

## Otimização da Mistura Leite e Yacon para Fabricação de *Frozen Yogurt* com base na Avaliação Sensorial Hedônica

Carla Adriana Pizarro Schmid, Patrícia Caroline Ebertz; Viviane Schwingel Livi; Valdemar Padilha Feltrin; Celeide Pereira

**Resumo:** O lançamento de novos produtos alimentícios no mercado deve ser precedido de avaliações sensoriais, tendo em vista que a baixa aceitação pode ser responsável fracasso de um produto, com isso a importância dessas análises junto ao desenvolvimento de formulações alimentícias fica clara. O objetivo desse estudo foi a otimização da mistura de leite e farinha de bata Yacon, com base nos valores hedônicos da aceitação de *frozen yogurt* com sabor ameixa. Utilizou-se para tanto de uma modelagem indicada para otimização de misturas, com vistas a identificar a influência da alteração da combinação na aceitação sensorial hedônica do produto. Para tanto quatro formulações de *frozen yogurt* foram preparadas diferindo apenas nas quantidades de leite e farinha de batata Yacon. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética e a análise microbiológica indicou que os *frozens* estavam todos próprios para o consumo, na sequencia eles foram avaliados hedonicamente por 171 provadores não treinados. Os resultados encontrados foram modelados de forma linear e quadrática sendo que esta última apresentou os melhores resultados para a modelagem. Concluiu-se que a mistura que apresentou o melhor resultado possuía 0,5 % de farinha de batata Yacon e que teores superiores prejudicaram a aceitação sensorial do produto, observou-se efeito positivo da interação entre a farinha de batata Yacon e o leite.

**Palavras chave:** Alimento funcional; Desenvolvimento de Novos Produtos; Laticínios; Otimização por experimentos de misturas; Pesquisa de Mercado.

## Milk and Yacon Blend Optimization for Frozen Yogurt Manufacturing Based on Hedonic Sensory Evaluation

**Abstract:** The launch of new food products on the market must be preceded by sensory evaluations, as low acceptance may be responsible for product failure, so the importance of these analyzes in the development of food formulations is clear. The aim of this study was to optimize the Yacon milk and wheat flour mixture based on the hedonic acceptance values of plum flavored frozen yogurt. A mixture optimization modeling was used to identify the influence of the combination change on the hedonic sensory acceptance of the product. For this purpose four formulations of frozen yogurt were prepared differing only in the quantities of milk and potato flour Yacon. The project was approved by the ethics committee and microbiological analysis indicated that the frozens were all fit for consumption, following which they were hedonically evaluated by 171 untrained tasters. The results were modeled linearly and quadratically, and the latter presented the best results for the modeling. It was concluded that the mixture that presented the best result had 0.5% of Yacon potato flour and higher contents impaired the sensory acceptance of the product.

**Key-words:** Functional food; Development of new products; Dairy products; Optimization by mixing experiments; Market research.

### 1. Introdução

Em virtude do aumento da procura por produtos saudáveis e atrativos, especificamente com o uso de probióticos por parte dos consumidores, o desenvolvimento de novos produtos alimentícios torna-se cada vez mais abrangente e desafiador. Devido a essa grande tendência

da aplicação da biotecnologia na produção de lácteos, especificamente com a utilização de probióticos para a alimentação, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas e estudo que avaliem a aceitação desses produtos, tendo em vista a grande importância desses compostos bioativos para a saúde humana, e da ampliação crescente das aplicações realizadas pela indústria de lácteos (BARRETO, 2016).

O aumento no número de casos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) como obesidade, hipertensão arterial sistêmica, osteoporose, diabetes mellitus e câncer, responsáveis por 72 % das mortes no Brasil em 2013, trouxe como consequência, a preocupação com a qualidade da alimentação, levando as pessoas a aderirem a padrões alimentares que proporcionem melhorias à saúde (SILVA et al., 2016).

Sabe-se que determinados tipos de alimentos exercem efeitos benéficos sobre a saúde humana. Com isso, o estudo desses alimentos, atualmente denominados funcionais, e de seus componentes responsáveis por esses efeitos, tornou-se intenso nos últimos anos (BRAGA; BARLETA, 2017). A indústria de alimentos tem impulsionado a pesquisa em inovação tecnológicas e comercialização de produtos funcionais, que vem expandindo a demanda por consumo destes alimentos, entre as populações de idosos e famílias com crianças (KAPSAK, et al., 2011).

