

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE UM
PRODUTO LÁCTEO FUNCIONAL**

ANA PAULA MELO DOMINGUEZ

Porto Alegre

2013

Ana Paula Melo Dominguez

DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE UM PRODUTO LÁCTEO FUNCIONAL

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientador: Carla Schwengber ten Caten, Dr^a.

Porto Alegre

2013

ANA PAULA MELO DOMINGUEZ

DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE UM PRODUTO LÁCTEO FUNCIONAL

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Carla Schwengber ten Caten, Dr^a.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora

Florencia Cladera Oliveira, Dr^a. (ICTA/UFRGS)

Michel José Anzanello, Ph.D. (PPGEP/UFRGS)

Rogério Feroldi Miorando, Dr. (PPGEP/UFRGS)

"Procure ser uma pessoa de valor, em vez de procurar ser uma pessoa de sucesso. O sucesso é consequência."

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

À professora Carla ten Caten, pela orientação durante este trabalho e pela paciência com minha ansiedade na fase final;

À professora Simone Hickmann Flores, por acreditar em mim. Obrigada pelos ensinamentos e amizade.

Ao Carlos Pagno, que me recebeu no ICTA e me ajudou na realização dos experimentos. Muito obrigada mesmo!

À Cooperativa Santa Clara, nas pessoas de Jair Ceratti, Túlio Reis e Debora Canal e à Ashland, em especial ao Lucio Ferreira, Atila Corral e Adnir Lima, que tornaram este trabalho possível e próximo da realidade da Indústria.

Ao Lairton, por me entender, incentivar e não me deixar perder o foco.

Ao meu irmão, Pablo, pelo companheirismo.

À meus pais, Jorge e Salete, que entenderam minha ausência e sempre me apoiaram. Meus exemplos!

Aos meus amigos, que tornaram o caminho mais fácil.

A todos, meu sincero muito obrigada! Eu não conseguiria sozinha.

RESUMO

Em mercados de concorrência acirrada, trabalhar as características dos produtos é uma das estratégias da indústria de alimentos para influenciar a demanda e aumentar a participação no mercado com ofertas de maior valor para o consumidor. Pesquisas demonstram que casos de obesidade e sobrepeso são problemas de grande relevância para a saúde pública no Brasil, o que representa uma oportunidade para as indústrias de alimentos desenvolverem produtos com menor valor energético ou que promovam sensação de saciedade. Este trabalho avaliou interesse dos consumidores por um produto lácteo que promovesse sensação de saciedade, através da aplicação de QFD (Desdobramento da Função Qualidade). Foi possível priorizar as características do produto para os desejos e necessidades do consumidor. Saciedade foi um dos benefícios desejados apontados pelos consumidores e bebida láctea fermentada foi indicada como sendo um produto para apresentar esta funcionalidade. Considerando as informações obtidas pelo QFD, foi estudada a influência dos ingredientes nas características da bebida láctea fermentada com adição de polidextrose, através do uso de Superfície de resposta. No planejamento experimental completo, foi avaliado o efeito do teor de soro (de 15 a 70% na base láctea), teor de gelatina (de 0 a 0,6%) e amido (de 0 a 1,5%), visando otimizar a formulação do produto para melhor custo, tempo de processo, características sensoriais e de viscosidade. A formulação que otimiza ao mesmo tempo as variáveis de estudo é que apresenta 60,75% de leite, 22,64% de soro, 0,30% de gelatina, 0,52% de amido modificado, 8% de açúcar, 6,66% de polidextrose e 1,125% de preparado de frutas.

Palavras-chave: Desdobramento da Função Qualidade, Superfície de Resposta, bebida láctea fermentada, análise sensorial, saciedade.

ABSTRACT

In competitive markets, work on product characteristics is one of the strategies of the food industry to influence demand and increase market share with proposition of great value to the consumer. Studies show that obesity and overweight are issues of great concern for the public health system. These problems have pushed the food industry to search not only for new low-calorie energy intake and diet products, but also for a new kind of product in Brazil: functional foods that promote satiety. This study started using QFD (Quality Function Deployment) to assess the consumers' perception regarding a new dairy product to promote satiety and order its important characteristics, to attend consumers' needs and expectations. Satiety was one of the benefits desired by consumers and fermented dairy beverage was given as a product to provide this functionality. Considering the information of QFD, it was studied the influence of each ingredient in the fermented dairy beverage added of polydextrose through the use of Surface Response. The experimental design studied the effects of the % of whey (15 to 70% at milk-base), % of gelatin (0 to 0,6%), starch (0 to 1,5%), to optimize the formulation of the product to the best cost, process time, sensorial and viscosity. The formulation that optimize at same time the variables of the study is that one that contains 60,75% of milk, 22,64% of whey, 0,3% of gelatin, 0,52% of starch, 8% of sugar, 6,66% of polydextrose and 1,125% of fruit.

Key-words: QFD, Surface response, fermented dairy beverage, sensory analysis, satiety.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Desdobramento dos resultados obtidos no questionário fechado | 30 |
| Tabela 2.2 – Matriz de Processo (<i>parcial</i>) | 32 |
| Tabela 3.1 – Nível das variáveis independentes usadas nas matrizes de Plackett-Burman | 50 |
| Tabela 3.2 - Nível das variáveis independentes usadas no delineamento experimental | 50 |
| Tabela 3.3 – Planejamento Experimental e variáveis de resposta Tempo de Processo, Viscosidade Instrumental, Custo, L^* , a^* , B^* (valores codificados) | 53 |
| Tabela 3.4 – Planejamento Experimental e resultado Análise Sensorial utilizando escala hedônica de 9 pontos (valores codificados) | 54 |
| Tabela 3.5 – Análise de Variância para os modelos de regressão..... | 57 |
| Tabela 3.6 - Modelos de regressão preditivos para as diferentes variáveis de resposta (valores codificados) | 58 |
| Tabela 3.7 – Otimização das variáveis dependentes (valores codificados) | 63 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2. 1 – Priorização das partes | 31 |
| Figura 3. 1 – Superfície de contorno para avaliação do efeito da adição de gelatina e teor de soro na viscosidade instrumental (cP) | 59 |
| Figura 3. 2 – Superfície de contorno para avaliação do efeito da adição de gelatina e teor de soro na aceitação global | 60 |
| Figura 3. 3 – Superfície de Contorno para avaliação do efeito da adição de gelatina e teor de soro na viscosidade sensorial | 60 |
| Figura 3. 4 - Análise de componentes principais. (a) ensaios (b) atributo | 62 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 1 | 11 |
| 1. Introdução | 11 |
| 1.1 Tema e Objetivos | 12 |
| 1.2 Justificativa | 12 |
| 1.3 Método | 13 |
| 1.3.1 <i>Método de trabalho</i> | 14 |
| 1.4 Delimitações do trabalho | 14 |
| 1.5 Estrutura do Trabalho | 15 |
| CAPÍTULO 2 | 16 |
| 2.1 Artigo 1 | 16 |
| CAPÍTULO 3 | 42 |
| 3.1 Artigo 2 | 42 |
| 4 COMENTÁRIOS FINAIS | 73 |
| 4.1 Conclusões | 73 |
| 4.2 Sugestões para trabalhos futuros | 73 |
| REFERÊNCIAS | 75 |

CAPÍTULO 1

1. Introdução

No passado, os movimentos econômicos, sociais, culturais e políticos levavam anos ou mesmo décadas para produzir alterações substanciais nas escolhas e preferências do consumidor. Atualmente, o desafio está em identificar os reflexos destas mudanças, em termos de novos hábitos de consumo.

Em mercados de concorrência acirrada, trabalhar as características dos produtos é uma das estratégias da indústria de alimentos para influenciar a demanda e aumentar a participação no mercado com ofertas de maior valor para o consumidor. Tem-se como preliminar que as pessoas fazem suas escolhas buscando a maximização do valor (custo *vs* benefício percebido pelo consumidor) dos alimentos que serão consumidos (VIALTA *et al.*, 2010).

As pessoas não compram apenas o produto ou serviço, mas sim, a satisfação de suas necessidades. O faturamento das empresas é decorrente da satisfação das necessidades e o entendimento destas necessidades latentes é o que deve impulsionar o desenvolvimento de novos produtos. Não há como garantir que novos produtos serão bem sucedidos. No entanto, ser sistemático no desenvolvimento de novos produtos aumenta a chance de êxito (CHENG *et al.*, 1995; CHURCHILL & PETER, 2000). Desta forma, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) passa a ser visto como um negócio chave em uma empresa de manufatura que busca sucesso no mercado em que está inserida. Métodos e ferramentas como o QFD (*Quality Function Deployment*) e DOE (*Design of Experiments*) podem ser utilizados para auxiliar no desenvolvimento de novos produtos.

O conhecimento do mercado pode ser vantajoso se obtido nas fases iniciais do desenvolvimento de um produto ou serviço. Este conhecimento, em geral, pode ser obtido por pesquisas de mercado quantitativas ou qualitativas. Com o uso do QFD, as informações obtidas, denominadas voz do cliente, são traduzidas em especificações do produto e parâmetros de processo. A correta obtenção das informações e análise dos dados possibilita que sejam priorizadas as características do produto e identificadas as etapas do processo de maior importância para atendimento das expectativas. O levantamento de informações sobre o cliente possibilita agregar requisitos ao produto que possam elevar o nível declarado de satisfação do cliente. Com isso, consegue-se de fato desenvolver o melhor produto na fase de conceituação, evitando que ajustes sejam necessários na fase de pós-desenvolvimento.

Desenvolver formulações empiricamente, variando as proporções de um ingrediente enquanto os demais são mantidos fixos, resulta em experimentos caros e pouco eficientes, pois não permitem a avaliação da interação que pode existir entre os vários ingredientes. O uso de DOE justifica-se por resultar em reduções significativas no tempo e nos custos das formulações, além de permitir a avaliação dos efeitos individuais e da interação entre as variáveis de estudo.

1.1 Tema e Objetivos

O tema desta dissertação versa sobre produtos lácteos funcionais, produtos que além da função básica de nutrir também promovem algum tipo de benefício à saúde de quem o consome, sem que seja necessário acompanhamento médico.

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de um produto lácteo funcional, que promova sensação de saciedade, através da identificação de características e etapas do processo importantes para atendimento das expectativas do consumidor, assim como da otimização da formulação para o produto.

Como objetivos específicos, este trabalho contempla:

- Identificar e priorizar as expectativas dos consumidores quanto a um produto lácteo que promova saciedade, através da aplicação de QFD;
- Otimizar a formulação de uma bebida láctea fermentada que promova sensação de saciedade, através da aplicação de DOE;

Estes objetivos específicos correspondem aos dois artigos deste trabalho.

1.2 Justificativa

A área de gestão de desenvolvimento de produtos está tendo sua importância reconhecida e a aplicação de ferramentas que auxiliem nesta etapa tem sido objeto de muitos estudos. O desafio do PDP é conciliar as necessidades dos consumidores às dificuldades tecnológicas e adequação legal. Ferramentas que possibilitam a interpretação da voz do cliente e tradução desta em características de produto e parâmetros críticos têm ajudado nesta atividade. A pesquisa qualitativa abrange um conjunto de técnicas e métodos para compreender a motivação do consumidor. Já a pesquisa quantitativa ajuda a compreender o que é importante, através de técnicas estatísticas. As técnicas estatísticas compreendem a coleta e análise dos dados e transformam dados em informações e estas, em conhecimento (SILVEIRA, 2010).

A Pesquisa de Orçamento Familiar (IBGE, 2010), realizada em parceria pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Saúde (MS), investigou temas de

interesse para implementação de políticas de saúde com destaque para o estudo de aspectos nutricionais. A análise desses dados antropométricos indica que a desnutrição, nos primeiros anos de vida, e o excesso de peso e a obesidade, a partir de cinco anos de idade, em todos os grupos de renda e em todas as regiões brasileiras, são problemas de grande relevância para a saúde pública no Brasil. Um levantamento do Ministério da Saúde realizado em 2012 mostra que 51% da população brasileira acima de 18 anos está acima do peso ideal. Em 2006, o índice era de 43%. O aumento atinge tanto a população masculina quanto a feminina. Entre os homens, o excesso de peso atinge 54% e entre as mulheres, 48% (PORTAL BRASIL, 2013).

O problema de sobrepeso na população e os problemas relacionados apontam para uma oportunidade para a indústria de alimentos: o desenvolvimento de produtos que promovam a sensação de saciedade, categoria esta ainda inexistente no Brasil.

A grande maioria das indústrias de alimentos nacionais desenvolve produtos na base da tentativa e erro, o que reforça a importância da difusão da metodologia de planejamento de experimentos para este tipo de indústria (FOGLIATTO, 2004).

Levando em consideração as informações sobre obesidade no Brasil, a motivação inicial para este trabalho foi a oportunidade de desenvolver um produto que promovesse sensação de saciedade àqueles que consumissem o produto. Por ser um produto inovador, era necessário avaliar se o mercado consumidor tem interesse por este tipo de produto e quais eram as características importantes que o produto deveria apresentar.

Sabendo o que o consumidor esperava é necessário definir a formulação para o produto, atendendo regulamento técnico, limitações de processo industrial e de custo de produto. Para esta etapa, um Planejamento Experimental foi adotado.

1.3 Método

De um modo geral, uma pesquisa pode ser classificada quanto à sua natureza, abordagem, objetivos de estudo e procedimentos. Em relação à sua natureza, esta pesquisa classifica-se como pesquisa aplicada, pois está orientada à aplicação real em um caso de desenvolvimento de produto.

Do ponto de vista de sua abordagem, é uma pesquisa do tipo qualitativa-quantitativa. A pesquisa qualitativa lida com dados qualitativos, depoimentos e abordagens não numéricas. A pesquisa quantitativa leva em consideração dados numéricos e avaliação estatística destes. Na maioria dos casos, a pesquisa qualitativa antecede uma pesquisa quantitativa, como nesta dissertação (RIBEIRO, 2008). No primeiro artigo, inicialmente a avaliação foi qualitativa, para percepção dos consumidores quanto as características do produto. Na fase seguinte, os

dados foram priorizados e foi dado tratamento matemático às informações obtidas. No segundo artigo, todos os dados e resultados foram avaliados do ponto de vista quantitativo.

Quanto aos objetivos da pesquisa, esta se classifica como Exploratória, pois tem como objetivo desenvolver, esclarecer e aplicar conceitos relativos ao QFD e DOE (GIL, 1991). Quanto ao método de trabalho, trata-se de uma pesquisa experimental, pois foi determinado o objeto de estudo e as variáveis capazes de influenciá-lo. Foram definidas as formas de controle e observação do efeito das variáveis.

1.3.1 Método de trabalho

Esta dissertação tem como pano de fundo a necessidade de uma empresa de laticínios em desenvolver um produto lácteo inovador e uma empresa de ingredientes em apresentar a melhor proposta de formulação para o produto. Sendo assim, o trabalho será dividido em duas partes estruturadas, que têm como objetivo realizar o desenvolvimento de produto de forma metódica, permitindo maior conhecimento sobre o mercado onde o produto será inserido e sobre a funcionalidade e resposta dos ingredientes utilizados frente à tecnologia adotada.

Considerando que eventos e a mídia vêm discutindo a questão de sobrepeso na população mundial e brasileira, o objetivo é propor um produto que atenda a esta demanda de saúde pública. Dados relacionados a sobrepeso e obesidade na população serão levantados considerando publicações recentes de órgãos relacionados à saúde. Será aplicada uma ferramenta de desenvolvimento de produtos para definir a categoria de alimentos lácteos que pode ser apresentada para este público, e quais são as demandas e características importantes relacionadas ao produto. Levantadas estas questões, buscar-se-á uma formulação adequada aos requisitos do produto, de legislação e tecnologia.

Será aplicado planejamento experimental, através da aplicação de superfície de resposta, para estabelecer formulação ótima, visando otimização das variáveis de saída apontadas como importantes pelo consumidor e pela empresa que está desenvolvendo o produto.

1.4 Delimitações do trabalho

Em relação às delimitações deste trabalho, apresentam-se as seguintes considerações:

- Este trabalho contempla o levantamento das informações referentes à qualidade demandada para desenvolvimento de um produto lácteo que promova sensação de saciedade, estudo do processo e características do produto, considerando instalações atuais da empresa, sem investimento em equipamentos para fabricação do novo produto;

- Para definição da formulação, serão considerados ingredientes e dosagens máximas seguindo regulamentação vigente;
- Serão avaliados alguns ingredientes autorizados, de uso difundido na indústria de alimentos, para elaboração do produto apontado pela pesquisa de mercado.
- Quanto ao benefício de promoção de saciedade, serão consideradas informações de literatura para o ingrediente polidextrose e dosagem do mesmo. Este trabalho não prevê a avaliação de saciedade do produto proposto, mas sim, a aceitação e formulação que o produto deve apresentar. Não será acompanhada vida de prateleira para as formulações propostas.
- Neste trabalho foram selecionadas determinadas técnicas e ferramentas, não explorando todos os possíveis meios para atender a um mesmo objetivo.
- Não é intuito deste trabalho discorrer e detalhar as ferramentas e técnicas utilizadas, mas sim, discutir a aplicação, benefícios e resultado da aplicação delas no processo de desenvolvimento de um novo produto.

1.5 Estrutura do Trabalho

O Capítulo 1 apresenta, na sua introdução, a contextualização no tema proposto. A seguir, apresenta-se o tema, objetivo geral e específico do trabalho proposto. Na sequência, a justificativa, metodologia e delimitações da pesquisa.

No Capítulo 2, está apresentado o primeiro artigo resultante desta dissertação. Este artigo aborda uma pesquisa de levantamento e valoração das características referentes ao desenvolvimento de um produto lácteo que promova sensação de saciedade, através da aplicação de Desdobramento da Função Qualidade. Através do desenvolvimento das matrizes de qualidade, produto e processo foi possível identificar características importantes e parâmetros de processo para atendê-las.

O Capítulo 3 apresenta o segundo artigo, que visa à otimização da formulação do produto lácteo a ser desenvolvido, levando em consideração as características importantes apontadas no capítulo anterior e interesse da empresa que desenvolverá o produto. Para otimização, foi realizado estudo preliminar através de matrizes de Plackett-Burman para seleção das variáveis independentes. Na sequência, foi aplicado Planejamento Experimental completo através de Superfícies de resposta, estudando efeito das variáveis independentes sobre as variáveis de resposta.

