43	8,01
11	0,36	2,51	0,42	1,10	9,74
12	0,68	2,13	0,22	0,89	5,34
13	1,32	2,10	0,23	0,89	6,06
14	1,29	2,92	0,50	2,78	18,43
15 (C)	1,30	2,30	0,23	1,15	7,80
15 (C)	1,30	2,54	0,22	1,00	8,68
15 (C)	1,28	2,47	0,20	0,63	4,23 0
15 (C)	1,21	2,17	0,24	1,16	7,98
15 (C)	1,27	2,53	0,23	0,87	6,34

FIR: firmeza; ELAS: elasticidade; COES: coesividade; GOM: gomosidade; MAS: mastigabilidade; (C): ponto central do planejamento experimental; \*média de três determinações.

Os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação na firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade do modelo completo de 2º grau podem ser observados na Tabela 30.

**TABELA 30:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos RFRM.

Fatores	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Firmeza</b>		
Alginato (L)	0,010	0,8124
Alginato (Q)*	-0,285	0,0000
Sulfato (L)*	0,088	0,0664
Sulfato (Q)*	-0,315	0,0000
TSPP (L)	0,053	0,2450
TSPP (Q)	-0,038	0,3923
Alginato x sulfato (L)	-0,026	0,6466
Alginato x TSPP (L)*	-0,114	0,0700
Sulfato x TSPP (L)	0,026	0,6466
<b>Elasticidade</b>		
Alginato (L)	0,093	0,3672
Alginato (Q)	0,002	0,9815
Sulfato (L)	-0,008	0,9367
Sulfato (Q)	-0,024	0,8105
TSPP (L)	-0,008	0,9358
TSPP (Q)	0,043	0,6711
Alginato x sulfato (L)	-0,026	0,8420
Alginato x TSPP (L)	-0,114	0,3971
Sulfato x TSPP (L)	0,124	0,3586

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

**TABELA 30:** Coeficiente de regressão e significância estatística para cada fator no modelo codificado para firmeza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos RFRM. (Continuação).

Fatores	Coeficiente de regressão	Significância estatística
<b>Coesividade</b>		
Alginato (L)	0,014	0,9254
Alginato (Q)	-0,110	0,4658
Sulfato (L)	-0,013	0,9309
Sulfato (Q)	-0,105	0,4869
TSPP (L)	0,021	0,8850
TSPP (Q)	-0,089	0,5537
Alginato x sulfato (L)	-0,027	0,8876
Alginato x TSPP (L)	0,002	0,9997
Sulfato x TSPP (L)	-0,020	0,9181
<b>Gomosidade</b>		
Alginato (L)	0,315	0,1351
Alginato (Q)	0,110	0,5790
Sulfato (L)	-0,089	0,6519
Sulfato (Q)	0,004	0,9819
TSPP (L)	0,068	0,7313
TSPP (Q)	0,301	0,1509
Alginato x sulfato (L)	-0,094	0,4597
Alginato x TSPP (L)	-0,236	0,3709
Sulfato x TSPP (L)	0,209	0,4268
<b>Mastigabilidade</b>		
Alginato (L)	1,288	0,3747
Alginato (Q)	0,800	0,5764
Sulfato (L)	-0,960	0,5041
Sulfato (Q)	0,428	0,7632
TSPP (L)	0,244	0,8634
TSPP (Q)	2,091	0,1638
Alginato x sulfato (L)	-2,466	0,2044
Alginato x TSPP (L)	-0,421	0,8204
Sulfato x TSPP (L)	0,706	0,7043

\* Fatores seguidos de asterisco são significativos a  $p < 0,10$ . (L): termo Linear; (Q): termo Quadrático.

### a) Firmeza

Efeito positivo e significativo ( $p < 0,10$ ) linear foi obtido para o fator sulfato (0,0664), ou seja, um aumento neste componente implica crescimento na firmeza, enquanto os componentes alginato (Q) ( $p < 0,001$ ), sulfato (Q) ( $p < 0,001$ ) e interação alginato x TSPP ( $p = 0,070$ ) contribuíram para a redução na firmeza, pois apresentaram efeito negativo significativo (Tabela 30).

Na Tabela 31 encontram-se os valores calculados e tabelados da regressão e da falta de ajuste. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) demonstra que a regressão explica 89,07 % da variação ocorrida.

**TABELA 31:** Análise de variância da equação ajustada para firmeza na obtenção de RFRM.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Trat	14	0,1896 *
E puro	4	0,0014
Regressão	4	0,5924*
Res. Reg.	14	0,0208
Faj	5	0,0430*
Total	18	

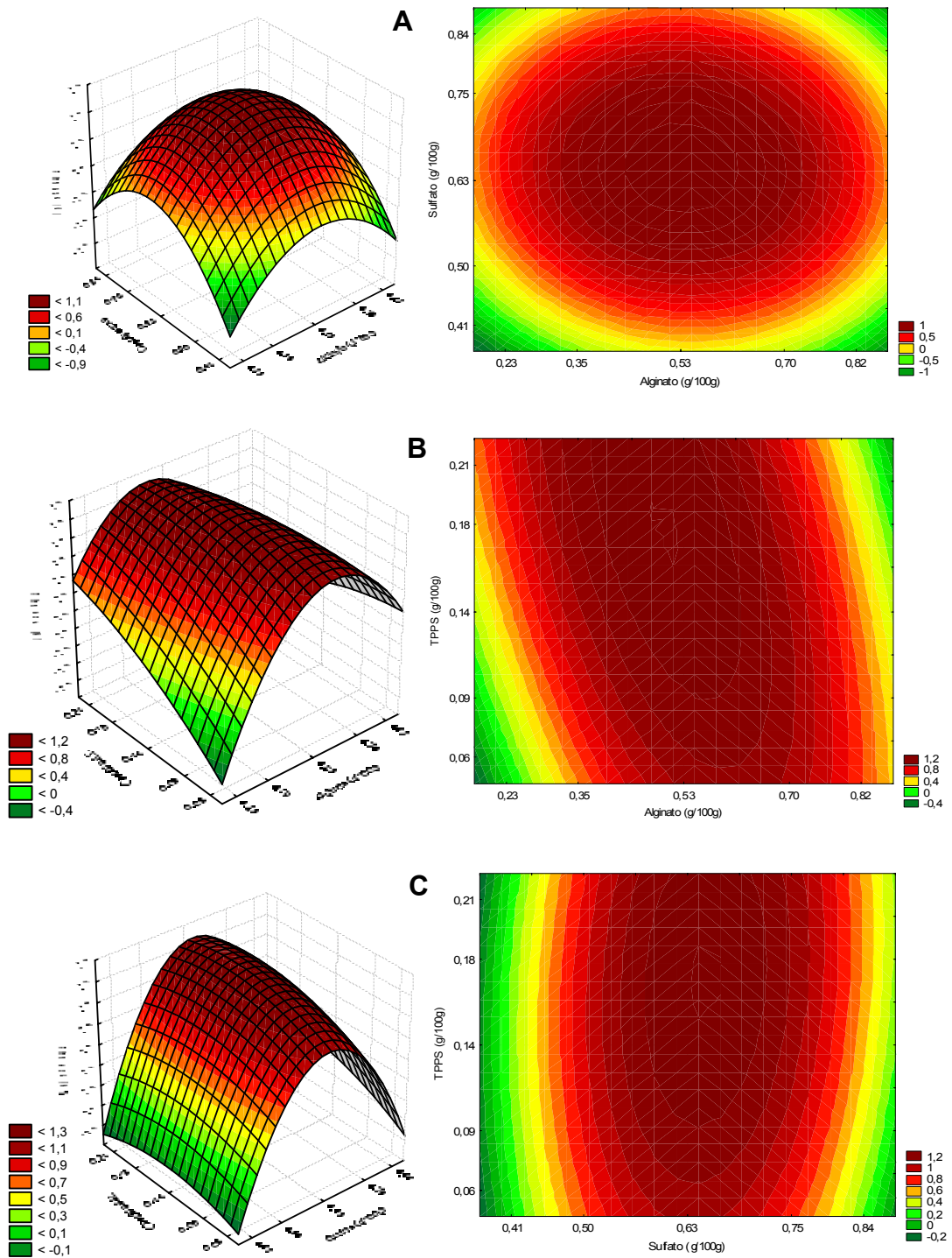
Abaixo segue a apresentação decodificada da equação:

$$\text{Firmeza (N)} = 1,2456 + 0,0885 \text{ sulf} - 0,2799 \text{ alg}^2 - 0,3099 \text{ sulf}^2 - 0,1137 \text{ alg} \times \text{TSPP}$$

A Figura 15 apresenta as superfícies de resposta e os gráficos de contorno para firmeza obtidos a partir da equação.

Observa-se na Figura 15 o efeito da concentração de alginato e sulfato na firmeza quando a concentração de TSPP foi mantida no ponto central (0,14 g/100 g). Valores aproximados entre 0,36 g/100 g a 0,72 g/100 g de alginato e 0,52 a 0,73 g/100 g de sulfato estão localizados na região onde se obtiveram maiores valores de firmeza. No gráfico de superfícies de respostas, este aumento de firmeza é demonstrado pela formação de um platô na sua parte superior.

Concentrações maiores de 0,05 g/100 g de TSPP em combinação com concentrações entre 0,37 a 0,70 g/100 g de alginato (Figura 17B) foram suficientes para aumentar a firmeza, já fora desta faixa tendeu à sua diminuição.



**FIGURA 15:** Superfícies de resposta e curvas de contorno para firmeza de RFRM. Gráficos da concentração de alginato e sulfato (A), alginato e TSPP (B), sulfato e TPPS (C), mantendo constante os valores de TSPP (0,14 g/ 100 g), sulfato (0,63 g/ 100 g) e alginato (0,53 g/ 100 g) respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos com o TSPP em combinação com o sulfato, em que valores superiores a 0,06 g/100 g de TSPP em combinação

com valores entre 0,53 a 0,70 g/100 g de sulfato aumentaram a firmeza dos reestruturados (Figura 17C).

Segundo os resultados analisados acima, pode-se afirmar que esta equação não deveria ser utilizada para predição dos valores de firmeza dos RFRM.

## **b) Elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade**

Os efeitos linear, quadrático e de interações de alginato, sulfato e TSPF não foram significativos ( $p > 0,10$ ) para elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade (Tabela 30). Na faixa de valores pesquisados, estes coadjuvantes não afetaram elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade dos RFRM.