São considerados alimentos funcionais aqueles que além de fornecerem a nutrição básica, promovem a saúde. Esses alimentos possuem potencial para promover a saúde por meio de mecanismos não previstos pela nutrição convencional, sendo que esse efeito se restringe à promoção da saúde e não à cura de doenças (BRASIL, 2002). Probióticos são microrganismos viáveis, que quando ingeridos em quantidades apropriadas, conferem um ou mais benefícios específicos a saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2006). No Brasil, até 2016, para o produto ser considerado probiótico deveria conter quantidade mínima viável na faixa de  $10^8$  a  $10^9$  UFC na porção diária do produto pronto para consumo (BRASIL, 2008).

São inúmeros os benefícios atribuídos à ingestão de probióticos. Ao serem ingeridos através dos alimentos, os probióticos vão para o intestino e ali se somam a microbiota já existente, equilíbrio-a e, com isso, auxiliam o trabalho de absorção dos nutrientes (DE CARVALHO et al., 2017). Os microrganismos reconhecidos como probióticos, principalmente os que pertencem aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, têm despertado, nos últimos anos, grande interesse por suas propriedades biotecnológicas na preparação e no desenvolvimento de alimentos funcionais, além de proporcionar vantagens à saúde e bem-estar aos indivíduos que os consomem (ARENA et al., 2014a, TRIPATHI et al., 2014).

Geralmente, os microrganismos probióticos estão disponíveis comercialmente nas formas seca e congelada, podendo ser adicionadas em produtos alimentícios (fermentados ou não). A demanda por cepas probióticas vem crescendo rapidamente, em consequência da maior conscientização por parte dos consumidores em relação aos alimentos funcionais (BURITI et al., 2014; DIVYA et al., 2012, BEITÂNE; CIPROVICA, 2013). A principal razão para esta escolha é o fato destes gêneros serem habitantes predominantes do intestino humano, sendo *Bifidobacterium* do intestino grosso e *Lactobacillus* do intestino delgado. Bactérias do gênero *Bifidobacterium* de forma geral são bastonetes podendo apresentar uma bifurcação em sua extremidade, Gram positivas, anaeróbias, catalase negativas, não esporulam, não apresentam motilidade e, apresentam uma via metabólica especial, permitindo-lhes produzir ácido acético, além de ácido láctico na proporção molar de 3:2 (BALLONGUE, 2004; VASILJEVIC; SHAH, 2008).

Os prebióticos são componentes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon (ROBERFROID, 2002). O Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é um tubérculo pertencente à família da Asteraceae, originalmente cultivado nos Andes (Colômbia) e no norte-ocidental da Argentina, que se destaca pelas suas características funcionais como ação prebiótica, por possuir como carboidrato de reserva frutooligosacarídeos (FOS). A sua ingestão pode trazer benefícios como, efeito hipoglicêmico, ação anti-inflamatória, antioxidante e atua na redução do risco carcinogênico (DELGADO et al. 2013). No entanto, sua colheita é sazonal, é um produto altamente perecível, por apresentar uma elevada atividade de água, e apresenta um significativo decréscimo em seu conteúdo de FOS durante o armazenamento e no transporte (CASTRO et al., 2012; SCHEID et al., 2013).

De acordo com Sims et al., (2014), a definição de simbiose entre os ingredientes prebióticos e as bactérias probióticas pode ser feita com base na exata seleção de um composto prebiótico, o qual favorece seletivamente o crescimento de bactérias probiótica, melhorando, assim, a sua sobrevivência e sua persistência no sistema gastrointestinal.

Os concentrados proteicos de soro (CPS) são produtos que contêm entre 25 – 90 % de proteína, mas a composição deste produto está diretamente associada ao método de obtenção do concentrado. Os CPS têm ganhado cada vez mais espaço nas mais diversas preparações envolvendo alimentos, das quais podemos destacar a capacidade espumante, comumente empregados em produtos de confeitaria, como substitutos da clara de ovo. Na indústria de carnes tem sido usado como ingrediente por sua capacidade emulsificante, sobretudo na elaboração de produtos emulsionados, substituindo parcialmente as proteínas da carne. São usados ainda na indústria de bebidas devido à alta solubilidade, ou ainda para enriquecer produtos lácteos como iogurtes e queijos (ALVES et al., 2014; SILVA et al., 2015). É obtido pela separação parcial das proteínas do soro de leite através de processos de ultra filtração por membranas, com posterior concentração por evaporação a vácuo, seguido da desidratação pelo processo tipo *spray dryer*. Após este processamento, as proteínas mantêm as suas propriedades, conferindo valor nutricional e funcional elevado aos produtos em que forem adicionadas (SOORO, 2013).

Considerados substâncias orgânicas e artificiais, os edulcorantes exercem a função de agregar gosto doce aos alimentos podendo ou não agregar calorias. Esses são destinados a pessoas portadoras de diabetes ou que usufruam de uma dieta com restrição calórica, sendo então o substituto do açúcar (CADENA et al., 2013).