E, por fim, no Capítulo 4 estão os comentários finais, apresentando as conclusões do trabalho juntamente com apresentação de outros elementos importantes levantados durante a realização dos trabalhos, além de sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

2.1 Artigo 1

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO LÁCTEO QUE ESTIMULA A SENSAÇÃO DE SACIEDADE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE QFD

Ana Paula Melo Dominguez

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS

Email: amelodominguez@yahoo.com.br

Carla ten Caten

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS

Email: carlacaten@gmail.com

Artigo a ser submetido, na versão resumida, à

Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos

ISSN 0101-2061

CLASSIFICAÇÃO QUALIS:

B1 ENG I – B1 ENG III

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO LÁCTEO QUE ESTIMULA A SENSAÇÃO DE SACIEDADE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE QFD

Ana Paula Melo Dominguez

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS
email: amelodominguez@yahoo.com.br

Carla ten Caten

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS
email: carlacaten@gmail.com

Resumo: Pesquisas demonstram que casos de obesidade e sobrepeso são problemas de grande relevância para a saúde pública. Isto tem estimulado o desenvolvimento não somente de produtos com redução calórica (produtos *light* e *diet*), mas também de uma nova categoria, ainda inexistente no Brasil: os alimentos funcionais para queima de calorias e/ou controle de saciedade. O objetivo deste estudo foi usar o QFD (Desdobramento da Função Qualidade) para avaliar a percepção dos consumidores em relação a um novo produto lácteo que estimule a sensação de saciedade. Inicialmente, foram aplicados questionários para identificar e priorizar características, necessidades e expectativas dos consumidores com relação ao produto lácteo em questão. Cada característica foi convertida em um requisito de qualidade e foram montadas matrizes de qualidade, produto e processo. As características de tamanho das frutas e teor de fibras são as características prioritárias, sendo que o teor de fibras está diretamente relacionado à promoção de saciedade. A matriz de produto indicou que se deve atentar ao preparado de frutas utilizado, fermento e fibras. Com a matriz de processo, observou-se que as etapas de maior correlação com as características do produto final são a adição do fermento, de fibras e do estabilizante. Conclui-se que a aplicação do QFD é uma metodologia útil e eficaz para identificar as características e etapas mais importantes na produção do produto para atender à expectativa dos consumidores, provendo assim informações relevantes para o desenvolvimento de um produto lácteo que estimule a saciedade.

Palavras-chave: Desdobramento da função qualidade, qualidade, desenvolvimento de novos produtos.

Abstract: Studies show that obesity and overweight are issues of great concern for the public health system. These problems have pushed the food industry to search not only for new low-calorie energy intake and diet products, but also for a new kind of product in Brazil: functional foods that promote satiety and burn calories. The aim of this study was to use QFD (Quality Function Deployment) to assess the consumers' perception regarding a new dairy product to promote satiety. The study started by applying questionnaires to identify and order the important characteristics, and consumers needs and expectations about the referred dairy product. Each characteristic was converted in a parameter, and matrices of quality, product and process were structured. Fruits size and fibers content were identified as important characteristics. Of note, the fiber content is a characteristic importantly related with satiety promotion. The product matrix indicated that fruits, yeast and fibers should be carefully selected. Process matrix presented that inoculation, fibers and stabilizers addition were the steps most strongly correlated to the final product. In conclusion, the QFD is an efficacious and useful methodology to identify the important characteristics and production steps that fulfill consumers' expectations. This can provide valuable information for the development of a dairy product that promotes satiety.

Key words: Quality Function Deployment, quality, development of new products.

1. Introdução

No passado, os movimentos econômicos, sociais, culturais e políticos levavam anos ou mesmo décadas para produzir alterações substanciais nas escolhas e preferências do consumidor. A diversificação do mercado e a alteração de valores e das preferências da sociedade vêm causando enormes transformações no comportamento dos consumidores. As empresas se encontram em um ambiente econômico que vem sofrendo bruscas transformações em nível mundial, que chegam e são percebidas com uma velocidade muito maior que antigamente (AKAO, 1996; VIALTA *et al.*, 2010).

Torna-se essencial às empresas conquistarem a satisfação e a lealdade dos seus clientes para se manterem no mercado. Mas para atingir estes objetivos, é necessário que a empresa conheça bem os seus clientes, identificando os seus requisitos mais importantes, que devem ser atendidos de modo satisfatório pelos produtos oferecidos por ela (CARNEVALLI & MIGUEL, 2009). Neste cenário, as empresas precisam desenvolver e vender produtos que

têm como função satisfazer as necessidades das pessoas. Na verdade, as pessoas não compram produtos, mas sim a satisfação de suas necessidades (CHENG *et al.*, 1995).

As atividades desempenhadas pela indústria de alimentos estão voltadas a responder as exigências de um consumidor cada dia mais informado e exigente. As mudanças no comportamento dos indivíduos implicam em alterações nos hábitos de compra, que, por sua vez, exigem soluções da indústria de alimentos (VIALTA *et al.*, 2010). Novos produtos, que atendam novos hábitos e necessidades, inclusive àquelas latentes, são uma das chaves para o crescimento e sucesso de uma empresa (AKAO, 1996; CHURCHILL & PETER, 2000).

A Pesquisa de Orçamento Familiar (IBGE, 2010), realizada em parceria pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Saúde (MS), investigou temas de interesse para implementação de políticas de saúde com destaque para o estudo de aspectos nutricionais. A análise desses dados antropométricos indica que a desnutrição, nos primeiros anos de vida, e o excesso de peso e a obesidade, a partir de cinco anos de idade, em todos os grupos de renda e em todas as regiões brasileiras, são problemas de grande relevância para a saúde pública no Brasil.

O problema de sobrepeso nas populações estimula o desenvolvimento de produtos com redução calórica, como os produtos *light* e *diet*. Nessa corrente, surge uma nova categoria, ainda inexistente no Brasil: os alimentos funcionais para queima de calorias e/ou controle de saciedade. O desenvolvimento de produtos para controle de saciedade pode representar uma alternativa aos produtos atualmente disponíveis no mercado para auxiliar no emagrecimento, como os inibidores de apetite, que estão sob avaliação de uso ou tiveram proibição de produção e comercialização recentemente pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2011).

Sabe-se que os alimentos, dependendo de suas características nutricionais e sensoriais, diferem no efeito provocado nas pessoas quando o assunto é saciedade. O conceito de “promoção de saciedade” pode ser definido como a capacidade de um alimento suprimir a fome do indivíduo e reduzir a quantidade de alimento consumido na próxima refeição (LIVINGSTOSE *et al.*, 2000).

No setor de alimentos, a busca pela satisfação do cliente torna-se um gerador de demanda para o emprego de metodologias que apoiam o desenvolvimento de produtos com esse foco (FILHO & NANTES, 2004). É preciso colocar-se no lugar do usuário e definir muito bem a qualidade que o produto deve conter, fazendo bom uso dos meios de coleta de informações (AKAO, 1996).

A busca por garantir que o desenvolvimento de novos produtos tenha sucesso desde a fase de projeto faz com que métodos como o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) venham sendo utilizados pela indústria, visando ouvir as necessidades dos clientes e transformá-las em características mensuráveis, resultando em sucesso no desenvolvimento de produtos desde as etapas iniciais destes projetos (ABREU, 1997; CARNEVALLI *et al.*, 2004).

Assim, o objetivo deste artigo é avaliar a percepção dos consumidores quanto à ideia de um produto que promova saciedade e definir quais são as características que o produto deve apresentar para atender à demanda eminente, através da aplicação da ferramenta de Desdobramento da Função Qualidade (QFD).

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a primeira seção traz o referencial teórico, onde é apresentado a definição e o processo de fabricação de bebida láctea fermentada, a definição de alimentos funcionais, saciedade, fibras alimentares e a relação destes com o tema deste trabalho, e apresentação da ferramenta QFD utilizada no trabalho. A segunda seção traz os procedimentos metodológicos utilizados para pesquisa de mercado e para priorização das informações levantadas. A terceira seção apresenta os resultados e discussão, com resultados da pesquisa de mercado e matrizes de qualidade, produto e processo. Na quarta seção estão apresentadas as conclusões deste estudo.

2. Referencial teórico

2.1. Bebida láctea fermentada

Entende-se por Bebida Láctea o produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto (BRASIL, 2005).

Por bebida láctea fermentada, tem-se, pelo regulamento, o produto anteriormente descrito, fermentado mediante a ação de cultivo de microrganismos específicos e/ou adicionado de leite(s) fermentado(s) e que não poderá ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo de 10^6 UFC/g, no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específico(s) empregado(s), durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2005).

O termo bebida láctea tem sentido amplo e pode englobar diferentes produtos feitos a partir de leite e soro de leite. A produção de iogurtes bebíveis, leites fermentados e bebidas lácteas têm aumentado consideravelmente devido à sua baixa viscosidade, sendo consumido como uma bebida refrescante e nutritiva. A preocupação por uma alimentação mais equilibrada, saudável e a preocupação com a estética corporal tem feito com que a população busque alimentos com menor teor de gordura, o que pode ser encontrado em diferentes versões de bebida láctea fermentada (TAMINE & ROBINSON, 2000; THAMER & PENNA, 2006).

2.1.1. Fabricação de Bebida láctea fermentada

A fermentação é um dos mais antigos processos tecnológicos utilizados para a transformação do leite em outros produtos, com a finalidade de prolongar a sua validade (TAMINE & ROBINSON, 2000). O soro de leite representa de 85 a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos, retendo aproximadamente 55% dos nutrientes do leite. A utilização de soro de queijo na elaboração de bebidas lácteas constitui-se numa forma racional de aproveitamento deste produto secundário que apresenta excelente valor nutritivo (ALMEIDA *et al.*, 2001).

O processo de fabricação de bebidas lácteas fermentadas segue o processo convencional de iogurte, com adaptação no início do processo, quando se faz a adição do soro de leite e pré-tratamento térmico para inativação das enzimas do coagulante presentes neste. A mistura de leite pasteurizado, soro de leite e ingredientes (açúcar, estabilizantes) é pasteurizada a 90°C por 3 minutos ou combinações tempo/temperatura correspondentes, resfriado até a temperatura de adição e inoculação do fermento, que pode ser o mesmo utilizado para a fabricação de iogurte ou outras combinações de cepas. Aguarda-se a atuação do fermento, que provoca redução do pH e incremento de viscosidade, com formação da coalhada. Ao atingir pH de 4,7, dá-se início ao resfriamento, corte da coalhada e finalmente, envase do produto. Após envase, o produto deve ser resfriado até temperatura inferior a 8°C para expedição (TAMINE & ROBINSON, 2000; CHAVES, 2002; THAMER & PENNA, 2006).

2.2. Alimentos funcionais e Sacidade

O alimento com alegação funcional é aquele que, além das funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos, fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999).

Vários componentes dos alimentos, tradicionalmente conhecidos como nutrientes, podem atuar, em determinadas concentrações, como substâncias funcionais. Dentre estes componentes, podem ser citados algumas vitaminas, minerais essenciais, proteínas e peptídeos, ácidos graxos poli-insaturados da família ω -3 e componentes da fibra alimentar (SGARBIERI & PACHECO, 1999).

O mercado global de alimentos funcionais tem crescido, nos últimos anos, a uma taxa de cerca de 10% face à taxa de 2% verificada para os restantes alimentos e bebidas (BENTO, 2008). O interesse pelos alimentos funcionais cresceu em consequência do incremento nos custos com a manutenção da saúde, dado o aumento da esperança média de vida, e também ao interesse das pessoas no prolongamento da sua qualidade de vida (THAMER & PENNA, 2006; BENTO, 2008).

Há interesse em desenvolver alimentos funcionais que atuem no controle de apetite. A princípio, tais alimentos podem agir em duas linhas: reduzindo o valor energético dos alimentos consumidos ou promovendo saciedade. Alguns ingredientes agem de ambas as formas simultaneamente (KING *et al.*, 2005).

A saciedade pode ser descrita como o processo que conduz a inibição de continuar comendo, reduzindo a fome e proporcionando a sensação de satisfeito ao término de uma refeição (NOBRE *et al.*, 2006; BLUNDELL *et al.*, 2010). Há evidências que o conteúdo proteico e a presença de algumas fibras podem inibir a motivação para comer, reduzindo as calorias ingeridas (BLUNDELL *et al.*, 2010; PAPATHANASOPOULOS & CAMILLERI, 2010).

Fibras alimentares são partes comestíveis de plantas ou carboidratos que resistem à digestão e absorção no intestino delgado, com a fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Podem ser polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias vegetais associadas. Podem apresentar efeito laxativo, atenuação de colesterol e glicose no sangue (PAPATHANASOPOULOS & CAMILLERI, 2010).

A ANVISA, agência que regula os alimentos funcionais no Brasil, reconhece o benefício do consumo de fibras alimentares. Para este componente, está aprovada a alegação: “*As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis*” (BRASIL, 1999).

A fração insolúvel das fibras exerce um efeito físico-mecânico, aumentando o volume do bolo alimentar e das fezes e diminuindo o tempo de trânsito intestinal. Esses componentes, ao se hidratarem, ligam não somente água, mas também elementos minerais, vitaminas, sais biliares, hormônios e lipídios, dificultando a absorção e aumentando a excreção dessas

substâncias. Por outro lado, os componentes solúveis da fibra absorvem muita água, formando sistemas viscosos de consistência gelatinosa que podem retardar o esvaziamento gástrico e o trânsito do conteúdo intestinal (SGARBIERI & PACHECO, 1999).

As fibras proporcionam maior sensação de saciedade em comparação a polissacarídeos digeríveis e açúcares simples, devido às características intrínsecas das fibras (tamponante, formação de gel e mudanças de viscosidade) e devido à modulação do sistema gástrico. Refeições que contêm fibras apresentam menor densidade energética e podem afetar a palatabilidade dos alimentos, possivelmente reduzindo a ingestão energética. Estudos epidemiológicos sugerem uma relação inversa entre a ingestão de fibras e ganho de peso (SLAVIN, 2005; PAPATHANASOPOULOS & CAMILLERI, 2010).

2.3. Desdobramento da Função Qualidade

O Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é um sistema estruturado que facilita a identificação das necessidades e expectativas dos clientes, traduzindo-as na linguagem da organização (LORENZO *et al.*, 2004). O enfoque da Garantia da Qualidade pelo Desenvolvimento do Produto apareceu por volta de 1959. Sabia-se desde então que, para que as empresas fossem verdadeiramente competitivas, não bastava “fazer ou formar bem”, mas precisava-se ir além dessa prática, ou seja, precisava-se “conceber, projetar, produzir e entregar bem” os produtos. Entretanto, a operacionalização do enfoque através do método de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) só se concretizou plenamente quase duas décadas depois (MIZUNO & AKAO, 1994).

O desdobramento da Qualidade pode ser conceituado como o processo que visa buscar, traduzir e transmitir as exigências dos clientes em características da qualidade do produto por intermédio de desdobramento sistemáticos, iniciando-se com a determinação da voz do cliente, passando pelo estabelecimento de funções, mecanismos, componentes, processos, matéria-prima e estendendo-se até o estabelecimento dos valores dos parâmetros de controle de processo (CHENG *et al.*, 1995; TUMELERO *et al.*, 2000).

A força do QFD está em tornar as relações destes desdobramentos explícitas, permitindo a harmonização e priorização das várias decisões tomadas durante o processo de desenvolvimento do produto, bem como em potencializar o trabalho de equipe (PEIXOTO & CARPINETTI, 1998). Chaves (2002) afirma que a aplicação de QFD permite a adequação dos desejos do consumidor aos projetos de produtos e serviços, de maneira inequívoca.

Ao realizar um levantamento sobre a aplicação de QFD nas indústrias brasileiras, Carnevalli *et al.* (2004) constataram que as empresas iniciaram o uso buscando, principalmente, a melhoria no processo de desenvolvimento de produto e o aumento da satisfação dos clientes. Os principais benefícios apontados foram: melhoria da qualidade e da confiabilidade e melhoria das equipes de trabalho e da prática de engenharia simultânea. As principais dificuldades foram: atribuir peso e interpretar os requisitos dos clientes, conflitos de opiniões nos grupos e falta de treinamento. Sobre os efeitos do QFD, verificou-se que a grande maioria das empresas acredita que ele é "neutro", ou seja, o QFD não gera nenhum resultado positivo ou negativo, e apenas 30% consideram seus efeitos nos projetos como "bom" e "um sucesso".

No desenvolvimento de produtos, as aplicações mais frequentes foram para produtos automotivos (20,8%) e alimentos (12,5% dos casos). Após a análise, verificou-se que todas as empresas que implantaram o método do QFD alcançaram resultados positivos (CARNEVALLI *et al.*, 2004). Os principais benefícios do uso do QFD são: redução do tempo e custo de desenvolvimento, redução de reclamações e melhor atendimento às necessidades e desejos do cliente (CHENG *et al.*, 1995).

A utilização da ferramenta QFD para avaliação dos atributos de qualidade considerados importantes pelos consumidores de iogurte na região de Viçosa e Juiz de Fora, Minas Gerais, apontou como importantes ou muito importantes as questões relativas a sabor agradável, aspectos nutricionais, textura consistente e presença de polpa de frutas, quando se fala em características específicas do produto. Quanto ao rótulo, foram consideradas importantes ou muito importantes a clareza das informações apresentadas, a existência de um canal de contato cliente/empresa e a data de validade estar disposta de forma legível e a vista do consumidor (CHAVES, 2002).

O uso da metodologia do QFD para desenvolver uma massa funcional proporcionou a definição dos parâmetros de qualidade do produto final e das matérias-primas, indicando a forte relação entre elas para o atendimento das exigências do consumidor (PINTO & PAIVA, 2010).

Antoni (1999) utilizou o QFD para desenvolvimento de um salame de peito de peru. Relatou que o uso da ferramenta possibilita a visão do processo de forma global. A avaliação da qualidade exigida pelo cliente é cruzada com a necessidade tecnológica e regulatória, para então partir para o desenvolvimento do produto propriamente dito.

A aplicação de QFD também foi utilizada para avaliar o perfil do consumidor de abacaxi "Pérola", destacando que o método foi útil na identificação dos atributos de qualidade que

eram decisivos no momento da compra, assim como para estabelecer o grau de importância de cada atributo exigido pelo mercado e para a interpretação da análise sensorial do abacaxi (MIGUEL *et al.*, 2007).

