

RAFAELA BANDEIRA DE MELLO NORBERT

**DESENVOLVIMENTO E VIABILIDADE TÉCNICA DE
FONDUE DE QUEIJO LONGA VIDA**

SÃO CAETANO DO SUL

2006

RAFAELA BANDEIRA DE MELLO NORBERT

**DESENVOLVIMENTO E VIABILIDADE TÉCNICA DE
FONDUE DE QUEIJO LONGA VIDA**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Linha de Pesquisa: Engenharia de Embalagem

Orientador: Profa. Dra. Eliana Paula Ribeiro

**SÃO CAETANO DO SUL
2006**

Dedico este trabalho a meus pais, Eliane e Sergio,
meus maiores incentivadores, minha irmã
Alexandra e meu marido Duda.

Agradeço a inestimável colaboração de minha professora, Profa. Dr.
Eliaana Paula Ribeiro, pela orientação, disponibilidade e paciência.

A minha família, que sempre me incentivou.

Ao Instituto Mauá de Tecnologia e a Tetra Pak, que colaboraram no
financiamento e informações para que este trabalho fosse finalizado.

As Professoras do Itai Ariene Van Dender e Eliete Vaz de Faria, e
aos funcionários da Tetra Pak, Sebastião Silva e Marcio Duarte, pela
orientação, colaboração no desenvolvimento da formulação e ajuda
no processamento final. Sem isso, o produto não teria ficado tão
bom.

Enfim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a
realização e sucesso deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma formulação de fondue de queijo, que se adaptasse ao processamento UHT e que se mantivesse estável durante toda a vida de prateleira em embalagens cartonadas longa vida. Neste projeto piloto, a mínima vida útil proposta foi de 120 dias. Além de se manter estável, a formulação deveria ser composta de produtos de custo mais baixo, pois no fondue de queijo original, normalmente refrigerado, são utilizados queijos nobres e de alto custo, como Gruyère e Emmental. Para isso, foi elaborado um fondue de queijo UHT utilizando o queijo prato como principal matéria prima e foram realizadas avaliações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais ao longo de sua vida útil. O produto foi, também, comparado com amostras de produtos já disponíveis no mercado. Os resultados obtidos nas análises físico-químicas mostraram que o valor de pH encontrado (5,82) se manteve estável ao longo do tempo e estava de acordo com o esperado (entre 5,7 e 6,0) para garantir a formação de uma rede continua de proteína e evitar a separação de gordura durante o aquecimento do produto. As variações no teor de nitrogênio solúvel e no índice de extensão de proteólise durante o período de estocagem avaliado não foram significativas ($p > 0,05$), indicando que não houve proteólise no sistema caseína e que o mesmo se manteve intacto. O fondue de queijo UHT apresentou maior teor de gordura, menores teores de proteínas e carboidratos quando comparado ao fondue de queijo comercial. Os valores de umidade e gordura em extrato seco estão dentro dos requisitos da legislação, portanto, o produto está dentro dos padrões comerciais físico-químicos. A amostra comercial apresentou maiores valores de firmeza, adesividade, elasticidade e de gomosidade e menor valor de coesividade quando comparada à amostra UHT, isso porque a amostra comercial, quando à temperatura ambiente, se comporta como uma mistura de queijos não fundidos. Nos padrões de textura, a amostra UHT manteve-se estável ao longo da sua vida de prateleira, não apresentando variação significativa em todos os parâmetros analisados. Quanto aos aspectos microbiológicos, o tratamento térmico foi suficiente para eliminar qualquer possível microorganismo patogênico e/ou deteriorante. Não houve crescimento microbiológico após o tratamento térmico e também ao longo da vida-de-prateleira, podendo-se considerar o produto seguro para o consumo. Durante a análise sensorial, observa-se que não ocorreu escurecimento, aumento de consistência e nem o desenvolvimento de aromas e sabores de oxidado, rançoso e estranho, mostrando que o produto manteve sua qualidade ao longo do período de estocagem. Para comparar a

amostra UHT com duas outras já existentes, foi utilizado o método de Análise Descritiva Qualitativa (ADQ) com avaliadores treinados. Os resultados do ADQ das amostras de fondue de queijo comercial e de fondue de queijo UHT foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP) evidenciando as características sensoriais de cada tratamento e pode ser verificada a tendência de diferenciação das amostras, sendo que a amostra UHT tende a se destacar por maiores intensidades da cor creme e do aroma e do sabor de margarina. Com relação à embalagem, esta se manteve hermética e sem presença de delaminação das camadas ao longo da vida-de-prateleira avaliada de 120 dias, cujo fator limitante seria o desenvolvimento de sabor oxidado/rançoso deste produto ao longo do tempo de estocagem e, conforme os resultados deste trabalho, se desenvolveria após este período de tempo. Portanto, pode-se concluir que é possível produzir um “fondue” de queijo com características físico-químicas e organolépticas adequadas em embalagem longa vida, estável durante 120 dias, utilizando-se a formulação e o processo desenvolvidos neste trabalho.

ABSTRACT

The objective of this work was to develop a formulation of cheese fondue that could be treated with the UHT process and would remain stable in carton packages during its shelf-life. In this pilot project, the proposed shelf life is a minimum of 120 days. Apart from being stable, the formulation would have to be composed of lower cost ingredients. In original cheese fondue, normally refrigerated, high quality cheeses and of high cost are used, such as Gruyère and Emmental. For this, the UHT fondue was developed utilizing “Prato” cheese as the main component and evaluations had been carried through physico-chemical, physics, microbiological and sensorial analysis. The product was also compared with samples of products already in the market. The results obtained showed that the value of pH (5.82) was kept stable throughout the time and it was in accordance with the expected (between 5.7 and 6.0), to guarantee the formation of a continuous protein network which prevents the escape of fat when the product is heated. The variations in the soluble nitrogen and the index of proteolysis during the storage period had not been significant ($p > 0.05$), indicating that it did not have proteolysis in the casein system and that it remained unbroken. The UHT cheese fondue had more fat, less protein and carbohydrates when compared with the commercial product. The water content and fat in dry matter are in accordance with the requirements of the legislation, therefore, this product is in accordance with the physico-chemical standards for a commercial product. The commercial sample presented had higher values of firmness, spread ability, elasticity and springiness and lower value of cohesiveness when compared with the UHT sample. This happens because the commercial sample, when in ambient temperature, behaves as a mixture of non processed cheeses. Regarding texture standards, the UHT sample remained stable throughout its shelf-life, not presenting significant variation in all the analyzed parameters. As for the microbiological aspects, the thermal treatment was enough to eliminate any possible pathogenic and/or hazardous microorganism. There was no microbiological growth after the high temperature treatment and also throughout the shelf-life. This makes the product safe for consumption. During the sensorial analysis, it is observed that it did not occur any browning, increase of consistency and nor the development of oxidation aromas and off-flavors, rancid and strange, showing that the product kept its quality during the storage period. To compare the UHT sample with two others, a Qualitative Descriptive Analysis (QDA) method was used with trained appraisers.

The results of the QDA were submitted to the Analysis of Main Components (the AMC) evidencing the sensorial characteristics of each treatment and also can show the trend of differentiation between the samples. The UHT sample shows higher intensity of the color “cream” and the aroma and flavor of margarine. Regarding the package, its integrity was kept and did not show any presence of delamination of the layers throughout the evaluated 120 days of shelf-life. This time was limited to the possible development of oxidized flavor/rancid of this product throughout the storage time and, in accordance with the results of this work, it would develop after this period of time. Therefore, the results obtained showed that is possible to produce cheese fondue with physico-chemical and sensorial characteristics which are adequate to aseptic carton packages, keeping stable during 120 days, using the formulation and the process developed in this work.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 QUEIJOS PROCESSADOS.....	11
2.2 SAIS FUNDENTES	13
2.3 VIDA DE PRATELEIRA DE QUEIJOS PROCESSADOS.....	15
2.4 EMBALAGEM DE QUEIJOS PROCESSADOS	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 MATERIAL	20
3.2 MÉTODOS	22
3.2.1 TESTES PRELIMINARES.....	22
3.2.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FONDUE UHT.....	22
3.2.3. VIDA DE PRATELEIRA.....	23
3.2.4. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO.....	23
3.2.5. EMBALAGEM A SER USADA.....	24
3.2.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	26
3.2.7. ANÁLISES FÍSICAS.....	27
3.2.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	27
3.2.9 ANÁLISE SENSORIAL.....	29
3.2.10. ESTUDO DA VIDA-DE-PRATELEIRA.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	34
4.1.1 COMPOSIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA QUEIJO PRATO	34
4.1.2 COMPOSIÇÃO DO PRODUTO.....	34
4.1.3 VARIAÇÃO DE PH DURANTE A ESTOCAGEM DO PRODUTO.....	36
4.1.4 VARIAÇÃO DAS FRAÇÕES NITROGENADAS E DO ÍNDICE DE EXTENSÃO DE PROTEÓLISE DURANTE A ESTOCAGEM DO PRODUTO.....	36
4.1.5 COMPARAÇÃO ENTRE O FONDUE DE QUEIJO COMERCIAL E O FONDUE DE QUEIJO UHT.....	39
4.2 PERFIL DE TEXTURA.....	41
4.2.1 PERFIL DE TEXTURA COMPARATIVO ENTRE UM PRODUTO COMERCIAL E O FONDUE DE QUEIJO UHT.....	41
4.2.2 VARIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DO FONDUE DE QUEIJO UHT DURANTE A ESTOCAGEM.....	42
4.3 AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS	43
4.3.1 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA-PRIMA.....	43
4.3.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO FONDUE DE QUEIJO UHT.....	44
4.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	45
4.4.1 DESENVOLVIMENTO DA TERMINOLOGIA DESCRITIVA PARA ADQ (ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA) DE FONDUE E TREINAMENTO DA EQUIPE.....	45
4.4.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA EQUIPE PARA ADQ.....	46
4.4.3 ANÁLISE SENSORIAL DESCRITIVA DO FONDUE DE QUEIJO UHT.....	49
4.5 VIDA-DE-PRATELEIRA.....	52
4.6 ANÁLISES DE EMBALAGEM.....	63
5. CONCLUSÕES.....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
7. ANEXOS.....	70

1. INTRODUÇÃO

Durante o rigoroso inverno suíço, as montanhas e vales eram cobertos por neve isolando as cidades e vilarejos. Conseqüentemente, comida fresca tornou-se algo escasso. As pessoas dependiam de comida produzida em suas próprias cidades, que era elaborada durante o verão, principalmente os queijos.

No inverno, esses queijos se tornavam ressecados e sem sabor. Para suprir a necessidade de alimentação e para reaproveitar esse queijo, surgiu o “fondue”. Seu nome vem do francês, que significa derreter ou misturar. Este processo era o que a população local precisava para fazer com que o queijo se tornasse mais atrativo. O queijo era derretido em recipientes especiais e adicionado de vinhos locais e temperos para dar mais sabor e aroma, resultando em um delicioso molho cremoso de queijo.

A cada ano que passa, mais brasileiros adquirem o hábito de comer “fondue” de queijo, principalmente durante o inverno, um hábito suíço que se espalhou pelo mundo e surgiu há alguns anos na mesa da população local, se tornando um ritual do clima frio. O “fondue” consiste de uma mistura cremosa de queijos, como por exemplo, Emmental e Gruyère, com vinho branco ou algo semelhante e outros temperos que variam a cada formulação. Durante o inverno, são freqüentes as reuniões com a finalidade de saborear um “fondue”, para tal um preparado para “fondue” é aquecido e as pessoas o consomem com pão.