O gelado comestível denominado *frozen yogurt* é um produto bastante popular nos EUA. O produto cresce no país com uma grande variedade de sabores, mostrando sua versatilidade diante dos sorvetes tradicionais, servidos em cones e copos descartáveis, com coberturas, em crepes, *waffles* e bananas *splits*, consolidando-se com um sabor exclusivo, singular, autêntico, além de um frescor inconfundível. No Brasil algumas tentativas isoladas para lançamento e consolidação do produto não tiveram sucesso na década de 80, tornando-se mais conhecido e consumido somente a partir do ano de 2008, na cidade do Rio de Janeiro, na versão *soft-frozen* (RODRIGUES, 2011a). O *frozen yogurt* é um produto obtido basicamente com leite, submetido à fermentação láctea através da ação do *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, ou a partir de iogurte com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado (BRASIL, 2000). Outra característica singular do *frozen yogurt* é seu sabor leve, em função do baixo teor de gordura quando

comparado ao sorvete tradicional (ALVES et al., 2009).

Barros Neto (2011) explica que os métodos de modelagem de misturas têm encontrado larga aplicação na ciência, na engenharia e, particularmente, nas indústrias onde o processo de fabricação consiste na mistura de diversos ingredientes, em proporções adequadas, para dar um produto final com as características desejadas, as quais são utilizadas pelo modelo como variável de resposta. Mejia et al. (2018) explicam que o principal objetivo da otimização por meio de modelos matemáticos é a determinação dos níveis da mistura para que essa proporcione as melhores características buscadas no alimento.

No presente estudo buscou-se a otimização da mistura de farinha de batata Yacon e leite, que deveriam ser adicionadas na produção de *frozen yogurt*, com vistas a melhor aceitação sensorial do alimento funcional, utilizando-se para tanto a modelagem de misturas.

## 2. Material e Métodos

Inicialmente foram desenvolvidas 4 formulações do *frozen yogurt*, conforme descrito na Tabela 1.

Formulações	Quantidade de Leite (%)	Farinha de Batata Yacon (%)
F1	99,50	0,50
F2	99,27	0,73
F3	99,00	1,00
F4	100,00	0,00

Fonte: Autoria Própria

Tabela 1 – Descrição das quantidades percentuais utilizadas nas misturas com as quais foram produzidas as quatro formulações de *frozen yogurt*.

Além do leite e da farinha de batata Yacon, que foram preparados nessas proporções, em quantidades próximas a 3 L, para fabricação dos *Frozens*, foram ainda utilizados outros ingredientes a saber: concentrado proteico de soro (10 % nas formulações F1 a F3) e leite em pó na formulação padrão F4 (10 %) visando ter uma formulação preparada apenas com leite para comparação, estabilizante carragena (0,2 %), edulcorante (sucralose/acessulfame-k, teor de 0,65 %), bactérias lácticas (1,5 %) e probióticas (1,5 %), aroma (0,05 %) e polpa de ameixa (4 %).

Antes da realização das análises sensoriais o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o número 88236418.0.0000.0092 e o produto foi submetido às análises microbiológicas de rotina recomendadas pela RDC12 (BRASIL, 2001), para um gelado comestível que são as análises de Coliformes a 45 °C com limite de  $5 \times 10$  UFC por grama, *Stafilococcus* coagulase positiva com limite de  $5 \times 10^2$  por grama e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g, e apenas depois da constatação da adequação microbiológica as mesmas foram liberadas para a análise sensorial.

As análises sensoriais foram realizadas no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Medianeira. Foram servidos aproximadamente 25 mL de cada uma das amostras, porém caso fosse solicitado a pessoa recebia mais de qualquer uma das amostras degustadas, as amostras foram servidas em temperatura fria, pois se tratava de um *frozen*, que descongelaria se aquecido, o que comprometeria mais a análise do que a sensação de frio poderia comprometer, pois o alimento frio tende a mascarar as sensações percebidas pelas papilas gustativas, mas o descongelamento de um sorvete

comprometeria muito mais a aceitação, dessa forma os produtos foram mantidos em congelador e as amostras foram distribuídas aos poucos conforme os provadores adentravam ao espaço do laboratório, que foi climatizado, permanecendo em temperatura de 24 °C. Os produtos foram avaliados em dois horários - de manhã (08:00 horas às 10:00 horas) e à tarde (13:30 horas às 16:30 horas) - em cabines individuais iluminadas com luz branca, utilizando 171 julgadores não treinados e consumidores regulares de iogurte, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos.