O uso de QFD auxilia na montagem e definição de um plano de melhoria, pois se adotam critérios para prioridades, alinhadas a demanda do cliente. As ações a serem empreendidas envolvem atuação junto ao cliente, controle de matérias primas, controle de parâmetros do processo, investimento em equipamento e otimização de características de qualidade (TUMELERO *et al.*, 2000)

Miguel (2009) implementou o QFD para dar suporte ao processo de desenvolvimento de produtos em uma empresa de embalagens. Verificou que o método dá suporte adequado a estas atividades, no sentido de organização, registro das informações e de uma sequência lógica para as atividades associadas às dimensões de mercado e de desenvolvimento das especificações.

3. Procedimentos metodológicos

Levando em consideração os dados levantados pela última Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), realizada no Brasil em 2010, que apontou que metade dos brasileiros é considerada obesa ou com sobrepeso, este trabalho prevê o levantamento dos desejos e necessidade dos consumidores quanto a um produto lácteo que promova sensação de saciedade. No entanto, o público alvo não fica limitado a pessoas obesas ou com sobrepeso, pois o produto será desenvolvido também para atender pessoas que estejam preocupadas em manter o peso atual, ou ainda, que sentem a necessidade de consumir alimentos que as mantenham saciadas por mais tempo devido à impossibilidade de realização das refeições habituais.

Inicialmente foi elaborado um questionário com questões abertas (Apêndice 2.A) sobre o consumo de produtos lácteos e características que provocam a atração e interesse dos consumidores deste tipo de produto. Esta etapa teve como objetivo converter a voz original do cliente em verdadeiras necessidades e organizar as informações numa forma útil para o desenvolvimento do produto. O questionário foi enviado por e-mail para um grupo pessoas e foi solicitado que somente respondesse ao questionário pessoas que tivessem interesse em um produto lácteo que apresentasse o benefício de promover saciedade.

Com o retorno dos questionários respondidos, foi possível levantar as informações para elaboração de um questionário fechado (Apêndice 2.B) onde as informações foram agrupadas por afinidade, resultando na Árvore da Qualidade demandada.

O questionário fechado teve como objetivo principal priorizar os atributos relacionados ao produto com a importância considerada pelos consumidores (ID_i). A partir da árvore de Qualidade Demandada é construída a matriz de Qualidade. Cada item da Qualidade Demandada é traduzido em um requisito do produto associado, que possui uma forma de ser mensurada (especificação).

A matriz da qualidade é a ferramenta utilizada para organizar e dispor, em informações técnicas, as necessidades dos consumidores (PINTO & PAIVA, 2010). Nesta etapa, foi feita a correlação entre a qualidade exigida pelo consumidor e o requisito do produto (DQ_{ij}), atribuindo valores 3, 6 ou 9, que significam correlação fraca, média ou forte, respectivamente. Em seguida, os requisitos do produto foram priorizados, pela determinação da Importância das Características de Qualidade (IQ_j), através da fórmula:

$$IQ_j = \sum_{i=1}^n ID_i \times DQ_{ij} \quad (1)$$

onde:

IQ_j = importância das características de qualidade (importância técnica);

ID_i = importância de Qualidade demandada;

DQ_{ij} = intensidade do relacionamento entre os itens da qualidade demanda e as características de qualidade.

Os pesos obtidos para cada item de Característica de Qualidade são corrigidos levando em consideração a dificuldade de atuação (D_j) e avaliação de *benchmarking* (B_j). Para dificuldade de atuação, são atribuídos valores de 0,5 (muito difícil) a 2,0 (fácil). Para avaliação competitiva, cada item é avaliado em relação à concorrência, recebendo valores de 0,5 (acima da concorrência) a 2,0 (muito abaixo da concorrência). A priorização das Características de qualidade corrigida (IQ_j^*) é determinada por:

$$IQ_j^* = IQ_j \times \sqrt{D_j} \times \sqrt{B_j} \quad (2)$$

onde:

IQ_j^* = importância corrigida das características de qualidade;

IQ_j = importância das características de qualidade (importância técnica);

D_j = avaliação da dificuldade de atuação

B_j = avaliação da competitividade interna (*benchmarking* técnico)

Conhecendo as características de qualidade demandadas e a importância de cada requisito, parte-se para o detalhamento do projeto do produto, considerando a voz dos clientes e aspectos relativos ao custo objetivado, confiabilidade e tecnologia disponível.

Nesta etapa, o produto é dividido nas suas partes integrantes. O objetivo é evidenciar as partes que estão associadas com as características de qualidade anteriormente destacadas, auxiliando na identificação das partes críticas para a qualidade do produto final, possibilitando a priorização das partes a serem desenvolvidas, pela determinação da Importância das Partes (IPR_i). A importância das partes é calculada considerando a intensidade dos relacionamentos entre uma determinada parte e as características de qualidade (PQ_{ij}) e a importância definida para as características de qualidade (IQ_j^*), pela Equação 3:

$$IPR_i = \sum_{j=1}^n PQ_{ij} \times IQ_j^* \quad (3)$$

onde:

IPR_i = importância da parte i ;

PQ_{ij} = intensidade do relacionamento entre a parte i e a característica de qualidade j ;

IQ_j^* = índice de importância corrigido das características de qualidade j .

A priorização das partes é realizada a partir da consideração da importância aferida à parte em questão e dos aspectos práticos de sua implementação, ou seja, tempo e dificuldade de implantação de melhorias. Esta avaliação é interessante para indicar as partes que responderão mais prontamente às melhorias realizadas. Para avaliação de tempo de implantação (T_i) é utilizada escala de 0,5 (muito grande) a 2,0 (pequeno) e para dificuldade de implantação (F_i), 0,5 (muito difícil) a 2,0 (fácil).

Na matriz de processo executa-se o detalhamento dos processos de fabricação, com o nível de detalhamento necessário para identificar os processos que estão associados às características de qualidade anteriormente destacadas. Isto permitirá a identificação de processos críticos para a qualidade do produto, priorizando os processos a serem monitorados e/ou otimizados (PEIXOTO & CARPINETTI, 1998; RIBEIRO *et al.*, 2001). Para avaliação do grau de relacionamento entre as características demandadas e as etapas do processo, faz-se a correlação entre ambos, utilizando-se a mesma escala da Matriz da Qualidade, determinando PQ_{ij} . Para definição da Importância dos processos (IP_i), leva-se em conta a Importância das características da Qualidade e a intensidade de relacionamento entre as etapas do processo e os requisitos. Faz-se a correção deste valor considerando a dificuldade de implementação e tempo necessário, gerando a Importância dos processos IP_i^* , através da Equação 4.

$$IP_i^* = IP_i \times \sqrt{F_i} \times \sqrt{T_i} \quad (4)$$

onde:

IP_i^* = importância corrigida dos processos;

IP_i = importância dos processos;

F_i = dificuldade de fazer modificações;

T_i = tempo necessário para modificações.

4. Resultados e Discussão

4.1. Descrição dos processos

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa que atua, dentre outros ramos, na área de laticínios. A indústria recebe aproximadamente 600 mil litros de leite/dia de seus associados e parceiros. Esta matéria-prima é beneficiada para elaboração de produtos como leites pasteurizados, leite UHT, queijos nobres, queijos frescais, requeijão, bebida láctea, creme de leite entre outros derivados. Uma característica da empresa é buscar a inovação sem perder a tradição, motivo que fez com que a empresa investisse em uma pesquisa para avaliação do potencial deste novo produto.

Na empresa em questão, o processo de fabricação segue uma adaptação do processo descrito anteriormente. A bebida láctea fermentada é elaborada a partir de leite pasteurizado, soro de leite, açúcar, estabilizantes, polpa de frutas e culturas lácteas específicas. Inicialmente, o soro de leite passa por um trocador de calor para pré-aquecimento até 65°C, sendo enviado para o tanque de fermentação. O soro é aquecido até 70°C para inativação das enzimas do coagulante (utilizado na elaboração de queijos), quando o leite pasteurizado, açúcar e estabilizantes são adicionados. A mistura é aquecida até 85°C e mantida nesta temperatura por 15 minutos, para garantir a segurança microbiológica do produto. Em seguida, a mistura é resfriada até a temperatura para inoculação da cultura láctea utilizada, sob agitação. Após completa dissolução do fermento, a agitação é desligada e aguarda-se a fermentação do produto, até que o pH do produto atinja 4,6. Ao atingir este pH, é realizado o corte da coalhada, iniciando com velocidade lenta do agitador e adição da polpa. Em seguida, o produto é enviado para envase, passando por um trocador de calor para resfriar o mesmo. O produto é acondicionado em embalagens específicas conforme tipo de produto.

No caso de elaboração de produtos com a proposta de promotor de saciedade, a adição do ingrediente que confere a característica almejada pode ser tanto junto ao estabilizante ou com

a polpa de frutas, variando conforme necessidade da planta industrial e do processo tecnológico adotado.

4.2. Pesquisa de mercado

O questionário aberto foi enviado por e-mail para 54 pessoas selecionadas entre clientes cadastrados que entraram em contato com a empresa questionando sobre produtos para controle de calorias ingeridas e contatos próximos. Houve retorno de 52% dos questionários respondidos, 79% dos respondentes apresentavam idade entre 25 e 44 anos e 21% com idade inferior a 24 anos. Das pessoas que responderam ao questionário, 100% indicaram consumir produtos lácteos. Quanto à frequência de consumo, 68% das pessoas consomem lácteos ou derivados lácteos diariamente, 18% consome entre 2 a 6 vezes por semana, 11% consome semanalmente e 4% uma vez a cada 15 dias.

As pessoas foram questionadas sobre o produto no qual gostariam de encontrar o benefício de promoção de saciedade, 57% dos respondentes indicaram bebidas lácteas. Quando questionados sobre as características do produto, foi possível dividir as mesmas em quatro grupos, para elaboração e aplicação do questionário fechado, que foram: aparência, sabor, aspecto nutricional e textura. Para avaliar a importância da embalagem, foi incluído um questionamento específico sobre embalagem e rótulo, para avaliar o que era considerado importante neste quesito. O questionário fechado foi respondido por 56 pessoas, selecionadas aleatoriamente entre contatos e clientes da empresa, e possibilitou priorizar estas cinco características (produto e embalagem) e identificar o que é mais importante aos consumidores, conforme apresentado na Tabela 2. 1.

4.3. Matrizes do QFD

No questionário fechado, cada característica secundária foi desdobrada em características de nível terciário. Para priorizar as características, foi utilizada a média obtida nos questionários fechados. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 2. 1.

Quanto à característica de promover sensação de saciedade, a mesma está entre as cinco características mais importantes para o consumidor, com ID_i de 4,45. A característica mais importante para os entrevistados foi que o produto apresente sabor característico da fruta, com ID_i de 4,79. Para cada demanda de qualidade, foi levantado um requisito do produto, que é efetivamente o parâmetro que a empresa controla para garantir o atendimento e satisfação dos requisitos do cliente. A partir da correção destes, foi possível identificar os requisitos do

produto que devem ser rigorosamente atendidos: viscosidade, tipo e tamanho de embalagem, tamanho das frutas e teor de fibras. Considerando que os requisitos viscosidade e tipo e tamanho da embalagem podem ser considerados itens de projeto, por definirem o tipo de produto que está sendo produzido, as características de tamanho das frutas e teor de fibras são as características prioritárias. No caso do produto em desenvolvimento, a adição de fibras está diretamente relacionada à funcionalidade do produto de promover saciedade.

Tabela 2. 1 - Desdobramento dos resultados obtidos no questionário fechado

| Nível Secundário | Peso | Peso % | Nível Terciário | Média |
|---------------------|-------|--------|---|-------|
| Sabor | 43,25 | 27,1% | Apresentar sabor característico da fruta | 4,79 |
| | | | Não apresentar sabor residual de adoçante. | 4,52 |
| | | | Apresentar sabor doce | 3,38 |
| | | | Apresentar sabor característico de fermentado (levemente ácido) | 3,34 |
| Aspecto Nutricional | 36,27 | 22,7% | Apresentar alto teor de frutas | 4,50 |
| | | | Promover sensação de saciedade, reduzindo o consumo de alimentos nas refeições. | 4,45 |
| | | | Ser rico / fonte de fibras | 4,38 |
| | | | Apresentar baixo teor de gorduras | 4,34 |
| | | | Não conter açúcares | 3,95 |
| Aparência | 29,73 | 18,6% | Não conter corantes artificiais | 4,39 |
| | | | Apresentar aparência homogênea | 4,23 |
| | | | Apresentar cor característica da fruta | 4,21 |
| | | | Ser brilhoso | 3,00 |
| | | | Apresentar cor intensa | 2,73 |
| Textura | 27,55 | 17,2% | Apresentar pedaços de frutas | 4,32 |
| | | | Apresentar consistência cremosa | 4,29 |
| | | | Apresentar consistência firme | 3,43 |
| | | | Apresentar consistência líquida | 3,00 |
| Embalagem e rótulo | 22,93 | 14,4% | Apresentar rótulo com imagens e informações claras que representem seus benefícios / ingredientes | 4,64 |
| | | | Apresentar Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) | 4,43 |
| | | | Ser uma embalagem individual, para beber | 3,77 |
| | | | Ser uma embalagem individual, para comer com colher | 3,38 |
| | | | Apresentar rótulo colorido | 3,27 |
| | | | Ser uma embalagem família, contendo de 700g a 1kg, para beber (garrafa) | 3,20 |

Na etapa seguinte, o produto foi desmembrado em suas partes constituintes, e cada parte, avaliada em relação ao atendimento aos requisitos do produto. Através da Matriz do Produto, foi possível ordenar a importância das partes, indicando as que merecem maior atenção no processo de desenvolvimento e especificação. Conforme apresentado na Figura 2. 1, o preparado de frutas apresentou IPR_i de 41,77, o fermento 28,34 e as fibras, 17,63.

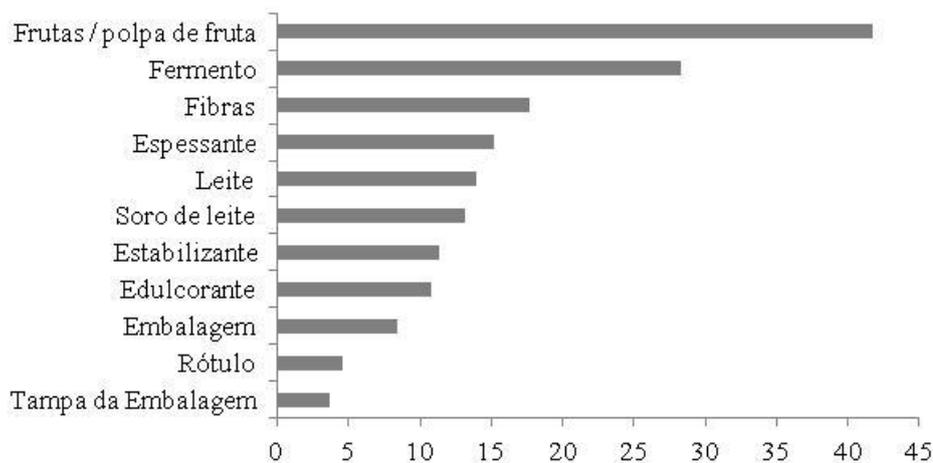


Figura 2. 1 – Priorização das partes

Na Matriz de Processo (Tabela 2. 2), foram listadas as etapas do processo de elaboração do produto e correlacionadas com os requisitos do produto, de forma a avaliar o grau de relacionamento existente entre eles. Neste momento, identificou-se que a adição do fermento ($IP_i^* = 332,6$) seguida pela adição das fibras e do sistema estabilizante ($IP_i^* = 322,5$) e adição das frutas ($IP_i^* = 220,9$) são as etapas que estão mais fortemente relacionadas ao atendimento dos requisitos estabelecidos pelos consumidores. O Apêndice 2.C apresenta a matriz de processo completa.

Tabela 2. 2 – Matriz de Processo (parcial)

| Componentes do produto - Iqj* | Análise sensorial - intensidade da cor - escala de 1 a 10 | Análise sensorial - cor - escala de 1 a 10 | Tipo de corante | Separação de fases | Análise sensorial - brilho | Análise Sensorial - sabor - escala de 1 a 10 | % Brnx | pH | Tipo e tamanho da embalagem | Tipo e tamanho da embalagem | Tipo e tamanho da embalagem | Número de partones no rótulo | IPi | Fi | Ti | IPi* | IPi*/1000 |
|--|---|--|-----------------|--------------------|----------------------------|--|--------|----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------|-----|-----|-------|-----------|
| | 88,2 | 93,7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adição do soro de leite | | 3 | | 6 | | | 3 | 3 | | | | | 3.660,92 | 1 | 1 | 3661 | 36,6 |
| Aquecimento soro | | | | 9 | | 6 | | 3 | | | | | 4.067,21 | 1 | 1 | 4067 | 40,7 |
| Adição do leite | | 3 | | 9 | | 6 | 3 | 3 | | | | | 7.558,72 | 1 | 1 | 7559 | 75,6 |
| Adição fibras e sistema estabilizante/espessante | 3 | 3 | | 9 | 6 | | 6 | | | | | | 22.802,44 | 2 | 1 | 32248 | 322,5 |
| Tratamento térmico | | | | 9 | | 6 | | | | | | | 3.494,90 | 1 | 0,5 | 2471 | 24,7 |
| Resfriamento I | | | | 3 | | | | | | | | | 615,15 | 0,5 | 0,5 | 308 | 3,1 |
| Adição fermento | | | | 6 | 9 | 6 | | 9 | | | | | 16.629,42 | 2 | 2 | 33259 | 332,6 |
| Fementação | | | | 9 | 9 | 9 | | 9 | | | | | 18.069,30 | 1 | 1 | 18069 | 180,7 |
| Corte coalhada | | | | 9 | 6 | | | 9 | | | | | 14.907,88 | 1 | 1 | 14908 | 149,1 |
| Adição edulcorante | | | | | | 9 | 3 | | | | | | 7.316,75 | 2 | 2 | 14634 | 146,3 |
| Adição preparado de frutas | 9 | 9 | 9 | 6 | 6 | 9 | 9 | 6 | | | | | 22.094,13 | 1 | 1 | 22094 | 220,9 |
| Resfriamento II | | | | 9 | 6 | 6 | | 6 | | | | | 6.013,94 | 0,5 | 0,5 | 3007 | 30,1 |
| Envase | | | | 6 | | | | | 9 | 9 | 9 | | 8.041,55 | 0,5 | 0,5 | 4021 | 40,2 |
| Acondicionamento | | | | 6 | | 6 | | 6 | | | | | 4.024,37 | 1 | 0,5 | 2846 | 28,5 |

5. Conclusão

Este artigo teve como objetivo identificar e priorizar características para desenvolvimento de um produto lácteo que estimule a sensação de saciedade. A primeira etapa do trabalho demonstrou que produtos lácteos estão presentes na dieta dos consumidores que apresentam interesse em um produto que estimule a sensação de saciedade. Destes, 68% consomem produtos lácteos diariamente. Os entrevistados indicaram a bebida láctea fermentada como sendo um produto interessante para a incorporação da funcionalidade proposta.