Os preparados para “fondue” disponíveis no mercado são, na sua maioria, produtos importados e com custo elevado, desestimulando os consumidores a comprarem mais ou até a experimentar. As marcas nacionais já existentes são uma opção mais econômica, porém, não agradam aos consumidores da mesma maneira que as importadas. Ainda não existe nenhuma marca nacional que tenha a mesma qualidade das importadas e com preço de venda semelhante às nacionais. Outro problema é o elevado custo da embalagem dos produtos importados, que são embalados em um filme laminado com alumínio a vácuo de alto custo e, em algumas marcas, ainda possui uma embalagem secundária cartonada.

Um produto com maior tempo de vida de prateleira, com qualidade e praticidade a um preço mais compatível com o poder de compra do consumidor brasileiro, tornaria o produto mais atrativo e acessível. Não há nenhum estudo no Brasil sobre este assunto,

sendo esta uma boa oportunidade para desenvolver algo inovador proveniente de uma necessidade do mercado.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma formulação e um processo para produção de um “fondue” de queijo em embalagem “longa vida”, e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e organolépticas do produto ao longo do tempo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Queijos Processados

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), entende-se por Queijo Processado o produto obtido por trituração, mistura, fusão e emulsão por meio de calor e agentes emulsificantes de uma ou mais variedades de queijo, com ou sem adição de outros produtos lácteos e/ou sólidos de origem láctea e ou especiarias, condimentos ou outras substâncias alimentícias na qual o queijo constitui o ingrediente lácteo utilizado como matéria prima preponderante na base láctea.

O Queijo Processado U.H.T. ("Ultra High Temperature"), tem a mesma definição anterior, porém, submetido após a fusão a tratamento térmico à 135 - 145°C durante 5 a 10 segundos ou qualquer outra combinação de tempo/temperatura equivalente. Estas definições constam do Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade de Queijo Processado ou Fundido, Processado Pasteurizado e Processado ou Fundido U.H.T.(UAT) (MERCOSUL/GMC/RES. Nº 134/96).

O queijo processado é produzido através de uma mistura de diferentes tipos de queijo, água, sais emulsificantes (em sua maioria, citrato de sódio, ortofosfato de sódio ou polifosfato de sódio) e outros ingredientes adicionais como manteiga e temperos. Os constituintes da mistura e as condições de processamento são selecionados para resultar na estrutura que se espera do produto, aparência, cor, aroma e vida-de-prateleira esperada a um custo aceitável (Schar & Bosset, 2002).

Durante o processamento, a mistura é aquecida em um tanque de cozimento a 70-120°C em um ambiente de vácuo parcial e agitação constante, até que uma massa homogênea seja obtida ou através de um sistema de processamento UHT a 140°C, em média. Normalmente, o queijo processado ainda quente é embalado em sua embalagem desejada, como pouches com ou sem alumínio. Após embalado, o produto é selado e resfriado (Schar & Bosset, 2002).

O processo de fabricação de fondue de queijo pronto para o consumo é similar ao processo de queijos processados. Ingredientes adicionais como vinho branco ou "Kirsch" podem ser inseridos na massa. Como o ácido tartárico contido no vinho atua como um agente quelante, a quantidade de sais emulsificantes adicionados é menor que o queijo processado, que normalmente pode conter até 40 g/kg, sendo que o fondue de queijo pode conter até 5 vezes menos (Eidgenössisches Department der Innern, 1998).

Em alguns países, queijos processados produzidos a partir de um único tipo de queijo, porém de diferentes estágios de maturação, são produtos muito consumidos (Piska & Stetina, 2004). Porém é mais freqüente o uso de vários tipos de queijos diferentes. Isso resulta em um melhor equilíbrio de sabor e maior facilidade no processamento. Os critérios mais importantes na seleção dos queijos são: tipo de queijo, sabor, maturação, consistência e pH (Caric et al., 1985; Caric & Kaláb, 1997).

A qualidade de queijos processados é avaliada a partir de suas características de sabor, aroma, textura, capacidade de derreter e escoar. Ao aquecer um queijo, como um cheddar ou mozzarella, sabe-se que esse processo resulta na separação do óleo e da fase protéica, deixando o queijo com má aparência. Em contrapartida, quando um queijo processado é aquecido, ele permanece homogêneo (Chambre & Daurelles, 2000; Shimp, 1985).

O sabor do queijo processado depende do sabor do queijo utilizado em sua formulação. Queijos bem maturados são mais usados para darem sabor, enquanto queijos mais jovens são usados para conferir textura. Em queijos mais novos, as moléculas de caseína estão em seu estado original, com suas propriedades emulsificantes originais preservadas. A hidrólise das caseínas durante a maturação faz com que essas propriedades sejam perdidas, afetando o produto final. A mistura apropriada de queijos mais velhos e queijos mais novos produz um queijo processado de alta qualidade que derrete quando necessário e possui alto sabor perceptível (Chambre & Daurelles, 2000; Shimp, 1985).

As propriedades reológicas e a textura são amplamente influenciadas pela composição química, como o teor de extrato seco total, gordura no extrato seco, valor de pH, estágio de maturação da mistura de queijos, tipo e quantidade dos sais emulsificantes (Bowland & Foegeding, 2001) e também pelas condições de processamento e resfriamento (Marchesseau & Cuq, 1995).

O controle de pH é essencial para a criação de uma rede contínua de proteína, que evite a separação de gordura durante o aquecimento do produto. Marchesseau et al. (1997) demonstraram uma relação entre pH e a estrutura da rede de proteínas usando técnicas reológicas e microscopia, mostrando que valores de pH entre 5.7 e 6.0 melhoravam a elasticidade e a estabilidade do gel de proteína. Gupta et al. (1984) verificaram que o tipo e a concentração de agente emulsificante foram fundamentais para que as proteínas, a água e a gordura formassem uma dispersão homogênea. As proteínas do queijo, ligadas

como para-caseinato de cálcio, são desidratadas e polimerizadas na presença de cálcio (Meyer, 1973).

Enquanto a escolha apropriada dos ingredientes facilita o desenvolvimento de um produto com maior qualidade, as variáveis do processo, como tempo, temperatura e a taxa de agitação durante a fusão devem ser rigidamente controlados. Estudos foram realizados para avaliar a influência de alguns desses parâmetros e as características do produto final. Swenson et al. (2000) avaliaram o espalhamento, a firmeza e o derretimento de um queijo processado considerando algumas variações de tempo e temperatura. Esse trabalho mostrou uma diminuição significativa em firmeza e diminuição no derretimento à medida que a temperatura e o tempo de processamento eram elevados. Isso foi atribuído à hidrólise das proteínas do queijo.

Produtos a base de queijos processados são diferenciados uma vez que podem ser desenvolvidos para apresentarem características não comuns aos produtos à base de queijo natural. Suas propriedades funcionais, incluindo o derretimento, o “espalhamento”, o corte, o corpo e a viscosidade, entre outros, podem ser alcançadas com a seleção correta de ingredientes e de condições de processamento (Glenn et al., 2002).

2.2 Sais fundentes

Durante o processamento, o queijo, que consiste basicamente de paracaseinatos de cálcio insolúveis e glóbulos de gordura, é disperso, homogeneizado e convertido em um gel onde a gordura é emulsificada. Através da quelação do cálcio presente na estrutura da proteína, os sais emulsificantes contribuem para a dispersão da proteína e melhoram sua habilidade emulsificante (Paquet, 1988).

Sais emulsificantes são de extrema importância na fabricação de queijos processados, já que eles são usados para que o produto fique com sua estrutura uniforme durante o processo de aquecimento e fusão. Fosfatos e citratos são os mais usados. Esses sais possuem um cátion monovalente (ex. Sódio) e um ânion polivalente (ex. Fosfato, citrato). Esses sais não são emulsificantes, o que fazem é promover, com ajuda do aquecimento e pressão, uma série de mudanças físico-químicas na mistura de queijos que resultam na reidratação da matriz de paracaseinato e sua conversão em um agente emulsificante. Essas alterações podem incluir ajuste e estabilização do pH, dispersão e hidratação do paracaseinato, emulsificação da gordura livre e mudança estrutural (Meyer, 1973; Caric & Kalab, 1987).

O sal fundente aumenta a solubilidade da caseína. Uma importante característica das proteínas é que elas apresentam regiões polares (hidrofílicas) e não polares (hidrofóbicas) na mesma molécula. Isso faz com que a proteína interaja com a gordura e a água, formando um fino filme ao redor da gordura. Os glóbulos de gordura com esse filme de proteína são estabilizados contra a separação, permitindo assim que o queijo processado mantenha seu aspecto homogêneo quando é convertido de seu estado sólido para líquido (Glenn III et al., 2002).

A capacidade do agente emulsificante de seqüestrar cálcio do complexo para-caseinato de cálcio é fundamental para a exposição das regiões hidrofílicas e hidrofóbicas das proteínas do queijo para melhor interação com a água e a gordura (Glenn III et al., 2002).

O principal ponto crítico no processo de fabricação do queijo processado é a manutenção da gordura na matriz protéica. O aquecimento, entretanto, diminui a habilidade das caseínas em manter os glóbulos de gordura na fase dispersa, indicando que a capacidade emulsificante da caseína diminuiu. Os sais emulsificantes restauram-na por meio de sua habilidade de complexar o cálcio presente nas caseínas. Assim sendo os sais fundentes não são emulsificantes, mas sim restauram a habilidade emulsificante das proteínas do leite de forma muito eficiente (Fox et al., 2000).

Os sais fundentes com uma forte habilidade de ligar cálcio são adequados para a produção de queijos processados duros, os quais contêm gordura na forma de glóbulos muito pequenos. A capacidade dos fosfatos em complexar cálcio aumenta na seguinte ordem: fosfato monossódico < fosfato dissódico < pirofosfato dissódico < pirofosfato trissódico < pirofosfato tetrassódico < tripolifosfato pentassódico, que corresponde aproximadamente com a ordem que esses sais aumentam o pH (Dimitreli et al., 2005). O aumento de pH, eleva a habilidade sequestrante de cálcio dos sais emulsificantes, resultando em uma maior desintegração da rede de paracaseinato de cálcio (Fox et al., 2000).

Polifosfatos lineares (com 4 ou mais fosfatos) são obtidos de ortofosfatos puros (monofosfatos) a altas temperaturas de condensação (Chambre & Daurelles, 1997). São hidrolisados em soluções aquosas (Berger et al., 1989). Essa reação se inicia durante a fusão e continua durante a estocagem do queijo já processado (Ney, 1988). A hidrólise induz rapidamente à formação de trifosfatos e difosfatos (pirofosfatos) e, lentamente a ortofosfatos (Mair-Waldburg, 1957). Uma parte do polifosfato adicionado já é hidrolisada durante a fusão. O restante é completamente hidrolisado depois de 7 a 10 semanas (Caric & Calab, 1997). A hidrólise de oligo e polifosfatos desenvolve novas funções

ácidas, conseqüentemente, reduzindo o valor do pH do produto, e inibindo aumentos de pH (Chambre & Daurelles, 1997).

Rayan et al. (1980) observaram que um aumento no tempo de processamento diminuía o derretimento em formulações de queijos processados contendo vários sais fundentes.

2.3 Vida de prateleira de queijos processados

Até hoje, os estudos mais recentes demonstram que a maior parte dos problemas encontrados em queijos processados, que poderiam limitar sua vida-de-prateleira estão relacionados com a contaminação microbiológica. Modernas tecnologias e a seleção cuidadosa da matéria-prima resultam em produtos estáveis bacteriologicamente (Schar & Bosset, 2002). Perigos microbiológicos podem ser eliminados pelo processamento UHT, já que até esporos termoresistentes como *Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum* e *Clostridium sporogenes* são destruídos. Recontaminação pode ser evitada com processo de embalagem à quente (85-95°C) ou sistema de embalagem asséptica. Por esta razão, para queijos processados espera-se que se mantenham estáveis por até um ano (Sturm, 1998).