Pela definição teórica, a mastigabilidade é a energia requerida para desintegrar um produto alimentício sólido a um estado próprio à deglutição. (ANJOS, 2000). Para as amostras de reestruturados, a presença de coadjuvantes não interferiu com a força necessária para desintegrá-los. Walter Jr; Truong e Espinel (1999) ressaltam que durante o processo de cozimento e fritura, o amido gelatinizado pode permanecer envolvido pela matriz protéica não sendo dispersado para a fase aquosa e, conseqüentemente, não deixa a massa gomosa. Não apenas a temperatura, mas também a duração do tratamento térmico é importante. Período de tempo muito curto não é suficiente para a coagulação da proteína enquanto período muito longo deixa a massa com coloração avermelhada como conseqüência da reação de Maillard.

Walter Jr; Truong e Espinel (1999) elaboraram purê de batata doce para posterior produção de reestruturados e verificaram que ele se apresentou mais fraturável, resistente, menos adesivo, coesivo e elástico, por ter ocorrido maior degradação da parede celular durante a etapa de cocção das fatias de batata. Conseqüentemente, a menor desorganização do tecido conta com um aumento da viscosidade do complexo devido às partículas (células, grânulos de amido inchados etc.) ocuparem mais espaço dentro da matriz. Nesse processo de fluidez, as partículas frequentemente se chocam, retardando a fluidez e diminuindo a viscosidade. A concentração

e tamanho molecular do amido exercem um importante papel no controle da textura.

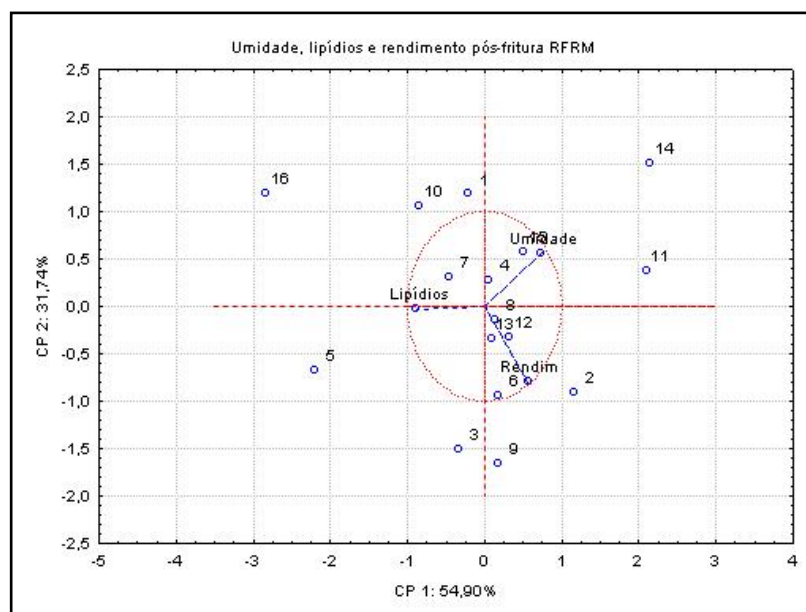
#### **3.3.2.4 ACP para as características do processo de elaboração de RFRM de taro**

##### **a) Umidade, lipídios e rendimento pós-fritura**

Devido ao fato de não encontrar uma equação que explicasse o comportamento das variáveis discutidas anteriormente, foi necessário realizar um estudo de Análise de Componentes Principais.

Na representação gráfica da ACP, Figura 16, cada eixo explica uma porcentagem da variação total que existe entre os tratamentos. O primeiro eixo explicou a maior parte da variabilidade entre as amostras (CP1=54,90 %), seguido pelo segundo eixo (CP2=31,74 %), que juntos representaram 88,64 % da variação, explicando a maior parte da variação dos resultados. O restante da variação (11,36 %) foi devida a outros componentes principais, que não foram apresentados por não haver necessidade.

Observa-se que no CP1 a variabilidade entre as amostras foi devida, principalmente, à variável lipídios, enquanto no CP2, a variabilidade foi devida à umidade e ao rendimento pós-fritura em sentido oposto uma com respeito à outra.



**FIGURA 16:** Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRM de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A; 0,75S; 0,09T; 5=0,35A; 0,50S; 0,18T; 6=0,70A; 0,50S; 0,18T; 7=0,35A; 0,75S; 0,18T; 8=0,70A; 0,75S; 0,18T; 9= 0,23A; 0,63S; 0,14T; 10=0,82A; 0,63S; 0,14T; 11=0,53A; 0,41S; 0,14T; 12= 0,53A; 0,84S; 0,14T; 13=0,53A; 0,63S; 0,06T; 14=0,53A; 0,63S; 0,21T; 15=0,53A; 0,63S; 0,14T) e 16= controle: umidade, lipídios e rendim (rendimento pós-fritura).

Observa-se que no quadrante inferior direito estão situados os tratamentos com maior rendimento, alta umidade e baixo lipídios, sendo representados pelos tratamentos 2, 3, 6, 8, 9, 12 e 13. Entre este grupo, o tratamento 9 apresentou maior rendimento, com baixa umidade e baixo conteúdo de lipídios. Entre os tratamentos com maior conteúdo de umidade, rendimento intermediário e baixo conteúdo de lipídios, estão os de número 4, 11, 14 e 15. Os tratamentos com maior conteúdo de lipídios são os de número 1, 5, 7 e 10. O controle (16) mostra maior conteúdo de lipídios, alta umidade e muito baixo rendimento.

Pelo anteriormente discutido, pode-se afirmar que o tratamento 2, contendo 0,70 g de alginato, 0,50 g de sulfato e 0,09 de TSPP, é o mais conveniente pelo seu alto rendimento, alta umidade e baixo conteúdo em lipídios.

Uma possível explicação para os resultados obtidos pode estar relacionada com a formação do sistema de gelificação do alginato-cálcio, com formação de uma rede tridimensional mantida por ligações iônicas de dois

grupos carboxila das cadeias adjacentes com um íon  $\text{Ca}^{2+}$  e a água, no qual, até uma determinada concentração, a estrutura se mantém estável. Acima de determinada concentração de alginato, a tendência foi perder a estabilidade do sistema, permitindo maior perda de água durante o processo de fritura.

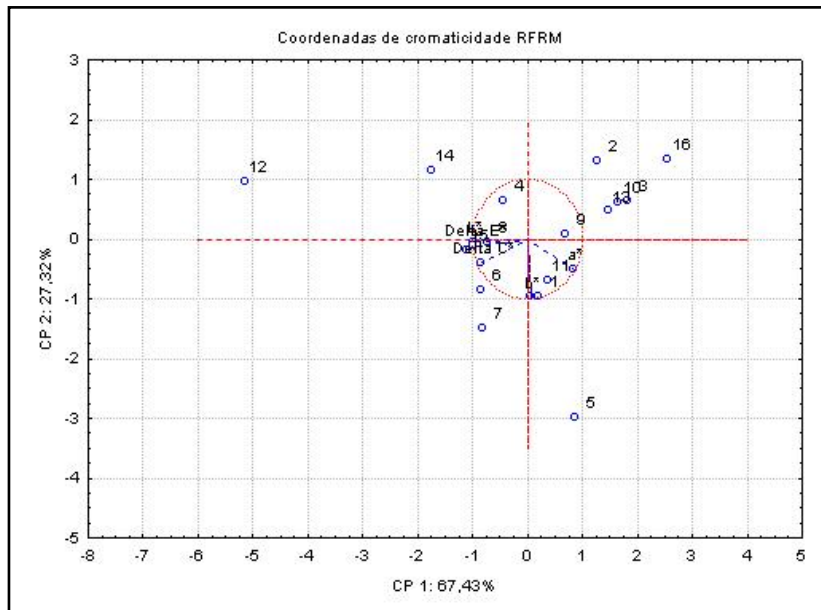
Uma das propriedades mais importantes dos alginatos, responsável por um grande número de suas aplicações na indústria de alimentos, é sua capacidade de formação de géis termoestáveis na presença de cátions divalentes, especialmente íons  $\text{Ca}^{2+}$ . Segundo Imerson (1990), o alginato é definido como um carboidrato hidrofílico coloidal, extraído por meio alcalino de varias espécies de algas marrons. Soluções à base de alginato de sódio possuem alta viscosidade aparente, mesmo em baixas concentrações, devido ao seu alto peso molecular e à sua estrutura rígida.

#### **b) Análise instrumental da cor dos RFRM de taro**

A Figura 17 mostra que o primeiro eixo explicou a maior parte da variabilidade entre as amostras (CP1=67,43 %), seguido pelo segundo eixo (CP2=27,32 %), que juntos representaram 94,75 % da variação dos resultados. O restante da variação (5,25 %) foi devida a outros componentes principais, que não foram apresentados por não haver necessidade.

Para a análise instrumental de cor, observa-se na Figura 17 que os tratamentos mais claros (alto valor  $L^*$ ) são os 4, 8, 12, 14 e 15. Os mais escuros (altos valores de  $a^*$ , ou seja, maior influência da cor vermelha e  $b^*$ ) são 1, 5, 6, 7 e 11. Os demais (2, 3, 9, 10, 13 e controle) caracterizam-se por apresentar cor intermediária, sendo, portanto, menos escuros, tendendo ao vermelho, sendo mais agradável.

O tratamento 2 referenciado anteriormente como o de maior rendimento, alta umidade e baixo conteúdo de lipídios encontra-se entre os de coloração mais agradável, ou seja, intermediária entre a cor mais clara e a mais escura.



**FIGURA 17:** Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRM de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A, 0,75S, 0,09T; 5=0,35A, 0,50S, 0,18T; 6=0,70A, 0,50S, 0,18T; 7=0,35A, 0,75S, 0,18T; 8=0,70A, 0,75S, 0,18T; 9= 0,23A, 0,63S, 0,14T; 10=0,82A, 0,63S, 0,14T; 11=0,53A, 0,41S, 0,14T; 12= 0,53A, 0,84S, 0,14T; 13=0,53A, 0,63S, 0,06T; 14=0,53A, 0,63S, 0,21T; 15=0,53A, 0,63S, 0,14T) e 16= controle, L\*, a\*, b\*, delta E\* e delta C\*.