Todas as amostras foram servidas ao mesmo tempo individualmente para cada provador, em copos brancos descartáveis de 50 mL, devidamente codificados com números aleatórios de três dígitos, acompanhados por um copo de 200 mL contendo água destilada para remoção de algum sabor residual. As notas foram obtidas por meio da escala hedônica de 9 pontos (*International Organization for Standardization*) correspondentes aos seguintes graus de apreciação: 1- Desgostei muitíssimo até 9-gostei muitíssimo, as notas foram dadas de acordo com a aceitação global do produto.

Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise de variância com delineamento em blocos ao acaso e teste de comparação de médias de Tukey com auxílio do software Action Stat® (PORTAL ACTION, 2019). Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A) de cada preparação, foi utilizada a Equação 1 descrita por Teixeira et al., (1987).

$$IA (\%) = A \times 100/B \quad (1)$$

Em que:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima dada ao produto.

Posteriormente por meio de análise de misturas conforme descrito por Barros Neto (2011), foram obtidos dois modelos de regressão, um linear e outro quadrático, com auxílio do software GretL (2019). Os modelos utilizaram como resposta os valores da aceitação sensorial hedônica dos 171 provadores e foram construídos com vistas a descrever a variação na aceitação do produto de acordo com a alteração nas quantidades de Leite e Yacon. Por fim, os gráficos tridimensionais de superfície de resposta foram construídos *on line* na página 3D Surface Plotter (2019), com base nos resultados dos modelos obtidos para descrever o fenômeno estudado. Para escolha do melhor modelo vários parâmetros estatísticos foram comparados.

### 3. Resultados e Discussão

A aceitação sensorial foi superior para a formulação 1 (F1) que continha os menores teores de farinha de batata Yacon (0,5 %), a formulação padrão (F4), que não continha farinha de Yacon, apresentou-se estaticamente diferente da formulação preferida, como se pode observar na Tabela 2.

Observou-se que o aumento da adição de farinha de Yacon foi prejudicial a aceitação sensorial do produto pois as formulações dois e três obtiveram notas médias e índices de aceitabilidade inferiores à formulação um, porém a adição de 0,5 % foi favorável ao produto pois a formulação padrão totalmente produzida com leite, sem adição de Yacon teve a média mais baixa de todos os produtos avaliados. Dessa forma apenas a formulação F1 foi sensorialmente aceita apresentando um valor de índice de aceitação superior a 70 % que é o desejável para o

lançamento de um produto no mercado.

Formulações	Notas médias dos 171 provadores	Índice de Aceitação (%)
F1	6,49 <sup>a</sup>	72,06
F2	5,49 <sup>bc</sup>	59,97
F3	5,82 <sup>b</sup>	64,72
F4	5,25 <sup>c</sup>	58,35

Obs. Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2 – Notas médias da avaliação sensorial hedônica realizada pelos 171 provadores para as quatro formulações do *frozen yogurt*.

Fabersani et al. (2018), em seus estudos, utilizaram na fabricação de iogurtes, uma mistura de 7 % de farinha de batata Yacon e leite de cabra, os autores avaliaram o produto na alimentação de ratos e concluíram que a adição do Yacon foi muito interessante, pois possibilitou a redução do impacto da ingestão de gordura. Cabe destacar que eles também não apresentaram resultados sensorial para o produto, apenas utilizaram na alimentação de ratos. Parussolo et al. (2017), aplicaram farinha de batata Yacon em sorvetes e utilizaram teores entre 1,5 % e 3 %, bem menores que os 7 % utilizados por Fabersani et al. (2018) nos iogurtes, e observaram que os sorvetes adicionados de farinha de batata Yacon foram sensorialmente bem aceitos com essas quantidades utilizadas. Observou-se ainda que naquele estudo não foi aplicado o concentrado de soro em pó nas formulações dos sorvetes, utilizaram-se apenas de leite em pó e em quantidade de 3,18 %, bem inferior à aplicada nesse estudo (10%).

Com base nesses estudos citados e nos resultados encontrados pode-se observar que os produtos em pó utilizados nas formulações podem estar interagindo com a farinha de Yacon na aceitação sensorial do *frozen yogurt* produzido, pois a formulação de iogurte desenvolvidas por Fabersani et al. (2018), não foi adicionada de concentrado proteico de soro ou mesmo de leite em pó. Para futuros estudos sugere-se a avaliação da mistura ternária dos produtos em pó empregados na fabricação (concentrado de soro/leite em pó/farinha de Yacon) e realização de uma modelagem de misturar para a avaliação de seus efeitos na formulação dos produtos lácteos, pois existe grande possibilidade de existência de interação entre as quantidades desses produtos e uma alteração na aceitação sensorial dos alimentos lácteos, tendo em vista que a quantidade de farinha de Yacon apontada como preferida neste estudo se distanciou bastante da indicada como sensorialmente aceita nos sorvetes produzidos e avaliados por Parussolo et al. (2017).