No entanto, mesmo os produtos livres de crescimento microbiológico embalados em embalagens adequadas, sofrem alterações de qualidade em 6 meses a temperatura ambiente (Chambre & Daurelles, 1997). Durante a estocagem, o processo de envelhecimento físico e físico-químico alteram o sabor e a estrutura do produto. Um sabor de envelhecido aparece, limitando as características sensoriais do queijo processado. A estrutura se altera continuamente ao longo do tempo, fazendo com que a firmeza aumente. Várias mudanças podem ocorrer simultaneamente (Schar & Bosset, 2002).

A data de vencimento de um produto deve ser declarada de acordo com suas propriedades de envelhecimento. Queijos Processados para exportação, por exemplo, devem se manter com alta qualidade pelo maior tempo possível, especialmente para países de clima quente, fator este que acelera todas as reações indesejáveis que podem limitar a vida do produto (Schar & Bosset, 2002).

Queijo processado pode ser normalmente considerado um produto estável com uma vida-de-prateleira de até seis meses. Porém, durante a estocagem por um longo período de tempo a temperatura ambiente, a vida-de-prateleira pode ser encurtada consideravelmente, em até 40%, por escurecimento não enzimático ou oxidação da gordura (Kristensen & Skibsted, 1999). Foi verificado que a velocidade de escurecimento

de queijos processados durante a estocagem foi significativamente maior a 40°C do que a 5°C ou a temperaturas entre 15 a 32°C (Thomas et. al., 1977). A adição de leite desnatado em pó ou lactose no queijo processado aumentou a susceptibilidade a reações de escurecimento (Kristensen et. al., 2001).

A oxidação do colesterol em queijo foi observada principalmente durante longos períodos de armazenamento com exposição à luz (Nielsen et. al., 1995). Entretanto, a tendência à formação de radicais livres em queijo processado é maior por causa da temperatura do que por exposição à luz (Kristensen & Skibsted, 1999).

O “fondue” de queijo é normalmente produzido com ortofosfato de sódio como sal emulsificante. Teoricamente, uma vida-de-prateleira maior que 3 meses poderia ser possível, porém algumas mudanças sensoriais podem ocorrer, pois a estrutura continua a se tornar mais homogênea, fazendo a percepção do produto na boca mais cremosa. Um aumento da sensação de sabor e odor envelhecido no produto limita a sua aceitação sensorial. Mudanças no “fondue” de queijo são extremamente dependentes da temperatura de armazenamento: a 5°C, as mudanças são lentas se comparada a 20°C (Tiger Cheese Ltd., Langnau-Emmental; internal reports).

Algumas alterações no queijo processado podem ocorrer ao longo do tempo, tais como a perda de vapor de água, hidrólise do polifosfato usado, mudanças no equilíbrio iônico, formação de cristais, reações induzidas por enzimas termo resistentes, escurecimento não enzimático, reações induzidas pela luz e oxigênio assim como interações com o material de embalagem (Schar & Bosset, 2002).

Kristensen et al. (2001) avaliaram o queijo processado durante a sua vida-de-prateleira e verificaram poucas alterações químicas no mesmo. Estas foram relacionadas com sua fração lipídica, após um ano de estocagem a temperatura de refrigeração (5°C), temperatura ambiente (20°C) ou a temperaturas mais elevadas (37°). A alteração mais proeminente foi o escurecimento do produto, característica que se mostrou extremamente dependente da temperatura de estocagem mais do que da ação da luz. O escurecimento é normalmente associado com mudanças nas características reológicas com o aumento da viscosidade do produto. Como o produto é esterilizado, o escurecimento deve ser não-enzimático, proveniente da reação de Maillard, envolvendo proteínas e lactose, ou proveniente da rancidez oxidativa (Friedman, 1996). A reação de Maillard é conhecida por criar uma rede protéica capaz de aumentar a viscosidade do produto.

Rose-Sallin et al. (1997) descobriram que a oxidação do colesterol em queijos processados somente ocorre quando as condições de estocagem são extremas, com temperaturas acima de 35°C. Kristensen et al. (2001) demonstraram que a rancidez oxidativa ocorre pouco, mesmo durante a estocagem. Esta conclusão é ainda suportada pelo fato do α -tocoferol, principal agente antioxidante em produtos lácteos, ser pouco degradado nas mesmas condições, sendo esta degradação dependente da temperatura. Como a oxidação da gordura parece não ter muita importância em queijos processados, pode-se concluir que as reações de escurecimento são os fatores limitantes da vida útil do produto. Não se pôde concluir pelo estudo se o escurecimento em queijos processados é iniciado por produtos oriundos da reação de rancidez oxidativa ou da reação de Maillard. O envolvimento da lactose nas reações de escurecimento forma o composto hidroximetilfurfural, que também pode contribuir com a formação de um pigmento amarelado (Hoyland & Taylor, 1991).

Os produtos primários formados pela rancidez oxidativa são os peróxidos, que fornecem pouca informação relativa ao processo de oxidação de queijos estocados em atmosfera modificada (Severini et al., 1998; Kristensen et al., 2000).

A luz é importante para a estabilidade do produto, pois ela induz à formação de peróxidos de lipídios, que aparentemente são estáveis somente até 5°C. Além de causar rancidez oxidativa no queijo processado, a luz também provoca a degradação significativa da riboflavina. O calor, por sua vez, induz reações não enzimáticas de escurecimento, apesar deste tipo de degeneração aparentemente estar relacionada com a oxidação da gordura (Kristensen et al., 2001).

Cristais provenientes dos sais emulsificantes podem ser formados como resultado de um possível excesso de sais adicionados, uma mistura incorreta dos sais ou até de mistura insuficiente dos sais na massa de queijo durante o processamento. Geralmente, a formação de cristais é favorecida por excesso de sais emulsificantes ou lactose, alto teor de cálcio no queijo usado, valor de pH alto e longo tempo de estocagem em temperatura fria (Caric & Kalab, 1997).

2.4 Embalagem de queijos processados

Normalmente, o material de embalagem para queijos processados possui uma boa barreira, mas não o suficiente contra a passagem do vapor de água. Dependendo da temperatura de estocagem, uma perda considerável de peso pode ocorrer, fazendo com que o produto desenvolva uma textura mais firme (Tiger Cheese Ltd., Langnau-Emmental;

internal reports). Normalmente, fatias de queijo, embaladas em embalagens plásticas, processado estocadas por 1 mês, a temperatura de 20°C, podem apresentar uma perda de peso de 2 a 5 g/kg (Ney, 1988).

De acordo com Berger et al (1989), queijo processado é um alimento “semi-preservado”. Produtos “premium” deveriam ter uma garantia de vida-de-prateleira de 3 a 4 meses, especialmente quando sua embalagem for de plástico. Os produtos embalados em latas ou em tubos de metal poderiam ter uma vida útil maior. Segundo Chambre & Daurelles (1997), queijo processado normalmente mantém boa qualidade pelo período de 6 a 12 meses a temperatura ambiente. Sturm (1998) estabeleceu a vida-de-prateleira para alguns produtos como sendo: 8 semanas para fatiados, 20 semanas para porções pequenas e mais de um ano para produtos embalados em latas ou tubos.

O “fondue” de queijo pronto para o consumo tradicionalmente é embalado em “pouches” multi-camada com alumínio com conteúdo de 400 g, onde fica bem protegido contra perda do vapor de água, permeabilidade de gases e transmissão de luz. Atualmente, já são encontradas embalagens com porções menores (para até duas pessoas) em potes plásticos, com lacre de alumínio, onde o produto pode ir diretamente ao forno de microondas, para ser aquecido antes do consumo, dando mais praticidade ao consumidor e para também suprir as necessidades das famílias menores, que é à parte do mercado que apresentou um maior crescimento nos últimos dez anos (Schar & Bosste, 2002).

Todas as embalagens existentes no mercado têm alto custo, fazendo com que o produto, que por si só já é de alto valor agregado, fique ainda mais caro. Não há opção de uma embalagem mais econômica, que mantenha as características do produto ao longo do tempo. A embalagem longa vida produzida pela empresa Tetra Pak, é uma embalagem cartonada laminada com plástico e alumínio, com características similares as existentes no mercado. A junção de todas essas camadas proporciona a proteção necessária para o produto em questão (Tetra Pak, comunicação pessoal) e tem um custo, no mínimo, 30% abaixo das usadas hoje. Além disso, esse sistema de embalagem reduz o custo de transporte e armazenagem, já que não necessita de refrigeração e o formato da embalagem tem aproveitamento de 100% do espaço físico.

Como o produto é rico em gorduras, a embalagem deve ser avaliada ao longo do tempo para a verificação da camada interna de polietileno. Caso haja liberação de ácidos graxos livres pelo produto, estes podem reagir com o polietileno, fazendo com que esta camada tenha sua estrutura alterada, se soltando da camada de polietileno de laminação, podendo causar um “bag in box” na embalagem. Esse efeito faz com que a embalagem

de divida em duas e prejudique a sua integridade, já que a estrutura foi alterada. Algumas frutas liberam muito ácido graxo durante sua vida útil e possuem pH muito ácido. Apesar do pH de queijos processados não ser muito ácido, pela alta porcentagem de gordura, a especificação a ser usada será a mesma para sucos (Tetra Pak, comunicação pessoal).

Existem três especificações básicas disponíveis para embalagens da Tetra Pak. A especificação usada para leite, que possui uma menor barreira ao oxigênio e o polímero usado nas camadas internas é mais susceptível a interações com a gordura, podendo causar problemas na embalagem e também no produto. A especificação usada para tomate é a mais resistente para produtos ácidos, que poderiam causar corrosão nas camadas internas, inclusive, no alumínio. Esta embalagem é reforçada com camadas extras de polímeros mais resistentes aos ácidos. A especificação usada para sucos é intermediária, já que possui camadas mais resistentes ao oxigênio e também são menos susceptíveis a reações com a gordura, com uma composição de polímeros mais específica para esta utilização, porém, não tem todas as camadas que a especificação de tomate possui (Tetra Pak, comunicação pessoal).

Há disponível outra embalagem cartonada longa vida que também poderia ser utilizada para esse tipo de produto, como a recém lançada embalagem que pode ser colocada diretamente no forno de microondas, o que a torna muito prática, atendendo a demanda do mercado em produtos e embalagens mais convenientes. O alumínio normalmente presente nas embalagens é substituído por um polímero capaz de manter sua função. Porém, esta embalagem custa em média, de 10 a 15% a mais do que a convencional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

- Matérias Primas e Ingredientes

A formulação foi desenvolvida a partir de testes preliminares realizados na planta piloto, conforme apresentado na Tabela 3.1.

TABELA 3.1: Formulação avaliada nos testes preliminares

Ingrediente	Quantidade	%
Queijo estepe	50,46 Kg	50,46
Vinho branco seco	3,21 Kg	3,21
Água (incluindo condensado)	41,56 Kg	41,56
Manteiga	2,55 Kg	2,55
Joha PZ 7	1,48 Kg	1,48
Joha T	0,45 Kg	0,45
Bekaplus Q 3B	0,15 Kg	0,15
Aroma Emmental	0,35 Kg	0,35
Total	100,00 Kg	100,00

Esta formulação apresentou resultado satisfatório, porém com custo ainda elevado, apesar de ainda mais econômico que os produtos importados. O queijo utilizado foi do tipo estepe, queijo com sabor mais semelhante aos queijos suíços, do tipo gruyère e emmental. A formulação desenvolvida neste trabalho foi semelhante, porém utilizou-se um queijo de custo mais baixo, o queijo tipo “prato”.

Como os sais emulsificantes usados apresentaram um resultado muito bom, foram mantidos na nova formulação. Os ingredientes usados no desenvolvimento deste trabalho são apresentados na Tabela 3.2.

