

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E FUNCIONAL DE BISCOITOS SEM GLÚTEN UTILIZANDO DERIVADOS DE RAÍZES E FOLHAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)

Elisa Cristina Andrade Neves^{1,2*}, Beatriz Andrade Moyses³, Maria Teresa Silva Pedrosa Clerici¹

¹Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), Campinas (SP), Brasil.

²Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Tecnologia (ITEC), Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Belém, Pará, Brasil.

³Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF), Campinas (SP), Brasil.

* eneves@ufpa.br

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos grandes produtores de biscoitos, e apesar de não ser um alimento básico como os pães, são consumidos pela população em geral, devido sua facilidade de consumo e variedade de tipos, diversificando suas características nutricionais e funcionais, como os biscoitos sem glúten. Essa diversificação se deve a utilização de diferentes ingredientes, principalmente em substituição da farinha de trigo, visando diminuir o teor de glúten ou aumentar o teor proteico ou de fibras. Dentre os ingredientes que tem potencialidade de serem utilizados na elaboração de biscoitos sem glúten se destacam os derivados de mandioca.

Esses produtos são importantes na culinária brasileira, mas, infelizmente, não são utilizados comumente em produtos de panificação. Todavia, possuem alto potencial, visto seu conteúdo amiláceo, não ter capacidade de formar glúten e por apresentar propriedades tecnológicas adequadas, como índice de expansão e solubilidade. Além disso, podem apresentar amido resistente, tornando um produto de menor índice glicêmico, pois este tipo de amido não é digerido pelas enzimas sendo facilmente eliminado pelo organismo, aumentando a sensação de saciedade (Fuentes-Zaragoza *et al.*, 2010).

A farinha de mandioca é o derivado com maior potencial para a ser utilizado na elaboração de biscoito sem glúten, entretanto possui baixos teores de proteínas e micronutrientes. Todavia, as folhas de mandioca, apresentam alto teores de proteínas, mas são pouco utilizadas como alimento devido a quantidade de compostos cianogênicos presente (Montagnac *et al.*, 2009). Todavia, o preparo adequado, através do cozimento, elimina os compostos tóxicos, possibilitando o uso e consumo das folhas.

Sabendo-se que os derivados de mandioca são uma das principais fontes de amido, suas folhas uma fonte de proteína, a utilização destes ingredientes na formulação de biscoitos sem glúten, visando não só o sabor, mas também a saudabilidade, tornam alternativas para elaboração de produtos para celíacos e pessoas que se restringem a uma alimentação baseada em vegetais.

O objetivo do trabalho foi realizar a avaliação da vida de prateleira e características sensoriais dos biscoitos sem glúten elaborados com derivados de raízes de mandioca e diferentes concentrações de folhas de mandioca cozidas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

Na elaboração dos biscoitos sem glúten foram utilizados derivados de mandioca, como farinha de mandioca branca (Figura 1A); cúí (Figura 1B); farinha de tapioca (Figura 1C); folhas de mandioca cozida (folhas de mandioca cozidas), adquiridos no complexo do Mercado Ver-o-Peso em Belém-PA (coordenadas geográficas 1° 28' 03" S; 48° 29' 18" W) e farinha de arroz (Figura 1D).

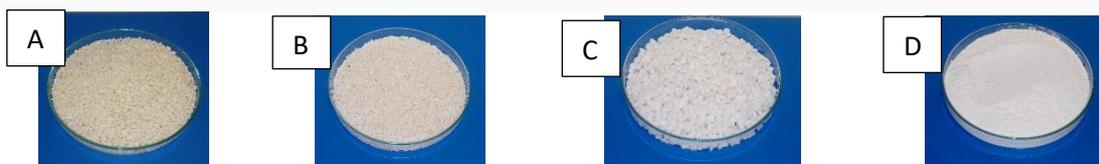


Figura 1. Ingredientes utilizados na elaboração dos biscoitos (A) farinha de mandioca branca; (B) cúí; (C) farinha de tapioca; (D) farinha de arroz.

