

PADRONIZAÇÃO DE UM PRODUTO DE CONFEITARIA DIET COM A METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

André de Lima Berzagui *
Mariane Alves Palacios **
Flávia Santos Twardowski Pinto ***

Resumo: O segmento de produtos de panificação e confeitaria tem aumentado como resposta à demanda do mercado. Dentro deste segmento destacam-se os produtos para fins especiais, os quais visam atender um público específico. Diante disso, este trabalho teve como objetivo a produção de um produto de confeitaria *diet*, um bolo. O produto tecnológico escolhido utilizou a batata Yacon que, ao contrário da batata convencional, não eleva as taxas de açúcar no sangue na mesma proporção que os produtos com altos índices glicêmicos. Dessa forma, para avaliar a influência das variáveis batata Yacon e adoçante no bolo produzido, foi realizado um planejamento experimental 2^2 com quatro pontos centrais. Os bolos produzidos foram analisados por 100 assessores sensoriais, através de um método quantitativo de Escala Hedônica estruturada de nove pontos. Como resultados, observou-se que as variáveis batata Yacon e adoçante, bem como a interação entre elas, não apresentaram efeito significativo para os atributos sensoriais de sabor, textura e cor. Já a variável adoçante foi significativa para o atributo odor, bem como a interação entre a batata Yacon e o adoçante. Para os atributos sabor residual e aceitação global, a variável batata Yacon também apresentou efeito significativo. Estatisticamente, pode-se concluir que valores maiores de batata Yacon proporcionam melhor aceitação do produto produzido.

Palavras-chave: Análise sensorial. Batata Yacon. Bolo *diet*

1 Introdução

O mercado de panificação vem crescendo com o tempo, podendo ser observado um aumento no consumo de produtos para fins especiais por pessoas preocupadas em reduzir a ingestão de açúcar e aumentar a ingestão de fibras alimentares em suas dietas. Um exemplo deste público são os diabéticos, que representam 10% da população mundial (BROWN, 2011). Diante disso, é interessante que a indústria de alimentos busque alternativas para atender diferentes nichos de mercado, desenvolvendo produtos com menor valor calórico e alto valor nutricional, proporcionando características sensoriais semelhantes ou superiores aos alimentos processados tradicionalmente. Para que as indústrias possam oferecer estes produtos aos consumidores é necessário o conhecimento de novas técnicas e matérias-primas, já que a textura, a palatabilidade e o sabor são propriedades de importância crítica ao desenvol-

* Aluno do curso Médio Integrado em Informática – IFRS.

** Aluna do curso Médio Integrado de Administração – IFRS.

*** Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) e Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

vimento desses novos produtos (VENTURA, 2004). Dentre os insumos pesquisados, a batata Yacon foi definida como o insumo a ser utilizado no desenvolvimento de um produto de confeitaria *diet*.

2 Referencial teórico

Esta seção apresenta alguns aspectos teóricos que orientaram o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 Batata Yacon

A batata Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é a denominação popular da erva perene nativa dos Andes, cultivada em diferentes países como recurso alimentar e medicinal. As raízes tuberosas e partes vegetativas aéreas são frequentemente empregadas como coadjuvante no tratamento do diabetes (DUARTE; WOLF; PAULA, 2008). Segundo Asami *et al.* apud Moscatto, Prudêncio-Ferreira; Haully (2004), a batata Yacon é uma erva perene de talo piloso que possui estocado em suas raízes tuberosas os carboidratos frutose, glicose, sacarose e, principalmente, oligossacarídeos de baixo grau de polimerização, que podem chegar a 67% da matéria seca logo após a colheita. Quimicamente, a Yacon é rica em água (cerca de 90%), é considerada boa fonte de potássio, possui carotenóides provenientes da pigmentação amarelo-clara, sendo que o principal carotenóide presente é o betacaroteno, um importante antioxidante, além de precursor da Vitamina A.