TABELA 3.2. Matérias primas e ingredientes usados na elaboração do fondue de queijo UHT.

Item	Fornecedor / Marca	%
Queijo tipo “prato”	Tirolez	50.50
Vinho branco seco / “Kirsh”	Santa Carolina, tipo Sauvignon blanc	1.70
Água Mineral	Lindoia	42.90
Manteiga sem sal	Batavo	2.50
Sal fundente (Joha PZ 7 e Joha T)	BKG	1.86
Estabilizante Bekaplus Q3B	BKG	0.19
Aroma de emmental	Firminich	0.35

Onde: Joha PZ 7 é composto por uma combinação de citrato de sódio, polifosfato de sódio e ortofosfato de potássio. Já o Bekaplus Q3B possui CMC (Carboximetilcelulose) e Goma Guar em sua estrutura atuando com espessante/estabilizante.

- Equipamentos de processo e envase

Equipamento multiprocessador e de cozimento modelo Stephan Geiger UMM-SK-40E →, onde o queijo é fundido, com injeção direta de vapor com capacidade de 20 kg por batelada.

Módulo de esterilização → Trocador de calor a placas e tubular. Sua capacidade é de 100 litros/h, fabricante Tetra Pak Ltda. O processo se divide em: Pré-aquecimento, Homogeneização, Aquecimento, Aquecimento final, Retardo (para manter o produto por 3 segundos na temperatura de ultrapasteurização), Pré-resfriamento e envio do produto para o Tanque Asséptico de equilíbrio. Toda a troca térmica foi realizada em trocador de calor tubular.

Tanque de armazenamento Asséptico modelo Tetra Alsafe → Tanque Asséptico com capacidade de 600 litros. Como o volume processado no modulo de esterilização é menor que a capacidade da maquina de envase, é necessário um tanque para acumular o produto antes de enviar para a maquina de envase. Fabricante Tetra Pak Ltda.

Máquina de envase modelo TBA/9 → Envase de 7.000 embalagens por hora em embalagens de 125 mL. A embalagem entra em forma de bobina no equipamento, onde passa por um sistema de selagem da fita longitudinal, esterilização em banho de Peróxido de Hidrogênio, envase e formação da embalagem em ambiente estéril e posterior

formação das abas de topo de e de fundo da embalagem. Como o nível de produto fica sempre acima do nível da selagem transversal da embalagem, esse sistema garante ausência de ar dentro da embalagem. Fabricante Tetra Pak Ltda.

Maquina encaixotadora modelo Tetra Cardboard Packer → Insere grupos de embalagens dentro de caixas de papelão. Fabricante Tetra Pak Ltda.

Maquina para colocação de filme termoencolhível modelo Tetra Tray Shrink → Equipamento que insere, envolve e encolhe filme ao redor das caixas formadas previamente, em forno longo. Fabricante Tetra Pak Ltda.

- Principais equipamentos de laboratório

Potenciômetro (pHmetro) digital com eletrodo de vidro combinado, marca Micronal B-375 .

Estufa, para medição de extrato seco a 102° C +/- 2 °C.

Mufla, para medição de cinzas a 545° C +/- 5° C.

3.2 Métodos

O trabalho foi realizado em três fases principais: testes preliminares, produção do produto e estudo de vida de prateleira, descritas a seguir:

3.2.1 TESTES PRELIMINARES

Primeira etapa - Avaliação das características físico-químicas da matéria-prima para calcular a formulação (pH, sólidos totais e teor de gordura).

Inicialmente, um produto já formulado e processado (Tabela 3.1) foi analisado e a formulação foi desenvolvida a partir deste produto.

Segunda etapa – Definição da formulação (Tabela 3.2) e preparo da matéria-prima (corte e moagem das peças de queijo e pesagem dos ingredientes das diversas bateladas).

3.2.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FONDUE UHT

Primeira fase:

Realizado em bateladas e transportado até o equipamento UHT.

→ Preparo de um pré-mix de Bekaplus Q38 e Joha PZ7. Dissolução em água aquecida a 50° C, sob agitação intensa (solução 10%), utilizando parte da água calculada para o processo.

→ No equipamento Stephan Geiger, foi feita a mistura do queijo já moído com a manteiga e o Joha T por 30 segundos, sem aquecimento. Posteriormente, foram adicionados o vinho, a solução de Bekaplus Q38 e Joha PZ7, a água restante e o aroma. Foi feita a mistura, sem aquecimento, a 1500 rpm por 1 minuto. Aqueceu-se até 85° C utilizando vapor direto por 5 minutos, mantendo a rotação de 1500 rpm.

Segunda fase:

→ Como a capacidade do equipamento de fusão é muito menor que a capacidade de processamento da planta de ultrapasteurização, bateladas de produto foram mantidas à temperatura de 65°C para poder facilitar o bombeamento para tanque de equilíbrio. Neste ponto o produto foi enviado para tratamento térmico realizado a uma temperatura de 142°C por 3 segundos. Após este tratamento, o produto foi armazenado no tanque asséptico e, posteriormente, enviado para a máquina de envase.

→ Após envasado, o produto foi encaixotado, resfriado a temperatura ambiente e estocado.

3.2.3. VIDA DE PRATELEIRA

Foram realizadas as seguintes análises após a fabricação (1 a 2 dias):

Análises físico-químicas: pH, gordura, sólidos totais, proteína total, nitrogênio solúvel, cinzas, carboidratos, valor calórico.

Análises físicas: perfil de textura

Análise sensorial: vida útil

Análise microbiológica: prova de incubação

3.2.4. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO

3.2.4.1. Acompanhamento de estocagem do produto (45 dias, 60 dias, 90 dias, 105 dias e 120 dias):

- Análises físico-químicas: pH, proteína total e nitrogênio solúvel;
- Análises físicas: perfil de textura;
- Análise de vida útil: Em cada período, uma amostra estocada a 25°C e outra a 2°C (padrão experimental) foram avaliadas.
- Análise de Embalagem: Foram realizadas análises de hermeticidade da embalagem, para avaliação das selagens longitudinal e transversal, verificou-se presença de microfuro na embalagem ou de qualquer outra anomalia, e realizou-se análise visual de delaminação e/ou corrosão de camadas.

3.2.4.2 Avaliação de uma amostra comercial de fondue de queijo, para comparar com o produto UHT. Foram realizadas as seguintes avaliações:

- Análises físico-químicas: pH, gordura, sólidos totais, proteína total, nitrogênio solúvel, cinzas, carboidratos e valor calórico.
- Análises físicas: perfil de textura
- Análise sensorial: ADQ

3.2.5. EMBALAGEM A SER USADA

O produto desenvolvido foi embalado com embalagens Longa Vida da empresa Tetra Pak Ltda, com volume de 125 mL (Figura 3.1).

Esta embalagem é composta basicamente, de seis camadas, listadas a seguir:

1. Polietileno externo - proteção contra a umidade exterior (proteção do papel, caso contrário, o papel perderia sua resistência, e proteção da impressão).
2. Papel - estabilidade e resistência (mantém o formato da embalagem e faz com que seja possível a impressão)
3. Polietileno - camada de aderência (entre o papel e a folha de alumínio)
4. Folha de alumínio - barreira contra oxigênio, odor e luz.
5. Polietileno - camada de aderência/laminação (entre a folha de alumínio e o polietileno da camada interna).

6. Polímero Interno – proteção para o produto e para a embalagem. Evita que o produto entre em contato com a folha de alumínio e possíveis corrosões ou reações indesejáveis na interação produto/embalagem.

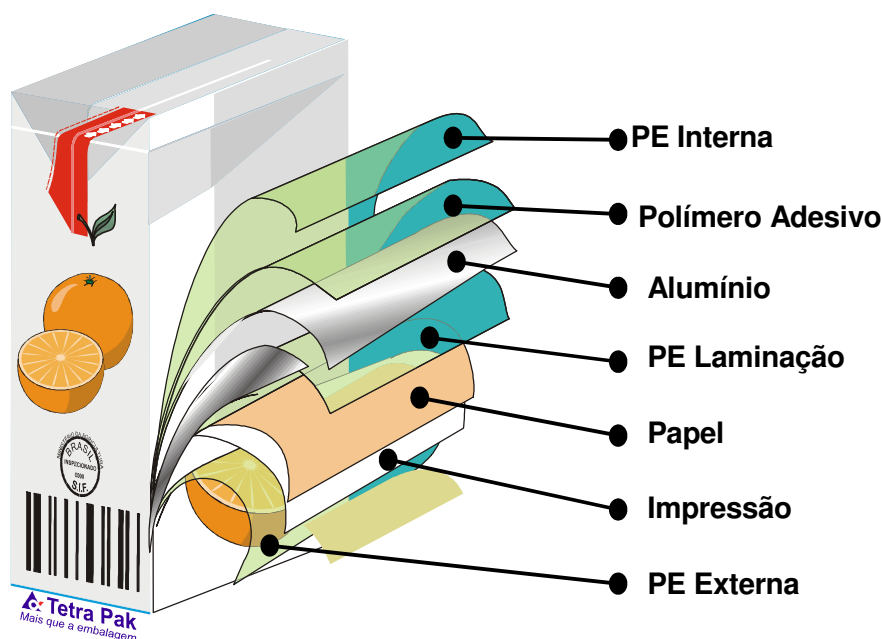


FIGURA 3.1: Representação da composição da embalagem utilizada na produção do fondue.

Esta embalagem foi escolhida mediante propriedades de barreira de oxigênio e polímeros especiais para evitar delaminação das camadas internas, por ação da gordura. O Polímero usado para a camada interna é resistente as reações com ácidos graxos livres presentes no produto, não perdendo suas características de adesão.

Durante a produção, as embalagens foram avaliadas com relação à sua integridade, segundo fluxograma descrito no anexo 1. Para avaliar a performance da embalagem ao longo do tempo, foi realizada a seguinte seqüência de testes:

Teste eletrolítico: Cortar a embalagem em duas partes, mergulhar em um recipiente com solução salina e colocar a mesma solução na partes internas da embalagem. Usar um microamperímetro para verificar se ocorre a passagem de corrente elétrica. Se o teste eletrolítico for positivo, realizar o teste de tinta.

Teste de tinta: retirar a solução salina das embalagens e colocar uma solução de álcool isopropílico e eritrosina dentro da mesma, sem abrir as abas. Deixar em contato por 5 minutos, retirar a solução de tinta e lavar a embalagem com água corrente. Abrir as abas e remover as camadas externas da embalagem, de forma a permitir a observação da

camada de fibras do papel e a análise da passagem de tinta internamente para as fibras do papel.

Soldas transversais: Desdobrar as abas, cortar no máximo 1 mm nos cantos das selagens transversais, cortar a embalagem ao meio, preservando a solda longitudinal, abrir e analisar as soldas transversais quanto à presença de grumos e teste de esticamento.

Soldas longitudinais: Injetar, com uma seringa, tinta no canal de ar ou cortar a embalagem em toda extensão do canal de ar e arrancar a fita puxando-a perpendicularmente à embalagem (teste do arranque).

Avaliação visual de delaminação das camadas internas.

3.2.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

pH: foi determinado em uma mistura de 20g de queijo em 20 mL de água, por meio de potenciômetro digital com eletrodo de vidro combinado, marca Micronal B-375 (BRASIL, 2003).

Teor de proteína total ($N_{\text{total}} \times 6,38$): foi determinado pelo método oficial de Kjeldahl, multiplicando-se o valor de nitrogênio total pelo fator de correção igual a 6,38 (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1964).

Nitrogênio solúvel em pH 4,6 ($N_{\text{s pH 4,6}}$): foi determinado pela dosagem do nitrogênio no sobrenadante obtido após precipitação isoelétrica das caseínas (VAKALERIS PRICE, 1959).