Na segunda etapa do trabalho, quando aplicado o questionário fechado, identificaram-se as características de nível secundário mais importantes a serem observadas: sabor (27,1%) e aspecto nutricional (22,7%). Ao detalhar e desmembrá-las em nível terciário, a característica de promover sensação de saciedade está entre as cinco mais importantes para o consumidor, com ID_i de 4,45.

Na elaboração da matriz do produto, quando o mesmo é desmembrado em suas partes, foi possível identificar as partes que estão fortemente relacionadas ao atendimento dos requisitos levantados. Deve-se atentar principalmente ao preparado de frutas utilizado, fermento e fibras, pois estes interferem com maior impacto nas características do produto final. Quanto ao processo, as etapas de adição do fermento, fibras e estabilizante são as que requerem maior atenção.

A aplicação de QFD no desenvolvimento de um produto se mostrou uma ferramenta útil e eficaz para identificação dos requisitos do produto do ponto de vista da necessidade do cliente e internamente provocou discussão e estudo do processo e produto propriamente dito, orientando a empresa o caminho a ser seguido para um lançamento com maiores chances de sucesso.

Referências

- ABREU, F.S. QFD – Desdobramento da Função Qualidade: Estruturando a satisfação do cliente. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 37, n.2, p. 47 – 55, abr./jun. 1997.
- AKAO, Y. **Introdução ao desdobramento da Qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996. 187p.
- ALMEIDA, K.E., BONASSI, I.A., ROÇA, R.O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 187-192, maio-ago. 2001.
- ANTONI, I. **Desenvolvimento de um embutido fermentado de carne de peru pelo método do desdobramento da função qualidade (QFD – Quality Function Deployment)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- BENTO, O.P. Alimentos funcionais – um mercado em expansão? In: ENCONTRO LUSO-ANGOLANO DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, 1, 2008, Évora (Portugal). **Anais...** Évora (Portugal), 2008. p. 321- 333.
- BLUNDELL, J., DE GRAAF, C., HULSHOF, T., JEBB, S., LIVINGSTONE, B., LLUCH, A., MELA, D., SALAH, S., SCHURING, E., VAN DER KNAAP, H. AND WESTERTERP, M. (2010), Appetite control: methodological aspects of the evaluation of foods. **Obesity Reviews**, v.11 n.3, p. 251–270, 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 18 de 30 de abril de 1999**. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=109>> Acesso em 29 de julho de 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005**. Disponível em: < <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em 18 de maio de 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 52 de 06 de outubro de 2011**. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0052_06_10_2011.html>. Acesso em 20 de dezembro de 2011.
- CARNEVALLI, J.A.; SASSI, A.C.; MIGUEL, P.A.C. Aplicação do QFD no desenvolvimento de produtos: Levantamento sobre seu uso e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão e Produção**. São Carlos, SP, v.11. n.1. p.33-49, jan./abr. 2004.
- CARNEVALLI, J.A; MIGUEL P.A.C. Empresas de referência na utilização do desdobramento da função qualidade. **Produto & Produção**. Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 01 - 18, fev. 2009.

- CHAVES, O. **Aplicação do método de desdobramento da função de Qualidade na produção de iogurte: Um estudo de caso.** 2002. 103 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- CHENG, L.C.; SCAPIN, C.A.; OLIVEIRA, C.A.; KRAFETUSKI, E.; DRUMOND, F.D., BOAN, F.S., PRATES, L.R., VILELA, R.M. **QFD: Planejamento da qualidade.** Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995, 261p.
- CHURCHILL, G.A; PETER, J.P. **Marketing: Criando valor para os clientes.** Tradução Cecília Camargo Bartalotti e Cid Knipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2000. 626p.
- FILHO, M.M.S; NANTES, J.F.D. O QFD e a análise sensorial no desenvolvimento do produto na indústria de alimentos: Perspectivas para futuras pesquisas. In: SIMPEP, XI, Bauru, 2004. **Anais...** Bauru: Engenharia de Produção UNESP, 2004.
- IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 -2009** – Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. Rio De janeiro, 2010.
- KING, N.A, CRAIG, S.A.S., PEPPER T., BLUNDELL, J.E. Evaluation of the independent and combined effects of xylitol and polydextrose consumed as a snack on hunger and energy intake over 10d. **British Journal of Nutrition**, n. 93, p. 911 – 915, 2005.
- LIVINGSTOSE, M.B.E.; ROBSON, P.J.; WELCH, R.W.; BURNS, A.A.; BURROWS, M.S.; McCORMACK C. Methodological issues in the assessment of satiety. **Scandinavian Journal of Nutrition**. v. 44, p. 98 - 103, 2000.
- LORENZO, S.; MIRA, J.; OLARTE, M.; GUERRRERO, J.; MOYANO, S. Análisis matricial de la voz del cliente: QFD aplicado a la gestión sanitaria. **Gaceta Sanitária**, Madri, v.18, n.6, p. 464-471, dec 2004.
- MIGUEL, A. C. A.; SPOTO, M.H.F.; ABRAHÃO, C.; SILVA, P.P.M. Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de abacaxi “Pérola”. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 563-569, 2007.
- MIGUEL, P.A.C. QFD no desenvolvimento de novos produtos: um estudo sobre a sua introdução em uma empresa adotando a pesquisa-ação como abordagem metodológica. **Produção**, v.19, n.1, p. 105-128, 2009.
- MIZUNO, S. & AKAO, Y. **QFD: The customer driven approach to quality planning and deployment.** Tokyo: APO, 1994. 365p.
- NOBRE, L.N.; BRESSAN, J.; COSTA SOBRINHO, P.S.; COSTA, N.M.B.; MININ, P.V.R.; CECON, P. R. Volume de iogurte *light* e sensações subjetivas do apetite de homens eutróficos e com excesso de peso. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, n. 5, p. 591-600, set./out., 2006.

- PAPATHANASOPOULOS A; CAMILLERI M. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. **Gastroenterology**, v.138, n.1, p. 65-72, e1-2, jan 2010.
- PEIXOTO, M.O.C; CARPINETTI, L.C.R. Aplicação de QFD integrando o modelo de Akao e o modelo QFD estendido. **Gestão e Produção** (UFSCar), v.5, n.3, p 221-238, dez 1998.
- PINTO, A.L.D., PAIVA, C.L. Desenvolvimento de uma massa funcional pronta para tortas utilizando o método de Desdobramento da Função Qualidade (QFD). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30(Supl.1), p. 36-43, maio 2010.
- RIBEIRO, J.L.D; ECHEVESTE, M.E; DANILEVICZ, A.M.F. **Série Monográfica Qualidade: A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços**. Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS. Porto Alegre: FEENG, 2001. 98p.
- SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n. 1-2, p. 7-19, 1999.
- SLAVIN, J.L. Dietary fiber and body weight. **Nutrition**, v. 21, p. 411-118, 2005.
- TAMINE, A.Y., ROBINSON, R.K. **Yoghurt – Science and Tecnology**. Woodhead Published Limited. Abington Hall. Cambridge, 2000. 606p.
- THAMER, K.G., PENNA, A.L.B. Caracterização de Bebidas lácteas Fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 589-595, jul./set. 2006.
- TUMELERO, N., RIBEIRO, J.L.D., DANILEVICZ, A.M.F. **Desdobramento da Função Qualidade: Um estudo de caso no setor de alimentos**. P S, Edições PPGEF João Pessoa, v.5, p 135-176, 2000.
- VIALTA *et al.* **Brasil Food Trends 2020**. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, Instituto de Tecnologia de alimentos. – São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173p.

Apêndice 2.A – Questionário aberto

Pesquisa para Desenvolvimento de Produto lácteo que promova sensação de Saciedade.

Estamos avaliando o mercado consumidor de produtos lácteos, visando desenvolvimento de um produto lácteo que promova a sensação de saciedade.

A promoção de saciedade de um alimento pode ser definida como a capacidade de suprimir a fome e reduzir a quantidade de alimento consumido na próxima refeição.

Você teria interesse em um produto com este benefício? Em caso afirmativo, pedimos que responda as questões clicando no link abaixo. Caso contrário, agradecemos sua atenção.

1. Qual sua faixa etária?

até 24 anos

45 a 64 anos

25 a 44 anos

acima de 65 anos

2. Você consome produtos lácteos?

Sim

Não

3. Com que frequência?

Diariamente

Semanalmente

Entre 2 e 6 vezes por semana

Quinzenalmente

4. Em qual (is) produto(s) lácteo (s) você gostaria de encontrar o benefício de “promoção de saciedade”?

Leite pasteurizado (saquinho)

Iogurte

Leite UHT (caixinha)

Outro. Qual? _____

Bebida láctea

5. Quais características você considera importante neste tipo de produto (assinalado em 4)?

6. Como deve ser a apresentação / embalagem deste produto?

7. Que faixa de preço você considera justo para este tipo de produto? (Considerando embalagem de 700g).

Apêndice 2.B – Questionário fechado

Avaliação de Bebida láctea fermentada que promove sensação de Saciedade

Estamos desenvolvendo uma bebida láctea fermentada, que promove sensação de saciedade. Para isso, gostaríamos de saber o que você, possível consumidor, valoriza neste produto.

A promoção de saciedade de um alimento pode ser definida como a capacidade de suprimir a fome e reduzir a quantidade de alimento consumido na próxima refeição.

Favor responda as questões abaixo, expressando sua opinião e preferência. Agradecemos sua participação.

1. Em relação a APARÊNCIA do produto, avalie a importância quanto:

| | Sem importância | Pouco importante | Indiferente | Importante | Muito importante |
|--|-----------------|------------------|-------------|------------|------------------|
| Apresentar cor intensa | | | | | |
| Apresentar cor característica da fruta | | | | | |
| Não conter corantes artificiais | | | | | |
| Apresentar aparência homogênea | | | | | |
| Ser brilhoso | | | | | |

2. Em relação ao SABOR da bebida láctea, avalie a importância quanto:

| | Sem importância | Pouco importante | Indiferente | Importante | Muito importante |
|---|-----------------|------------------|-------------|------------|------------------|
| Apresentar sabor característico da fruta | | | | | |
| Apresentar sabor doce | | | | | |
| Apresentar sabor característico de fermentado (levemente ácido) | | | | | |
| Não apresentar sabor residual de edulcorante | | | | | |

3. Em relação ao ASPECTO NUTRICIONAL que o produto pode oferecer, avalie a importância quanto:

| | Sem importância | Pouco importante | Indiferente | Importante | Muito importante |
|--|-----------------|------------------|-------------|------------|------------------|
| Apresentar baixo teor de gorduras | | | | | |
| Não conter açúcares | | | | | |
| Apresentar alto teor de frutas | | | | | |
| Promover sensação de saciedade, reduzindo o consumo de alimentos nas refeições | | | | | |

4. Quanto a TEXTURA, avalie sua preferência quanto:

| | Desgosto totalmente | Desgosto | Indiferente | Gosto | Gosto muito |
|---------------------------------|---------------------|----------|-------------|-------|-------------|
| Apresentar consistência firme | | | | | |
| Apresentar consistência cremosa | | | | | |
| Apresentar consistência líquida | | | | | |
| Apresentar pedaços de frutas | | | | | |

5. Quanto a EMBALAGEM E RÓTULO, avalie a importância de:

| | Sem importância | Pouco importante | Indiferente | Importante | Muito importante |
|---|-----------------|------------------|-------------|------------|------------------|
| Ser uma embalagem individual, para beber | | | | | |
| Ser uma embalagem individual, para comer com colher | | | | | |
| Ser uma embalagem família, contendo de 700g a 1 kg, para beber (garrafa) | | | | | |
| Apresentar rótulo colorido | | | | | |
| Apresentar rótulo com imagens e informações claras que representem seus benefícios / ingredientes | | | | | |
| Apresentar Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) | | | | | |

6. No produto proposto, o que você acha mais importante?

Neste momento, ordene de 1 a 5 cada um dos itens. Considere o número 1 para o item mais importante, 2 para o segundo mais importante, assim por diante, até o 5 que será o item de menor importância. CADA NÚMERO DEVE SER SELECIONADO APENAS UMA VEZ. Lembrando que quanto maior o número, MENOS importante.

| | |
|--|---------------------|
| | Aparência |
| | Sabor |
| | Aspecto nutricional |
| | Textura |
| | Embalagem e rótulo |

7. Em qual (is) sabor (es) de bebida láctea você gostaria de encontrar este benefício?

8. Utilize este espaço para sugestões ou comentários.

Apêndice 2.C – Matriz Processo completa

| Componentes do produto /Iqj* | Análise sensorial - intensidade da cor - escala de 1 a 10 | Análise sensorial - cor - escala de 1 a 10 | Tipo de corante | Separação de fases | Análise sensorial - brilho | Análise Sensorial - sabor - escala de 1 a 10 | % Brix | pH | Sensorial - sabor residual - escala de 1 a 10 | Teor de gordura | Teor de açúcares | % frutas | Teor de fibras | Teor de fibras | Viscosidade (tempo de escoamento) | Viscosidade (tempo de escoamento) | Viscosidade (tempo de escoamento) | Tamanho das frutas | Tipo e tamanho da embalagem | Tipo e tamanho da embalagem | Tipo e tamanho da embalagem | Número de pontos no rótulo | IPi | Fi | Ti | IPi* | IPi*/1000 |
|--|---|--|-----------------|--------------------|----------------------------|--|--------|----|---|-----------------|------------------|----------|----------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------|-----|-----|-------|-----------|
| Adição do soro de leite | | 3 | | 6 | | 3 | 3 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | 3.660,92 | 1 | 1 | 3661 | 36,6 |
| Aquecimento soro | | | | 9 | | 6 | 3 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | 4.067,21 | 1 | 1 | 4067 | 40,7 |
| Adição do leite | | 3 | | 9 | | 6 | 3 | | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | | 7.558,72 | 1 | 1 | 7559 | 75,6 |
| Adição fibras e sistema estabilizante/espessante | 3 | 3 | | 9 | 6 | | 6 | | | | | | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | | | | | | 22.802,44 | 2 | 1 | 32248 | 322,5 |
| Tratamento térmico | | | | 9 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.494,90 | 1 | 0,5 | 2471 | 24,7 |
| Resfriamento I | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 615,15 | 0,5 | 0,5 | 308 | 3,1 |
| Adição fermento | | | | 6 | 9 | 6 | | 9 | | | | | | | 9 | 9 | 9 | | | | | | 16.629,42 | 2 | 2 | 33259 | 332,6 |
| Fermentação | | | | 9 | 9 | 9 | | 9 | | | | | | | 9 | 9 | 9 | | | | | | 18.069,30 | 1 | 1 | 18069 | 180,7 |
| Corte coalhada | | | | 9 | 6 | | | 9 | | | | | | | 9 | 9 | 9 | | | | | | 14.907,88 | 1 | 1 | 14908 | 149,1 |
| Adição edulcorante | | | | | | 9 | 3 | | 9 | | 9 | | | | | | | | | | | | 7.316,75 | 2 | 2 | 14634 | 146,3 |
| Adição preparado de frutas | 9 | 9 | 9 | 6 | 6 | 9 | 9 | 6 | | | | 9 | | | 6 | 6 | 6 | 9 | | | | | 22.094,13 | 1 | 1 | 22094 | 220,9 |
| Resfriamento II | | | | 9 | 6 | 6 | | 6 | | | | | | | | | | | | | | | 6.013,94 | 0,5 | 0,5 | 3007 | 30,1 |
| Envase | | | | 6 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 9 | 9 | 9 | | 8.041,55 | 0,5 | 0,5 | 4021 | 40,2 |
| Acondicionamento | | | | 6 | | 6 | | 6 | | | | | | | | | | | | | | | 4.024,37 | 1 | 0,5 | 2846 | 28,5 |

CAPÍTULO 3

3.1 Artigo 2

OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA PARA PROMOÇÃO DE SACIEDADE

Ana Paula Melo Dominguez

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS
e-mail: amelodominguez@yahoo.com.br

Carla Schwengber ten Caten

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS
e-mail: tencaten@producao.ufrgs.br

Carlos Henrique Pagno

Engenharia de Alimentos- ICTA- UFRGS
e-mail:cpagno@gmail.com

Simone Hickmann Flôres

Engenharia de Alimentos- ICTA- UFRGS
e-mail:simone.flores@ufrgs.br

Artigo a ser submetido, na versão resumida, à
International Journal of Dairy Technology (print)

ISSN 1364-727X

CLASSIFICAÇÃO QUALIS:
B1 - CIÊNCIAS AGRÁRIAS I

OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA PARA PROMOÇÃO DE SACIEDADE

Ana Paula Melo Dominguez

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS
e-mail: amelodominguez@yahoo.com.br

Carla Schwengber ten Caten

Engenharia de Produção – Escola de Engenharia - UFRGS
e-mail: tencaten@producao.ufrgs.br

Carlos Henrique Pagno

Engenharia de Alimentos- ICTA- UFRGS
e-mail:cpagno@gmail.com

Simone Hickmann Flôres

Engenharia de Alimentos- ICTA- UFRGS
e-mail:simone.flores@ufrgs.br

Resumo: O desenvolvimento de produtos para serem consumidos entre as refeições e que promovam a sensação de saciedade é uma opção interessante para a indústria e para o consumidor, considerando o aumento dos casos de sobrepeso na população mundial e brasileira. Estudos epidemiológicos indicam benefícios do consumo de fibras associadas a redução de doenças cardiovasculares, bom funcionamento do intestino, controle de peso e diabetes. Este trabalho avaliou o efeito do teor de soro, polidextrose, gelatina, amido e goma guar para produção de bebida láctea fermentada. Foi usado o método de Superfície de resposta para otimização da formulação e avaliado a influência sobre características sensoriais, viscosidade, tempo de processo e custo. Verificou-se que a viscosidade tem forte influência sobre aceitação do produto e que os consumidores esperam, para uma bebida láctea, um produto com viscosidade entre 2000 e 4000cp. Teores de gelatina superiores a 0,5% resultam em produtos com viscosidade acima desta faixa, não sendo aceitos pelo consumidor. O aumento do teor de soro pode ser compensado, até certo nível, pela adição de estabilizantes, mas a aceitação global dos produtos reduz à medida que chega-se ao nível máximo de soro estudado (70% de soro na base láctea). A formulação que otimiza simultaneamente as variáveis de estudo é elaborada com 8% de açúcar, 6,66% de polidextrose, 1,125% de preparado de frutas, 60,75% de leite, 22,64% de soro, 0,30% de gelatina e 0,52% de amido.