A batata Yacon possui elevada concentração de Frutooligossacarídeos (FOS) e por isso pode ser considerada um alimento funcional. Os FOS são açúcares que não são digeríveis pelo organismo humano devido à ausência de enzimas necessárias para sua metabolização, e apresentam comportamento semelhante aos das fibras alimentares. Desta forma, auxilia no controle da glicemia, podendo ser utilizada por pessoas portadoras de diabetes do tipo 2 (MOSCATTO; PRUDÊNCIO-FERREIRA; HAULY, 2004; SANTANA; CARDOSO, 2008).

2.2 Metodologia de Superfície de Resposta

Dentro da Modelagem matemática tem-se a Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) que é uma técnica de otimização baseada em planejamentos fatoriais, introduzida por G. E. P. Box na década de cinquenta. Desde então, ela tem sido utilizada na modelagem de diversos processos industriais (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2001).



Segundo Neto, Scarminio e Bruns (2001) a realização de ensaios através de um planejamento fatorial deve ser realizada para a aplicação da MSR. Para tanto, deve-se selecionar um número fixo de níveis para cada um dos fatores ou variáveis de entrada e então executar experimentos com todas as possíveis combinações. Como primeira etapa normalmente é utilizado um planejamento fatorial de 2 (dois) níveis (nível -1 e nível +1) para cada variável. Assim, para n variáveis envolvidas no estudo, o número de experimentos que deve ser realizado para investigar todas as combinações possíveis é igual a 2^n . Geralmente, também se realizam 3 ensaios no ponto central (nível zero) para permitir o cálculo do erro experimental (erro puro).

Como principal vantagem da utilização do planejamento fatorial e da MSR, destaca-se a oportunidade de considerar simultaneamente vários fatores em diferentes níveis, bem como a interação entre eles, utilizando um número menor de experimentos.

2.3 Análise de Variância - ANOVA

Para avaliar se os modelos empíricos obtidos através da regressão multilinear ou não linear que apresentam um grau de ajuste adequado aos dados experimentais, Box, Hunter e Hunter (1978) sugeriram a realização de uma análise estatística, utilizando como parâmetros o coeficiente de correlação da regressão e o valor estimado para o teste F.

O coeficiente de correlação é um parâmetro estatístico que compara a variância dos pontos experimentais em relação ao modelo proposto, com variância da própria população de pontos experimentais. Quanto mais próximo da unidade estiver o valor do coeficiente de correlação, melhor será o ajuste dos modelos aos pontos experimentais.

Através da realização do teste F, ou seja, comparando o valor estimado para F a partir dos dados experimentais com o valor tabelado para uma distribuição de referência, é possível verificar a relevância estatística dos fatores experimentais no valor das respostas. O fundamento do teste F consiste em verificar se existe ou não relação entre as variáveis e a resposta (MONTGOMERY, 2008).

2.4 Análise Sensorial

A análise sensorial compreende um conjunto de técnicas utilizadas para a medição de atributos sensoriais a partir de respostas humanas tais como visão, tato, olfato, gosto e audição. As informações obtidas através da avaliação sensorial de um produto são utilizadas por empresas como suporte técnico para a pesquisa e controle de qualidade, bem como para a

industrialização e marketing. Do ponto de vista do consumidor, a análise sensorial garante que o produto chegue ao mercado satisfazendo suas necessidades e expectativas (LAWLESS; KLEIN, 1991).

Dentre os testes sensoriais existentes têm-se os testes descritivos. Estes consistem na técnica sensorial, na qual os atributos de um produto são identificados e quantificados por assessores treinados especificamente para este propósito. Estes testes são apropriados quando se desejam informações detalhadas sobre os atributos de um produto. Já os testes discriminativos, também chamados de testes analíticos, têm como objetivo avaliar os efeitos específicos através de discriminação simples, ou seja, estes testes indicam se as amostras são iguais ou diferentes. Estes testes são aplicados frequentemente para pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e controle de qualidade. E, finalmente, os testes afetivos, também chamados de testes de preferência ou aceitabilidade, são destinados aos consumidores de um determinado produto. São aplicados com alguns objetivos específicos como verificação do posicionamento do produto no mercado, otimização de uma formulação, desenvolvimento de novos produtos e avaliação do potencial do mercado (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

3 Materiais e Métodos

A batata Yacon foi cultivada no mês de setembro, conforme orientado por Santana e Cardoso (2008).