Nitrogênio caseínico (N_{cas}): foi calculado pela diferença entre o N_{total} e o $N_{\text{s pH 4,6}}$.

Teor de carboidratos (glicídeos): foi determinado por diferença, de acordo com o seguinte cálculo (fibra alimentar = zero):

Carboidratos = $100 - (\text{umidade} + \text{proteína total} + \text{gordura} + \text{cinzas})$.

Extrato seco total (EST): foi determinado pelo método de secagem das amostras mais areia tratada, até peso constante (7hs), em estufa a $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1982).

Teor de gordura no extrato seco (GES): $\text{GES} = (\text{gordura} \times 100) / \text{EST}$. (Método de Gerber)

Cinzas: foi determinado em mufla regulada para temperatura de $545^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (HORWITZ, 2000).

Índice de extensão de proteólise (IEP) ou valor percentual do $N_{\text{s pH 4,6}}$ em relação ao N_{total} ($\%N_{\text{s}}/N_{\text{total}}$): $(N_{\text{s pH 4,6}}/N_{\text{total}}) \times 100$.

Valor percentual do N_{cas} em relação ao N_{total} ($\%N_{\text{cas}}/N_{\text{total}}$): $(N_{\text{cas}}/N_{\text{total}}) \times 100$

Valor calórico (kcal/100g): foi determinado por meio da fórmula $((\text{protídeos} + \text{glicídeos}) \times 4 + (\text{lipídeos} \times 9))$ e expresso em kcal/100g de produto (KALIL, 1975; PASSMORE et al., 1975; USDA, 1963) .

3.2.7. ANÁLISES FÍSICAS

Textura –Análise do perfil de textura (TPA- Texture perfil analysis)

Utilizando-se a análise do perfil de textura, foi realizada a determinação dos parâmetros de firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade. Utilizou-se o texturômetro TA-XT2, marca SMS, operando com o *software Texture Expert*, com modo de operação em TPA, velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s, de teste de 1,0mm/s e de pós-teste de 2,0 mm/s, com o tempo de 5,0 segundos, distância de 5,0mm, para a caracterização da amostra comercial A e para a amostra fabricada no ITAL, e para as amostras estocadas no ITAL a 25°C, utilizou-se a velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 2,0 mm/s, distancia de 10,0mm e tempo de 5,0 segundos, com um probe cilíndrico de acrílico P25/L de 25 mm de diâmetro, sendo as análises realizadas em cápsula de alumínio de 50 cm³ na temperatura de 10°C.

3.2.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

1. *Contagem total de mesófilos*: Amostras de queijos (25g) foram diluídas em 225 mL de solução de citrato de sódio 2%(p/v) a 40-45^o C em um Stomacher Lab-Blend 400 (Seward Medical, London, United Kingdom) durante 2 minutos. As amostras homogeneizadas foram serialmente diluídas em solução de peptona 0,1% (p/v) (FRANK et al., 1982) e alíquotas duplicadas (1000µL) das diluições apropriadas foram plaqueadas em profundidade em Agar Padrão para Contagem (PCA) (Merck, Darmstadd, Ge). A seguir, as placas foram incubadas a 32 +/- 1^oC por 48 horas (STEVENSON, SEGNER, 1992).

2. *Contagem de bactérias esporogênicas mesófilas aeróbias*: Amostras de queijo (50g) foram homogeneizadas em 450 mL de solução aquosa de peptona 0,1%(p/v) em um Stomacher Lab-Bender 400 durante 2 minutos (Seward Medical, London, United Kingdom). Alíquotas de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL da solução foram transferidos para 100mL de Ágar Triptona Peptona Glicose Extrato de Levedura (TPGY), (Merck) a 55^oC e submetidas a tratamento de 80^oC durante 30 minutos. Após esse período, cada porção foi distribuída em 5 placas de Petri estéreis e, após a solidificação do meio, estas placas foram incubadas a 35^oC durante 48 horas (STEVENSON, SEGNER, 1992).

3. *Contagem de bactérias esporogênicas mesofílicas anaeróbias*: Para contagem de bactérias esporogênicas anaeróbias foi utilizado o método do número mais provável (NMP). Alíquotas de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL dos homogeneizados foram transferidas para uma série de 3 tubos com 10 mL de Caldo TPGY (Merck), adicionando-se uma camada de Ágar 2% (p/v) para promover as condições de anaerobiose. A seguir, as amostras foram submetidas a tratamento térmico a 80°C durante 30 minutos e incubadas a 35°C durante 5 dias (LAKE et al., 1992).

4. *Contagem de bactérias esporogênicas termofílicas aeróbias*: Amostras de queijos (20g) foram homogeneizadas em 100 mL de solução salina de peptona 0,1%(p/v) em Stomacher Lab-Bender 400 durante 2 minutos (Seward Medical, London, United Kingdom). Alíquotas de 10 mL dos homogeneizados foram transferidas para 100 mL de Ágar Dextrose Triptona (DTA) adicionado de púrpura de bromo-cresol a 50-55°C e submetidas a tratamento a 100°C durante 20 minutos. Após este período, cada porção foi distribuída em 5 placas de Petri estéreis e, após a solidificação do meio, as placas foram incubadas a 55°C durante 48 horas (SEGMILLER & EVANCHO (1992). Todas as colônias desenvolvidas em todas as placas foram consideradas esporos termofílicos aeróbios totais, enquanto aquelas com halo amarelo, "flat-sour" (OLSON & SORRELS, 1992).

5. *Contagem de bactérias esporogênicas termofílicas anaeróbias*: Para contagem de bactérias esporogênicas termofílicas anaeróbias foi utilizado o método do número mais provável (NMP). Alíquotas de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL dos homogeneizados foram transferidas para uma série de 3 tubos com 10 mL de Caldo PE-2 com 0,3% de extrato de levedura, adicionando-se uma camada de Ágar 1,5% (p/v) para promover as condições de anaerobiose. A seguir, as amostras foram submetidas ao aquecimento a 100°C durante 30 minutos e incubadas a 55°C durante 48 horas (ASHTON, BERNARD, 1992).

6. *Avaliação da esterilidade comercial*: Dez amostras de fondue de queijo UHT foram selecionadas aleatoriamente e, em 5 delas, o produto foi examinado quanto às características sensoriais (cor, odor e consistência) e pH. As demais foram incubadas a 35 +/- 1°C durante 10 dias e, após este período, as embalagens foram verificadas quanto a ocorrência de estufamento e/ou vazamento e o produto quanto a alterações de suas características sensoriais iniciais (odor anormal, alteração da consistência e formação de espuma) (DRYER, DEIBEL, 1992) e do pH em pHmetro B-474 (Micronal).

3.2.9 ANÁLISE SENSORIAL

3.2.9.1 Descrição das amostras

Foram analisadas três amostras de fondue, duas comerciais e a formulação desenvolvida na planta piloto da Tetra Pak, no Ital (Instituto de Tecnologia de Alimentos) conforme descrito a seguir:

1. Amostra A: acondicionado em embalagem metalizada contida em caixa de cartão com conteúdo de 400 g,.
2. Amostra B: acondicionado em embalagem metalizada contida em caixa de cartão com conteúdo de 400 g.
3. Fondue UHT: acondicionado em embalagem cartonada contendo 125 ml, 6 embalagens secundárias (papelão e filme plástico) contendo 48 unidades cada.

Vale ressaltar que as 3 embalagens possuem características muito similares, já que são todos laminadas e possuem alumínio e polietileno em sua composição.

3.2.9.2 Metodologia (s)

A aplicação da análise sensorial neste estudo consistiu da aplicação da técnica de análise descritiva quantitativa (ADQ) tanto para a caracterização do produto processado na planta piloto Tetra Pak/ITAL em comparação com produtos do mercado quanto para o acompanhamento da qualidade sensorial do novo produto obtido por meio do processo UHT durante a estocagem visando comprovar sua estabilidade durante 4 meses de estocagem a 25º C. Com o objetivo de avaliar a vida útil do produto, aplicou-se uma modificação da técnica de ADQ, definindo-se a partir da etapa anterior os atributos sensoriais que permitem evidenciar possíveis alterações do produto durante a estocagem e incluindo-se um atributo de avaliação global da qualidade sensorial (MEILGAARD et al, 1999).

3.2.9.3 *Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)*

A. Formação da equipe de julgadores

Antes do processo de análise sensorial propriamente dito, formou-se uma equipe de julgadores, previamente selecionados e que demonstraram interesse em participar do processo de treinamento e seleção associado à análise descritiva, bem como a disponibilidade de participar de, no mínimo, 80% das fases de trabalho a ser conduzida, além de apreciarem o produto de interesse.

B. Seleção prévia dos julgadores

1. verificação por meio de questionário de autopreenchimento quanto à apresentação de boas condições de saúde de um modo geral, não existência de deficiências físicas ou fisiológicas que limitem sua percepção sensorial, habilidade em responder à questões verbais de forma adequada e clara e respostas corretas às questões de expressão de proporcionalidade através de escalas não estruturadas;
2. demonstração de acuidade sensorial por meio de estímulos relativos a quatro gostos básicos, quais sejam, doce, amargo, ácido e salgado;
3. demonstração de habilidade em detectar e descrever as características sensoriais por meio da apresentação de série de amostras com características distintas (série de aromas), solicitando-se a descrição das percepções sensoriais presentes sob o aspecto qualitativo;
4. demonstração de habilidade em detectar e descrever diferenças de intensidade sob o aspecto quantitativo em soluções com diferentes intensidades dos gostos doce e ácido através de escalas não estruturadas.

3.2.9.4 *Desenvolvimento da terminologia descritiva*

Visando a definição dos atributos sensoriais relevantes à realização de análise descritiva quantitativa (ADQ) das amostras, foi aplicado o método de rede (MOSKOWITZ, 1983; MEILGAARD et al, 1999) na avaliação de diferenças e similaridades entre as amostras pela equipe de julgadores formada conforme item 3.2.9.3 B. Neste método as amostras são comparadas aos pares quanto a diferenças e similaridades, tendo sido considerados atributos de aparência, aroma, sensação na boca e sabor. Após a avaliação individual foi conduzida uma sessão de discussão em grupo para definição dos atributos de maior

importância de forma a evidenciar às características sensoriais dos produtos de forma consensual.

3.2.9.5 Treinamento da equipe para ADQ

Foram conduzidas sessões de discussão em grupo com a equipe para validação dos termos sensoriais, verificação da compreensão do significado de cada um dos atributos, definição dos atributos que melhor caracterizam as diferenças entre as amostras e definição da posição nas escalas utilizadas que melhor caracterizassem consensualmente a amostra UHT recém-produzida.

Nestas sessões procurou-se “calibrar” os julgadores em relação ao uso consistente das escalas, buscando-se posicionar consensualmente as amostras e os produtos segundo a intensidade percebida de cada atributo sensorial validado para compor a ADQ de fondue.

3.2.9.6 Avaliação do desempenho da equipe para ADQ

Para a validação da equipe sensorial, após o treinamento, cada julgador avaliou três amostras de fondue, em quadruplicata, segundo os termos descritivos (atributos sensoriais) definidos em etapa anterior.

Em todos os testes foram utilizadas cabines individuais, com iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes, equipadas com o sistema Compusense Five versão 4.4 para coleta dos dados.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, sendo os julgadores selecionados de acordo com sua habilidade em discriminar as amostras, repetibilidade e concordância com a equipe.

Para avaliar o poder de discriminação e a repetibilidade de cada provador, aplicou-se uma análise de variância de dois fatores (amostras e repetições) aos dados de cada provador para cada um dos atributos avaliados na etapa de validação da equipe (MEILGAARD et al., 1999; FARIA & YOTSUYANAGI, 2002). Para o critério repetibilidade foram selecionados os candidatos com valores da distribuição F não significativos ao nível de significância de 5% para o fator repetição para a maioria dos atributos, pois é desejável que não haja diferença significativa entre as repetições. Com relação ao poder de discriminação, foram selecionados os candidatos com valores da distribuição F significativos pelo menos ao nível de erro de 30% para a maioria dos atributos.