Os resultados da avaliação sensorial dos produtos, foram modelados por duas equações seguindo um modelo linear e um quadrático e os resultados podem ser observados na Tabela 3 e Figuras 1 A e B.

Avaliando-se os dois modelos verificou-se que ambos apresentaram U de Theil inferior a 1 o que possibilitaria o uso deles na previsão do comportamento do *frozen yogurt* adicionado dessas quantidades de leite e Yacon. Pôde-se perceber ainda que o modelo quadrático foi o mais adequado, pois apresentou erros menores, valores de Akaike, Hannan-Quinn e Schwarz inferiores e coeficiente de correlação superior e satisfatório que pode descrever com mais de 88 % de certeza o comportamento dos dados.

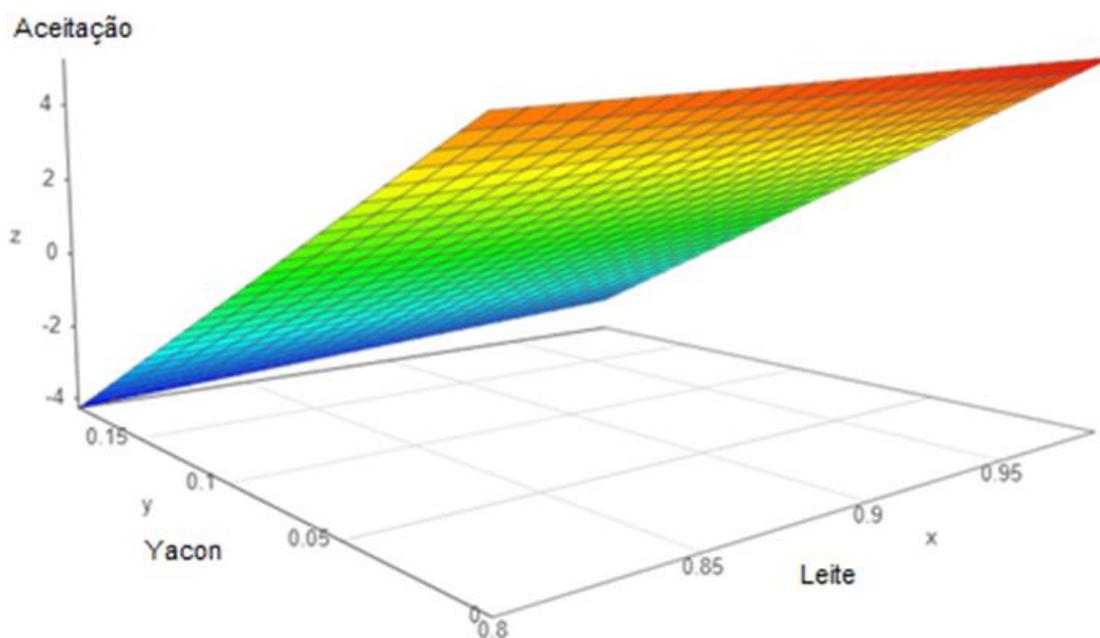
	Modelo Linear	Modelo Quadrático
Coefficiente significativo de X (Leite)	5,52555	5,26363
Coefficiente significativo de Y (Yacon)	44,1366	-29491,2
Coefficiente Significativo da Interação XY	-	29827,4
Erro Percentual Médio Absoluto	48,593	47,954
U de Theil	0,54991	0,55228
Akaike	2956,214	2942,634
Hannan-Quinn	2959,719	2947,891
Schwarz	2965,270	2956,218
Coefficiente de Determinação R <sup>2</sup>	0,882	0,885