Observou-se menor luminosidade na amostra controle (41,30). Pode-se supor que a presença dos coadjuvantes contribuiu com possível diminuição da degradação da molécula de amido, com menor liberação de açúcares redutores ao meio, diminuindo assim a reação de escurecimento como a de caramelização durante o processo de fritura.

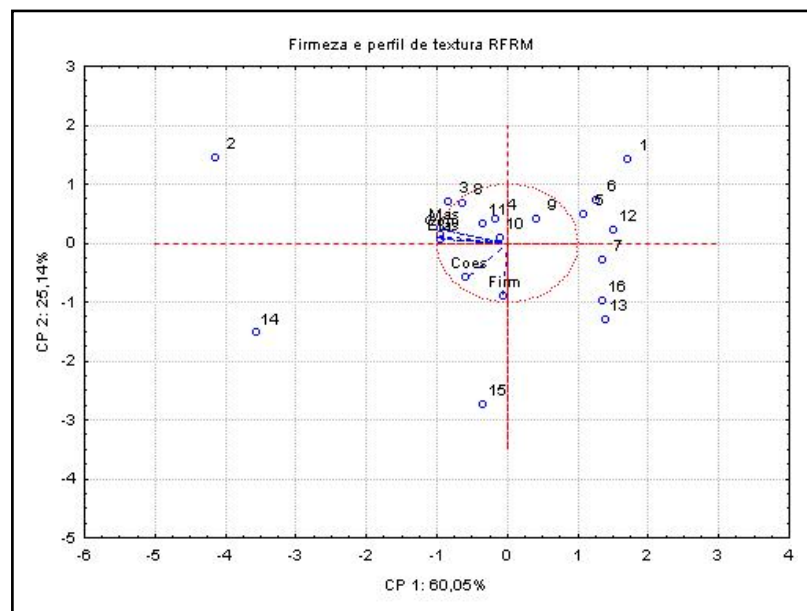
### c) Firmeza e perfil de textura de RFRM de taro

A Figura 18 mostra que o primeiro eixo explicou a maior parte da variabilidade entre as amostras (CP1=60,05 %), seguido pelo segundo eixo (CP2=25,14 %), que juntos representaram 85,19 % da variação dos resultados. O restante da variação (14,81 %) foi devida a outros componentes principais, que não foram apresentados por não haver necessidade.

Com relação à firmeza e perfil de textura, podemos observar pela Figura 18 que somente se diferenciaram dos demais tratamentos o 2 e o 14:

o tratamento 2 com alta elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e coesividade e baixa firmeza, e o tratamento 14 com alta elasticidade, coesividade, gomosidade, firmeza e mastigabilidade. Isto confirma mais uma vez que o tratamento 2 é o mais conveniente para estudar seu possível processamento a nível industrial.

Por outro lado, o tratamento controle (16) encontra-se entre os de mais alta firmeza e coesividade e baixa elasticidade, gomosidade e mastigabilidade, similar aos 7 e 13. Este resultado poderá ser devido à presença de moléculas de amido e a altas temperaturas que contribuíram para maior degradação da parede celular durante a etapa de cocção (WALTER Jr.; TRUONG; ESPINEL, 1999).



**FIGURA 18:** Análise de Componentes Principais (CP1 e CP2) de produtos de RFRM de taro preparados com concentrações variadas de alginato (A), sulfato (S) e TSPP (T) (1=0,35A; 0,50S; 0,09T; 2=0,70A; 0,50S; 0,09T; 3=0,35A; 0,75S; 0,09T; 4=0,70A; 0,75S; 0,09T; 5=0,35A; 0,50S; 0,18T; 6=0,70A; 0,50S; 0,18T; 7=0,35A; 0,75S; 0,18T; 8=0,70A; 0,75S; 0,18T; 9= 0,23A; 0,63S; 0,14T; 10=0,82A; 0,63S; 0,14T; 11=0,53A; 0,41S; 0,14T; 12= 0,53A; 0,84S; 0,14T; 13=0,53A; 0,63S; 0,06T; 14=0,53A; 0,63S; 0,21T; 15=0,53A; 0,63S; 0,14T) e 16= controle, Firm (firmeza), Elas (elasticidade), Coes (coesividade), Gom (gomosidade) e Mas (mastigabilidade).

### 3.4 CONCLUSÕES

- O teor de lipídios, rendimento pós-fritura, valor  $a^*$  e gomosidade dos RFRF apresentaram diferença significativa ( $p < 0,10$ ) para as combinações dos fatores alginato, sulfato e TSPP, porém não foi possível adequar uma equação de regressão preditiva.
- Com a utilização de ACP, pode-se estabelecer que o tratamento 3, dos RFRF contendo 0,35 g de alginato, 0,75 g de sulfato e 0,09 de TSPP, foi o mais conveniente para estudar seu possível processamento industrial, devido ao seu alto rendimento, baixo conteúdo em lipídios, coloração mais agradável (intermediária entre a mais clara e a mais escura), alta elasticidade e coesividade e baixa mastigabilidade, firmeza e gomosidade.
- Entre as variáveis respostas estudadas para RFRM, umidade, valor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta C^*$  e firmeza apresentaram diferença estatística ( $p < 0,10$ ) para as concentrações de alginato, sulfato e TSPP, porém não foi possível adequar uma equação de regressão preditiva.
- Por meio da técnica de ACP, mostrou-se que o tratamento 2 de RFRM, contendo 0,70 g de alginato, 0,50 g de sulfato e 0,09 de TSPP, foi o mais conveniente pelo seu alto rendimento e umidade, baixo conteúdo em lipídios, coloração mais agradável (intermediária entre a mais clara e a mais escura), alta elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e coesividade e baixa firmeza.
- Os dados evidenciam que a utilização de purê e farinha de taro (RF e RM) permitiu elaborar alimentos reestruturados fritos com características físico-químicas desejáveis, de modo que este processamento pode ser indicado no aproveitamento industrial desta matéria-prima.

## **CAPÍTULO 4**

### **AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS REESTRUTURADOS FRITOS DE TARO**

#### **4.1 INTRODUÇÃO**

As mudanças no padrão alimentar e estilo de vida da população têm aumentado a demanda por produtos prontos para o consumo, nutritivos e adequados às necessidades dos consumidores, principalmente pela crescente preocupação em adquirir alimentos de qualidade e preparo fácil e rápido. Estes fatos têm incentivado o desenvolvimento de novos produtos (alimentos prontos ou semiprontos), com melhores características nutricionais, que atendam à demanda de uma vida moderna (MAIA et al., 2000).

O desenvolvimento de novos produtos é uma atividade importante para a sobrevivência da maioria das empresas, com uma política de renovação contínua e sustentação da imagem inovadora, devendo este desenvolvimento estar diretamente relacionado com as necessidades e tendências de consumo.

Uma das principais causas de fracasso na comercialização de um novo produto é a incapacidade da empresa em atender às necessidades do consumidor, interpretando de forma errônea as tendências de mercado ou as informações obtidas por meio de pesquisas e outras ferramentas. A utilização da análise sensorial nesta etapa é de primordial importância na aceitação e/ou preferência do consumidor.

Diante de muitas ofertas, o consumidor tende a se tornar mais seletivo exigindo produtos não somente novos como de melhor qualidade na hora de optar pelas marcas à sua disposição. Em virtude disso, as indústrias precisam inovar ou desenvolver alternativas que antecipem essas necessidades para surpreender o consumidor e ganhar mercado na frente da concorrência.

Um alimento, além de seu valor nutritivo, deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor, isto é resultante do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial. No desenvolvimento de um novo produto, é imprescindível otimizar parâmetros, como forma, aparência, sabor, textura e a interação dos diferentes componentes, com a finalidade de alcançar um equilíbrio entre qualidade e aceitabilidade (PENNA, 1999).

As características sensoriais são relevantes na aceitação dos alimentos, na seleção de matérias-primas, modificações e padronização de métodos e otimização de formulações alimentícias. Estas características são interpretadas por meio de técnicas de análise estatística, na qual têm sido desenvolvidos softwares específicos para facilitar a aplicabilidade e processamento de dados (MINIM, 2006; MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001; MEHINAGIC et al., 2003).

A indústria nacional alimentícia nunca lançou no mercado tantos produtos novos, em virtude de fatores como o desenvolvimento tecnológico, concorrência externa, licenciamento de marcas importadas, competitividade do setor e da exigência do consumidor que incorporou novos valores às suas preferências (BARBOZA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003; GONÇALVES, 2003). Sob estas perspectivas, o reestruturado de taro congelado pode ganhar a preferência dos consumidores, com enfoque para o mercado de produtos de conveniência dotados de praticidade, ou seja, semiprontos para consumo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos ingredientes (alginato de sódio, sulfato de cálcio e tripolifosfato de sódio - TSP) nas propriedades sensoriais e aceitabilidade dos reestruturados fritos de rizoma filho (RFRF) e reestruturados fritos de rizoma mãe (RFRM) de taro.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Análise Sensorial de Alimentos e de Amido e Farinhas do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG (DTA/UFV).

Foram avaliadas 15 formulações de RFRF e RFRM de taro, respectivamente, e por separado (Tabela 32), obtidas segundo metodologia do Capítulo 3, numeral 3.2.3, variando as concentrações de alginato de sódio, sulfato de cálcio e triplofosfato de sódio (TSPP), a quantidade de purê utilizada foi para completar 100 g de formulação.

**TABELA 32:** Concentração de ingredientes (g/100 g) para as diferentes formulações de reestruturados fritos de taro (RFRF e RFRM).