O consenso da equipe foi avaliado pela comparação das médias de cada provador com as médias da equipe para cada atributo, identificando-se o número de atributos que cada

provador avaliou de forma não consensual com a equipe. Além disso, efetuou-se análise de variância para cada atributo para as fontes de variação “amostras”, “provador” e “interação amostra versus provador”. Valores da estatística F para a interação amostra versus provador significativos ao nível de erro de 5% indicam que há pelo menos um provador avaliando as amostras de forma não consensual com a equipe. A identificação dos julgadores que provocam a interação bem como a avaliação quanto à gravidade da interação, foi efetuada por meio de gráficos para cada atributo das médias de cada provador para cada amostra, sendo que as curvas relativas aos provadores inconsistentes, com interação grave, apresentam tendência oposta aos demais membros da equipe. Para cada atributo, valores da distribuição F para a fonte de variação “amostras”, significativas ao nível de erro de 5%, indicam que a equipe como um todo foi capaz de detectar diferenças significativas entre as amostras, diferenças estas identificadas por meio do Teste de Tukey para comparação entre as médias.

A técnica de análise estatística multivariada de componentes principais foi aplicada aos dados, obtendo-se a configuração das amostras.

3.2.9.7 Preparo e apresentação das amostras

As amostras foram preparadas por meio de aquecimento em banho-maria termostatizado à temperatura de 80 °C, sem adição de qualquer ingrediente ou coadjuvante, e servidas à temperatura em torno de 60 °C em copos descartáveis na quantidade de 40 g por provador, acompanhados de colher descartável e de água mineral natural e pão branco sem casca para uso antes e entre as amostras visando limpar o palato.

3.2.10. ESTUDO DA VIDA-DE-PRATELEIRA

3.2.10.1 Estocagem e periodicidade das análises

A amostra de fondue UHT recebida foi acondicionada em câmara com temperatura controlada de 25°C para estocagem por 4 meses visando o estudo de vida-de-prateleira do produto. Além disso, algumas unidades da amostra foram mantidas em câmara a 4°C para uso como amostra de Referência nas avaliações sensoriais.

Periodicamente, o produto foi submetido a avaliações sensoriais.

3.2.10.2 Avaliação sensorial durante a estocagem das amostras de fondue UHT

Foi realizada periodicamente a ADQ (análise descritiva quantitativa) segundo terminologia definida a partir do desenvolvido conforme item 3.2.9.4, por equipe selecionada e treinada para avaliação do fondue em questão, composta por 12 julgadores, fazendo uso de escalas lineares de 10 cm para avaliação das características de aparência (cor creme, luminosidade da cor e consistência), aroma (intensidade global do aroma, queijo suave, queijo maturado, alcoólico, margarina, oxidado/rançoso/sabão e estranho), textura oral (corpo/consistência, grumoseidade e arenosidade) e sabor (intensidade global do sabor, queijo suave, queijo maturado, alcoólico, margarina, salgado, doce, amargo, ácido, oxidado/rançoso/sabão e estranho), com avaliação global quanto à perda de qualidade em relação à amostra “Referência” (Fondue UHT mantido a 4 °C). Para a avaliação foi definida, consensualmente, nas escalas às posições relativas à amostra de referência.

As análises foram realizadas individualmente, em cabines iluminadas com lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado Compusense Five versão 4.4 para coleta dos dados, sendo as amostras apresentadas com código de três dígitos aleatórios e de forma monádica, segundo um delineamento de blocos completos casualizados. A cada avaliação, os julgadores recebiam as amostras estocadas, a amostra de Referência identificada como tal e uma amostra de Referência codificada entre as amostras. As amostras foram servidas à temperatura em torno de 60 °C em copos descartáveis na quantidade de 40 g por provador, acompanhados de colher descartável e de água mineral natural e pão branco sem casca para uso antes e entre as amostras visando limpar o palato.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Dunnett para comparação entre as médias das amostras com as médias obtidas pela Referência, análise de regressão linear do atributo “perda de qualidade” em função do tempo de estocagem para estimativa da vida-de-prateleira e análise de correlação linear entre o atributo “perda de qualidade” e os demais atributos sensoriais considerados (determinação do coeficiente de correlação de Pearson).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises Físico-Químicas

4.1.1 COMPOSIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA QUEIJO PRATO

Os resultados das análises de pH, teor de gordura e de extrato seco total do queijo prato utilizado como matéria-prima são apresentados na Tabela 4.1. Os valores de gordura e de extrato seco total foram utilizados para o cálculo da formulação do fondue de queijo UHT.

A composição média esperada de um queijo prato curado é de 42-44% de umidade, 26 – 29% de gordura (45 a 52% de gordura no extrato seco) e pH de 5,2-5,4 (Furtado & Lourenço Neto, 1994). Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 4.1 mostram que o queijo prato utilizado na elaboração do fondue apresentou valores de teor de gordura e teor de umidade muito pouco diferentes do esperado, o teor de gordura no extrato seco atendeu aos valores esperados para este tipo de queijo.

TABELA 4.1: Resultados das análises físico-químicas do queijo prato utilizado como matéria-prima na elaboração do fondue.

DETERMINAÇÕES	VALORES
pH	5,44
Gordura (g/100g)	30,19
Umidade (g/100g)	39,03
Gordura no Extrato Seco (g/100 g)	50,79

4.1.2 COMPOSIÇÃO DO PRODUTO

As amostras do “fondue” de queijo, produzido conforme descrito em 3.2.2 e utilizando a formulação descrita em 3.2, foram analisadas quanto às suas características físico-químicas e os resultados são apresentados na Tabela 4.2. De acordo com estes resultados, observa-se que o produto apresentou composição centesimal similar àquela

utilizada para efetuar os cálculos da formulação, evidenciando que os parâmetros de processo foram controlados de forma adequada.

TABELA 4.2: Resultado obtidos nas análises físico-químicas realizadas nas amostras de fondue de queijo UHT após 1 dia de fabricação.

DETERMINAÇÕES	VALORES
pH	5,82
EST (g/100g)	30,62
Umidade (g/100g)	69,38
Gordura (g/100g)	16,07
Carboidratos (g/100g)	1,37
Proteína Total (g/100g)	10,47
Cinzas (g/100g)	2,71
GES (g/100g)	52,50
Ntotal (g/100g)	1,64
Ns (g/100g)	0,21
IEP $[(Ns/Ntotal) \times 100]$ (%)	12,80
Valor Calórico (kcal/100g)	191,99

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 4.2 demonstram que o fondue produzido atende aos requisitos da legislação em vigor, portaria 256/1997 (ANVISA) que estabelece os seguintes requisitos para queijo processado UHT: máximo de 70,0 g/100 g de umidade e mínimo de 35,0 g/100 g de gordura no extrato seco.

Segundo Marchesseau et. al. (1997), o valor de pH deve estar entre 5,7 e 6,0 para garantir a formação de uma rede contínua de proteína e evitar a separação de gordura durante o aquecimento do produto. O valor de pH obtido (Tabela 4.2) encontra-se dentro da faixa de valores sugeridos.

4.1.3 VARIAÇÃO DE PH DURANTE A ESTOCAGEM DO PRODUTO

Os resultados obtidos nas determinações de pH realizadas durante a estocagem do produto são apresentados na figura 4.1.

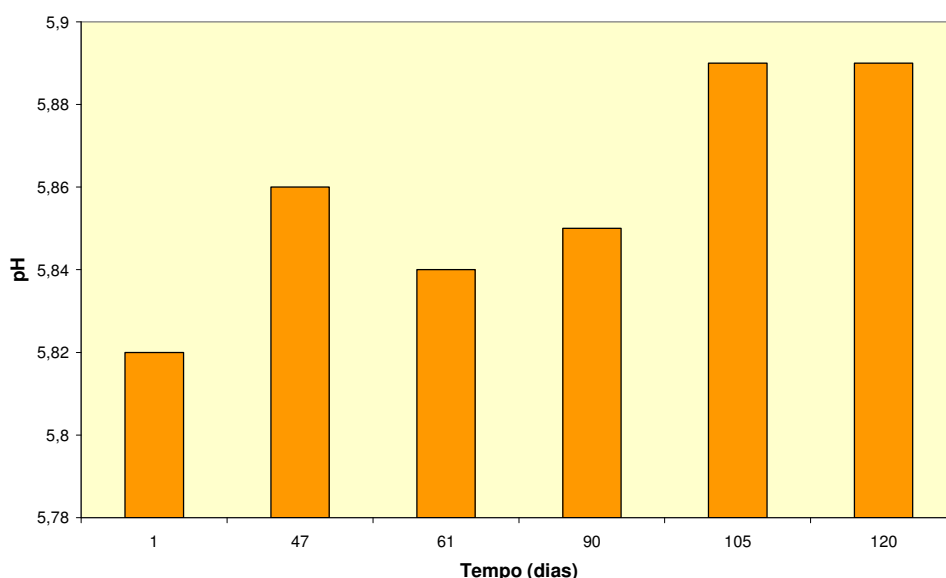


FIGURA 4.1: Variação de pH durante a estocagem do fondue de queijo UHT.

Os resultados obtidos (Fig. 4.1) mostram que não houve alteração significativa do pH ao longo do período avaliado.

4.1.4 VARIAÇÃO DAS FRAÇÕES NITROGENADAS E DO ÍNDICE DE EXTENSÃO DE PROTEÓLISE DURANTE A ESTOCAGEM DO PRODUTO

Os resultados obtidos nas determinações das frações nitrogenadas e do índice de extensão de proteólise realizadas no fondue de queijo UHT durante a estocagem são apresentados na Tabela 4.3.

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 4.3 mostram que as variações no teor de nitrogênio solúvel e no índice de extensão de proteólise durante o período de estocagem avaliado não foram significativas ($p > 0,05$), indicando que não houve proteólise no sistema caseína e que o mesmo se manteve intacto.

O comportamento das frações nitrogenadas no fondue de queijo UHT é ilustrado na figura 4.2, mostrando que a variação das frações nitrogenadas e do índice de proteólise

não foram significativas e que as pequenas diferenças observadas são decorrentes da variabilidade aleatória, característica das determinações analíticas.

Os resultados obtidos permitem verificar que o fondue de queijo UHT manteve-se estável durante 120 dias de estocagem quanto à hidrólise da caseína.

Acompanhamento das características físico-químicas do fondue UHT ao longo do tempo

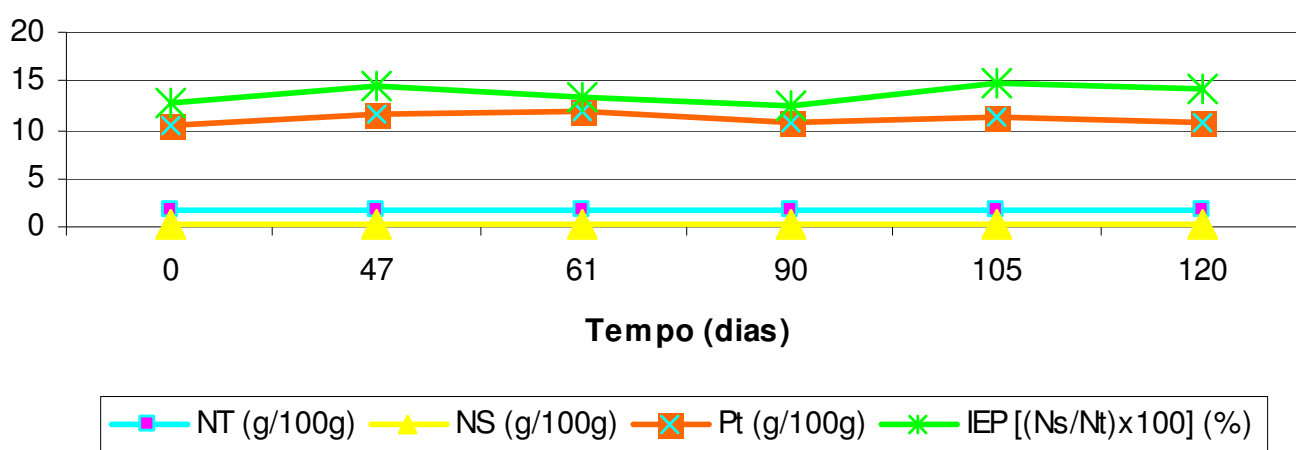


FIGURA 4.2: Variação das frações nitrogenadas e do índice de proteólise no fondue de queijo UHT durante 120 dias de estocagem.