No planejamento fatorial foram realizados 8 (oito) experimentos, utilizando-se o planejamento fatorial 2^2 com quatro pontos centrais a fim de avaliar a influência das variáveis batata Yacon e adoçante em relação aos aspectos sensoriais da produção de um bolo *diet* de acordo com a metodologia desenvolvida por Neto, Scarminio e Bruns (2001). Os demais insumos do bolo *diet* permaneceram constantes, como o fermento, farinha de rosca, nozes, ovos e óleo. A Tabela 1 apresenta os valores codificados e reais do planejamento. Salienta-se que foi avaliado um modelo matemático para cada um dos atributos sensoriais estudados, sendo Y a resposta medida para cada um destes atributos.

O modelo linear para a predição das quantidades de batata Yacon e adoçante pode ser visualizado na equação 1.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon \quad \text{Eq. (1)}$$

onde Y representa a resposta para o atributo sensorial avaliado pelos assessores sensoriais, β_0 é o coeficiente de intercepção, β_1 e β_2 são os coeficientes lineares e x_1 e x_2 represen-

tam as variáveis estudadas, adoçante e batata Yacon respectivamente. As variáveis codificadas foram definidas de acordo com a equação 2:

$$x_i = \frac{X_i - X_0}{\Delta X_i} \quad \text{Eq. (2),}$$

onde x_i é o valor codificado para a variável independente, X_i é o valor real para a variável independente, X_0 é o valor real da variável independente no ponto central e ΔX_i é o valor de mudança de passo.

Os bolos foram produzidos em uma padaria da cidade de Osório.

O *software* utilizado para verificar o modelo foi o *Statistica* 10.0 da *Statsoft* para *Windows*. A Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada para avaliar a significância do modelo proposto a 5%.

Tabela 1 - Valores codificados e reais do Planejamento Experimental

Ensaio	Níveis codificados		Níveis reais (g)	
	x_1^*	x_2^*	X_1^*	X_2^*
1	-1	-1	110	150
2	1	-1	150	150
3	-1	1	110	250
4	1	1	150	250
5	0	0	130	200
6	0	0	130	200
7	0	0	130	200
8	0	0	130	200

*₁ = adoçante; *₂ = Yacon

Fonte: Os autores.

Na análise sensorial foi utilizado um método quantitativo, método de escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 1 corresponde a “desgostei muitíssimo”, 5 “nem gostei nem desgostei” e 9 a “gostei muitíssimo”. As amostras foram avaliadas por 100 assessores sensoriais que quantificaram a aceitação dos atributos sabor, textura, aparência, cor e a aceitação global (DUTCOSKY, 2011). No apêndice 1 pode ser observada a ficha de avaliação sensorial.

4 Resultados e Discussões

A influência das variáveis adoçante e batata Yacon foram avaliadas estatisticamente bem como as interações entre elas. Os efeitos foram calculados com o auxílio do programa *Statistica* 10.0.

Através do planejamento fatorial verificou-se que em relação aos atributos cor, sabor e textura não houve nenhum efeito significativo, sendo, portanto possível utilizar quaisquer quantidades de adoçante e batata Yacon dentro dos valores analisados neste trabalho.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos através do Planejamento Fatorial 2^2 com quatro repetições no ponto central que forneceram o erro experimental para a verificação do modelo linear para os atributos sabor residual, odor e aceitação global.

Tabela 2 - Resposta do Planejamento Fatorial 2^2 com quatro pontos centrais

Ensaio	Adoçante	Yacon	Aceitação global	Odor	Sabor residual
1	-1	-1	6,6	6,8	5,7
2	1	-1	6,3	6,8	5,3
3	-1	1	6,9	6,3	6,4
4	1	1	6,7	7	6,4
5	0	0	6,8	7,1	6,3
6	0	0	6,8	7,2	6,3
7	0	0	6,6	6,6	6,0
8	0	0	6,8	6,9	6,4

Fonte: Os autores.