Palavras-chave: saciedade, bebida láctea fermentada, otimização, viscosidade, análise sensorial.

Abstract: The development of satiety-promoting foods to be consumed between meals is an interesting option to the food industry and to the consumers, considering the increase of obesity and overweight. People that consume more dietary fiber have less chronic diseases, such as cardiovascular, intestinal, diabetes and overweight. The aim of this study was to evaluate the effects of whey, polydextrose, gelatin, starch, guar gum on the production of fermented dairy beverages. Surface methodology was used to optimize the formulation and to evaluate the influence in sensorial characteristics, viscosity, process time and cost. Viscosity influenced product acceptance and is expected to be around 2000 to 4000 cP. Using more than 0.5% of gelatin results in products with viscosity higher than 4000 cP, which is not accepted by the consumers. The increase of whey can be compensated to some degree by the added stabilizers, but the acceptance of the products decrease while whey increases. The formulation that simultaneously optimizes the variables studied is prepared with 8% of sugar, 6,66% of polydextrose, 1,125% of fruit, 60,75% of milk, 22,64% of whey, 0,30% of gelatin and 0,52% of starch.

Key-words: satiety, fermented dairy beverages, optimization, viscosity, sensorial analysis.

1. Introdução

Recentemente tem-se observado aumento no interesse pelo desenvolvimento de alimentos que contribuam positivamente para a saúde e bem-estar das pessoas, além do aspecto nutricional propriamente dito (MARTÍN-DIANA *et al.*, 2003).

O aumento de peso na população mundial tem sido um motivo de preocupação dos Órgãos Governamentais. A relação da obesidade com o aparecimento de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes entre outras tem onerado os cofres públicos. A última Pesquisa de Orçamentos Familiares realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontou que a desnutrição, nos primeiros anos de vida, e o excesso de peso e obesidade, em todas as demais idades, são problemas de grande relevância para a saúde pública no Brasil. O excesso de peso e a obesidade são encontrados com grande frequência em todos os grupos de renda e em todas as regiões brasileiras. A pesquisa indicou que 48% das mulheres e 50,1% dos homens estão acima do peso no Brasil (IBGE, 2010).

A avaliação do efeito do enriquecimento de alimentos com fibras sobre a saciedade dos indivíduos tem sido objetivo de vários estudos (SLAVIN & GREEN, 2007; PAUCAR-MENACHO *et al.*, 2008; PERRIGUE, MONSIVAIS & DREWNOWSKI, 2009; HULL *et al.*, 2012). Hull (2012) considera que o enriquecimento de iogurtes bebíveis com fibras alimentícias (polidextrose) é uma boa opção, já que pequenas dosagens do ingrediente não

alteram significativamente a característica sensorial do produto final, mantendo a aceitação dos produtos pelos consumidores.

Os produtos lácteos fermentados são descritos desde a antiguidade como forma de preservar os nutrientes do leite da deterioração causada por microrganismos. O pH baixo impede o crescimento de mofo e bactérias contaminantes no produto, evitando assim a formação de gás e de reações de proteólise ou lipólise que alteram de forma indesejada o sabor e aroma dos alimentos (TAMINE & ROBINSON, 2000; OLIVEIRA, 2006; MARAFON, 2010).

A utilização de soro de leite na elaboração de bebidas lácteas constitui-se numa forma racional de aproveitamento deste produto secundário da fabricação de queijos, que apresenta excelente valor nutritivo por possuir proteínas com elevado teor de aminoácidos essenciais, destacando-se no conteúdo de sulfúros (ALMEIDA, BONASSI & ROÇA, 2001; CAPITANI *et al.*, 2005; CUNHA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2008). O soro retém 55% dos nutrientes do leite, contém aproximadamente 20% das proteínas solúveis do leite e quase todo o teor de lactose (OLIVEIRA, 2006; SANTOS *et al.*, 2008). No Brasil, a produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite, e as mais comercializadas são as bebidas lácteas fermentadas, com características sensoriais semelhantes ao iogurte, e bebidas lácteas não fermentadas. O soro de leite é utilizado para substituição parcial do leite na formulação destes produtos, mantendo boas características nutricionais ao produto final, melhorando custo do produto para o fabricante e preço final ao consumidor, além de fazer com que o soro seja incorporado à dieta (ALMEIDA, BONASSI & ROÇA, 2001; CAPITANI *et al.*, 2005; THAMER & PENNA, 2006; CASTRO *et al.*, 2009; CALDEIRA *et al.*, 2010; PAULA *et al.*, 2012).

O consumo de produtos fermentados vem crescendo e faz com que a indústria se preocupe em pesquisar ingredientes que agreguem valor a este produto como, por exemplo, a adição de probióticos e prebióticos (ALMEIDA, BONASSI & ROÇA, 2001; ALLGEYER, MILLER & LEE, 2010; VIALTA *et al.*, 2010).

Na avaliação da qualidade de vários produtos lácteos, considerável importância é dada às propriedades de consistência e textura do produto, uma vez que estas influenciam em sua aceitabilidade pelos consumidores (PENNA, OLIVEIRA & BARUFFALDI, 1997; GOMES & PENNA, 2009).

O planejamento experimental, em conjunto com a metodologia de superfície de resposta se transforma em uma ferramenta útil para investigação de múltiplas variáveis e a influência sobre a performance e/ou características do produto ou processo sob avaliação. Permite que,

com um número reduzido de experimentos, seja possível avaliar a relação entre uma ou mais respostas (variáveis dependentes) e um número de fatores (variáveis independentes) (ÜNAL, METIN & ISIKLI, 2003; TELES & FLORES, 2007; CASTRO *et al.*, 2009).

Considerando a necessidade atual de desenvolvimento de produtos mais saudáveis, saborosos e com preços acessíveis, este trabalho tem como objetivo a otimização da formulação de uma bebida láctea fermentada enriquecida com polidextrose. Serão estudados o efeito do teor de soro e polidextrose adicionados e diferentes tipos e teores de estabilizantes para o produto, através do método de Superfície de resposta, avaliando características sensoriais, viscosidade instrumental, tempo de processo e custo.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a primeira seção traz o referencial teórico, com definição do termo bebida láctea e descrição de seus componentes e funções, definição de prebióticos e a relação destes com a promoção de saciedade e ainda, apresentação do delineamento experimental utilizado ao longo do trabalho; a segunda seção traz os procedimentos metodológicos utilizados para o planejamento experimental, produção da bebida láctea fermentada e determinação das variáveis dependentes (respostas); a terceira seção apresenta os resultados e discussão, com resultados da otimização de formulação e a quarta e última seção apresenta as conclusões deste estudo.

2. Referencial teórico

2.1. Bebida láctea fermentada

O termo “bebidas lácteas” tem sentido amplo e pode englobar uma série de produtos fabricados com leite e outras substâncias alimentícias (THAMER & PENNA, 2006;). O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de bebida láctea define este produto como sendo “o produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto”. Bebida láctea fermentada é o produto que se enquadra na definição anterior e que depois do processo de fermentação, não sofre tratamento térmico, mantendo contagem de bactérias lácteas superior a 10^6 UFC/g durante o prazo de validade (BRASIL, 2005).

O processo de fermentação é um processo que auxilia na conservação do leite, pois a formação de ácido láctico reduz o pH e seleciona o tipo de microrganismo capaz de se desenvolver. Além disso, o aumento da acidez faz com que a lactose e as proteínas sejam parcialmente hidrolisadas, aumentando a digestibilidade (TAMINE & ROBINSON, 2000; OLIVEIRA, 2006).

As bebidas lácteas podem conter em sua formulação, além do soro, do leite e dos cultivos de bactérias lácticas já tradicionais, acidulantes, aromatizantes, reguladores de acidez, estabilizantes, espessantes, emulsificantes, corantes, conservantes, pedaços, polpa ou sucos de frutas e mel (BRASIL, 2005; THAMER & PENNA, 2006).

Bebidas lácteas fermentadas, leites fermentados e iogurtes requerem a adição de estabilizantes e agentes de corpo para garantir atendimento aos atributos importantes para o consumidor como viscosidade, aparência, textura e *mouthfeel* durante seu prazo de validade. Alguns dos estabilizantes usados nos produtos fermentados são naturais, gomas modificadas, extratos de algas, amidos ou gelatinas (KOKSOY & KILIC, 2004; LAL, O'CONNOR & EYRES, 2006). A incorporação de biopolímeros, especialmente proteínas e hidrocolóides, representa uma das estratégias mais comuns utilizadas para estabilizar emulsões alimentares (FISZMAN, LLUCH & SALVADOR, 1999; COSTA *et al.*, 2013).

O amido é comumente utilizado como estabilizante e espessante devido à ampla faixa de propriedades funcionais que ele pode promover e também devido a seu baixo custo (MANZANO, 2007). Formulações a base de amido e pequena quantidade de outros hidrocolóides podem melhorar as características do alimento em relação à sinérese e viscosidade (MALI *et al.*, 2003).

A gelatina, uma proteína animal, é amplamente utilizada na estabilização de iogurtes e bebidas fermentadas. Apresenta sabor neutro e em combinação com outros hidrocolóides, forma diferentes géis com características adequadas a cada uma das aplicações (FISZMAN, LLUCH & SALVADOR, 1999; MANZANO, 2007; TELES & FLORES, 2007). Fiszman, Lluch e Salvador (1999) avaliaram o efeito da adição de gelatina nas propriedades reológicas do iogurte e perceberam que acontece alteração na matriz de caseína, tornando as cadeias de proteínas mais homogêneas, retendo melhor a fase aquosa, inibindo a sinérese e auxiliando na textura do produto final. Khumar e Mishra (2004) avaliaram o efeito da adição de gelatina na estabilização de “iogurte de soja” e verificaram que na dosagem de 0,4%, as características de aparência, cor, corpo, textura, e sabor foram melhores avaliadas quando comparadas com a adição de outros estabilizantes (pectina e alginato de sódio).

A goma guar tem sido utilizada para modificar as características reológicas em sistemas aquosos. Tem como vantagem a característica de não necessitar de exposição a altas temperaturas para que desenvolva sua máxima viscosidade, entretanto, se mantida por longos períodos a alta temperatura, sua viscosidade começa a decair (SCHMIDT & SMITH, 1992). Koksoy e Kilic (2004) estudaram o uso de estabilizantes (goma guar, alfarroba, pectina e gelatina) para evitar dessoramento em um iogurte bebível tradicional na Turquia e verificaram que a goma guar proporcionou maior viscosidade aparente e consistência, e bom resultado quanto ao não dessoramento, apesar de promover uma alteração sensorial indesejada no produto.

2.2. Fibras e o efeito sobre a saciedade

Os prebióticos são classificados como “ingredientes não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro por seletivamente estimular o crescimento e/ou atividade de uma ou de um número limitado de bactérias no cólon e assim, melhorar a saúde do hospedeiro” (ALLGEYER, MILLER & LEE, 2010).

O desenvolvimento de produtos para serem consumidos entre as refeições e que promovam a sensação de saciedade, reduzindo a ingestão de alimentos na refeição seguinte torna-se uma alternativa para a indústria e para o consumidor (HULL *et al.*, 2012). Segundo Slavin (2005), um aumento no consumo de fibras na alimentação, como plano de ação para uma alimentação saudável pode ser uma boa estratégia para a Saúde Pública em termos de prevenção da obesidade.

A American Dietetic Association (ADA) recomenda uma de ingestão diária de fibras de 25g para mulheres adultas e 38 g para homens adultos. Estudos epidemiológicos indicam benefícios do consumo de fibras associadas à redução de doenças cardiovasculares, bom funcionamento do intestino, controle de peso e diabetes (SLAVIN, 2005; ADA, 2008). O valor diário de referência de fibra de declaração obrigatória, para fins de rotulagem é de 25g/dia (BRASIL, 2003). Em termos de informação nutricional complementar, o produto é considerado fonte de fibras quando apresenta no mínimo 2,5g de fibras por porção e rico em fibras quando apresenta no mínimo 5,0 g de fibras por porção (BRASIL, 2012).

A polidextrose é um carboidrato de baixo peso molecular e de apenas 1 kcal/g. O baixo conteúdo calórico é resultado da pobre digestibilidade no intestino delgado e fermentação incompleta no intestino grosso (JIE *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2009). Esta propriedade faz com que a polidextrose seja aceita como uma fibra dietética em muitos países

(OLIVEIRA *et al.*, 2009). É um agente de corpo que pode substituir total ou parcialmente o açúcar e gordura dos alimentos mantendo boa textura e *mouthfeel* (MITCHELL, 1996).

Estudos demonstram que o consumo de 6,25g e 12,5g de polidextrose em *snacks*, em refeições intermediárias, aumenta a saciedade e reduz o apetite imediatamente depois de consumido quando comparado com um snack sem adição de polidextrose (HULL *et al.*, 2012). Para as mesmas doses, percebe-se redução no consumo de alimentos na refeição subsequente (ASTBURY, TAYLOR & MACDONALD, 2013).

2.3. Delineamento Experimental

O delineamento é uma estratégia experimental que viabiliza a realização de inferências estatísticas para avaliar o efeito dos fatores e seus níveis. O delineamento através das matrizes de Plackett-Burman é uma ferramenta para seleção de fatores, representando um passo intermediário da orientação e encaminhamento para o delineamento final (RODRIGUES & IEMMA, 2005).

A metodologia de superfície de resposta é uma ferramenta que faz uso de técnicas matemáticas e estatísticas para avaliar o efeito de variáveis independentes sobre uma ou mais respostas, permitindo a otimização destas respostas através de equações matemáticas e gráficos (MONTGOMERY, 1997). Este método permite avaliar o efeito individual e das interações na variável de resposta em estudo. Além de analisar os efeitos, também descreve o processo em forma de uma equação, permitindo que sejam feitas inferências para condições além das inicialmente avaliadas (TELES & FLORES, 2007; CASTRO *et al.*, 2009).

3. Procedimentos metodológicos

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados para seleção das variáveis independentes, seguido da descrição do planejamento experimental adotado. Logo, apresenta a descrição de fabricação da bebida láctea fermentada e como as variáveis dependentes foram determinadas.

3.1. Planejamento Experimental

Foi realizado planejamento experimental preliminar utilizando as matrizes de Plackett-Burman. Foram estudados efeitos de cinco variáveis sobre as variáveis dependentes, considerando intervalo apresentado na Tabela 3. 1. Os dados codificados e reais desta etapa estão apresentados no Apêndice 3. A e Apêndice 3. B.

Tabela 3. 1 – Nível das variáveis independentes usadas nas matrizes de Plackett-Burman

| Variável independente | Codificado | Níveis | |
|----------------------------------|----------------|--------|-------|
| | | -1 | 1 |
| Soro de leite (% na base láctea) | x ₁ | 15,00 | 70,00 |
| Polidextrose (g/100g) | x ₂ | 6,66 | 13,40 |
| Gelatina (g/100g) | x ₃ | 0,00 | 0,60 |
| Amido modificado (g/100g) | x ₄ | 0,00 | 1,50 |
| Goma guar (g/100g) | x ₅ | 0,00 | 0,10 |

Nesta etapa foi executado Plackett-Burman de 12 ensaios e os resultados obtidos, avaliados pela análise de efeito das 5 variáveis estudadas. Foram selecionadas as variáveis significativas e considerados os limites estudados para dar sequência ao Planejamento Experimental completo.

As amostras de bebida láctea fermentada foram preparadas seguindo um planejamento Composto Central, consistindo de um Planejamento Experimental 2^3 com 2 níveis (-1, +1), 3 pontos centrais (0) e 6 pontos axiais (- α , + α), resultando em 17 experimentos. As variáveis independentes analisadas foram soro de leite (x₁), gelatina (x₂) e amido modificado (x₃). O teor de leite utilizado era complementar ao teor de soro, visando volume final constante. O teor de polidextrose foi mantido constante em 6,66g/100g considerando resultado preliminar, açúcar em 8g/100g e preparado de frutas em 1,125g/100g. Os valores codificados e reais estão apresentados na Tabela 3. 2.

Tabela 3. 2 - Nível das variáveis independentes usadas no delineamento experimental

| Variável independente | Codificado | Níveis | | | | |
|----------------------------------|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | -1,68 | -1 | 0 | 1 | 1,68 |
| Soro de leite (% na base láctea) | x ₁ | 15,00 | 26,00 | 42,50 | 59,00 | 70,00 |
| Gelatina (g/100g) | x ₂ | 0,00 | 0,12 | 0,30 | 0,48 | 0,60 |
| Amido modificado (g/100g) | x ₃ | 0,00 | 0,30 | 0,75 | 1,20 | 1,50 |

As variáveis dependentes (respostas) foram: viscosidade instrumental (VI), cromaticidade a* (a*), cromaticidade b* (b*), luminosidade L* (L*), custo da formulação (C), tempo de processo (T). Na análise sensorial, foram avaliadas as respostas: aceitação global (AG), aparência (A), Cor (CO), aroma (Ar), viscosidade (VS) e sabor (S).