TABELA 4.3: Resultados obtidos nas determinações das frações nitrogenadas e do índice de extensão de proteólise realizadas no fondue de queijo UHT durante a estocagem ^b

Determinações	Tempo (dias)					
	1	47	61	90	105	120
NT (g/100g)	1,64767± 2,0E-5 ^b	1,8048± 0,0002 ^a	1,8599 ± 0,0005 ^b	1,6984 ± 0,0002 ^a	1,7136 ± 0,0003 ^b	1,6845 ± 0,000 ^a
NS (g/100g)	0,226567± 1,0E-6 ^b	0,226567± 1,0E-6 ^b	0,2543 ± 0,0001 ^b	0,209233 ± 1,0E-6 ^b	0,25273 ± 1,0E-5 ^b	0,2384 ± 0,0001 ^b
Pt (g/100g)	10,470 ± 0,001 ^b	11,569 ± 0,001 ^a	11,782 ± 0,001 ^b	10,774 ± 0,001 ^a	11,17 ± 0,01 ^b	10,81 ± 0,02 ^a
IEP [(Ns/Nt)x100] (%)	13,70 ± 0,02 ^a	11 ± 6 ^a	13,2 ± 0,6 ^a	12,32 ± 0,02 ^a	14,9 ± 0,3 ^a	14,2 ± 0,6 ^a

Onde: Médias com letras em comum, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p> 0,05).

4.1.5 COMPARAÇÃO ENTRE O FONDUE DE QUEIJO COMERCIAL E O FONDUE DE QUEIJO UHT

Na Tabela 4.4 são apresentados os resultados das análises físico-químicas da amostra de fondue de queijo UHT comparada ao fondue de queijo comercial. Os produtos apresentaram diferenças principalmente quanto aos teores de carboidratos, gordura no extrato seco e nitrogênio solúvel.

De acordo com a legislação (Portaria 256/1997), Queijos Processados UHT tem os seguintes requisitos: Umidade: máximo de 70,0 g/100g; Matéria gorda em extrato seco: mínimo de 35,0 g/100g.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 4.4, o fondue de queijo UHT possui mais gordura, menos proteína e carboidratos que o fondue de queijo comercial. Os valores de umidade e gordura em extrato seco estão dentro dos requisitos da legislação, portanto, este produto está dentro dos padrões comerciais físico-químicos.

Observa-se que o fondue de queijo comercial apresenta um valor de pH inferior ao definido por Marchesseau et. al. (1997), entre 5,7 e 6,0, que assegura a formação de uma rede contínua de proteína e evita a separação de gordura durante o aquecimento do produto.

TABELA 4.4 Resultados obtidos nas análises físico-químicas realizadas nas amostras de fondue de queijo UHT comparada ao fondue de queijo comercial.

Determinações	Fondue de queijo UHT	Queijo fundido comercial
pH	5,82	5,62
Umidade (g/100g)	69,38	67,56
EST (g/100g)	30,62	32,44
Gordura (g/100g)	16,07	13,31
Pt (g/100g)	10,47	12,35
Carboidratos (g/100g)	1,37	4,06
Cinzas (g/100g)	2,71	2,72
GES (%)	52,50	41,03
PtES (%)	34,19	38,07
Ntotal (g/100g)	1,64	1,94
Ns (g/100g)	0,21	0,43
Ncas (g/100g)	1,43	1,51
$[(Ns/Ntotal) \times 100]$ (%)	12,80	22,16
$[(Ncas/Ntotal) \times 100]$ (%)	87,19	77,83
Valor Calórico (kcal/100g)	191,99	173,25

4.2 Perfil de textura

4.2.1 PERFIL DE TEXTURA COMPARATIVO ENTRE UM PRODUTO COMERCIAL E O FONDUE DE QUEIJO UHT

Na Tabela 4.5 são apresentados os resultados obtidos no perfil de textura (TPA) realizado conforme descrito em 3.2.7 nas amostras do fondue comercial A e do fondue UHT.

TABELA 4.5: Resultados obtidos no perfil de textura (TPA) nas amostras de fondue comercial A e UHT.

Parâmetros do TPA	Amostra *Comercial	Amostra UHT*
Firmeza (g)	560,8 ± 90,7	6,8 ± 0,6
Adesividade (gs)	-286,8 ± 122,6	**
Elasticidade	0,96 ± 0,01	0,8 ± 0,1
Coesividade	0,53 ± 0,06	0,6 ± 0,1
Gomosidade (g)	294,1 ± 59,1	4,4 ± 0,8

* Resultado médio ± desvio padrão de seis repetições; ** Parâmetro não detectado

A grande diferença encontrada nas determinações de firmeza, adesividade e gomosidade entre a amostra comercial e a UHT é explicada pelo fato da amostra comercial não ter sido submetida à fusão. Na temperatura ambiente, esta amostra se encontra em estado pastoso enquanto a amostra UHT, na mesma temperatura, se encontra em estado líquido viscoso.

Observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 4.5, que a amostra comercial apresentou maiores valores de firmeza, adesividade, elasticidade e de gomosidade e menor valor de coesividade quando comparada à amostra UHT, isso porque a amostra comercial, quando à temperatura ambiente, se comporta como uma mistura de queijos não fundidos

4.2.2 VARIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DO FONDUE DE QUEIJO UHT DURANTE A ESTOCAGEM

Na Tabela 4.6 são apresentados os valores médios obtidos na determinação dos parâmetros do perfil de textura do fondue de queijo UHT ao longo da estocagem.

TABELA 4.6: Resultados do monitoramento do perfil de textura (TPA) para as amostras estocadas a 25 °C.

Parâmetros do TPA	Tempo (dias)					
	0	45	60	75 d	90	120
Firmeza (g)	11,3 ± 0,4 ^a	10,7 ± 0,5 ^a	11,4 ± 0,2 ^a	11,2 ± 0,4 ^a	10,9 ± 0,4 ^a	12,5 ± 0,5 ^a
Adesividade (gs)	-1 ± 1 ^a	-2 ± 1 ^a	-1,3 ± 0,4 ^a	-1,5 ± 1 ^a	-2 ± 2 ^a	-7 ± 2 ^a
Elasticidade	0,9 ± 0,1 ^a	0,94 ± 0,02 ^a	0,94 ± 0,02 ^a	0,97 ± 0,03 ^a	0,97 ± 0,02 ^a	0,95 ± 0,02 ^a
Coesividade	0,8 ± 0,1 ^a	0,91 ± 0,02 ^a	0,91 ± 0,02 ^a	0,91 ± 0,01 ^a	0,89 ± 0,04 ^a	0,89 ± 0,01 ^a
Gomosidade (g)	9 ± 1 ^a	9,7 ± 0,4 ^a	10,5 ± 0,1 ^a	10,2 ± 0,4 ^a	9,7 ± 0,7 ^a	11,1 ± 0,4 ^a

Onde: Médias com letras em comum, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p> 0,05)

A partir dos resultados obtidos (Tabela 4.6) verifica-se que os parâmetros firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade e gomosidade não apresentaram uma variabilidade significativa ao longo do período de estocagem e, portanto, o fondue manteve-se estável ao longo de 120 dias de estocagem.

Os resultados apresentados na Tabela 4.6 são ilustrados na figura 4.3. A variação dos parâmetros de textura ao longo do tempo de estocagem não foi significativa (p>0,05).

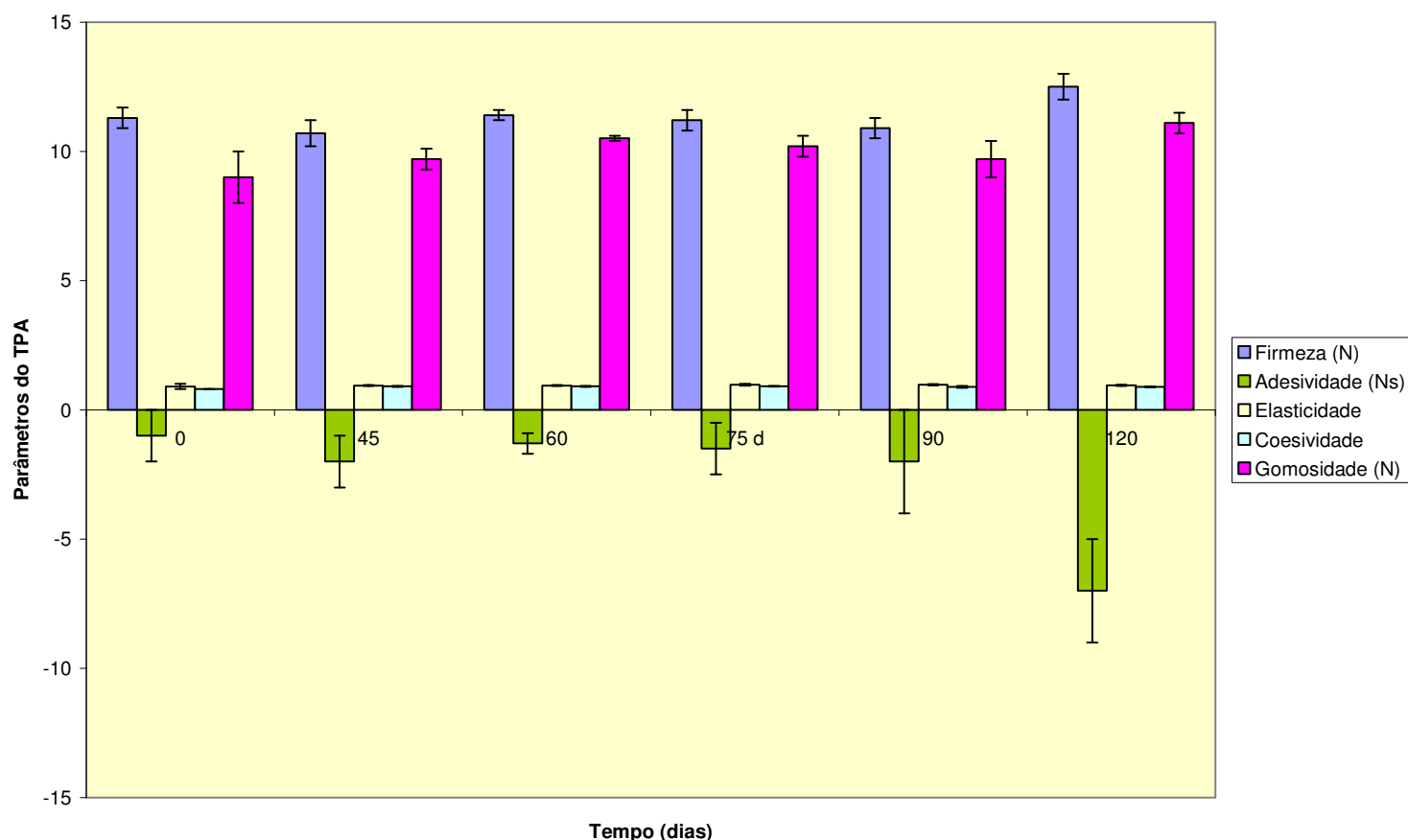


FIGURA 4.3: Representação do comportamento dos parâmetros de textura determinados no fondue de queijo UHT durante estocagem por 120 dias.