Segundo Box, Hunter e Hunter (1978), através da comparação dos valores dos efeitos estimados para cada variável com erro padrão associado é possível prever a influência de cada resposta estudada. Por isso, de acordo com a Tabela 3 verificou-se que dois parâmetros afetaram significativamente o odor do bolo, sendo eles o adoçante e a interação entre o adoçante e a batata Yacon a 95% de confiança.

Tabela 3 - Análise de variância para o atributo Odor

	SQ	GL	MQ	$F_{calculado}$	Valor -p
Adoçante	0,023	1	0,023	13,953	0,020
Yacon	0,005	1	0,005	3,039	0,156
Adoçante x Yacon	0,053	1	0,053	32,806	0,005
Erro	0,006	4	0,002		
Total	0,087	7			

SQ = soma quadrática; GL = graus de liberdade; MQ = média quadrática;

Fonte: Os autores.

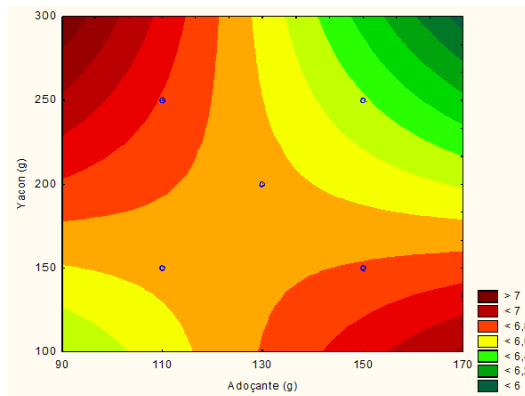
O modelo para o odor pode ser visualizado na equação 3.

$$y = 6,64 - 0,075x_1 - 0,035x_2 - 0,115 \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde x_1 é a quantidade de adoçante codificada e x_2 é a quantidade de batata Yacon codificada. A porcentagem de ajuste da regressão foi de 92%.

A superfície de resposta para atributo odor pode ser observada na Figura 1.

Figura 1. Superfície de contorno do atributo odor



Fonte: Os autores.

Observou-se que houve interação entre as variáveis adoçante e batata Yacon. À medida que a quantidade de batata Yacon é aumentada e a quantidade de adoçante diminuída há um aumento da aceitação do atributo odor pelos assessores sensoriais. De forma semelhante, quando há o aumento da quantidade de adoçante e diminuição da quantidade de batata Yacon também ocorre melhor aceitação em relação a este atributo.

Para o atributo sabor residual verificou-se que apenas a batata Yacon afetou significativamente as respostas dos assessores a 95% de confiança, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise de variância para o atributo Sabor residual

	SQ	GL	MQ	$F_{calculado}$	Valor -p
Adoçante	0,032	1	0,032	0,389	0,566
Yacon	0,810	1	0,810	9,737	0,036
Adoçante x Yacon	0,026	1	0,026	0,308	0,609
Erro	0,333	4	0,083		
Total	1,201	7			

SQ = soma quadrática; GL = graus de liberdade; MQ = média quadrática;

Fonte: Os autores.

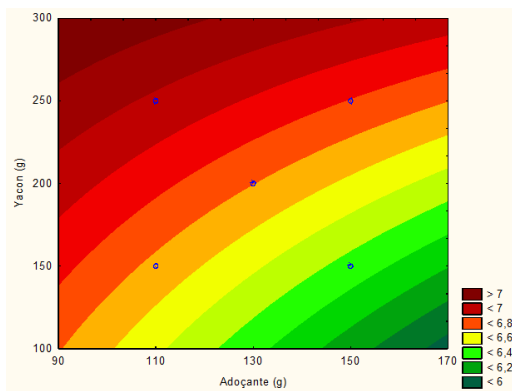
O modelo para o atributo sabor residual pode ser visualizado na equação 4.

$$y = 6,13 - 0,09x_1 + 0,45x_2 - 0,08 \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde x_1 é a quantidade de adoçante codificada e x_2 é a quantidade de batata Yacon codificada. A porcentagem de ajuste da regressão foi de 72,3%.