Os resultados foram analisados usando o método de superfície de resposta. Este método permite modelagem dos resultados usando uma equação de segunda ordem. Para prever o

parâmetro do modelo matemático, foi feita uma regressão de segunda ordem utilizando o método do mínimo quadrado. O modelo de regressão entre a variável dependente (Y) e as variáveis independentes (x) foi definido por:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i=1}^3 b_{ii} x_i^2 + \sum_{i \neq j=1}^3 b_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

onde b_0 é uma constante, b_i é o coeficiente linear, b_{ii} é o coeficiente quadrático, b_{ij} é o produto cruzado, x_i e x_j são os níveis das variáveis independentes. O software STATISTICAL 10.0 (Statsoft, Tulsa, OK, USA) foi usado para regressão e análise gráfica dos dados e para determinação da correlação com as variáveis dependentes. Para determinação dos pontos de otimização das variáveis foi utilizado o software MINITAB 14.1 (USA, 2003). Em todas as análises considerou-se um nível de significância de 5%.

3.2. Preparação da bebida láctea fermentada e determinação do tempo de fermentação

Leite em pó integral (Itambé, Uberlândia, MG) e soro de leite em pó (Germinal, Cabreúva, SP) foram reconstituídos em água e mantidos em repouso, sob-refrigeração, por 12 horas. Quantidades de soro de leite, leite, amido modificado, goma guar, gelatina, povidexose (ingredientes fornecidos por Germinal, Cabreúva, SP) e açúcar, foram misturadas conforme delineamento experimental (Apêndice 3. B e Tabela 3. 3). A mistura foi aquecida a 80°C, mantida em um banho termostaticado por 5 minutos, e resfriada em banho de gelo até atingir 43°C, para receber a cultura láctica (Dairy start yogurt, Germinal, USA). O produto foi incubado a 43°C em incubadora Technal TE 401. O tempo de fermentação da bebida láctea foi calculado a partir do início da incubação, até obtenção de pH entre 4,6 e 4,7. Terminada a fermentação, o produto foi colocado em banho de gelo, a coalhada foi rompida por agitação manual durante 30 segundos de forma padronizada, e mantida no banho de gelo até temperatura de aproximadamente 20°C quando foi adicionado 1,125% de preparado de frutas sabor morango (Germinal, Cabreúva, SP), composto de água, sacarose, polpa de morango, substâncias aromatizantes naturais e idênticas às naturais, sorbato de potássio, acidulante ácido cítrico, corantes naturais urucum e carmim de cochonilha. O resfriamento foi finalizado em geladeira a 5° C.

3.3. Viscosidade Aparente

A viscosidade aparente foi determinada depois de 2 dias de armazenamento em geladeira (5°C) usando viscosímetro Brookfield digital modelo LV DV II +P, utilizando spindle e velocidades que proporcionassem torque superior a 70%.

3.4. Determinação de cor

Para medição de cor foi utilizado Colorímetro Chroma Meter CR 400, Konica Minolta, que indica os parâmetros L^* , a^* e b^* .

O parâmetro L^* indica a luminosidade e pode determinar valores entre zero (0) e cem (100), sendo denominado preto e branco, respectivamente. As coordenadas de cromaticidade a^* e b^* indicam as direções das cores. Dessa forma, a^* maior que zero vai em direção ao vermelho, a^* menor que zero vai em direção ao verde, b^* maior que zero vai em direção ao amarelo e b^* menor que zero vai em direção ao azul.

3.5. Análise sensorial da bebida láctea fermentada

Os testes de aceitação são usados quando o objetivo é avaliar o grau em que os consumidores gostam ou desgostam de um produto. O número de provadores recomendados para este tipo de teste varia de 25 a 50 provadores (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 2006).

As bebidas lácteas deste estudo foram submetidas à análise sensorial por uma equipe de 30 provadores não treinados, recrutados entre visitantes, alunos e funcionários do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A análise sensorial foi realizada para avaliação dos atributos de aparência, cor, aroma, viscosidade, sabor e aceitação global. Para expressar sua opinião a respeito das amostras, os provadores utilizaram uma escala hedônica de 9 pontos, sendo os extremos 1 – desgostei muitíssimo e 9 – gostei muitíssimo (Apêndice 3. C). As amostras foram servidas aos degustadores sob temperatura de refrigeração (7 a 10°C), em copos brancos com 30ml de produto, codificados com três dígitos aleatórios, em cabines individuais, no laboratório de análise sensorial do ICTA, sempre duas horas antes ou depois das refeições. Entre cada amostra foi oferecido um copo de água mineral à temperatura ambiente para limpar a boca, evitando influência de uma amostra para outra.

A avaliação foi realizada em 4 sessões, sendo oferecidas de 4 a 5 amostras por sessão.

3.6. Determinação do custo do produto

Para determinação do custo do produto foi considerada quantidade de cada ingrediente necessário para produção de 1L de bebida e o custo de cada ingrediente, descontados impostos e frete. Os valores individuais dos ingredientes não serão apresentados.

Tabela 3.3 – Planejamento Experimental e variáveis de resposta Tempo de Processo, Viscosidade Instrumental, Custo, L*, a*, B* (valores codificados)

| Tratamento | Variáveis independentes | | | Respostas | | | | | |
|------------|-------------------------|-------|-------|---------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------|-------|-------|
| | x1 | x2 | x3 | Tempo processo T (min) | Viscosidade Instrumental VI (cp) | Custo C (R\$) | Colorímetro | | |
| | | | | | | | L* | a* | b* |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 324 | 1670 | 1,40 | 69,71 | 16,73 | 0,87 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | 324 | 174 | 1,23 | 64,73 | 17,03 | -1,02 |
| 3 | -1 | 1 | -1 | 330 | 7078 | 1,47 | 68,45 | 16,62 | 0,77 |
| 4 | 1 | 1 | -1 | 303 | 2277 | 1,31 | 64,20 | 17,07 | -0,67 |
| 5 | -1 | -1 | 1 | 342 | 2687 | 1,43 | 69,29 | 16,91 | 0,76 |
| 6 | 1 | -1 | 1 | 313 | 758 | 1,27 | 63,80 | 17,14 | -0,72 |
| 7 | -1 | 1 | 1 | 342 | 16936 | 1,50 | 69,17 | 16,87 | 0,83 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 312 | 3143 | 1,35 | 68,49 | 18,26 | -0,61 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 338 | 2384 | 1,37 | 71,67 | 18,24 | 0,36 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 307 | 3819 | 1,37 | 72,21 | 18,35 | 0,64 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 332 | 1940 | 1,37 | 71,73 | 18,50 | 0,57 |
| 12 | -1,68 | 0 | 0 | 339 | 3571 | 1,50 | 70,46 | 16,69 | 1,16 |
| 13 | 1,68 | 0 | 0 | 307 | 600 | 1,24 | 65,21 | 17,74 | -1,83 |
| 14 | 0 | -1,68 | 0 | 335 | 2122 | 1,31 | 67,81 | 17,31 | 0,40 |
| 15 | 0 | 1,68 | 0 | 342 | 17500 | 1,43 | 67,37 | 17,13 | 0,20 |
| 16 | 0 | 0 | -1,68 | 334 | 1580 | 1,34 | 67,65 | 17,62 | -0,02 |
| 17 | 0 | 0 | 1,68 | 327 | 2711 | 1,40 | 66,78 | 17,25 | 0,16 |

Tabela 3.4 – Planejamento Experimental e resultado Análise Sensorial utilizando escala hedônica de 9 pontos (valores codificados)

| Tratamento | Variáveis independentes | | | Respostas - Análise Sensorial | | | | | |
|------------|-------------------------|-------|-------|-------------------------------|---------------|----------|------------|----------------------------|-----------|
| | x1 | x2 | x3 | Aceitação Global(AG) | Aparência (A) | Cor (CO) | Aroma (Ar) | Viscosidade sensorial (VS) | Sabor (S) |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 7,23 | 7,60 | 7,77 | 7,60 | 7,30 | 7,17 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | 6,40 | 6,47 | 7,20 | 7,03 | 5,90 | 6,30 |
| 3 | -1 | 1 | -1 | 7,30 | 7,70 | 7,27 | 7,00 | 7,33 | 7,37 |
| 4 | 1 | 1 | -1 | 6,77 | 7,47 | 7,57 | 7,10 | 6,43 | 6,47 |
| 5 | -1 | -1 | 1 | 7,03 | 7,87 | 7,63 | 7,13 | 6,73 | 6,87 |
| 6 | 1 | -1 | 1 | 6,97 | 6,73 | 7,37 | 6,60 | 6,70 | 6,87 |
| 7 | -1 | 1 | 1 | 6,60 | 7,07 | 7,00 | 6,73 | 6,10 | 6,97 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 6,80 | 7,43 | 7,57 | 7,17 | 7,00 | 6,60 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 6,87 | 7,33 | 7,23 | 6,87 | 6,90 | 6,90 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 7,03 | 7,47 | 7,37 | 7,67 | 7,03 | 6,87 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 7,27 | 7,63 | 7,47 | 7,00 | 7,50 | 7,10 |
| 12 | -1,68 | 0 | 0 | 7,10 | 7,83 | 7,80 | 7,47 | 6,67 | 6,93 |
| 13 | 1,68 | 0 | 0 | 6,03 | 7,17 | 7,20 | 6,97 | 5,50 | 5,73 |
| 14 | 0 | -1,68 | 0 | 7,13 | 7,37 | 7,33 | 6,77 | 7,13 | 7,07 |
| 15 | 0 | 1,68 | 0 | 6,37 | 7,23 | 7,57 | 6,70 | 6,03 | 6,77 |
| 16 | 0 | 0 | -1,68 | 7,03 | 7,47 | 7,57 | 6,67 | 6,70 | 7,17 |
| 17 | 0 | 0 | 1,68 | 7,03 | 7,67 | 7,33 | 6,47 | 6,73 | 6,97 |

4. Resultados e discussão

Estudos preliminares foram conduzidos usando matrizes de Plackett-Burman para avaliação do efeito das variáveis independentes e seus limites de avaliação. Os limites de avaliação de cada uma das variáveis foram definidos considerando valores reais adotados por empresas e recomendações de fornecedor dos ingredientes. Para os 12 experimentos conduzidos foi avaliado tempo de processo (T), aceitação global (AG), viscosidade instrumental (VI) e custo (C). O teor de soro mostrou-se negativamente significativo ($p < 0,05$) para todas as variáveis de resposta estudadas, indicando que quanto maior o teor de soro, menores os resultados obtidos para tempo de processo, aceitação global, viscosidade instrumental e custo. A variável goma guar mostrou-se significativa apenas para a variável custo, de forma positiva, indicando que quanto maior o teor de goma guar, maior o custo. As variáveis gelatina ($p < 0,05$) e amido ($p < 0,10$) foram significativas, ambas de forma positiva, para viscosidade e custo, o que indica que quanto maiores as dosagens utilizadas, maiores os resultados obtidos para estas variáveis de resposta.

O teor de povidexose mostrou-se significativo, de forma positiva, apenas para as variáveis de resposta tempo de processo e custo, indicando que quanto maior o teor de povidexose, maior o tempo de processo e custo do produto. Allgeyer, Miller & Lee (2010) avaliaram a adição de prebióticos (inulina, povidexose ou fibra solúvel de milho) na produção de iogurte e não observaram alteração no tempo de fermentação quando variaram nos níveis de 2,5g e 5g, de cada prebiótico, por porção de 240ml, dosagem inferior ao investigado neste trabalho.

Considerando os resultados obtidos por Plackett-Burman, foi possível selecionar as variáveis e seus limites para a realização do planejamento completo. Como o objetivo foi otimizar a formulação da bebida láctea fermentada e as variáveis tempo e custo são do tipo menor melhor, a variável teor de povidexose foi mantida constante no nível baixo estudado (6,66g de povidexose/100g). A literatura indica que nesta dosagem já se percebe o efeito de saciedade relacionado pela adição deste ingrediente no produto, considerando que a porção de consumo de bebida láctea é de 200ml (HULL *et al.*, 2012; ASTBURY, TAYLOR & MACDONALD, 2013). A variável goma guar foi mantida no nível baixo estudado, ou seja, sem adição, por não se mostrar significativa para nenhuma das variáveis em estudo além do custo. Resultados experimentais obtidos no delineamento por Plackett-Burman estão apresentados no Apêndice 3. B.

Para o planejamento completo foram consideradas variáveis dependentes o teor de soro (x1), teor de gelatina (x2) e teor de amido (x3). As formulações experimentais adotadas e respostas para as variáveis de tempo de processo (T), viscosidade instrumental (VI), custo (C) e avaliação de cor via colorímetro (L^* , a^* , b^*) estão apresentadas na Tabela 3. 3. Resultados obtidos na avaliação sensorial para os atributos aceitação global (AG), aparência (A), cor (CO), aroma (Ar), viscosidade (VS) e sabor (S) estão apresentados na Tabela 3. 4 .

O tempo de fermentação variou de 303 a 342 min, muito próximo para os diferentes tratamentos. Esta variável apresentou coeficiente de regressão $R^2 = 0,67$, valor abaixo do considerado ideal para um ajuste do modelo. Tal fato pode estar relacionado à medição do pH não ser contínua e para determinação do ponto final de fermentação ser adotada uma faixa de pH. O tempo obtido neste experimento está superior ao recomendado por Tamine e Robinson (2000), que mencionam que para um produto incubado a 40 – 45°C, o tempo de fermentação deve ficar entre 150 e 300 minutos, que pode ser justificado devido à presença de polidextrose que conforme comprovado nos estudos preliminares, aumenta o tempo de fermentação. Marafon (2010), ao avaliar efeito do enriquecimento de iogurtes com proteínas lácteas, obteve tempo de fermentação de 365 a 412 min. Pinheiro *et al.* (2002) obtiveram tempo de fermentação para iogurtes probióticos com adição de edulcorantes variando de 285 a 500 min. Thamer e Penna (2006), ao fermentar bebidas lácteas com *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Bifidobacterium* e *Lactobacillus acidophilus*, obtiveram tempos de fermentação entre 180 e 255 minutos, para fermentação conduzida na mesma temperatura deste ensaio, mas considerando ponto de corte pH entre 4,7 e 4,8, superior ao valor adotado neste experimento.

Modelos preditivos com coeficiente de ajuste $R^2 > 0,79$ foram avaliados pela Análise de Variância (ANOVA). Ao analisar os dados da Regressão através de ANOVA (Tabela 3. 5), obtiveram-se valores de F calculado maior que F tabelado para as variáveis dependentes viscosidade instrumental, custo, cromaticidade a^* e b^* e luminosidade L^* , indicando ajuste aos modelos propostos. A análise dos dados obtidos na análise sensorial, indica ajuste aos modelos propostos ($F_{cal} > F_{tab}$) para os atributos sabor, aparência, viscosidade sensorial e aceitação global, considerando nível de 95% de confiança.

Tabela 3. 5 – Análise de Variância para os modelos de regressão

| Fonte de Variação | SQ | GL | MQ | Fcalc | F tab |
|---------------------------------|-------------|----|-------------|------------|-------|
| <i>Viscosidade Instrumental</i> | | | | | |
| Regressão | 388074970,5 | 9 | 43119441,17 | 8,35 | 3,68 |
| Resíduo | 36158848 | 7 | 5165549,679 | | |
| Total | 424233818 | 16 | | | |
| R ² | 0,91477 | | | | |
| <i>Custo</i> | | | | | |
| Regressão | 0,10917483 | 9 | 0,012130537 | 3326146,62 | 3,68 |
| Resíduo | 0 | 7 | 3,65E-09 | | |
| Total | 0,109175 | 16 | | | |
| R ² | 1 | | | | |
| <i>Cromaticidade a*</i> | | | | | |
| Regressão | 5,522952613 | 9 | 0,613661401 | 6,30 | 3,68 |
| Resíduo | 0,681947 | 7 | 0,097420962 | | |
| Total | 6,204899 | 16 | | | |
| R ² | 0,8901 | | | | |
| <i>Cromaticidade b*</i> | | | | | |
| Regressão | 10,37002512 | 7 | 1,48143216 | 65,65 | 3,29 |
| Resíduo | 0,20308 | 9 | 0,022564529 | | |
| Total | 10,57311 | 16 | | | |
| R ² | 0,9807 | | | | |
| <i>Luminosidade L*</i> | | | | | |
| Regressão | 104,5789501 | 9 | 11,61988334 | 15,73 | 3,68 |
| Resíduo | 5,1694 | 7 | 0,738483133 | | |
| Total | 109,7483 | 16 | | | |
| R ² | 0,9529 | | | | |
| <i>Sabor</i> | | | | | |
| Regressão | 2,232139225 | 9 | 0,248015469 | 12,32 | 3,68 |
| Resíduo | 0,140933 | 7 | 0,020133239 | | |
| Total | 2,373072 | 16 | | | |
| R ² | 0,9406 | | | | |
| <i>Aparência</i> | | | | | |
| Regressão | 1,88621365 | 9 | 0,209579294 | 4,91 | 3,68 |
| Resíduo | 0,298492 | 7 | 0,042641748 | | |
| Total | 2,184706 | 16 | | | |
| R ² | 0,8633 | | | | |
| <i>Viscosidade Sensorial</i> | | | | | |
| Regressão | 3,795656155 | 8 | 0,474457019 | 3,83 | 3,44 |
| Resíduo | 0,990880 | 8 | 0,123859974 | | |
| Total | 4,786536 | 16 | | | |
| R ² | 0,7929 | | | | |

| Fonte de Variação | SQ | GL | MQ | Fcalc | F tab |
|-------------------------|-------------|----|-------------|-------|-------|
| <i>Aceitação Global</i> | | | | | |
| Regressão | 1,599902038 | 7 | 0,228557434 | 5,51 | 3,29 |
| Resíduo | 0,373562 | 9 | 0,041506891 | | |
| Total | 1,973464 | 16 | | | |
| R ² | 0,8107 | | | | |

O efeito de cada componente da formulação pode ser observado pela magnitude e sinal associado ao respectivo coeficiente no modelo ajustado para cada resposta (Tabela 3. 6).