Form.	Alginato	CaSO <sub>4</sub>	TSPP	Purê de taro	Farinha de taro	Sacarose	Sal
1	0,35	0,50	0,09	86,06	8,0	4,0	1,0
2	0,70	0,50	0,09	85,71	8,0	4,0	1,0
3	0,35	0,75	0,09	85,81	8,0	4,0	1,0
4	0,70	0,75	0,09	85,46	8,0	4,0	1,0
5	0,35	0,50	0,18	85,97	8,0	4,0	1,0
6	0,70	0,50	0,18	85,62	8,0	4,0	1,0
7	0,35	0,75	0,18	85,72	8,0	4,0	1,0
8	0,70	0,75	0,18	85,37	8,0	4,0	1,0
9	0,23	0,63	0,14	86,00	8,0	4,0	1,0
10	0,82	0,63	0,14	85,41	8,0	4,0	1,0
11	0,53	0,41	0,14	85,92	8,0	4,0	1,0
12	0,53	0,84	0,14	85,49	8,0	4,0	1,0
13	0,53	0,63	0,06	85,78	8,0	4,0	1,0
14	0,53	0,63	0,21	85,63	8,0	4,0	1,0
15	0,53	0,63	0,14	85,70	8,0	4,0	1,0

#### 4.2.1 Seleção dos produtos para Análise Descritiva dos reestruturados fritos

Com o objetivo de selecionar as formulações preferidas, realizou-se o teste de ordenação-preferência (ISO, 1988). Para isto, as 15 formulações de cada reestruturado foram divididas em 3 grupos, sendo fixadas as concentrações de sulfato de cálcio e analisadas separadamente. O grupo 1 compreendeu formulações com concentrações menores ou iguais a 0,50 g/ 100 g; o 2 com concentração intermediária 0,63 g/ 100 g; e o 3 com iguais ou superiores a 0,75 g/ 100 g. Na Tabela 33, visualiza-se a relação das formulações em cada grupo. Foi fixado o sulfato de cálcio por ser dos ingredientes o que apresenta maior concentração.

**TABELA 33:** Relação dos grupos segundo concentração de sulfato de cálcio (g/ 100g) fixada para a prova de ordenação-preferência dos reestruturados fritos de taro.

Grupos	Formulações				
1 ( $\leq 0,50$ g/ 100 g)	1	2	5	6	11
2 (0,63 g/ 100 g)	9	10	13	14	15
3 ( $\geq 0,75$ g/ 100 g)	3	4	7	8	12

As formulações foram avaliadas com a participação de 28 provadores consumidores em potencial do novo produto, RFRF e RFRM, sendo cada grupo avaliado em diferentes sessões.

As avaliações foram realizados em cabines individuais, à temperatura ambiente, entre as 10:00 - 12:00 h e as 14:00 - 17:00 h, usando luz branca. As formulações foram servidas em pratos plásticos brancos descartáveis, identificados por números de três dígitos, dispostos aleatoriamente. Cada bloco de reestruturados (RFRF e RFRM) foi apresentado aos provadores em sessões diferentes, para que as mesmas fossem ordenadas segundo sua preferência, atribuindo o valor 1 (um) para a formulação mais preferida e o valor 5 (cinco) para a menos preferida. Desta maneira, foram selecionadas as formulações preferidas para RFRF e RFRM.

O modelo de ficha utilizada no teste de ordenação, preferência dos reestruturados de taro, foi elaborado segundo Minim (2006).

#### **4.2.2 Análise Sensorial Descritiva de reestruturados fritos de taro**

O método utilizado é uma adaptação de Stone et al. (1974), que permite avaliar as características de sabor, crocância, firmeza e residual de gordura medindo a intensidade das sensações percebidas.

##### **4.2.2.1 Condições do teste**

As etapas da Análise Descritiva foram realizadas em cabines individuais com iluminação natural. O laboratório dispõe também de uma mesa, onde foram realizadas discussões abertas para familiarização dos termos pré-estabelecidos, sabor, crocância, firmeza e residual de gordura.

As avaliações foram realizadas pela manhã, entre 9:30 e 12:00 h e à tarde, entre 15:30 e 18:00 h.

#### **4.2.2.2 Recrutamento e pré-seleção de provadores**

Foram recrutados vinte e oito candidatos a provadores entre estudantes de graduação e pós-graduação da UFV, baseando-se na disponibilidade de tempo, interesse em participar dos testes, fato de gostar e consumir taro, boa saúde, capacidade de utilizar termos descritivos e habilidade na utilização de escala não-estruturada. Foi perguntado previamente aos candidatos se gostavam ou não de consumir taro, sendo pré-selecionados somente os que gostavam de consumir o produto.

Para realização da pré-seleção, foi realizada uma série de testes triangulares, em que foram utilizadas inicialmente duas formulações de rizomas de taro frito (RFRF15 e seu controle; RRFM15 e seu controle). O controle de cada reestruturado foi elaborado sem a adição dos coadjuvantes. As formulações (RFRF15 e RRFM15) utilizadas nesta etapa continham 0,53 g/100 g de alginato, 0,63 g/ 100 g de sulfato de cálcio e 0,14 g/ 100 g de TSP, e foram fritas 15 min antes de iniciar as sessões, e servidas a uma temperatura de aproximadamente 35 - 45 °C. Em cada sessão do teste, foram apresentadas três formulações, com a ordem de apresentação aleatorizada, sendo duas iguais e uma diferente para cada tipo de reestruturado, sendo solicitado aos provadores selecionar a amostra diferente. Os reestruturados (aproximadamente 20 g) foram colocados em pratos codificados com número de três dígitos. Entre as provas, ofereceu-se água. Foi solicitado aos provadores que identificassem a formulação diferente, sendo selecionados aqueles que acertaram no mínimo 50 % dos testes para cada tipo de reestruturado, realizados com três repetições por tipo de rizoma (MEILGARD; CIVILLE; CARR, 1988).

Após a pré-seleção, procedeu-se ao treinamento dos provadores para familiarização com as características dos rizomas fritos e reestruturados (controle) por meio da utilização de ficha descritiva (Figura 19), contendo atributos avaliados para produtos fritos, segundo Torezan (2005), com inclusão do atributo firmeza, por sugestão e consenso dos provadores

durante a etapa de treinamento. Em seguida, avaliaram-se as amostras (1, 9 e 15) contendo os coadjuvantes em várias sessões.

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recebendo três amostras de reestruturado de taro, codificadas com três números. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e avalie as características de acordo com a escala abaixo, marcando um traço vertical indicando onde melhor expressa sua opinião:

Sabor	Fraco	_____	Forte
Crocância	Pouca	_____	Muita
Firmeza	Pouca	_____	Muita
Residual de gordura	Fraco	_____	Muito

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**FIGURA 19:** Modelo de ficha utilizada de ficha descritiva nos reestruturados de taro.

#### 4.2.2.3 Seleção dos provadores

Após o treinamento, foi realizado um teste para verificar o desempenho dos provadores. Foram avaliadas três formulações de reestruturados de taro (RM14, RM9 e RF14), apresentadas numa mesma sessão, com três repetições, utilizando a ficha descritiva (Figura 19), e os provadores foram selecionados de acordo com sua habilidade de discriminar as formulações e com a repetibilidade dos resultados.

Para obter informações sobre a repetibilidade e o poder de discriminação destes provadores, foi realizada Anova, com duas fontes de variação (repetição e formulação), por provador, para cada atributo sensorial, como recomendam Powers, Cenciarelli e Schinholser (1984). Foram excluídos os provadores que apresentaram probabilidade de F (amostra)

maiores ou iguais a 0,50 ou probabilidade de F (repetição) menores ou iguais a 0,05 em pelo menos um dos atributos.

#### **4.2.2.4 Avaliação das formulações de reestruturados fritos de taro**

As sete formulações de cada reestruturado (RFRF e RFRM) selecionadas pelo teste de ordenação–preferência foram avaliadas por meio do teste descritivo, em relação aos atributos de sabor, crocância, firmeza e residual de gordura, com três repetições, de acordo com o delineamento em blocos incompletos balanceados (BIB), com os seguintes parâmetros (COCHRAN; COX, 1981):

t = número de tratamentos = 7

k = número de unidades por bloco = 3

r = número de repetições = 3

b = número de blocos = 7

$\lambda$  = número de vezes que cada tratamento aparece no mesmo bloco com cada um dos outros tratamentos = 1

A ficha de avaliação continha uma escala não estruturada para cada termo descritivo. A escala era composta de uma linha de 9 cm, tendo expressões quantitativas (pontos âncora) nas extremidades esquerda (equivalente ao ponto um) e direita (equivalente ao ponto nove) com os termos: "fraco"/"forte", "pouca"/"muita", "pouca"/"muita" e "fraco"/"muito", respectivamente (Figura 22).

As formulações foram servidas em pratos plásticos brancos, codificados com números casualizados de três dígitos, em que os provadores por meio de um traço vertical na escala escolheram a melhor posição que refletiu sua avaliação para cada termo descritivo contido na ficha. Os valores eram obtidos medindo-se a distância entre os pontos-âncora da extremidade esquerda e o traço vertical feito pelo provador, com auxílio de uma régua.

O critério para seleção das formulações para o teste de aceitação baseou-se nos maiores escores para as características de sabor, crocância e firmeza e menor escore para residual de gordura.

### **4.2.3 Teste de aceitação dos reestruturados fritos de taro**

A codificação das formulações foi feita com algarismos de três dígitos aleatorizados e foram servidos em pratos plásticos brancos, apresentados simultaneamente e em ordem casualizada aos provadores.

Foram selecionadas para o teste de aceitação sensorial três formulações de reestruturados (RFRF2, RFRM2 e RFRM8 – Tabela 32), com a participação de 50 consumidores potenciais do produto de ambos os sexos. Foi empregada escala hedônica de nove pontos, com extremos em (1) “desgostei extremamente” e (9) “gostei extremamente”, com a qual os provadores expressavam o quanto gostaram/ desgostaram das formulações em relação à oleosidade, cor, textura e sabor (Figura 20) (ANZALDÚA-MORALES, 1994).

### **4.2.4 Análises estatísticas dos testes sensoriais**

Os resultados obtidos no teste de ordenação foram tratados pelo Método de Friedman, a 5 % de probabilidade (MININ, 2006).

Os dados obtidos pelo teste descritivo foram analisados por meio de Anova para comparação das amostras (tratamentos). A significância estatística das diferenças entre as médias foi determinada mediante aplicação do teste de Tukey, ao nível de significância de 5 %.

Para tabulação e análise dos resultados do teste de aceitação, os questionários foram organizados, e a classificação dada pelos provadores transformada em valores numéricos e analisados por meio de análise de variância, seguindo modelo de delineamento inteiramente casualizado e teste de comparação de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o ambiente SAS System for Windows versão 9.1 licenciado para a UFV em 2009.

Nome: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

**Avalie, por favor, a oleosidade, cor, textura e sabor dos reestruturados fritos de taro, nas questões abaixo.**

1. Quanto você gostou da OLEOSIDADE do produto:

Desgostei extremamente	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Indiferente	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei extremamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Quanto você gostou da COR do produto:

Desgostei extremamente	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Indiferente	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei extremamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Quanto você gostou da TEXTURA do produto:

Desgostei extremamente	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Indiferente	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei extremamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Quanto você gostou do SABOR do produto:

Desgostei extremamente	Desgostei muito	Desgostei moderadamente	Desgostei ligeiramente	Indiferente	Gostei ligeiramente	Gostei moderadamente	Gostei muito	Gostei extremamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Comentários:**

Por favor, marque o que em particular você gostou ou desgostou deste reestruturado frito de taro.