Fonte: Autoria Própria

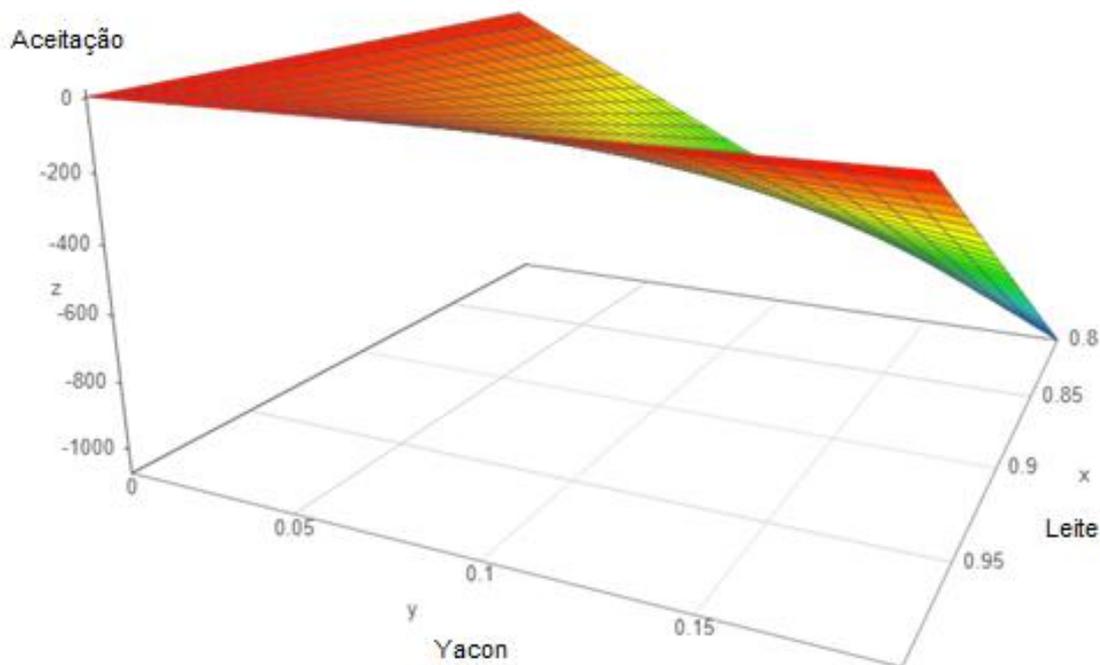
Tabela 2 – Dados Referentes aos modelos desenvolvidos para descrever o comportamento da aceitação do *frozen yogurt* de ameixa.

Nepomucena, Silva e Cirillo (2013), ao estudarem o comportamento de misturas de solventes para a extração de óleo da polpa de pequi também observaram que os modelos de segunda ordem conduziram às melhores respostas. Nas Figuras 1 A e B, observa-se claramente que o aumento da quantidade de Yacon adicionado prejudicou a aceitação do produto e que o aumento da quantidade de leite foi benéfico ao produto.

Na Figura 1B fica claro que a adição de uma pequena quantidade de farinha de Yacon no produto mostrou uma interação significativa com o leite o que não é possível de observar no modelo linear. Por isso conclui-se que o modelo quadrático deve ser o escolhido para descrever o comportamento da mistura avaliada. Devido à multicolinearidade inerente a esse tipo de análise, as estimativas dos parâmetros estão associadas a variâncias inflacionadas, tornando-as não confiáveis fora da região acompanhada, dessa forma Nepomucena, Silva e Cirillo (2013), recomendam encontrar o valor ótimo dentro dos limites da região experimental, como foi realizado nesse estudo.



(A)



(B)

Fonte: Autoria Própria

Figura 1 – 1A. Imagem do Modelo Linear. Figura 1B. Imagem do Quadrático. Nos quais X representa os teores de leite em mL, Y representa os teores de farinha de batata Yacon em gramas utilizados na mistura para a formulação dos *frozens yogurt* de ameixa e Z mostra a aceitação sensorial hedônica do produto obtido.

O modelo quadrático desenvolvido apresentado na Equação 2 também foi capaz de elucidar o comportamento dos ingredientes tendo em vista que o coeficiente do Yacon foi negativo e os coeficientes do leite e da interação foram positivo o que representa que existem efeitos positivos tanto na adição de leite quanto na interação do Yacon com o leite, mas que a adição de Yacon em grandes quantidades não foi benéfica ao produto.

$$Z = 5,26363 X - 29491,2 Y + 29827,4 XY \quad (2)$$

Em que:

Z = Aceitação sensorial hedônica

X = Quantidade de leite adicionada em mL

Y = Quantidade de Yacon adicionada em g

Por fim, pode-se concluir que os próximos experimento nos quais pretendam-se realizar a adição de Yacon em *frozen yogurt* com formulação semelhante a apresentada nesse estudo, devem realizar a aplicação de teores entre 0,1 % e 0,6 % da farinha de Yacon, quando já se utilizar 10 % de outros produtos em pó na formulação do alimento. Recomenda-se o estudo dessas novas formulações, para se poder concluir com um maior número de pontos de teste a influência da adição desse produto em *frozen yogurt*, bem como estudar a interação existente entre os produtos em pó aplicados na formulação.