Tabela 3. 6 - Modelos de regressão preditivos para as diferentes variáveis de resposta (valores codificados)

| Resposta | Modelo de regressão |
|----------------------------|--|
| Viscosidade (VI) | $VI = 2745,27 - 1979,53x_1 - 326,33 x_1^2 + 3662,94 x_2 + 2410,87x_2^2 + 1042,53 x_3 - 305,08x_3^2 - 1896,12 x_1x_2 - 1178,12 x_1x_3 + 1140,38 x_2x_3$ |
| Cromaticidade a* | $a^* = 18,374 + 0,302x_1 - 0,438 x_1^2 + 0,052 x_2 - 0,437x_2^2 + 0,081 x_3 - 0,362x_3^2 + 0,164 x_1x_2 + 0,109 x_1x_3 - 0,142 x_2x_3$ |
| Cromaticidade b* | $b^* = 0,432 - 0,826x_1 - 0,273 x_1^2 + 0,045 x_3 - 0,128x_3^2 + 0,052 x_1x_3$ |
| Luminosidade L* | $L^* = 71,873 - 1,775x_1 - 1,438 x_1^2 + 0,149 x_2 - 1,1527x_2^2 + 0,160 x_3 - 1,660x_3^2 + 0,692 x_1x_2 + 0,384 x_1x_3 + 0,796 x_2x_3$ |
| Custo (C) | $C = 1,370 - 0,080x_1 + 0,036 x_2 + 0,019 x_3$ |
| Aceitação Global (AG) | $AG = 7,07 - 0,222x_1 - 0,152 x_1^2 - 0,107 x_2 - 0,087x_2^2 + 0,07 x_1x_2$ |
| Aparência (A) | $A = 7,489 - 0,238x_1 - 0,028 x_1^2 + 0,057 x_2 - 0,099x_2^2 + 0,015 x_3 - 0,005x_3^2 + 0,300 x_1x_2 + 0,075 x_1x_3 - 0,150 x_2x_3$ |
| Sabor (S) | $S = 6,951 - 0,304x_1 - 0,206 x_1^2 - 0,022 x_2 - 0,025 x_3 + 0,054 x_3^2 - 0,050 x_1x_2 + 0,175 x_1x_3 - 0,067 x_2x_3$ |
| Viscosidade Sensorial (VS) | $VS = 7,126 - 0,249x_1 - 0,316 x_1^2 - 0,118 x_2 - 0,138x_2^2 - 0,091x_3^2 + 0,179 x_1x_2 + 0,396 x_1x_3 - 0,112 x_2x_3$ |

Os resultados obtidos para viscosidade instrumental (VI), teor de soro (linear, de forma negativa) e gelatina (efeito linear, de forma positiva, e efeito quadrático) se mostraram significativos ($p < 0,05$). Isto indica que quanto maior o teor de soro, menor a viscosidade do produto e que aumentando o teor de gelatina, aumenta-se a viscosidade instrumental. A adição de soro reduz a viscosidade do produto, que até certo ponto, pode ser compensado pela adição de estabilizantes e espessantes (Figura 3. 1). A redução de viscosidade com o aumento do teor de soro está de acordo com estudo realizado por Almeida, Bonassi e Roça (2001) que ao comparar bebidas lácteas com 30, 40 e 50% de soro obtiveram médias maiores

para viscosidade no produto adicionado de 30% de soro. Em estudo realizado por Santos *et al.* (2008), excesso de viscosidade também foi apontado como um defeito para a bebida láctea produzida e houve preferência dos degustadores por bebida láctea com substituição parcial na ordem de 40% de soro.

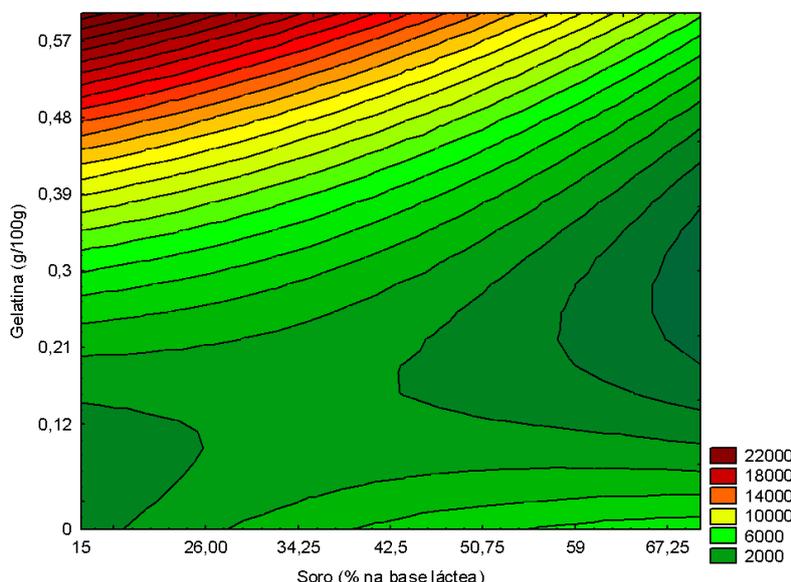


Figura 3. 1 – Superfície de contorno para avaliação do efeito da adição de gelatina e teor de soro na viscosidade instrumental (cP)

Tamine & Robinson (2000) destacam que o consumo de bebidas lácteas tem aumentado devido ao fato de este ser um produto com menor viscosidade e refrescante. Oliveira (2006) cita que os consumidores desconhecem os produtos que contêm soro, não sabendo a diferença entre bebida láctea e iogurte. Considerando que a análise sensorial foi realizada no ICTA e que os degustadores faziam parte do corpo técnico e alunos do Instituto, pode-se dizer que trata-se de um público conhecedor das características de mercado relacionados ao produto denominado bebida láctea, como sendo um produto de menor viscosidade. Por conta disso, percebe-se aceitação global superior a 6,8 (região entre gostei levemente e gostei moderadamente) para teores de gelatina inferiores a 0,50% e teor de soro na mistura inferior a 50% (Figura 3. 2). Vale ressaltar que este trabalho não avaliou o *shelf life* do produto e que a gelatina, além de colaborar para o corpo do produto, também ajuda a evitar a ocorrência de sinérese.

A separação de soro acontece em bebidas e iogurtes fermentados devido a agregação e sedimentação das partículas de caseína durante o armazenamento. O uso de estabilizantes tem se mostrado eficiente para evitar que isso aconteça durante o prazo de validade (KOKSOY & KILIC, 2004; KUMAR & MISHRA, 2004).

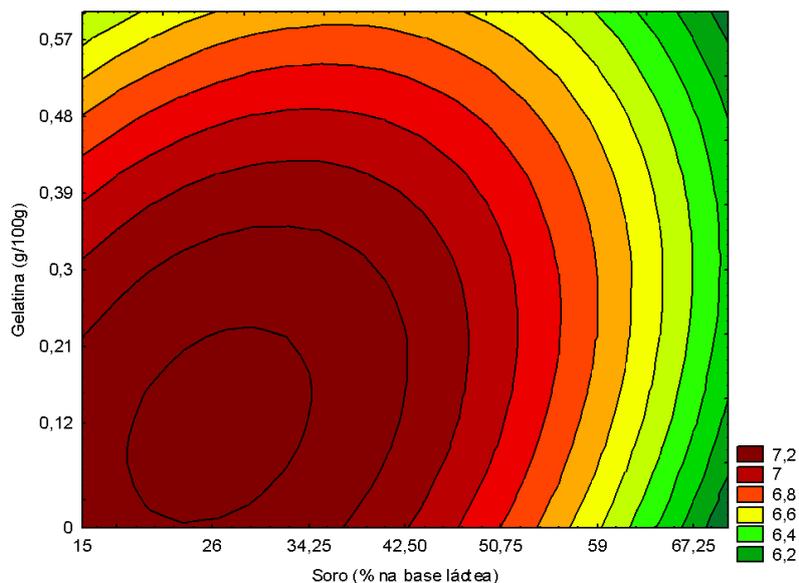


Figura 3. 2 – Superfície de contorno para avaliação do efeito da adição de gelatina e teor de soro na acitação global

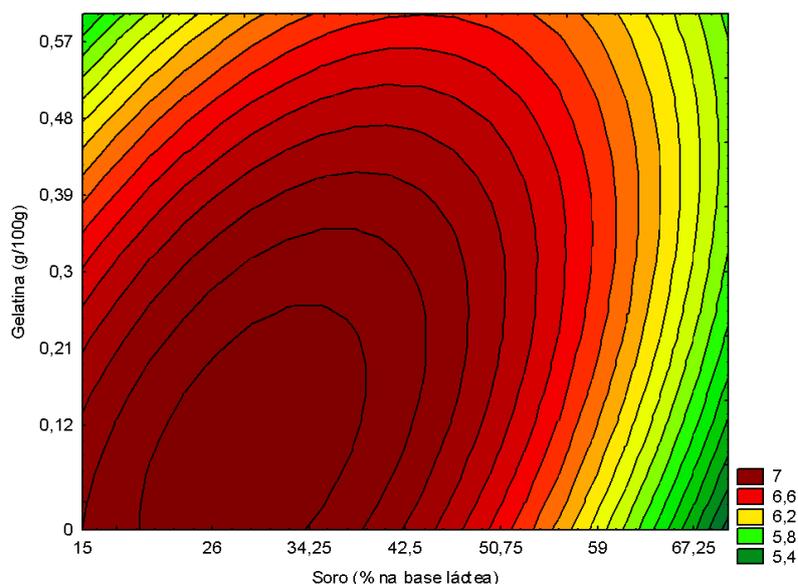


Figura 3. 3 – Superfície de Contorno para avaliação do efeito da adição de gelatina e teor de soro na viscosidade sensorial

O controle de pH é importante no processo de fermentação, pois a separação do soro está diretamente relacionada com este parâmetro. O valor do pH tem sua importância relacionada também com o aspecto visual do produto final durante sua conservação em temperaturas baixas. É fundamental que haja um controle rigoroso para que não ocorram possíveis separações de fases, acidificação elevada, influenciada pelo tempo de fermentação, além de alterações nas características sensoriais que poderão tornar o produto indesejável (THAMER & PENNA, 2006; CALDEIRA *et al.*, 2010). Manzano (2007) verificou que, para adição de

0,5% de gelatina em iogurte de soja, a sinérese foi inferior aos produtos adicionados apenas de amidos modificados ou comerciais, e a aceitação global superior a 7. Kumar e Mishra (2004) obtiveram menores resultados para sinérese e maior aceitação global para iogurte de soja fortificado com manga quando o estabilizante utilizado foi gelatina na proporção de 0,4%.

A avaliação dos parâmetros L^* , a^* e b^* foi realizada após a adição do preparado de frutas, que tem coloração avermelhada que remete ao sabor morango. Para o parâmetro L^* , nos diferentes tratamentos, foram significativos de forma negativa os efeitos do teor de soro (linear e quadrático) e níveis de gelatina e amido (quadráticos), indicando que quanto menor o teor de soro, maior o valor L^* . Para a coordenada de cromaticidade a^* , teor de soro (linear e quadrático) tem efeito positivo, indicando que aumento no teor de soro eleva o valor desta coordenada. Para a coordenada b^* , a gelatina não teve efeito significativo e o aumento no teor de soro diminui seu valor. Caldeira *et al.* (2010), ao avaliar a influência do teor de soro de queijo em bebida láctea de leite de búfala, encontraram efeito linear para o valor L^* , enquanto as coordenadas de cromaticidade a^* e b^* não sofreram influência. Os resultados obtidos diferem ao encontrado neste trabalho e tal diferença pode estar relacionada ao tipo de leite utilizado e presença de polidextrose neste experimento.

A análise de componentes principais (ACP) é um método frequentemente utilizado para a análise multivariada e possibilita uma visão geral das informações obtidas em uma análise sensorial (WESTAD *et al.*, 2003). A análise da Figura 3. 4 permite verificar que 60,69% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Fator 1). Os componentes principais 1 e 2 explicaram juntos 82,18% da variação entre as amostras de bebida láctea fermentada elaboradas neste experimento. Os experimentos com melhor viscosidade, aceitação global e sabor são experimentos que foram conduzidos com níveis intermediários de substituição de leite por soro (26 ou 42,5% de soro, ensaios 3, 9, 11,14, 16 e 17) e com adição de gelatina e/ ou amido, indicando a importância de uso de agentes de corpo e estabilização. Os ensaios 2, 4, 13 e 15 obtiveram as menores notas para viscosidade, aceitação e sabor. Dentre estes ensaios, estão os conduzidos no ponto axial de nível mais alto para gelatina (0,6%) e o ensaio com nível intermediário para soro (59%) e baixos para gelatina (0,12%) e amido (0,30%). Já os produtos com maiores notas para aparência, aroma e cor são as que apresentam menor teor de soro (15, 26 ou 42,5% de soro, ensaios 1, 5, 10 e 12) ou no caso do experimento 8, que tem 59% de soro, mas tem em sua composição quantidade maior de gelatina (0,48%) e amido (1,20%) em comparação aos demais. Pode-se dizer que

níveis acima de 0,5% de gelatina resultarão em produtos com viscosidade diferente do desejado pelos consumidores.

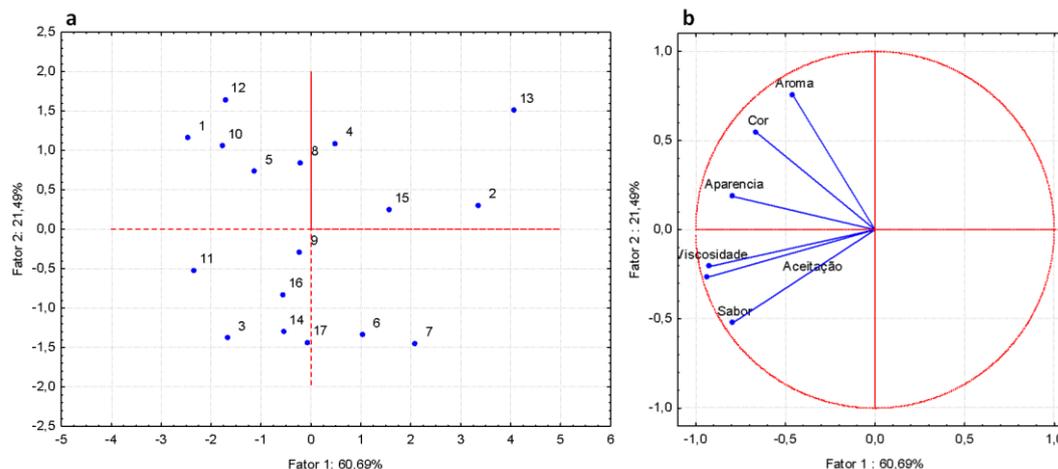


Figura 3. 4 - Análise de componentes principais. (a) ensaios (b) atributo

Coágulo com grumos, corpo fraco e problemas com a viscosidade são defeitos que podem levar à rejeição por parte dos consumidores (GUEDES NETO et al., 2003). A comparação das Figura 3. 2 e Figura 3. 3 mostra que a viscosidade influencia os degustadores na avaliação global, pois as superfícies de contorno obtidas para estas variáveis apresentam áreas ótimas muito próximas. Resultado também verificado pela avaliação do gráfico de Componentes Principais (Figura 3. 4), onde os vetores de viscosidade sensorial e aceitação global estão praticamente sobrepostos, indicando a correlação entre estes atributos.

Na literatura existem poucos estudos que relacionam o efeito da adição de estabilizantes com o sabor dos produtos. Os estudos são mais voltados a avaliar a estabilização provocadas por eles. Neste trabalho, não foi encontrada relação entre os estabilizantes e espessantes utilizados (amido e gelatina) com o sabor. Porém, contribuiu de forma negativa para o sabor, a substituição de leite por soro de leite. Koksoy & Kilic (2004) observaram que a adição de gelatina a um nível de 0,5% foi eficiente contra o dessoramento em um iogurte bebível tradicional na Turquia, mas foi inaceitável quanto à característica sensorial.

Santos *et al.* (2006) ao avaliar efeito do teor de soro em bebida láctea fermentada com polpa de umbu, não encontraram diferenças significativas entre os produtos elaborados com 20, 40 ou 60% de soro e obteve média de aceitação na faixa entre “gostei levemente” e “gostei moderadamente”. Oliveira *et al.* (2006) avaliaram o efeito da adição de soro (10, 30 e 50%) e enriquecimento com ferro em bebida láctea fermentada com polpa de morango. Não foram observadas diferenças significativas entre as amostras com 30 e 50% de soro, sendo

estas as preferidas pelos degustadores que apontaram maior dulçor em relação à amostra preparada com 10% de soro, diferença devida ao teor de lactose presente no soro de leite.

Para as equações apresentadas na Tabela 3. 6 , foi realizada análise matemática utilizando Software Minitab em busca dos valores ótimos para cada uma das variáveis dependentes e em seguida, valores para as variáveis independentes que otimizassem as variáveis de forma conjunta. Para a otimização não foram consideradas as variáveis relativas a cromaticidade (a^* e b^*) e luminosidade L^* por não se tratar de variáveis que o consumidor percebe, mas sim de parâmetros analíticos que podem ser adotados para verificação de padrões internos. O resultado da otimização está apresentado na Tabela 3. 7.

Tabela 3. 7 – Otimização das variáveis dependentes (valores codificados)

| Variável | Setup | | | | Y = | x1 | x2 | x3 |
|-------------------------------|--------------|------|--------|------|------|-------|-------|-------|
| | Tipo | Mín | Target | Máx | | | | |
| Viscosidade Instrumental (VI) | Nominal | 2000 | 3000 | 4000 | 3000 | -1,31 | -0,89 | 1,68 |
| Custo (C) | Menor melhor | - | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 0,99 | -1,68 | -1,68 |
| Aceitação Global (AG) | Maior melhor | 7 | 9 | - | 7,21 | -0,67 | -1,06 | |
| Aparência (A) | Maior melhor | 7 | 9 | - | 8,52 | -1,68 | -1,68 | 1,68 |
| Viscosidade Sensorial (VS) | Maior melhor | 7 | 9 | - | 7,63 | -1,68 | -1,25 | -1,68 |
| Sabor (S) | Maior melhor | 7 | 9 | - | 7,87 | -1,66 | 1,68 | -1,68 |
| OTIMIZAÇÃO GLOBAL | VI | 2000 | 3000 | 4000 | 3123 | | | |
| | C | - | 1,2 | 1,5 | 1,43 | | | |
| | AG | 7 | 9 | - | 7,14 | -0,93 | 0 | -0,52 |
| | A | 7 | 9 | - | 7,71 | | | |
| | VS | 7 | 9 | - | 7,27 | | | |
| | S | 7 | 9 | - | 7,17 | | | |

A análise da Tabela 3. 7 permite afirmar que uma bebida láctea formulada com 27,15% de soro na base láctea (x1), 0,30% de gelatina (x2) e 0,52% de amido modificado (x3) resultará em melhores avaliações para Viscosidade Instrumental (3123 cP), custo (R\$ 1,43), aceitação global (7,14), aparência (7,71), viscosidade sensorial (7,27) e sabor (7,17) simultaneamente. Os valores para os atributos sensoriais se mantêm na mesma faixa de aceitação, entre gostei moderadamente e gostei muito.