GOSTOS

DESGOSTOS

**FIGURA 20:** Modelo de ficha utilizado no teste de aceitabilidade entre reestruturados fritos de taro.

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.3.1 Seleção dos produtos para a análise descritiva

No teste de preferência foram realizadas 28 avaliações, em que cada provador ordenou as formulações por grupo em três sessões para cada reestruturado (RFRF e RFRM). As somas de ordens obtidas para os reestruturados de taro (RFRF e RFRM), bem como os resultados obtidos a partir do Teste de Friedman, são apresentadas na Tabela 34.

**TABELA 34:** Resultados de soma de ordens obtidos pelos provadores para o teste de ordenação-preferência entre as formulações de RFRF e RFRM de taro.

RFRF					
Grupos	Formulações				
1	1	2	5	6	11
	84a	76a	76a	98a	96a
2	9	10	13	14	15
	107a	84a	95a	84a	50b
3	3	4	7	8	12
	76ab	65b	78ab	93ab	104a

RFRM					
Grupos	Formulações				
1	1	2	5	6	11
	73b	67b	64b	107a	111a
2	9	10	13	14	15
	92a	69a	92a	99a	68a
3	3	4	7	8	12
	105a	104a	68bc	51c	92ab

Em cada grupo, valores de somas de ordens seguidas de uma mesma letra de soma na linha não diferem entre si pelo teste de Friedman a 5 % de probabilidade. DMS (Diferença Mínima Significativa ( $p < 0,05$ ) = 33. 1: Formulação mais preferida. 5: menos preferida.

De acordo com o teste de soma de ordens, o valor de DMS (Diferença Mínima Significativa) para se obter diferença significativa entre formulações ao nível de 5 % era de 33. Desta forma, observa-se pela Tabela 34 que as formulações do grupo 1 (RFRF) e grupo 2 (RFRM) não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) por grupo, demonstrando igual preferência pelos provadores.

As formulações selecionadas foram as que apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), com mais baixo valor de soma de ordens, sendo: para os RFRF a formulação 15 (grupo 2); 3, 4 e 7 (grupo 3); e para os RFRM formulações 1, 2 e 5 (grupo 1); 7 e 8 (grupo 3).

Embora as formulações dos grupos 1 (RFRF) e 2 (RFRM) tenham sido igualmente preferidas, foram selecionadas para os RFRF as 1, 2 e 5 e para os RFRM as 10 e 15, objetivando, desta forma, realizar uma análise descritiva com todas as concentrações de sulfato de cálcio.

Os coadjuvantes atuaram de maneira diferente nos reestruturados, visto que concentrações de sulfato de cálcio menores ou iguais a 0,50 g/100 g (Grupo 1) e maiores ou iguais que 0,75 g/100 g (Grupo 3) para os RFRM e iguais a 0,63 g/100 g (Grupo 2) e maiores ou iguais a 0,75 g/100 g (Grupo 3) para os RFRF apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ) nas respostas de preferência dentro de cada grupo, podendo esta variação estar relacionada à composição das matérias-primas utilizadas.

#### **4.3.2 Perfil sensorial dos reestruturados fritos de taro**

##### **4.3.2.1 Recrutamento, seleção e treinamento de provadores**

Foram recrutados vinte voluntários para compor a equipe sensorial. Destes, 16 acertaram pelo menos 50 % dos três testes triangulares realizados para os RFRF e RFRM, sendo selecionados para participar da seleção dos provadores.

Na constituição da equipe, 14 dos 16 provadores participaram de todas as sessões de treinamento e do teste preliminar para seleção; os outros 2 foram retirados por faltarem às sessões.

A Anova para obtenção dos valores de probabilidade ( $p$ ) de  $F_{amostra}$  e  $F_{repetições}$  por provador, para cada atributo, está nas Tabelas 35 e 36.

Foram excluídos os provadores que apresentaram probabilidade de  $F(amostra)$  maiores ou iguais a 0,50 ou probabilidade de  $F(repetição)$  menores ou iguais a 0,05 em pelo menos um dos atributos. Assim, a equipe foi composta por oito provadores (1, 2, 4, 6, 7, 8, 9 e 13), sendo 4 do sexo masculino e 4 do sexo feminino, com faixa etária entre 20 e 50 anos.

**TABELA 35:** Avaliação do desempenho dos provadores (níveis de probabilidade de  $F_{amostra}$ ), para os atributos das amostras de reestruturados de taro.

Provador	Sabor	Crocância	Firmeza	Residual gordura
1	0,01	0,10	0,00	0,01
2	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,09	0,37	0,02	0,00
4	0,01	0,00	0,04	0,01
5	0,10	0,60	0,43	0,00
6	0,02	0,01	0,01	0,01
7	0,01	0,01	0,05	0,00
8	0,00	0,03	0,01	0,01
9	0,01	0,00	0,02	0,04
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,91	0,10	0,02
12	0,01	0,95	0,00	0,00
13	0,01	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,36	0,00

Probabilidade igual ou superior a 0,50 indica que o provador não está contribuindo para a discriminação entre amostras.

**TABELA 36:** Avaliação do desempenho dos provadores (níveis de probabilidade de  $F_{repetições}$ ), para os atributos das amostras de reestruturados de taro.

Provador	Sabor	Crocância	Firmeza	Residual gordura
1	0,33	0,91	0,46	0,95
2	0,10	0,54	0,21	0,06
3	0,04	0,58	0,04	0,00
4	0,87	0,12	0,26	0,30
5	0,55	0,66	0,80	0,00
6	0,35	0,12	0,44	0,07
7	0,50	0,15	0,51	0,15
8	0,25	0,57	0,14	0,30
9	0,17	0,10	0,32	0,19
10	0,02	0,04	0,06	0,83
11	0,04	0,42	0,15	0,02
12	0,33	0,91	0,46	0,05
13	0,10	0,54	0,21	0,06
14	0,02	0,02	0,25	0,29

Probabilidade igual ou inferior a 0,05 indica que a repetibilidade do provador não está satisfatória para o critério de corte estabelecido.

#### 4.3.2.2 Avaliação sensorial descritiva dos reestruturados frito de taro

Na Tabela 37 são apresentados os resumos das Anovas dos dados da análise descritiva, para os atributos sensoriais de RFRM e RFRF de taro.

**TABELA 37:** Resumo da Anova dos dados da análise descritiva para produtos RFRF e RFRM de taro.

RFRF de taro							
Atributo	FV	GL	QM	Versus residuo		Versus interação	
				F	Prob.	F	Prob.
Sabor	F	6	1,44	2,37	0,0339	1,22	0,3132
	P	7	42,21	69,40	<0,0001		
	F*P	42	1,18	1,94	0,0032		
	Res	112	0,61				
Crocância	F	6	2,11	4,62	0,0003	2,07	0,0767
	P	7	47,20	103,12	<0,0001		
	F*P	42	1,02	2,22	0,0005		
	Res	112	0,46				
Firmeza	F	6	5,18	9,92	<0,0001		
	P	7	42,86	82,10	<0,0001		
	F*P	42	0,57	1,09	0,3552		
	Res	112	0,5220				
Residual de gordura	F	6	6,93	11,20	<0,0001		
	P	7	46,81	75,69	<0,0001		
	F*P	42	0,66	1,07	0,3761		
	Res	112	0,62				

RFRM de taro							
Atributo	FV	GL	QM	Versus residuo		Versus interação	
				F	Prob.	F	Prob.
Sabor	F	6	1,40	1,20	0,3119		
	P	7	40,99	35,11	<0,0001		
	F*P	42	1,20	1,03	0,4441		
	Res	112	1,17				
Crocância	A	6	3,97	4,75	0,0002		
	P	7	38,54	46,13	<0,0001		
	F*P	42	1,09	1,31	0,1354		
	Res	112	0,83				
Firmeza	F	6	5,04	7,17	<0,0001		
	P	7	36,43	51,76	<0,0001		
	F*P	42	0,80	1,14	0,2879		
	Res	112	0,70				
Residual de gordura	F	6	4,89	5,38	<0,0001		
	P	7	43,33	47,62	<0,0001		
	F*P	42	1,17	1,28	0,1523		
	Res	112	0,91				

F: formulação; P: provador; F\*P: interação formulação versus provador; Res: residuo.

Os RFRF apresentaram diferença significativa para todas as formulações (F) quanto aos atributos avaliados. Por outro lado, a interação F\*P apresentou efeito significativo para sabor e crocância, sendo necessária a realização de novo teste estatístico para efeito de formulação (tratamento), utilizando-se o quadrado médio da referida interação como denominador (F versus interação) (STONE e SIDEL, 1993). Como resultado desta última prova, não foi apresentada significância estatística entre as formulações de RFRF ( $p \geq 0,05$ ),

demonstrando que a presença de sulfato, alginato e TSPP não interferiu nas respostas dos provadores quanto à crocância e sabor.

Não foi observado efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) da interação formulação\*provador (F\*P) para sabor, crocância, firmeza e residual de gordura avaliada nos RFRM, significando que as formulações podem ser diferenciadas entre si independentemente dos provadores. Por outra parte, para este mesmo reestruturado a formulação interferiu ( $p \leq 0,05$ ) nas respostas de crocância ( $p= 0,0002$ ), firmeza ( $p < 0,0001$ ) e residual de gordura ( $p < 0,0001$ ), sendo o oposto obtido na avaliação de sabor ( $p = 0,3119$ ), e os provadores capazes de diferenciar as formulações.

Na Tabela 38 encontram-se os resultados das médias das notas para cada atributo. Todas as formulações foram diferentes ( $p < 0,05$ ) entre si, exceto para o atributo sabor (RFRM e RFRF). Segundo os provadores, as formulações 2 (RFRF) e 8 (RFRM) foram mais crocantes, firmes e com menores residuais de gordura, sendo, portanto, selecionadas para o teste de aceitação. Como a formulação 2 (RFRM) também apresentou baixo valor residual de gordura, considerou-se que participaria no teste de aceitação juntamente com as formulações 2 (RFRF) e 8 (RMRM).