#### 4. Conclusão

As quatro formulações de *frozen yogurt* de ameixa receberam notas médias acima de 5,0 que caracteriza indiferença dos provadores ao produto avaliado, porém apenas o produto F1 apresentou um índice de aceitabilidade superiores a 70 %, almejado para um produto que seria lançado no mercado para o qual se teria segurança de aceitação, a formulação F1 foi a adicionada da menor quantidade de farinha de batata Yacon e dessa forma foi a preferida com base tanto no índice de aceitação quanto na maior nota média obtida.

A testemunha produzida apenas com leite, foi a amostra menos aceita, essa amostra foi produzida sem adição de farinha de batata Yacon e sem soro de leite em pó, foi estatisticamente diferente da formulação mais bem aceita o que indicou que a adição da farinha aliada ao soro de leite em pó melhorou a aceitação do produto.

Dentre os modelos estudados o que mais se ajustou aos dados foi o modelo quadrático, sendo que este indicou que a quantidade de farinha de batata Yacon que apresentou as maiores aceitações ficou próxima de faixa de 0,5 %, porém cabe destacar que as formulações desenvolvidas fazem uso de 10 % de outros produtos em pó tais como concentrado de soro em pó ou leite em pó o que também pode interferir na sensação sensorial do *frozen yogurt* de sabor ameixa.

#### 5. Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro das indústrias Frimesa; Danisco; Macçã; Alibra; Kerry do Brasil e Gemacon.

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira (UTFPR), por ceder as instalações, equipamentos e laboratórios.

#### Referências

ALVES, L. L.; RICHARDS, N. S. P. S.; BECKER, L. V.; ANDRADE, D. F.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; SCIPIONI, G. C. Aceitação Sensorial e Caracterização de Frozen Yogurt de Leite de Cabra com Adição de Cultura Probiótica e Prebiótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2595-2600, 2009.

ALVES, M. P.; MOREIRA, R. O.; JÚNIOR, P. H. R.; MARTINS, M. C. F.; PERRONE, Í. T.; CARVALHO, A. F. SORO DE LEITE: TECNOLOGIAS PARA O PROCESSAMENTO DE COPRODUTOS. **Revista do Instituto Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 212–226, 2014.

ARENA, M. P.; CAGGIANIELLO, G.; FIOCCO, D.; RUSSO, P.; TORELLI, M.; SPANO, G.; CAPOZZI, V. Barley  $\beta$ -glucans-containing food enhances probiotic performances of beneficial bacteria. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, n. 2, p. 3025-3039, 2014<sup>a</sup>.

BALLONGUE, J. **Bifidobacteria and Probiotic Action**. In: **Lactic Acid Bacteria – Microbiological and Functional Aspects**. SALMINEM, S.; von WRIGHT, A.; OUWEHAND, A., 3<sup>ed.</sup>, 2004.

BARROS NETO, B. **Como fazer experimentos: aplicações na ciência e na indústria**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BETÂNE, I.; CIPROVICA, I. Nutritional benefits of *Bifidobacterium lactis* in dairy products. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: **Natural, Exact and Applied Sciences**, v. 67, n. 4/5, p. 378 - 382, 2013.

BARRETTO, L. C. O.; REIS, M. F. T.; MOREIRA, J. J. S.; SANTOS J. A. B. Tendências biotecnológicas da indústria láctea a partir da prospecção de patentes e artigos. São Cristovão, **Revista GEINTEC – Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 6, n.4, p. 3583 – 3590, 2016.

BRAGA, A. D. A.; BARLETA, V. C. N. Alimento funcional: uma nova abordagem terapêutica das dislipidemias como prevenção da doença aterosclerótica. Volta Redonda, **Cadernos UniFOA**, v. 2, n. 3, p. 100 – 120, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. - ANVISA Resolução RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002. Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 jul., p.191, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária nº 28, de 01 de junho de 2000. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de Jun, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - RDC 12 de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de Jan, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos: Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 2008.

BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Chilled milk-based desserts as emergindo probiotic and prebiotic products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 2, p. 139 – 150, 2014.

CADENA, R. S.; CRUZ, A. G.; NETTO, R. R.; CASTRO, W. F.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. **Food Research International**, v.54, n.2, p.1670-1679, 2013.

CASTRO, A.; CABALLERO, M.; HERBAS, A.; CARBALLO, S. Antioxidants in yacon products and effect of long term storage. **Food Science and Technology**, Campinas., v. 32, n. 3, p. 432-435, 2012.

CARVALHO, F. L. O.; UYEDA, M.; DEL BUONO, H. C.; GONZAGA, M. F. N. Probióticos e Prebióticos: Benefícios acerca da literatura. **Revista de Saúde UniAGEs**, v. 1, n.1, p. 58- 57, 2017.