A superfície de resposta pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 - Superfície de contorno do atributo Sabor residual



Fonte: Os autores.

Analisando a Figura 2 e de posse dos resultados da Tabela 4, pode-se dizer que os ensaios que utilizaram valores elevados de batata Yacon proporcionaram melhor aceitação deste atributo. Este fato pode ser atribuído, possivelmente, ao Yacon mascarar o sabor residual do adoçante.

A Tabela 5 mostra que apenas um parâmetro afetou significativamente a aceitação global do bolo, sendo ele a batata Yacon a 95% de confiança.

Tabela 5 - Análise de variância para o atributo Aceitação Global

	SQ	GL	MQ	$F_{calculado}$	Valor -p
Adoçante	0,062	1	0,062	3,759	0,125
Yacon	0,138	1	0,138	8,369	0,044
Adoçante x Yacon	0,004	1	0,004	0,245	0,647
Erro	0,066	4	0,016		
Total	0,270	7			

SQ = soma quadrática; GL = graus de liberdade; MQ = média quadrática

Fonte: Os autores.

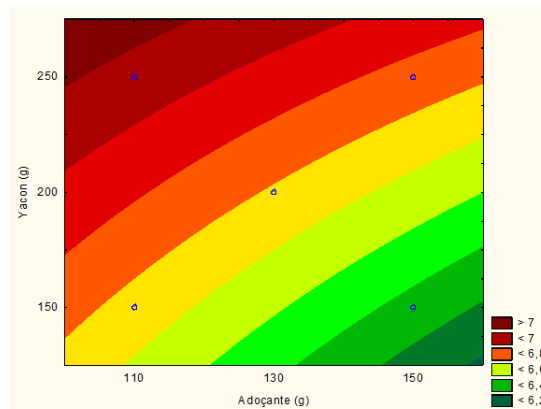
O modelo para o atributo aceitação global pode ser visualizado na equação 5.

$$y = 6,7 - 0,12x_1 + 0,18x_2 + 0,03 \quad (5)$$

Onde x_1 é a quantidade de adoçante codificada e x_2 é a quantidade de batata Yacon codificada. A porcentagem de ajuste da regressão foi de 75,5%.

A superfície de resposta pode ser observada na Figura 3.

Figura 3. Superfície de contorno do atributo aceitação global



Fonte: Os autores.

Analisando a Figura 3 e de posse dos resultados da Tabela 5 pode-se dizer que os ensaios que utilizaram valores elevados de batata Yacon proporcionaram melhor aceitação deste atributo, bem como pode ser observado para o atributo de sabor residual.

4 Considerações Finais

A batata Yacon destaca-se por possuir um açúcar não convencional, o frutooligossacarídeo. Este açúcar não é metabolizado pelo organismo, e traz a possibilidade dos diabéticos poderem saborear de algo doce sem elevar o índice glicêmico da mesma forma que a batata convencional (SANTANA; CARDOSO, 2008).

Uma das principais vantagens na utilização do Planejamento Fatorial e Metodologia de Superfície de Resposta é o fato da diminuição do número de experimentos quando se testam de duas ou mais variáveis em um produto, por exemplo. Isso diminui o tempo gasto com o número de ensaios. Além disso, podem-se considerar simultaneamente vários fatores em diferentes níveis e avaliar quantitativamente a influência destes sobre a resposta de interesse, bem como as possíveis interações entre os fatores estudados.

Por isso, neste trabalho de pesquisa, foi utilizada esta metodologia aliada à análise sensorial a fim de atender o desenvolvimento de um bolo *diet* com um insumo não usualmente utilizado.