2.2 MÉTODOS

Foram avaliadas quatro formulações de biscoitos, baseadas e adaptadas de Silva *et al.* (2015) e Clerici, Oliveira e Nabeshima (2013), sendo a controle sem adição de folhas de mandioca cozidas (M01), e as formulações com adições de 3,03% (M11), 4,48 % (M21) e 5,88 % (M31) de folhas de mandioca cozidas. Os demais ingredientes foram mantidos nas proporções apresentadas na Tabela 1.

Após a mistura dos ingredientes, a massa foi laminada e cortada ($h=6,5$ mm e $\phi=3,5$ cm), sendo os biscoitos forneados a 160°C (lastro e teto) por 20 minutos. Os biscoitos sem glúten (BSG) assados (Figura 2) foram resfriados, embalados a vácuo em embalagens laminadas multicamadas e armazenados em temperatura de 25° C por 28 dias. Foram realizadas as análises (Tempo 0 dia) para determinação de crescimento horizontal e vertical, perda de peso após o forneamento, volume específico, umidade, atividade de água, dureza e parâmetros de cor instrumental (L^* , a^* , b^* e ΔE^*), todas em triplicata (AACCI, 2011). Foi realizada a avaliação da vida de prateleira dos biscoitos sem glúten em relação ao teor de umidade, atividade de água, textura e cor instrumental (AACCI, 2011) nos tempos 1, 7, 15, 21 e 28 dias após forneamento.

Tabela 1. Formulações dos biscoitos sem glúten controle e com adições de folhas de mandioca cozidas¹.

Ingredientes	Controle M0 (%)	M1 (%)	M2 (%)	M3 (%)
Farinha de mandioca	6,25	6,06	5,97	5,88
Gordura vegetal de palma	24,99	24,23	23,87	23,52
Açúcar refinado	23,43	22,72	22,38	22,05
Cuí triturado	21,47	20,82	20,51	20,21
Farinha de arroz	7,79	7,56	7,46	7,36
Farinha de tapioca	5,86	5,68	5,59	5,51
Água	5,86	5,68	5,59	5,51
Cacau em pó	3,90	3,79	3,73	3,67
Folhas de mandioca cozidas	0	3,03	4,48	5,88
Sal	0,20	0,19	0,19	0,18
Fermento químico em pó	0,13	0,12	0,12	0,12
Especiarias ²	0,08	0,08	0,07	0,07
Bicarbonato de amônia	0,04	0,04	0,04	0,04

¹Biscoitos M0= controles com 0% de folhas de mandioca cozidas; M1= com 3% de folhas de mandioca cozidas cozida; M2= com 4,5 % de folhas de mandioca cozidas cozida; M3= com 5,9 % de folhas de mandioca cozidas cozida.

²Canela em pó, cravo em pó e noz moscada em pó

Foi realizada análise sensorial dos biscoitos sem glúten (BSG), avaliados por 120 provadores não treinados, por teste afetivo de aceitação, com escala hedônica estruturada (“9” gostei muitíssimo e “1” “desgostei muitíssimo”) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006) e teste de intenção de consumo (“1” certamente não consumiria; “5” certamente consumiria), tendo o projeto sido submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da UNICAMP (CAAE 79825817.5.0000.5404).

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e à comparação de médias através do teste de Scott Knott, no sistema SISVAR, com nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas no tempo 0 dia estão apresentados na Tabela 2. Foi observado que não houve diferença significativa entre os biscoitos em relação a perda de peso, entretanto verificou-se que apresentaram diferença significativa em relação ao teor de umidade e atividade de água, devido evaporação da água com aumento da temperatura durante forneamento, influenciando assim na dureza dos produtos. M0 apresentaram crescimento horizontal, indicando que a adição de FMC interferiu neste parâmetro, diminuindo a espalhabilidade, bem como influenciou no crescimento vertical, sendo que os biscoitos M3, elaborados com a maior adição de FMC, apresentaram menor crescimento entre eles. Considerando o volume específico, verificou-se que os M2 e M3 apresentaram diferença significativa quando comparado aos M01 e M1, indicando que os M0, com maior volume específico, apresentaram a menor dureza entre eles. Verificou-se que os biscoitos com adição de FMC apresentaram-se mais escuros em relação ao

controle (M0), apresentando diferenças significativas nos parâmetros L*, a* e b*, sendo facilmente distinguível as diferenças por terem apresentado ΔE^* entre 3,0 e 6,0 (MORITZ, 2011).