**TABELA 38:** Média dos atributos da análise descritiva para as amostras de RFRF e RFRM de taro.

<b>RFRF de taro</b>				
<b>Amostras</b>	<b>Atributos</b>			
	<b>Sabor</b>	<b>Crocância</b>	<b>Firmeza</b>	<b>Residual de gordura</b>
1	2,92a	3,32a	2,84ab	2,84abc
2	2,99a	2,80ab	3,32a	1,78d
3	2,63a	3,02ab	2,69bc	2,83abc
4	3,16a	2,54ab	2,72abc	3,01ab
5	2,59a	3,02ab	2,14c	3,48a
7	2,65a	2,47b	2,14c	2,79bc
15	3,14a	2,96ab	3,20ab	2,32dc
<b>RFRM de taro</b>				
<b>Amostras</b>	<b>Atributos</b>			
	<b>Sabor</b>	<b>Crocância</b>	<b>Firmeza</b>	<b>Residual de gordura</b>
1	2,44a	2,14c	1,72c	4,13a
2	2,87a	2,23bc	2,34bc	2,88b
5	2,92a	3,07a	2,27bc	3,37ab
7	2,66a	2,54abc	2,59ab	3,28b
8	3,14a	3,19a	3,24a	2,72b
10	3,04a	2,64abc	2,27bc	3,45ab
15	2,69a	2,95ab	2,27bc	3,37ab

Obs.: letras iguais na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para ambos os reestruturados, as formulações 2 e 8 contêm 0,70 g/100 g de alginato, 0,50 e 0,75 g/100 g de sulfato de cálcio e 0,09 e 0,18 g/100 g de TSPP, respectivamente. Segundo os resultados da análise descritiva, as formulações elaboradas com estas concentrações de coadjuvantes possibilitaram obter reestruturados com maior crocância e firmeza, ao mesmo tempo em que contribuíram para um menor residual de gordura, não alterando o sabor das amostras. As alterações observadas podem ser explicadas pela formação do gel de alginato-cálcio impedindo a desidratação excessiva das amostras e ao mesmo tempo impedindo a entrada de óleo no produto.

#### 4.3.3 Aceitabilidade sensorial dos reestruturados fritos de taro

Pelos resultados do teste de aceitação (Tabela 39), observa-se que os produtos RFRM apresentaram escores de aceitação sensorial semelhantes para sabor, oleosidade, cor e textura. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações de RFRM e RFRF.

**TABELA 39:** Resultados do teste de aceitação para as amostras de reestruturados fritos de taro.

Amostras	Atributos sensoriais			
	Sabor	Oleosidade	Cor	Textura
RFRF2	6,68a	6,56a	6,88a	6,76a
RFRM2	5,70b	4,66b	5,64b	5,20b
RFRM8	5,18b	4,40b	5,62b	5,00b

Nota: valores nas colunas seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Foi observado que os provadores gostaram mais da formulação de RFRF2 obtendo médias localizadas entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” para todos os atributos avaliados, o que demonstra boa aceitação do produto, enquanto as formulações de RFRM obtiveram os termos “Indiferente” e “Gostei ligeiramente” para sabor, cor e textura e “Desgostei ligeiramente” para oleosidade.

Considerando que RFRF2 e RFRM2 continham a mesma concentração de coadjuvantes e apresentaram resultados diferentes, as RFRM2 e RFRM8 com concentrações diferentes apresentaram

resultados similares, sugere-se que o alginato, sulfato e TSPP nas concentrações testadas não interferiram nos atributos avaliados, podendo a diferença entre os RFRF e RFRM ser atribuída às características próprias das matérias-primas utilizadas.

Quanto à cor, as formulações de RFRF foram mais claras em comparação às de RFRM, podendo estar relacionada com a presença de compostos formados durante o processo de fritura em maior intensidade nas formulações de RFRM. A presença de açúcares, gordura, proteínas e altas temperaturas durante a fritura facilita as reações de Maillard e de caramelização, que contribuíram para estes resultados. Pode também ter contribuído para estes resultados o maior conteúdo de fibras presente nas formulações de RFRM.

Para a textura, a formulação de RFRF apresentou melhor textura quando comparado com as de RFRM. Assim, observa-se que a utilização do sistema de gel alginato-cálcio tem efeito sobre as propriedades texturais das amostras atuando de maneiras diferentes em relação aos produtos.

#### **4.4 CONCLUSÕES**

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- As formulações de RFRF e RFRM não foram diferentes ( $p > 0,05$ ) para o atributo sabor no teste descritivo.
- As concentrações de 0,70 g % de alginato de sódio; 0,50 g % de sulfato de cálcio e 0,09 g % de TSPP (RFRF2 e RFRM2) e 0,70 g % de alginato de sódio; 0,75 g % de sulfato de cálcio e 0,18 g % de TSPP (RFRM8) favoreceram a obtenção de reestruturados mais crocantes e firmes e com menor residual de gordura, sendo estas formulações selecionadas para a prova de aceitação.
- As formulações de RFRM2 e 8 não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) pelos consumidores quanto a sabor, oleosidade, cor e textura.
- Em relação à aceitação dos reestruturados fritos de taro, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre formulações de RFRF e RFRM, sendo a RFRF superior à RFRM em todos os atributos avaliados. A

RFRF2 ficou localizada entre os termos hedônicos “Gostei ligeiramente” e “Gostei moderadamente” para todos os atributos avaliados, enquanto as RFRM obtiveram os termos “Indiferente” e “Gostei ligeiramente” para sabor, cor e textura e “Desgostei ligeiramente” para oleosidade.

## CONCLUSÕES GERAIS

Na presente pesquisa, rizomas filho (RF) e rizomas mãe (RM) de taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] foram utilizados na verificação do potencial de industrialização, na elaboração de um produto reestruturado frito. O processamento industrial de RM pode ser uma alternativa de agregar valor a esta matéria-prima que normalmente é descartada na propriedade rural.

A composição química de RF e RM de taro foi similar, embora seja possível destacar maior quantidade de proteína e cinza para os RF e de fibra bruta para os RM. Na obtenção de farinha, verificou-se que os RM possuem vantagens em relação aos RF, exibindo maior rendimento de extração e farinhas com maior teor de fibra bruta. De modo geral, os resultados obtidos na caracterização da farinha de rizoma mãe (FRM), apesar de diferirem estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para a maioria das propriedades estudadas, com exceção para teor de lipídios e cor amarela, foram próximos àqueles da farinha de rizoma filho (FRF). Ambas as farinhas analisadas apresentaram teores altos de fibra, quando comparadas à farinha de mandioca, sendo maior para a FRM. Sugere-se os RM poderão substituir os RF como matéria-prima industrial na obtenção de farinha e outros derivados de taro.

A utilização de um sistema de gelificação de alginato-cálcio foi positiva para a maioria das características avaliadas nos reestruturados fritos, tanto de RM quanto de RF, porém não foi possível adequar uma equação de regressão preditiva. Pode-se estabelecer por meio de análise de componentes principais (ACP) que o tratamento 3, dos reestruturados fritos de rizoma filho (RFRF), contendo 0,35 g de alginato, 0,75 g de sulfato e 0,09 de TSPP, foi o mais conveniente para estudar seu possível processamento industrial, devido ao seu alto rendimento, baixo conteúdo em lipídios, coloração mais agradável (intermediária entre a mais clara e a mais escura), alta elasticidade e coesividade e baixa mastigabilidade, firmeza e gomosidade. Já para os reestruturados

fritos de rizoma mãe (RFRM), o tratamento 2 de RFRM, contendo 0,70 g de alginato, 0,50 g de sulfato e 0,09 de TSPP foi o mais conveniente pelo seu alto rendimento e umidade, baixo conteúdo em lipídios, coloração mais agradável (intermediária entre a mais clara e a mais escura), alta elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e coesividade e baixa firmeza.

No teste sensorial descritivo, os RFRF e RFRM não diferiram ( $p > 0,05$ ) para o atributo sabor. As concentrações de 0,70 g % de alginato de sódio; 0,50 g % de sulfato de cálcio e 0,09 g % de TSPP (RF2 e RM2) e 0,70 g % de alginato de sódio; 0,75 g % de sulfato de cálcio e 0,18 g % de TSPP (RM8) favoreceram a obtenção de produtos mais crocantes e firmes e com menor residual de gordura.

Quanto à aceitabilidade dos consumidores, as formulações de RFRM não mostraram diferença significativa quanto a sabor, oleosidade, cor e textura ( $p > 0,05$ ). A comparação entre os dois tipos de rizoma mostrou que o RFRF foi superior ao de RFRM, em todos os atributos avaliados. A RFRF2 ficou localizada entre os termos hedônicos “Gostei ligeiramente” e “Gostei moderadamente” para todos os atributos avaliados, enquanto as RM obtiveram os termos “Indiferente” e “Gostei ligeiramente” para sabor, cor e textura e “Desgostei ligeiramente” para oleosidade.

Espera-se que a publicação dos dados do presente trabalho possa contribuir para maior divulgação do taro como matéria-prima industrial, além de dar suporte a futuras pesquisas na área, com vistas à melhoria de toda a cadeia produtiva.

## **RECOMENDAÇÕES**

Segundo os resultados obtidos neste estudo, sugerem-se futuras pesquisas utilizando misturas de farinha e purê de rizomas mãe e rizomas filho de taro na obtenção de reestruturados fritos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBOR – EGBE, T.; RICHARD, J. E. Evaluation of the chemical composition of fresh and stored edible aroids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 54, p. 487-495, 1990.

ALVES, R. M. L.; GROSSMANN, M. V. E.; SILVA, R. S. S. F. Gelling properties of extruded yam (*Dioscorea alata*) starch. *Food Chemistry*, v. 67, n. 2, p.123-127, 1999.

ANJOS, V. D. de A. Avaliação instrumental de textura em alimentos. In: MOURA, S. C. S. R. de; VISSOTO, F. Z. *Seminário Propriedades termofísicas aplicadas na garantia da qualidade dos alimentos*. Campinas 2000.

ANZÁLUDA-MORALES, A. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. 1. ed. Zaragoza, Espanha. Editorial Acribia, S. A. 1994. 198p.

AOAC - *Official Methods of Analysis*. 16<sup>th</sup> ed. Washington: Association of Official Analytical Chemistry. Vol. 2. 1996.