Dos resultados obtidos verificou-se que a variável adoçante é significativa para o atributo odor bem como a interação entre o adoçante e o Yacon. Para os atributos sabor residual e aceitação global a variável batata Yacon apresentou efeito significativo. As variáveis batata Yacon e adoçante não apresentaram efeito significativo para os atributos cor, sabor e textura. Ainda, em relação ao atributo Aceitação Global, observou-se que maiores quantidades de batata Yacon proporcionam maior aceitação do produto.

Para trabalhos futuros serão realizadas análises bromatológicas dos produtos testados. Além disso, serão realizados testes com outros insumos.

STANDARDIZATION OF A DIET PRODUCT WITH RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Abstract: The segment of bakery and confectionery products has increased in response to market demand. In these segment products for special purposes has highlighted. This work aimed at producing a diet confectionery product. The technological product was made by Yacon, that does not raise the blood sugar rate in proportion to the products with high glycemic indexes. Thus, to evaluate the influence of variables Yacon and sweetener in the diet cake, it was performed an Experimental Design 2^2 with four central. The cakes were analyzed by 100 sensory assessors through a quantitative method of Hedonic Scale of nine points. Variables Yacon and sweetener, as well as the interaction between them showed no significant effect on the flavor, firmness and color. Sweetener was significant for the attribute odor, as well as the interaction between Yacon and sweetener. For attributes aftertaste and overall acceptability variable, Yacon also had a significant effect. It was observed that larger quantities of Yacon provide better acceptance of the product produced.

Keywords: Sensory Analysis. Yacon. cake diet.

Referências

BOX, G.E.; HUNTER, W.G.; HUNTER, J.S. **Statistics for experimental:** introduction to design, data analysis and model building. New York: John Wiley, 1978. p.406-416.

BROWN, D. Diabetes becoming alarmingly common worldwide, new study finds. **The Washington Post**. Washington, 25 jun. 2011. Health & Science. Disponível em: <http://www.washingtonpost.com/national/health-science/diabetes-becoming-alarmingly-common-worldwide-new-study-finds/2011/06/24/AGMkaFIH_story.html> . Acesso em: 15 set. 2012.



DUARTE, M. R.; WOLF, S.; PAULA, B. G. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. (yacon): identificação microscópica de folha e caule para o controle de qualidade farmacognóstico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 1, p. 157-164, 2008.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL, 2002. 116p.

LAWLESS, H. T.; KLEIN, B. P. **Sensory science theory and applications in foods**. Dekker. New York, 1991.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation technique**. 3.ed, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 1999. 387 p.

MONTGOMERY, D.C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: John Wiley and Sons, 2008.

MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de Yacon e Inulina como Ingredientes na Formulação de Bolo de Chocolate. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612004000400026>. Acesso em: 15 jan. 2013.

NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas, Unicamp, 2001. 401p

SANTANA, I.; CARDOSO, M.H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.3, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300050>. Acesso em: 20 dez. 2013.

VENTURA, F. C. **Desenvolvimento de doce de fruta em massa funcional de valor calórico reduzido, pela combinação de goiaba vermelha e yacon desidratados osmoticamente e acerola**, 2004. 207f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.



Apêndice 1

Análise Sensorial de bolo de Yacon *diet*

Nome:	Idade:	Data:
Você está recebendo quatro amostras de bolo de Yacon <i>diet</i> . Avalie as características de cor, odor, sabor, sabor residual, textura e aceitação global, seguindo a escala abaixo:		

Aceitação		Amostra 723	Amostra 896	Amostra 145	Amostra 487	
1 – Desgostei muitíssimo	Cor					
2 – Desgostei muito	Odor					
3 – Desgostei moderadamente	Sabor					
4 – Desgostei levemente	Sabor Residual					
5 – Nem desgostei nem gostei	Textura					
6 – Gostei levemente	Aceitação Global					
7 – Gostei moderadamente	Comentários:					
8 – Gostei muito						
9 – Gostei muitíssimo						

Atribua a cada característica uma nota de acordo com a tabela acima. Proceder, avaliando primeiro a cor e odor. Através de degustação, avaliar sabor, sabor residual, textura e aceitação global. Prove as amostras da esquerda para a direita, lembrando-se de beber água entre as amostras.