Tabela 2. Perda de peso, crescimento horizontal e crescimento vertical, volume específico, dureza e parâmetros de cor dos biscoitos sem glúten elaborados com folhas de mandioca, no tempo 0 dia^{1,2}.

Parâmetros	M0	M1	M2	M3
Perda de peso (%)	11,4±4,28 ^{ns}	10,93±8,06 ^{ns}	7,23±3,78 ^{ns}	14,77±4,22 ^{ns}
Crescimento horizontal (%)	4,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^b	2,00±0,00 ^b	2,00±0,00 ^b
Crescimento vertical (%)	5,63±1,65 ^a	5,97±2,44 ^a	5,52±2,62 ^a	3,76±0,67 ^b
Volume específico (mL/g)	3,87±0,36 ^a	3,02±0,49 ^a	2,16±0,39 ^b	3,07±0,40 ^b
Umidade (%)	4,52±0,02 ^c	5,26±0,04 ^b	5,34±0,18 ^b	6,95±0,03 ^a
Atividade de água	0,38±0,01 ^c	0,43±0,00 ^b	0,43±0,00 ^b	0,51±0,00 ^a
Dureza (N)	26,67±5,24 ^a	45,17±9,64 ^a	37,79±4,72 ^b	27,20±4,09 ^c
Parâmetros de cor ²				
L*	26,93±0,13 ^d	30,37±0,34 ^c	31,65±0,16 ^a	30,86±0,17 ^b
a*	9,76±0,17 ^b	10,43±0,38 ^a	9,33±0,10 ^c	8,23±0,01 ^d
b*	11,51±0,14 ^c	14,49±0,3 ^a	13,35±0,43 ^b	12,13±0,44 ^c
ΔE^*	0	4,60	5,08	4,26

¹ Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). ns= não significativo. BSG assados (M0) 0%; (M1) 1,03%; (M2) 1,55%; (M3) 2,07% de folhas cozidas (bs).

² L*= luminosidade; a*= coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde); b* = coordenada amarelo / azul (+b indica amarelo e -b indica azul); ΔE^* =diferença total de cor = $[\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2]^{1/2}$

Verificou-se na Figura 2 que houve aumento do teor de umidade e da atividade de água dos biscoitos durante o período de armazenamento, havendo correlação entre os teores os dois parâmetros, indicando assim que a estabilidade dos produtos foi de 14 dias após o processamento, por terem sido apresentado A_w menor que 0,5.