5. Conclusão

A utilização de Planejamento Experimental permitiu avaliar o efeito dos ingredientes e suas interações sobre as características do produto final. Foram formuladas 17 bebidas lácteas fermentadas seguindo o planejamento experimental de Superfície de resposta e foi possível gerar modelos preditivos com boa correlação ($R^2 > 0,79$) e significativos ($F_{calc} > F_{tab}$, para 95% de confiança) para as variáveis viscosidade Instrumental, custo, aceitação global,

aparência, sabor, viscosidade sensorial, cromaticidade a^* e b^* e luminosidade L^* . Quanto maior o teor de soro, menores os valores de luminosidade L^* e cromaticidade b^* , e maior o valor da coordenada de cromaticidade a^* .

O aumento do teor de soro reduz a viscosidade do produto final, que até certo ponto, pode ser compensado pela adição de estabilizantes e espessantes. A viscosidade do produto tem forte relação com a aceitação do produto. Foi possível observar que, para um produto denominado bebida láctea, a aceitação é maior para produtos de viscosidade intermediária (entre 2000 e 4000cp).

Os experimentos com melhor viscosidade, aceitação global e sabor foram conduzidos com níveis intermediários de substituição de leite por soro assim como para adição de gelatina e/ ou amido. Já os produtos com maiores notas para aparência, aroma e cor são as que apresentam menor teor de soro ou que, quando em maiores níveis de soro, apresentam maiores quantidades de gelatina e amido.

A formulação que otimiza as variáveis Viscosidade Instrumental, custo, aceitação global, aparência, viscosidade sensorial e sabor simultaneamente é elaborada com 8% de açúcar, 6,66% de povidona, 1,125% de preparado de frutas, 22,64% de soro (quantidade equivalente a 27,15% de soro na base láctea), 60,75% de leite, 0,30% de gelatina e 0,52% de amido modificado.

Referências

ALLGEYER, L.C., MILLER, M.J., LEE, S.Y. Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics. **Journal Dairy Science**, v. 93, n.10, p. 4471 – 4479, 2010.

ALMEIDA, K.E., BONASSI, I.A., ROÇA, R.O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 187-192, maio-ago. 2001.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (ADA). Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 108, n.10, oct. 2008.

ASTBURY, N. M.; TAYLOR, M. A.; MACDONALD, I. A. Polydextrose results in a dose-dependent reduction in *ad libitum* energy intake at a subsequent test meal. **British Journal of Nutrition**, v. 110, p. 934 – 942, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 360, de 23 de Dezembro de 2003**. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1c2998004bc50d62a671ffbc0f9d5b29/RDC_N_360_DE_23_DE_DEZEMBRO_DE_2003.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 29 de julho de 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005**. Disponível em: <

<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em 18 de maio de 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 54, de 12 de Novembro de 2012**. Disponível em: <

http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 05 de janeiro de 2014..

CALDEIRA, L. A., FERRÃO, S.P.B., FERNANDES, S.A.A., MAGNAVITA, A.P.A., SANTOS, T.D.R. Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Ciência Rural**, Santa Maria, On line, 2010.

CAPITANI, C.D., PACHECO, M.T.B., GUMERATO, H.F., VITALI, A., SCHMIDT, F.L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1123 – 1128, nov. 2005.

CASTRO, F. P.; CUNHA, T.M.; OGLIARI, P.J.; TEÓFILO, R.F.; FERREIRA, M.M.C.; PRUDÊNCIO, E.S. Influence of different content of cheese whey and oligofructose on the properties of fermented lactic beverages: Study using response surface methodology. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 993 – 997, 2009.

COSTA, A. V. S.; NICOLAU, E.S.; TORRES, M.C.L.; FERNANDES, P.R.; ROSA, S.I.R.; NASCIMENTO, R.C. Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada com diferentes estabilizantes/espessantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 209 - 226, jan./fev., 2013.

CUNHA, T.M.; CASTRO, F.P.; BARRETO, P.L.M.; BENEDET, H.D.; PRUDÊNCIO, E.S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.1, p. 103 – 116, jan./mar., 2008.

FISZMAN, S.M; LLUCH, M. A., SALVADOR, A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and their rheological properties. **International Dairy Journal**, v. 9, p. 895 – 901, 1999.

GOMES, R. G.; PENNA, A.L.B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 629 – 646, jul./set., 2009.

GUEDES NETO, L. G.; FONSECA, L. M.; SOUZA, M. R. Defeitos tecnológicos de leites fermentados. **Revista Leite e Derivados**, São Paulo, v. 2, n. 74, p. 29-35, 2003.

HULL, S.; RE, R.; TIIHONEN, K.; VISCIONE, L.; WICKHAM, M. Consuming polydextrose in a mid-morning snack increases acute satiety measurements and reduces subsequent energy intake at lunch in healthy human subjects. **Appetite**. v. 59, p. 706 – 712, 2012

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 – 2009**: Antropometria e Estado Nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro, 2010. 130p.

JIE, Z.; BANG-YAO, L.; MING-JIE, X.; HAI-WEI, L.; ZU-KANG, Z.; TING-SONG, W.; CRAIG, A.S. Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. **The American Journal of Clinical Nutrition**, n. 72, p. 1503 – 1509, 2000.

KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. **Food Hydrocolloids**, n. 18, p. 593–600, 2004.

KUMAR, P.; MISHRA, H. N. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. **Food Chem.**, v. 87, p.501-507, 2004.

LAL, S. N. D; O’CONNOR, C. J.; EYRES L. Application of emulsifiers/stabilisers in dairy products of high rheology. **Advances in Colloid and Interface Science** 123–126, 433–437. 2006

MALI, S.; FERRERO, C.; REDIGONDA, V.; BALEIA, A. P.; GROSSMANN M. V. E.; ZARITZKY N. E. Influence of pH and hydrocolloids addition on yam (*Dioscorea alata*) starch pastes stability. **Lebensm.-Wiss. u-Technol.** v. 36, p. 475-481, 2003.

MANZANO, G. P. P. **Aspectos sensoriais e físico-químicos de “iogurtes” de soja com espessantes/estabilizantes à base de fécula de inhame (*dioscorea alata*), amido modificado e gelatina.** 2007. 93f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2007.

MARAFON, A.P. **Otimização das propriedades reológicas e sensoriais de iogurtes probióticos enriquecidos com proteínas lácteas.** 2010. 97f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARTÍN-DIANA, A.B; JANER, C.; PELÁEZ, C.; REQUENA, T. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. **International Dairy Journal** , 13, 827 – 833, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR B. T. **Sensory Evaluation Techniques.** Fourth Edition, Boca Raton, Florida: CRC Press, 2006. 464p.

MITCHELL, H.L. The role of bulking agent polydextrose in fat replacement. Pages 235 – 238. **HANDBOOK OF FAT REPLACEMENTS.** 1996. Disponível em: http://books.google.com.br/books?id=wP8l58oKtisC&pg=PA235&lpg=PA235&dq=the+role+of+the+bulking+agent+polydextrose+in+fat+replacement&source=bl&ots=cXTPIIm2yLL&sig=Rv5fMQct5LoOLCOR_CL5IhhRBv8&hl=pt-BR&sa=X&ei=_hq-Uc__HrGD0QGQ9YHwDg&ved=0CDMQ6AEwAQ. Acesso em jun/2013.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments.** 5th Ed, Tempe, Arizona, USA: Arizona State Universtiy, 1997. 684p.

OLIVEIRA, V.M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises bacteriológicas e sensoriais.** 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

OLIVEIRA, V. M.; CORTEZ, M. A. S.; FREITAS, M. Q.; FRANCO, R. M. Avaliação sensorial de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v.13, n.2, p. 67-70, mai/ago, 2006.

OLIVEIRA, R.P.S.; FLORENCE, A.C.R.; SILVA, R.C.; PEREGO, P., CONVERTI A.; GIOIELLI, L. A.; OLIVEIRA M.N. Effect of different prebiotics on the fermentation kinetics, probiotic survival and fatty acids profiles in nonfat symbiotic fermented milk. **International Journal of Food Microbiology**, n. 108, p. 467 – 472, 2009.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETTO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M., STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F.P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e polidextrose

utilizando páprica como corante. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 28, n.4, p. 767 – 778, out./ dez., 2008.

PAULA, J.C.J., ALMEIDA, F.A., PINTO, M.S., RODRIGUES, T.F., SOBRAL, D., MACHADO, G.M. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elaboração de bebida láctea fermentada. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, v. 67, n. 388, p. 25 – 33, set./out., 2012.

PENNA, A.L.B.; OLIVEIRA, M.N.; BARUFFALDI, R. Análise de Consistência de Iogurte: correlação entre medida sensorial e instrumental. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 2, p. 98 – 101, mai./ago., 1997.

PERRIGUE, M. M.; MONSIVAIS, P.; DREWNOWSKI, A. Added Soluble Fiber Enhances the Satiating Power of Low-Energy-Density Liquid Yogurts. **J Am Diet Assoc**, v.109, p. 1862-1868, 2009. (40 artigo)

PINHEIRO, M. V. S.; CASTRO, L. P.; HOFFMANN, F. L.; PENNA, A. L. B. Estudo comparativo de edulcorantes em iogurtes probióticos. **Revista do Instituto Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.57, n. 327, p. 142 – 145, 2002.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos**. Uma estratégia sequencial de planejamentos. 1ª Ed, Campinas, SP: Casa do Pão Editora, 2005. 326p.

SANTOS, C.T.; MARQUES, G. M. R. M.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R.C.I.; BONOMO, R.C.F.; BONOMO, P. Elaboração e caracterização de uma bebida láctea Fermentada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa* sp.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2, p.111-116, 2006.

SANTOS, C.T.; COSTA, A.R.; FONTAN, G. C.R.; FONTAN, R.C.I.; BONOMO, R.C.F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 55-60, jan./mar., 2008.

SCHMIDT, K. A.; SMITH, D. E. Rheological properties of gum and milk protein interactions. **Journal of Dairy Science**, v.75, p. 36–42, 1992.

SLAVIN, J. L. Dietary fiber and body weight. **Nutrition**. v. 21, p. 411 – 418, 2005

SLAVIN, J.; GREEN, H. Dietary fiber and satiety. **Nutrition Bulletin**. V.32 (supl), p. 32 – 42, 2007.

TAMIME, A.Y., ROBINSON, R.K. **Yoghurt – Science and Technology**. Woodhead Published Limited. Abington Hall. Cambridge, 2000. 606p.

TELES, C. D.; FLORES, S. H. The influence of additives on the rheological and sensory properties of nonfat yogurt. **International Journal of Dairy Technology**. v. 60, n. 4, p. 270 – 276, nov. 2007.

THAMER, K. G., PENNA, A.L.B., Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 589 – 595, jul./set., 2006.

ÜNAL, B.; METIN, S.; ISIKLI, N.D. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. **International Dairy Journal**, n. 13, p. 909 – 916, 2003.

VIALTA, et al. **Brasil Food Trends 2020**. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, Instituto de Tecnologia de alimentos. – São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173p.

WESTAD, F.; HERSLETH, M.; LEA, P.; MARTENS, H. Variable selection in PCA in sensory descriptive and consumer data. **Food Quality and Preference**, n. 14, p. 463 – 472, 2003.

Apêndice 3. B– Matriz de Plackett-Burman com variáveis independentes e de resposta – Valores reais

| Ensaio | Soro | Polidextrose | Gelatina | Goma Guar | Amido | x6 | x7 | x8 | VI 1 | VI 2 | VI 3 | Tempo de processo (min) | Viscosidade (cP) | Preço (R\$) | Aceitação |
|--------|------|--------------|----------|-----------|-------|----|----|----|------|------|------|-------------------------|------------------|-------------|-----------|
| 1 | 70 | 6,66 | 0,6 | 0 | 0 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 319 | 1370 | 1,29 | 6,57 |
| 2 | 70 | 13,4 | 0 | 0,1 | 0 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 391 | 135 | 1,66 | 4,73 |
| 3 | 15 | 13,4 | 0,6 | 0 | 1,5 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 417 | 19150 | 2,06 | 5,93 |
| 4 | 70 | 6,66 | 0,6 | 0,1 | 0 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 315 | 950 | 1,32 | 4,37 |
| 5 | 70 | 13,4 | 0 | 0,1 | 1,5 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 368 | 459 | 1,73 | 6,23 |
| 6 | 70 | 13,4 | 0,6 | 0 | 1,5 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 364 | 3050 | 1,82 | 6,70 |
| 7 | 15 | 13,4 | 0,6 | 0,1 | 0 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 408 | 9680 | 2,03 | 6,83 |
| 8 | 15 | 6,66 | 0,6 | 0,1 | 1,5 | -1 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | 335 | 18040 | 1,65 | 7,10 |
| 9 | 15 | 6,66 | 0 | 0,1 | 1,5 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 351 | 1960 | 1,53 | 6,57 |
| 10 | 70 | 6,66 | 0 | 0 | 1,5 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 294 | 847 | 1,24 | 5,90 |
| 11 | 15 | 13,4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 414 | 3159 | 1,88 | 6,70 |
| 12 | 15 | 6,66 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 334 | 900 | 1,44 | 7,47 |

Apêndice 3. C - Ficha de Análise Sensorial

ANÁLISE SENSORIAL - Bebida láctea

Nome:.....Data:/...../.....

Idade:

PROCEDIMENTOS

Você está recebendo 5 amostras de bebida Láctea sabor morango. Prove-as da esquerda para a direita. Avalie primeiro a aparência, cor e aroma, depois através da degustação avalie viscosidade, sabor e aceitação global das amostras abaixo e dê uma nota, para cada atributo, segundo tabela abaixo :

| Aceitação |
|-----------------------------|
| 1- desgostei muitíssimo |
| 2- desgostei muito |
| 3- desgostei moderadamente |
| 4- desgostei levemente |
| 5- nem gostei nem desgostei |
| 6- gostei levemente |
| 7- gostei moderadamente |
| 8- gostei muito |
| 9- gostei muitíssimo |

| | | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 220 | 147 | 635 | 524 | 844 |
| Aparência | | | | | |
| Cor | | | | | |
| Aroma | | | | | |
| Viscosidade | | | | | |
| Sabor | | | | | |
| Aceitação global | | | | | |

Comentários:.....

.....

.....

Você compraria um destes produtos? Qual?

4 COMENTÁRIOS FINAIS

4.1 Conclusões

Esta dissertação teve como objetivo geral identificar características e funcionalidades importantes em se tratando de desenvolvimento de um produto lácteo inovador no mercado brasileiro e em seguida, otimizar a formulação do referido produto. Para atender a este objetivo, a dissertação foi dividida em dois artigos.

Este trabalho permitiu, através da aplicação de QFD, identificar os requisitos do produto do ponto de vista da necessidade do cliente e internamente provocou discussão e estudo do processo e produto propriamente dito, orientando à empresa o caminho para um lançamento com maiores chances de sucesso. Através do uso de QFD, foi possível verificar que saciedade é uma funcionalidade de interesse dos consumidores e que bebida láctea fermentada é um produto para apresentar este benefício. Sabor e aspecto nutricional são os atributos mais importantes para o consumidor. Para atendimento da expectativa do consumidor, é necessário atentar para o preparado de frutas, estabilizante e fibra utilizado, assim como as etapas de processo relacionadas à adição destes ao produto.

O uso de DOE para otimização da formulação da bebida láctea fermentada permitiu avaliar quais e como os ingredientes afetavam as características do processo e produto final, importantes para a fabricação e aceitação do mesmo pelo consumidor. Neste trabalho foram estudados efeito dos ingredientes soro de leite, estabilizante / espessante e fibra (polidextrose) sobre as características sensoriais e viscosidade, percebidas pelo consumidor, e tempo de processo e custo, importantes para a indústria. Foi possível identificar a influência das variáveis estudadas e gerar modelos preditivos com boa correlação ($R^2 > 0,79$) e significativos ($F_{calc} > F_{tab}$, para 95% de confiança) para as variáveis viscosidade instrumental, custo, aceitação global, aparência, sabor, viscosidade sensorial, cromaticidade a^* e b^* e luminosidade L^* . A formulação que otimiza as variáveis viscosidade instrumental, custo, aceitação global, aparência, viscosidade sensorial e sabor simultaneamente é elaborada com 8% de açúcar, 6,66% de polidextrose, 1,125% de preparado de frutas, 22,64% de soro (quantidade equivalente a 27,15% de soro na base láctea), 60,75% de leite, 0,30% de gelatina e 0,52% de amido modificado.

4.2 Sugestões para trabalhos futuros

Sugere-se, para a continuidade desta pesquisa, a produção da bebida láctea fermentada com a formulação otimizada a fim de confirmar os resultados teóricos. Sugere-se também, o acompanhamento do produto durante *shelf life* para confirmar a manutenção das características ótimas do mesmo até o final de sua validade, além da avaliação de diferentes preparados de frutas, visando avaliar características como tamanho das frutas e tipos de corante empregados no preparado.

REFERÊNCIAS

CHENG, L.C.; SCAPIN, C.A.; OLIVEIRA, C.A.; KRAFETUSKI, E.; DRUMOND, F.D., BOAN, F.S., PRATES, L.R., VILELA, R.M. **QFD: Planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995, 261p.

CHURCHILL, G.A; PETER, J.P. **Marketing: Criando valor para os clientes**. Tradução Cecília Camargo Bartalotti e Cid Knipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2000. 626p.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 -2009** – Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. Rio De janeiro, 2010.

FOGLIATTO, F.S. **A metodologia de Projeto e Avaliação de Experimentos aplicada à Indústria de Processos**. 2004, 178f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

PORTAL BRASIL. **Obesidade atinge mais da metade da população brasileira, aponta estudo**. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2013/08/27/populacao-adulta-brasileira-possui-maioria-de-obesos-aponta-estudo>>. Acesso em: 22 abr 2013.

RIBEIRO, J. L.D. **Metodologia de Pesquisa**. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. 14p.

SILVEIRA, M.M. **Estratégias de Aplicação de Análise Estatística Multivariada no Desenvolvimento de Novos Produtos**. 2010. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

VIALTA, *et al.* **Brasil Food Trends 2020**. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, Instituto de Tecnologia de alimentos. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173p.