DELGADO, G. T. C.; TAMASHIRO W. M. S. C.; JUNIOR M. R. M.; PASTORE, G.M. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a functional food. **Plant foods for human nutrition.**, v. 68, n. 3, p. 222-228, 2013.

DIVYA, J. B. VARSHA, K. K.; NAMPOOTHIRI, K. M.; ISMAIL, B.; PANDEY, A. Probiotic fermented foods for health benefits. **Engineering in Life Sciences**, v. 12, n. 4, p. 377-390, 2012.

FAO/WHO. **Probióticos en los alimentos. Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación: Estudio FAO Alimentación y Nutrición**, Roma, 2006. 45p. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512s/a0512s00.pdf>. Acesso em 11 de outubro de 2014.

FABERSANI, E.; GRANDE, M. V.; ARÁOZ, M. V. C.; ZANNIER, M. L.; SÁNCHEZ, S. S.; GRAU, A.; OLISZEWSKI, R.; HONORÉ, S. M. Metabolic effects of goat milk yogurt supplemented with yacon flour in rats on high-fat diet. **Journal Of Functional Foods**, [s.l.], v. 49, p.447-457, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2018.08.042>.

GRET. **Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library**. Disponível em: <http://gretl.sourceforge.net/>. Acesso em: 8 de jul. 2019.

KAPSAK, W. R., RAHAVI, E. B., CHILDS, N. M.; WHITE, C. Functional foods: consumer attitudes, perceptions, and behaviors in a growing market. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 111, n. 6, p. 806, 2011.

3D SURFACE PLOTTER. **An online tool to create 3D plots of surfaces**. Disponível em: <https://academo.org/demos/3d-surface-plotter/>. Acesso em 10 jul. de 2019.

MEJIA, S. M. V.; FRANCISCO, ALICIA.; BARRETO, P. L. M.; DAMIAN, C.; ZIBETTI, A. W.; MAHECHA, H. S.; BOHRER, B. M. Incorporation of  $\beta$ -glucans in meat emulsions through an optimal mixture modeling systems. **Meat Science**, [s.l.], v. 143, p.210-218, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.007>. 2018.

NEPOMUCENA, T. M.; SILVA, A. M.; CIRILLO, M. A. Modelos ridge em planejamentos de misturas: uma aplicação na extração da polpa de pequi. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 159-164, 2013. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422013000100026&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000100026&lng=pt&nrm=iso). acessos em 17 jul. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000100026>.

PARUSSOLO, GILSON.; BUSATTO, R. T.; SCHMITT, J.; PAULETTO, R.; SCHONS, P. F.; RIES, E. F. Synbiotic ice cream containing yacon flour and *Lactobacillus acidophylus* NCFM. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 82, p.192-198, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.049>.

PORTAL ACTION. **Action Stat Pro**. Estatcamp. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/action-stat-pro>. Acesso em: 10 jul. 2019.

ROBERFROID, M. B. **Functional food concept and its application to prebiotics**. Dig. Liver Dis., Rome, v.34, suppl.2, p. 105-S110, 2002.

RODRIGUES, F. **Frozen Yogurt - Um pouco de História**. Juiz de Fora. Disponível em:<<http://www.queijosnobrasil.com.br/frozen-historia.html>>. Acesso em fev, 2011a.

SCHEID, M.; PASTORE, G.; MARÓSTICA, M. Change in carbohydrate composition of fresh yacon (*Smallanthus sonchifolius*) roots during storage. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 63, p.1640, 2013.

SILVA, A. N.; PEREZ, R.; MINIM, V. P. R.; MARTINS, D. D. S.; MINIM, L. A. Integrated production of whey protein concentrate and lactose derivatives: What is the best combination? **Food Research International**, v. 73, p. 62–74, 1 jul. 2015.

SILVA, A. C. C.; SILVA, N. A.; PEREIRA, M. C. S.; VASSIMON, H. S. Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileira. **Conexão Ciência (online)**, v. 11. n.2, p. 133-144, 2016.

SIMS, I. M.; RYAN, J. L. J.; KIM, S. H. In vitro fermentation of prebiotic oligosaccharides by *Bifidobacterium lactis* HN019 and *Lactobacillus spp.* **Anaerobe**, v. 25, p. 11- 17, 2014.

SOORO. **Concentrado Indústria de Produtos Lácteos Ltda. Produtos: WPC – Aplicações**, 2013.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.182 p.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: survival of probiotics during processing and storage. **Jornal of Functional Foods**, v. 9, p. 225 – 241, 2014.

VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Probiotics - From Metchnikoff to bioactives. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 714-728, 2008.