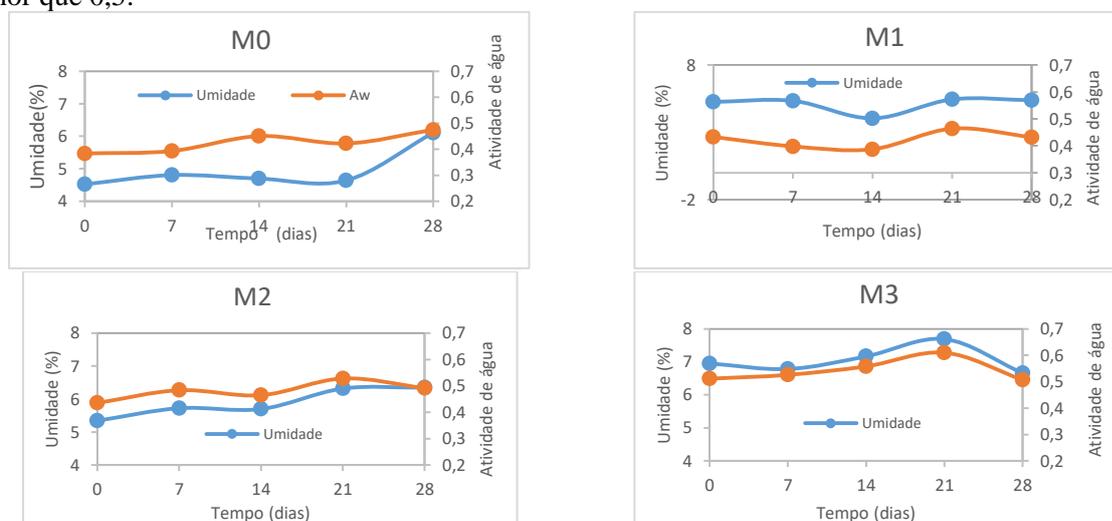


Figura 2. Teor de umidade (%) e atividade de água durante a avaliação da vida de prateleira dos biscoitos (M01 a M31) durante 28 dias de armazenamento.

Considerando os parâmetros de cor no sistema L*, a* e b* (Tabela 3), foi possível observar diferenças significativas entre todas as formulações, no entanto, os biscoitos M2 apresentaram níveis médios de luminosidade. Avaliando as variações de ΔE^* e a percepção de cor pelos consumidores, verificou-se, segundo Moritz (2011), que após 1 e 15 dias de armazenamento os biscoitos M1, M2 e M1 apresentaram diferença de cor facilmente distinguível ($3,0 < \Delta E^* < 6,0$) quando comparado ao controle (M0). Após 21 dias, os biscoitos M2 e M3 apresentaram diferença de cor distinguível, enquanto a M1 foi facilmente distinguível em comparação ao controle.

Tabela 3. Dureza e parâmetros de cor dos biscoitos sem glúten adicionados de folhas de mandioca cozidas durante avaliação da vida de prateleira^{1,2}.

Tempo (dias)	Dureza (N)				
	M01	M11	M21	M31	
1	26,67±5,24 ^{aA}	45,17±9,64 ^{aA}	37,79±4,72 ^{bB}	27,20±4,09 ^{cC}	
7	35,74±2,75 ^{aB}	31,59±9,45 ^{aB}	37,03±6,56 ^{aB}	29,08±3,81 ^{aC}	
15	36,95±7,34 ^{bB}	35,72±14,29 ^{bB}	57,23±1,76 ^{aA}	34,32±4,14 ^{bB}	
21	44,93±9,60 ^{aA}	47,61±6,47 ^{aA}	43,21±8,47 ^{aB}	36,80±6,90 ^{aB}	
28	51,18±7,35 ^{aA}	nd	49,85±5,20 ^{aA}	52,498±4,76 ^{aA}	
Parâmetros de cor ³		M01	M11	M21	M31
1	L*	26,93±0,13 ^{dC}	30,37±0,34 ^{cC}	31,65±0,16 ^{aC}	30,86±0,17 ^{bB}
	a*	9,76±0,17 ^{bB}	10,43±0,38 ^{aA}	9,33±0,10 ^{cB}	8,23±0,01 ^{dB}
	b*	11,51±0,14 ^{cA}	14,49±0,30 ^{aA}	13,35±0,43 ^{bB}	12,13±0,44 ^{cA}
	ΔE*	0	4,60	5,08	4,26
7	L*	28,29±0,31 ^{cB}	31,69±0,18 ^{bB}	33,28±0,73 ^{aB}	32,27±0,30 ^{bA}
	a*	10,68±0,48 ^{aA}	14,54±0,40 ^{bA}	10,55±0,08 ^{aA}	9,38±0,19 ^{bA}
	b*	11,94±0,30 ^{cA}	14,54±0,40 ^{bA}	16,29±0,71 ^{aA}	13,94±0,23 ^{bA}
	ΔE*	0	5,76	6,62	4,64
15	L*	29,50±0,34 ^{cA}	33,22±0,44 ^{bA}	34,49±0,30 ^{bA}	33,58±0,47 ^{aB}
	a*	10,28±0,10 ^{aA}	10,01±0,19 ^{aA}	10,16±0,41 ^{aA}	9,80±0,47 ^{aA}
	b*	12,27±0,41 ^{bA}	13,90±0,24 ^{aA}	14,43±0,31 ^{aB}	13,46±1,04 ^{aA}
	ΔE*	0	4,07	5,43	4,27
21	L*	29,48±0,18 ^{dA}	32,92±0,17 ^{aA}	31,52±0,77 ^{bC}	30,41±0,27 ^{cB}
	a*	9,93±0,13 ^{bB}	10,67±0,09 ^{aA}	9,54±0,32 ^{bB}	8,25±0,53 ^{cB}
	b*	12,03±0,24 ^{cA}	15,55±0,25 ^{aA}	13,74±0,55 ^{bB}	12,24±1,46 ^{cA}
	ΔE*	0	4,97	2,69	1,93
28	L*	29,41±0,50 ^{cA}	33,17±0,85 ^{aA}	32,83±0,27 ^{aB}	30,91±0,67 ^{bB}
	a*	10,07±0,32 ^{aB}	10,26±0,48 ^{aA}	9,09±0,70 ^{bB}	8,39±0,34 ^{bB}
	b*	12,04±0,75 ^{bA}	14,73±1,00 ^{aA}	14,09±1,05 ^{aB}	12,93±0,37 ^{bA}
	ΔE*	0	4,62	4,10	2,42