BARBOZA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S. DE; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. *Brasil Alimentos*, n. 18. Jan/Fev, 2003.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. *Planejamento e otimização de experimentos*. Editora Unicamp, Campinas, 1996. 299p.

BELLO, J. Los alimentos funcionales nutraceuticos: funciones saludables de algunos componentes de los alimentos. *Alimentaria*, n. 267, p. 49-58, 1995.

BERBARI, S. A. G. *Desenvolvimento de tecnologia para obtenção de produto formatado e congelado de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. 2001. 119p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. *Química do processamento de alimentos*. São Paulo: Varela, 1992. 143 p.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC nº 263*. Brasília. 2005. Disponível em <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: fevereiro de 2009.

BRESSAN, E. A. *Diversidade isoenzimática e morfológica de inhame (Dioscorea spp.) coletados em roças de agricultura tradicional do Vale do Ribeira – S.P.* 2005. 186 p. Tese (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

BRILLOUET, J. M.; TRECHE, S.; SEALY, L. Alterations in cell wall constituents of yams *Dioscorea dumetorum* and *D. rotundata* with maturation and storage conditions relation with post harvest hardening of *D. dumetorum* yam tubers. *Journal of Food Science*, v.46, p.1964-1967, nov/dec. 1981.

CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 36-44, fev. 2001.

CAMPOS, S. *Inhame e cará*. Disponível em: <<http://www.drashirleydecampos.com.br>>. Acesso em abril de 2009.

CECCHI, H. M. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. 2ª Campinas: Ed. Unicamp, 2003. 212p.

CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.

CEREDA, M. P. *Potencial de taro e inhame como matéria-prima*. In: Palestra apresentada no II Simpósio Nacional do Taro e Inhame, João Pessoa, Paraíba, 2002.

CEREDA, M. P. et al. Cultura do taro. *Culturas tuberosas amiláceas latino-americanas*. Fundação Cargill, v. 2, cap. 27, Agosto 2003.

CEREDA, M. P., FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. *Importância das tuberosas tropicais*. In: Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Gargill, v.2, p.13-25, 2002.

CEREDA, M. P., FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. *Caracterização de matérias-primas amiláceas*. In: Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, São Paulo: Fundação Cargill, v.1, Cap. 5, p.88-100, 2003.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. *Farinhas e derivados*. In: Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, São Paulo: Fundação Cargill, v.3, Cap. 20, p.576-620, 2003.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. *Diseños Experimentales*. México: Trillas. 1981. 661p.

DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P. Influência da granulometria de grânulos de amido sobre a densidade aparente de extratos atomizados. *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.*, v. 27, n.1, p.51-56, 2006.

DAMY, P. C. *Alterações físico-químicas de óleo de soja e da gordura hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batatas*. 2001. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto-SP.

DEL RÉ, P. V. Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados. 2003. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto-SP.

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

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

DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; VELASCO, J. Interactions between fat and food during deep-frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*, Weinheim, v. 102, p. 521- 528, 2000.

EKWE, K. C.; NWOSU, K. I.; EKWE, C. C.; NWACHUKWU, I. 2009. Examining the underexploited values of cocoyams (*Colocasia* and *Xanthosoma* species) for enhanced household food security, nutrition and economy in Nigeria. *Acta Hort.* (ISHS) 806:71-78 disponível em: <<http://www.actahort.org>>.

FAO, 1990. Roots, tubers, plantains and bananas in human nutrition. Series title: FAO FOOD AND NUTRITION PAPERS, 24. 1990. 198 p. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em abril de 2009.

FAO, 2001, disponível em <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em outubro de 2007.

FAO (2009), disponível em <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em abril de 2009.

FELLOWS, P. J. *Food processing technology: principles and practice*. 2 ed., Inglaterra: CRC Press, 2003. 575p.

FENIMAN, C. M. Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita. 2004. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIANTE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. P.; SARMENTO, S. B. S. *Propriedades gerais do amido*. In: Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Gargill, v.1, p.224, 2001.

GAZETA MERCANTIL. Stax e pringles em disputa no brasil. *Panorama do Mercado*, Ano VI, edição 242, de 27/10/2006. Disponível em <<http://www.crossing.com.br>>. Acesso em abril de 2009.

GONÇALVES, A. A. *Inovação e desenvolvimento de novos produtos*. I Workshop Brasileiro em aproveitamento de sub-produtos de pescado. Universidade do Vale do Itajaí, 04-05/12/2003, Itajaí-SC.

GONDIM, A. R. DE O.; PUIATTI, M.; PAULO R CECON, P. R.; FERNANDO L FINGER, F. L. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. *Hortic. Bras.* v.25, n.3, Brasília, jul./set., p. 418-428, 2007.

GOUVEIA, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. *Inovação Uniemp* [online]. vol. 2, n. 5, p. 32-37. ISSN 1808-2394. 2006.

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

GUERREIRO, L. M. R. *Avaliação de amidos em condições de estresse adaptados ao processamento de alimentos*. 2002. 180 p. Dissertação (Mestrado Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu.

HAHN, S. K. An overview of the traditional processing and utilization of cassava in Africa. In: HAHN, S.K.; REYNOLDS, L.; EGBUNIKE, G.N. (eds). Cassavas as livestock feed in Africa: proceedings of the IITA/ILCA. Ch. 2, p. 16-28. 1988.

HASHAD, M. N.; STINO, K. R.; EL-HINNAMY, S. I. Transformation and translocation of carbohydrates in taro plants during growth. *Annals of Agricultural Sciences*, v. 1, n. 1, p. 261-267, 1956.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. do C. *Sustentabilidade da cultura do taro (Colocasia esculenta) no centro-oeste do Brasil*. In: <<http://www.emepa.org.br>>. 2001.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C. Produção de clones de taro em função dos tipos de mudas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 646-648, out./dez., 2003.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C. Composição nutritiva de rizomas em clones de inhame cultivados em Dourados-MS. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 34, n. 1, p. 61-63, 2004.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. do C. Produção do milho doce cv. Superdoce em sucessão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama-de-frango. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 1, p. 5-9, jan./mar., 2003.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; BRATTI, R. Produção dos taros “chinês” e “macaquinho”, em função de diferentes doses de uréia. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 28, n. 3, p. 552-560, maio/jun., 2004.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; HIANE, P. A. Produção e composição nutritiva de taro em função do propágulo, em solo hidromórfico do Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Semina: Ciência Agrárias*, Londrina, v. 27, n. 3, p. 361-366, jul/set. 2006.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; GIULIANI, A. R.; HELMICH, M.; CHIQUITO, E. G.; AMADORI, A. H. Taro 'Chinês' em cultivo solteiro e consorciado com cenoura 'Brasília' e alface 'Quatro Estações'. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 24, n. 3, p. 324-328, jul./set., 2006.

HEREDIA ZÁRATE N. A.; VIEIRA M. C.; LOPES J. Produção de rizomas de inhame 'Cem/Um' sob nove populações de plantas em Dourados-MS. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 24, n. 1, p. 118-123, jan/mar., 2000.

HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; MARTINS, F. M. Produção de massa fresca dos inhames 'Cem/Um' e 'Macaquinho', em três densidades de plantas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 1, p. 119-122, mar., 2003.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; OLIVEIRA, A. C. P.; LIMA, A. A. Produção e renda bruta de dois cultivares de taro, em cultivo solteiro e consorciado com alface. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 3, p. 283-290, jul./set., 2005.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. do C.; ROSA JUNIOR, E. J.; SILVA, C. G. da. Produção de cinco clones de inhame sob três profundidades de plantio. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 26, n. 3, p. 533-538, maio/jun., 2002.

HERMANSSON, A. M.; SVEGMARK, K. Developments in the understanding of starch functionality. *Trends in Food Science e Technology*. v.7, nov., p. 345-353, 1996.

IMERSON, A. Application of alginates. In: PHILLIPS, G.O.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. (Eds). *Gums and stabilizers for the food industry*. 5th ed. Oxford: Pergamon Press, p. 553-592, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3 ed. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 1985. 533 p.

ISO. *Sensory analysis Methodology Ranking ISO/ DIS 8587*, International Standard Organization, 8p. 1988.

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. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 635-641, maio/jun., 2005.

KETIKU, A. O.; OYENUGA, Y. A. Changes in the carbohydrates constituents of yam tuber (*Dioscorea rotundata* pois) during growth. *Journal of the Science of Food and Agricultural*, London, v.24, n.4, p.367-373, apr., 1973.

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

LEONEL, M., JACKY, S., CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce – Um estudo de caso. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* v. 18, n. 3, Campinas, Aug./Oct, 1998. Disponível em: <[www.bibvirt.futuro.usp.br](http://www.bibvirt.futuro.usp.br)>. Acesso em agosto de 2008.

LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A. de; DUARTE FILHO, J. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas amiláceas. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 1, p. 49-68, out., 2005.

LEONEL, M.; MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. de; IATAURO, R. A.; DUARTE FILHO, J. Efeitos de parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de produtos expandidos de inhame. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 26, n. 2, p.459-464, abr.-jun. 2006.

LIMA, J. A.; NASSU, R. T. Substitutos de gorduras em alimentos: características e aplicações. *Química Nova*, v. 19, n. 2, p.127-134, 1996.

LIMA, J. A. *Obtenção e caracterização da farinha de batata-doce (Ipomoea batatas cv. "Cenoura") parboilizada*. João Pessoa, 2001.112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba.

LIMA, J. A. de, *Potencialidades de Industrialização do Inhame e do Taro no Brasil*, 2002, disponível em <<http://www.emepa.org.br>>. Acesso em outubro de 2006.

LÓPEZ, G.; ROS, G.; RINCÓN, F.; PERIAGO, M. J.; MARTÍNEZ, C.; ORTUNO, J. Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 47, n. 3, p. 203-207, 1997.

MAIA, L. H.; WANG, S. H.; FERNANDES, M. S.; CABRAL, L. C. Características químicas de mingaus desidratados de arroz e soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.20, n.3, p.416-423, set./dez., 2000.

MASCARENHAS, M. H. T; RESENDE LMA. Situação atual e perspectivas das culturas do taro e do inhame no estado de Minas Gerais. In: CARMO CAS (ed). *Inhame e taro: sistemas de produção familiar*. Vitória: Incaper. p. 61-71, 2002.