¹Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05). ²Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

²BSG assados (M01) 0%; (M11) 1,03%; (M21) 1,55%; (M31) 2,07% de folhas cozidas (bs).

³L*= luminosidade; a*= coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde); b*= coordenada amarelo / azul (+b indica amarelo e -b indica azul); ΔE*=diferença total de cor = $[\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2]^{1/2}$

Os resultados da análise sensorial (Tabela 4) indicaram que não houve diferença significativa nas notas atribuídas para a aparência, cor, aroma, sabor, global e intenção de consumo entre os biscoitos avaliados. O único parâmetro que apresentou diferença significativa no teste de aceitação foi a crocância, onde os biscoitos M1 foram os menos aceito dentre as 4 formulações. Portanto, foram selecionados os biscoitos M32 por terem sido elaborados com a maior concentração de folhas de mandioca cozidas cozida (5,6%).

Tabela 4. Resultados dos testes de aceitação e intenção de consumo dos biscoitos controle e com adição de folhas de mandioca cozidas^{1,2}

Testes	Atributos	M02	M12	M22	M32
Teste de aceitação ³	Aparência	7,11±1,37 ^{ns}	6,92±1,49 ^{ns}	6,99±1,35 ^{ns}	6,76±1,56 ^{ns}
	Cor	7,29±1,41 ^{ns}	7,27±1,39 ^{ns}	7,34±1,34 ^{ns}	7,19±1,38 ^{ns}
	Aroma	6,11±1,62 ^{ns}	6,39±1,57 ^{ns}	6,31±1,58 ^{ns}	6,28±1,5 ^{ns}
	Crocância	7,56±1,46 ^a	6,93±1,88 ^b	7,46±1,48 ^a	7,52±1,4 ^a
	Sabor	6,69±1,82 ^{ns}	6,56±1,71 ^{ns}	6,77±1,63 ^{ns}	6,76±1,47 ^{ns}
	Global	7±1,45 ^{ns}	6,6±1,45 ^{ns}	6,93±1,37 ^{ns}	6,94±1,25 ^{ns}
Intenção de consumo ⁴		3,77±1,01 ^{ns}	3,44±1,02 ^{ns}	3,64±0,98 ^{ns}	3,61±0,89 ^{ns}

¹Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05); ns= não significativo

²BSG assados (M02) 0%; (M12) 1,03%; (M22) 1,55%; (M32) 2,07% de folhas cozidas (bs).

³ Teste Aceitação, escala hedônica 7=Gostei regularmente; 6= Gostei ligeiramente

⁴ Intenção de consumo 3=Talvez consumiria, talvez não consumiria

Considerando a intenção de consumo, verificou-se que todos os biscoitos receberam a nota máxima (%), no entanto o que mais recebeu tal nota foi o M0. Mesmo com o maior número de notas máximas, M0 não apresentou diferenças significativas em relação aos demais biscoitos.

A composição centesimal dos biscoitos sem glúten está apresentada na Tabela 5. Verificou-se que o aumento na porcentagem da adição de folhas de mandioca cozida (FMC) em cada formulação, ocasionou aumento nos teores de proteína dos biscoitos sem glúten, sendo que esse aumento entre os biscoitos crus M0 e M3 foi de 11,42% e entre os biscoitos assados foi 13,46%. Além do benefício do aumento dos teores de proteína nos biscoitos, a adição de FMC também resultou no aumento nos teores de fibras e na diminuição de gorduras totais, do valor energético e dos carboidratos nos biscoitos sem glúten em relação aos controles (M02).

Tabela 5. Composição centesimal dos biscoitos sem glúten crus e assados controle e os com adição de folhas de mandioca cozidas elaborados na etapa 4¹.

Quantidade por 100g	Biscoitos crus				Biscoitos assados			
	M0	M1	M2	M3	M0	M1	M2	M2
Valor energético (kcal/100g)	438,32	442,35	438,58	431,64	498,08	498,08	503,61	503,61
Umidade (g)	15,39	14,61	15,11	16,43	3,85	2,8	2,65	2,5
Carboidratos (g)	56,31	56,83	55,82	54,94	63,98	64,78	63,91	64,1
Proteína (g)	1,86	1,88	2,09	2,1	2,12	2,14	2,39	2,45
Gorduras totais (g)	22,85	23,06	22,99	22,61	25,96	26,29	26,33	26,38
Fibras (g)	3,52	3,55	3,92	3,85	4	4,05	4,49	4,49
Sódio (mg)	70	70	70	70	90	90	80	80

¹BSG assados (M0) 0%; (M1) 1,03%; (M2) 1,55%; (M3) 2,07% de folhas cozidas (bs).

4 CONCLUSÃO

A utilização de folhas cozidas e os derivados de mandioca mostraram-se viáveis para a produção dos biscoitos sem glúten, podendo ser utilizados como novos ingredientes, o que aumentaria o valor agregado e a demanda por esses produtos, promovendo a valorização da agricultura familiar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq, SAE, PIBIC-UNICAMP e FAPESP (2015/196374).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACCI. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Approved Methods of Analysis**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists International, 2011.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the AOAC International**. Arlington: AOAC, 2006.
- CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E. D.; NABESHIMA, E. H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 2, p. 139-146, abr./jun. 2013.
- FUENTES-ZARAGOZA, E.; RIQUELME-NAVARRETE, M. J.; SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Resistant starch as functional ingredient: A review. *Food Research International*, 43, 931–942, 2010.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. 448 p.
- MONTAGNAC, J. A.; DAVIS, C. R.; TANUMIHARDJO, S. A. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement. . **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 8, p. 181-194, 2009.
- MORITZ, A.R. Existe cor em nossas vidas: a colorimetria aplicada em nossos dias. São Paulo: Mundo da Cor.p. 176, 2011.
- SILVA, D. A. Q.; WAHANIK, A.L.; AZEREDO, E. M.C. ;SCHMIELE, M.; CHANG, Y.K. ; CLERICI, M.T.P.S. Gluten-free cookies with potato starch and modified albumin: development, technology, nutrition and sensory evaluation. In: Langdon, R. T. (Org.). **Gluten-Free Diets: Food Sources, Role in Celiac Disease and Health Benefits**. 1ed.New York: Nova Science Publishers, 2015, v. 1, p. 1-25.