MATTHEWS, P. J. Genetic diversity in taro, and the preservation of culinary knowledge. *Ethnobotany Research and Applications*, vol. 2, pp. 55–71, 2004. Disponível em: <<http://scholarspace.manoa.hawaii.edu>>. Acesso em abril de 2009.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 34, p. 50-55, 2000.

MEHINAGIC, E.; ROYERA, G.É; BERTRAND, D.; SYMONEAUX, R.; LAURENS, F.; JOURJON, F. Relationship between sensory analysis, penetrometry and visible NIR spectroscopy of apples belonging to different cultivars. *Food Quality and Preference*, v. 14, p. 473-484, 2003.

MEILGARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B. T. *Sensory Evaluation Techniques*.; Boca Raton: CRC Press, 1988. 279p.

MEIRELLES, A. L. *Boletim da Biodiversidade – Centro Ecológico*, V. 1, Edição 5, abril, 4p. 2005.

MESQUITA, A. S. Inhame - *Dioscorea cayennensis* Lam. – e taro - *Colocasia esculenta* (L.) Schott. -, *Cenários dos Mercados Brasileiro e Internacional*. In: <[www.emepa.org.br](http://www.emepa.org.br)>. Acesso em fevereiro de 2009.

MIAMOTO, J. de B. M. *Obtenção e caracterização de biscoito tipo cookie elaborado com farinha de inhame (Colocasia esculenta)*. 2008. 146p. Dissertação (Mestrado Ciencia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

MILLER, W. C.; NIEDERPRUEM, M. G.; WALLACE, J. P.; LINDEMAN, A. K. Dietary fat, sugar, and fiber predict body fat content. *J. Am. Diet. Assoc.*, v. 94, n. 6, p. 612-615, 1994.

MINIM, V. P. R. Análise sensorial: Estudos com consumidores. Editora UFV. Viçosa, 2006. 225p.

MOORTHY, S. N. Extraction of starches from tubers crops using ammonia. *Carbohydrate Polimers*, v. 16, p.391-398, 1991.

MOREIRA, S. Inhame. Disponível em: <<http://www.severomoreira.net>>. Acesso em abril de 2009.

MURAYAMA, S. *Horticultura*. 2 ed. Campinas: Instituto Campinero de Ensino Agrícola. p.201-205, 1999.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis; past, present and future. *Food Research International*, Oxford, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

NIP, W. K. Taro. In: *Processing vegetables – science and technology*. SMITH, D. S.; J. N. CASH, J. N.; NIP, W. K.; HUI, Y. H. Technomic Pub., Lancaster, p. 355-387, 1997.

NJINTANG, N. Y.; MBOFUNG, C. M. F. Effect of precooking time and drying temperature on the physico-chemical characteristics and in-vitro carbohydrate digestibility of taro flour. *LWT*. v.39, p. 684–691, 2006.

NJINTANG, N. Y., MBOFUNG, C. M. F.; KESTELOOT, R. Multivariate analysis of effect of drying method and particle size of flour on the instrumental texture characteristics of paste made from two varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flour. *Journal of Food Engineering*, v. 81, p.250-256, 2007.

NJOKU, P.C.; OHIA, C. C. Spectrophometric Estimation Studies of Mineral Nutrient in Three Cocoyam Cultivars Pakistan Journal of Nutrition v. 6, n. 6, p.616-619, 2007.

NOLASCO, F. Estudos para o cultivo inundado do inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), em monocultivo e em consórcio com azolla. 1984. 80p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

OMS. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva, 2003.

PARANÁ ONLINE. Indústria da mandioca busca mercados, de 19/07/2008. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br>>. Acesso em abril de 2009.

PEDRALLI, G. Uso de nomes populares para as espécies de *Araceae* e *Dioscoreaceae*. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., João Pessoa, 2002. *Anais*. João Pessoa: EMEPA – PB, 2002. p. 308-311.

PEDRALLI, G., CARMO, C.A.S., CEREDA, M.P., PUIATTI, M., Uso de Nomes Populares para as Espécies de *Araceae* e *Dioscoreaceae* no Brasil, *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20 n. 4, p. 530-532, dez., 2002.

PENNA, E. W. *Métodos sensoriales y sus aplicaciones. Avances en análisis sensorial*. ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; SILVA, M. A. A. P. (Orgs). CYTED. São Paulo. p.13-22. 1999.

PEREIRA, G. das G.; LIMA JUNIOR, F. A. de; COUTO, E. M.; SIQUEIRA, H. H. de; PEREIRA, J. *Caracterização química da farinha de Pequi*. In: Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutos Tropicais, 2005, João Pessoa-PB. *Anais* ....., João Pessoa. SBPCFT, p. 01-04. 2005.

PEREIRA, F. H. dos S.; PUIATTI, M.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. J. H.; FINGER, F. L. Caracterização agrônômica da produção de rizomas de clones de taro, *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21 n. 1, p. 99-105, março, 2003.

PEREIRA, F. H. F.; PUIATTI, M.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. J. H.; FINGER, F. L. Divergência genética entre acessos de taro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 55-60, jan.-mar., 2004.

POWERS, J. J.; CENCIARELLI, S.; SCHINHOLSER, E. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, v.24, n.4, p. 469-484, 1984.

PUIATTI, M. Curso técnico sobre a cultura do taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). In: CARMO, C. A. S. Coord. *I Simpósio Nacional Sobre as Culturas do Inhame e do Cará*. Venda Nova do Imigrante: Incaper, p. 1-44, 2001.

PUIATTI, M. Manejo da cultura do taro. In: CARMO, C.A.S. (Ed.). *Inhame e taro: sistemas de produção familiar*. Vitória-ES: INCAPER, p. 203-252. 2002.

PUIATTI, M.; FÁVERO, C.; FINGER, F.L.; GOMES, J.M. Crescimento e produtividade de inhame e milho doce em cultivo associado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, n.1, p.24-30, 2000.

PUIATTI, M.; QUEIROGA, R. C. F. de; AQUINO, L. A. de; PEREIRA, F. H. F., Composição mineral e protéica e produção de massa em oito acessos de inhame cultivados em Viçosa. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, Jul., 2004 (Suplemento CD-Rom).

PUIATTI, M.; KATSUMOTO, R.; PEREIRA, F. H. F.; BARRELLA, T. P. Crescimento de plantas e produção de rizomas de taro 'Chinês' em função do tipo de muda. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 1, p.110-115, 2003.

PUIATTI, M.; PEREIRA, F. H. F. Caracterização de acessos de taro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH/UFV), 8p., 2002. Disponível em <<http://www.emepa.org.br>>. Acesso agosto de 2008.

PUIATTI, M.; PEREIRA, F. H. F.; AQUINO, L. A. Crescimento e produção de taro 'Chinês' influenciados por tipos de mudas e camadas de bagaço de cana de açúcar. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 4, p. 722-728, 2004.

QUERIDO, A. F. Estudo da influência das técnicas na minimização da incorporação de óleo durante o processo de fritura de maçã. 2005. 162p. Tese (Doutorado Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

ROGÉRIO, W. F.; LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A. Produção e caracterização de salgadinhos fritos de tuberosas tropicais. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*. Botucatu, v.1, p.76-85, out., 2005.

SANTOS, R. H. S. *Interações interespecíficas em consórcio de olerícolas*. 1998. 129p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, E. S. dos. Esclarecimentos sobre as denominações dos gêneros *Dioscorea* e *Colocasia*. In: *SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO*, João Pessoa, PB. Anais ... João Pessoa: Emepa, 2002, v.1, p.303-305, 2002.

SANTOS, E. S.; CEREDA, M. P.; PEDRALLI, G.; PUIATTI, M. Denominações populares das espécies de *Dioscorea* e *Colocasia* no Brasil. *Tecnol. e Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.1, n.1, p.37-41, set., 2007.

SAS INSTITUTE. The SAS- System for Windows (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

SEGNINI, S.; DEJMEK, P. & OSTE, R. Reproducible texture analysis of potato chips. *Journal of Food Science*. v. 6, n. 2, p.309-311, 1999.

SIVIERO, M. L., FERREIRA, V. L. P., VITTI, P. & SILVEIRA, E. T. F. Processamento e uso de farinha de inhame (*Colocasia esculenta* L. Schott) em produtos de panificação. *Boletim do ITAL*, Campinas, v. 21, n. 3, p. 355-80, 1984.

SMITH, L. M.; CLIFFORD, A. J.; CREVELING, R.; HAMBLIN, C. L. Lipid content and fatty acid profiles of various deep-fat fried foods. *Journal American Oil Chemistry Society*, [S.l.], v. 62, p. 996-999, 1985.

STANDAL, B. R. Nutritive Value. In: WANG, J.K., HIGA, S. ed. *Taro: A review of Colocasia esculenta and its potentials*. Honolulu: University of Hawaii Press, p. 141-147. 1983.

STONE, H.; SIDEL, J. L: *Sensory Evaluation Practices*, 2ª ed., Academic Press Inc., 1993.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol.*, v.28, p.24-34, 1974.

TACO. Tabela de Composição de Alimentos. Versão 1. NEPA – UNICAMP. 2005. 114p.

TOREZAN, G. A. P. *Desenvolvimento do processo combinado de desidratação osmótica-fritura para obtenção de Chips de manga* 2005. 291p. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

VILPOUX, O. Processamento de raízes e tubérculos tropicais para produção de chips. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. *Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas*. São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, Cap. 5. p.110-131, 2003.

WALTER Jr, W. M.; TRUONG, V. D.; ESPINEL, K. R. Effects of puree processing methods on the textural characteristics of an alginate-texturized sweet potato product. *Journal of Food Quality*, v. 22, p. 631-640, 1999.

WALTER Jr, W. M., TRUONG, V. D.; ESPINEL, K. R. Textural measurements and product quality of restructured sweetpotato french fries. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* v. 35, p. 209-215, 2002.

WANG, J. K. Introduction. In: WANG, J. K., HIGA, S. ed. *Taro: A review of Colocasia esculenta and its potentials*. Honolulu: University of Hawaii Press, p.3-13, 1983.

WIESE-FALES, J.; FERTILE MIND; Elephant ears more than just a pretty plant." *Columbia Daily Tribune*. Columbia Daily Tribune MO. 2008. Retrieved April 29, 2009 from HighBeam Research: <<http://www.highbeam.com>>. Acesso agosto de 2008.

**Site visitado:** <<http://www.abhorticultura.com.br>>. Acesso em: 12 setembro 2007.