4.3 Avaliações microbiológicas

4.3.1 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA-PRIMA

Na Tabela 4.7 são apresentados os resultados obtidos nas análises microbiológicas para verificação da qualidade microbiológica da matéria-prima (queijo Prato) utilizada na produção do Fondue de queijo UHT. A contagem total de mesófilos encontra-se de acordo com o esperado para este tipo de queijo e as de bactérias esporogênicas (mesófilicas e termófilicas, aeróbias e anaeróbias) foram suficientemente baixas para garantir a qualidade do produto final. Bactérias esporogênicas são indesejáveis na matéria-prima destinada ao processamento UHT e sua presença está associada às condições inadequadas de higiene e limpeza na produção do leite e/ou processamento do queijo.

TABELA 4.7: Resultados das análises microbiológicas da matéria-prima (queijo prato).

DETERMINAÇÕES	Valores
Contagem total de mesófilos (UFC/g)	$1,87 \times 10^4$
Bactérias Esporogênicas Anaeróbias Mesófilas (NMP/g)	< 3
Bactérias Esporogênicas Anaeróbias Termófilos (NMP/g)	< 3
Bactérias Esporogênicas Aeróbias Mesófilos (UFC/g)	$8,0 \times 10^1$
Bactérias Esporogênicas Aeróbias Termófilos (UFC/g)	< 10

UFC/g: Unidade formadora de colônia por gramas; NMP/g: Número mais provável por gramas.

4.3.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO FONDUE DE QUEIJO UHT

Nas Tabelas 4.8 e 4.9 são apresentados as características sensoriais (cor, odor e consistência) e o pH do Fondue de queijo UHT recém-fabricado e após o período de incubação. Em todas as embalagens o produto apresentou-se levemente cremoso, uniforme e sem a formação de grumos e os valores de pH variaram entre 5,78 e 5,81. Após 10 dias de incubação a $35 \pm 1^\circ\text{C}$, as embalagens não apresentaram quaisquer tipos de alterações (estufamento e/ou vazamento) e não foram observadas modificações das características sensoriais iniciais do produto, tais como odor anormal, alteração da consistência e formação de espuma conforme citado por DRYER & DEIBEL (1992).

Os valores de pH dos produtos submetidos à incubação não foram diferentes daqueles das amostras controle (sem incubação) e variou entre 5,79 e 5,81, com exceção de uma amostra apenas, dentre 13 amostras. Como não foram detectadas anormalidades em relação ao controle normal (sem incubação), o produto foi considerado comercialmente estéril conforme especificado por DRYER & DEIBEL (1992).

A amostra que apresentou pH superior às demais (5,92) foi analisada para a detecção do possível desenvolvimento de microrganismos mesofílicos e os resultados foram negativos.

TABELA 4.8: Valores de pH e características de aparência de cinco amostras do fondue de queijo UHT antes do período de incubação (1 dia após o processamento).

Amostra	pH	Aparência
Amostra 1	5,79	Produto levemente cremoso, sem apresentar grumos, uniforme.
Amostra 2	5,81	Produto levemente cremoso, sem apresentar grumos, uniforme.
Amostra 3	5,78	Produto levemente cremoso, sem apresentar grumos, uniforme.
Amostra 4	5,79	Produto levemente cremoso, sem apresentar grumos, uniforme.
Amostra 5	5,79	Produto levemente cremoso, sem apresentar grumos, uniforme.

TABELA 4.9: Valores de pH e características de aparência de sete amostras do fondue de queijo UHT durante o período de incubação a $(35 \pm 1) ^\circ\text{C}$ durante 10 dias.

Amostra	pH	Aparência
Amostra 6	5,80	Produto característico, sem mudança de aparência
Amostra 7	5,81	Produto característico, sem mudança de aparência
Amostra 8	5,92	Produto característico, sem mudança de aparência
Amostra 9	5,79	Produto característico, sem mudança de aparência
Amostra 10	5,82	Produto característico, sem mudança de aparência
Amostra 11	5,82	Produto característico, sem mudança de aparência
Amostra 12	5,79	Produto característico, sem mudança de aparência
Amostra 13	5,79	Produto característico, sem mudança de aparência

Com relação ao aspecto microbiológico, pode-se concluir que o tratamento térmico foi suficiente para eliminar qualquer possível microorganismo patogênico e/ou deteriorante. Não houve crescimento microbiológico após o tratamento térmico e também ao longo da vida-de-prateleira, podendo-se considerar o produto seguro para o consumo.

4.4 Análise Sensorial

4.4.1 DESENVOLVIMENTO DA TERMINOLOGIA DESCRITIVA PARA ADQ (ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA) DE FONDUE E TREINAMENTO DA EQUIPE

O vocabulário relativo à linguagem gerada para análise sensorial descritiva quantitativa das amostras de fondue está no Anexo 2, tendo sido definidas escalas lineares de 10 cm ancoradas a 1 cm das extremidades.

Durante as sessões de discussão em grupo e avaliação das amostras comerciais e da amostra desenvolvida, a equipe se mostrou capaz de evidenciar diferenças sensoriais entre as amostras por meio das escalas, permitindo que todos calibrassem a percepção de cada atributo.

4.4.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA EQUIPE PARA ADQ

Os valores médios obtidos para cada atributo de avaliação das amostras pela equipe treinada composta por 12 julgadores encontram-se na Tabela 4.10. Verifica-se que a equipe foi capaz de detectar diferenças significativas entre as amostras para todos os 22 atributos avaliados, o que representa um desempenho muito bom da equipe como um todo. Valores da estatística F para a interação amostra versus provador significativos ao nível de erro de 5% indicaram que houveram avaliações diferenciadas entre os julgadores em todos os atributos avaliados, sendo que os gráficos que evidenciam a gravidade das interações observadas são apresentados no Anexo 3, os quais permitem identificar a gravidade da interação e os julgadores que causam interações em cada atributo, entre os quais foram considerados graves os seguintes:

Cor creme: julgadores 5 e 8;

Luminosidade da cor: julgadores 2 e 8;

Aroma de queijo suave: julgadores 4 e 8;

Grumosidade: julgador 11;

Arenosidade: julgadores 3, 4 e 10;

Sabor de queijo, suave: julgadores 4 e 8;

Gosto salgado: julgadores 2, 3 e 5;

Gosto doce: julgadores 1, 3 e 8;

Gosto amargo: julgadores 3, 5, 10 e 11.

A avaliação do consenso entre cada julgador e a equipe, permitiu identificar a falta de consenso para os seguintes atributos e julgadores:

Cor creme: julgador 2;

Cor amarela: julgador 2;

Luminosidade da cor: julgadores 1 e 12;

Gosto salgado: julgadores 4, 6, 7 e 9;

Gosto doce: julgadores 7 e 8;

Gosto amargo: julgador 4.

TABELA 4.10: Valores médios resultantes das notas atribuídas pelos provadores treinados para as amostras comerciais A E B e para a amostra do fondue de queijo UHT.

AMOSTRAS	B	A	UHT	D.M.S.
ATRIBUTOS				
Aparência				
Cor creme ** (i)	4,0 ± 1,5 b	3,6 ± 1,4 b	6,0 ± 0,3 a	0,42
Cor amarela ** (i)	1,7 ± 1,6 c	5,1 ± 1,4 c	3,0 ± 0,4 b	0,31
Cor alaranjada ** (i)	3,3 ± 1,3 a	0,2 ± 0,6 b	0,0 ± 0,1 b	0,34
Luminosidade da cor ** (i)	3,6 ± 1,4 b	4,8 ± 1,4 a	4,0 ± 0,2 b	0,43
Consistência ** (i)	7,9 ± 1,2 a	5,0 ± 1,5 b	1,0 ± 0,1 c	0,34
Aroma				
Intensidade global** (i)	3,5 ± 1,4 c	7,4 ± 0,6 a	5,0 ± 0,2 b	0,29
Queijo suave ** (i)	5,1 ± 1,9 a	1,2 ± 1,7 c	2,8 ± 0,8 b	0,46
Queijo maturado ** (i)	0,7 ± 1,1 b	3,9 ± 1,8 a	0,1 ± 0,3 c	0,45
Alcoólico (lembra a vinho)** (i)	1,0 ± 1,1 c	6,2 ± 1,3 a	1,9 ± 0,5 b	0,36
Margarina ** (i)	0,9 ± 1,2 b	0,7 ± 1,0 b	4,6 ± 1,6 a	0,53
Textura / sensação na boca				
Consistência ** (i)	7,6 ± 1,2 a	4,7 ± 1,3 b	1,5 ± 0,1 c	0,24
Grumosidade ** (i)	4,7 ± 1,6 a	1,5 ± 1,6 b	0,0 ± 0,0 c	0,43
Arenosidade ** (i)	0,8 ± 1,0 c	2,4 ± 1,8 b	3,9 ± 1,4 a	0,50
Sabor / gosto				
Intensidade global ** (i)	4,8 ± 1,2 c	7,6 ± 0,5 a	5,8 ± 0,4 b	0,31
Queijo suave** (i)	5,4 ± 1,3 a	1,1 ± 1,7 c	2,9 ± 0,9 b	0,51
Queijo maturado**	0,9 ± 1,1 b	4,1 ± 1,9 a	0,9 ± 0,5 b	0,47
Alcoólico (lembra a vinho)** (i)	0,9 ± 1,2 c	6,3 ± 1,5 a	1,9 ± 0,5 b	0,37
Margarina** (i)	1,1 ± 1,4 b	0,7 ± 1,0 b	5,4 ± 1,3 a	0,46
Salgado**	3,1 ± 0,8 b	4,0 ± 1,4 a	4,0 ± 0,1 a	0,33
Doce (i)	2,4 ± 1,1 a	2,2 ± 1,3 ab	2,0 ± 0,1 b	0,34

Cont. Tabela 4.10

Amargo** (i)	1,2 ± 1,1 b	2,4 ± 1,2 a	1,1 ± 0,4 b	0,32
Ácido** (i)	0,7 ± 0,6 c	2,4 ± 1,1 a	1,0 ± 0,2 b	0,25

* Valores médios resultantes de 4 determinações. D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Para cada atributo, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes ao nível de erro de 5%. ** Há diferença estatisticamente ao nível de erro de 1%.. (i): interação amostra x provador significativa ao nível de erro de 5%.

O resultado da análise dos dados individuais de cada julgador para cada atributo isolando os fatores repetições e amostras são apresentadas no anexo 4, que indica que todos os julgadores foram capazes de discriminar as amostras na grande maioria dos atributos e de apresentar boa repetibilidade. No anexo 5 é apresentado em resumo o desempenho individual dos provadores, verificando-se, em geral, resultados satisfatórios, sendo que nos casos de falha quanto à repetibilidade ou consenso, há compensação pelo elevado poder discriminativo que os julgadores apresentaram. Assim, optou-se por manter todos os julgadores na equipe, concluindo esta etapa do trabalho, e retrainar os julgadores que causaram interações graves indicados anteriormente quanto à avaliação somente dos atributos de interesse para o estudo de vida-de-prateleira, de interesse para continuidade ao plano de trabalho.

4.4.3 ANÁLISE SENSORIAL DESCRITIVA DO FONDUE DE QUEIJO UHT

As amostras de fondue de queijo UHT foram comparadas com as amostras de dois produtos comerciais, denominados de A e B, utilizando-se a análise sensorial descritiva, realizada conforme descrito em 3.2.9.3 e 3.2.9.7.

Os valores médios obtidos na caracterização sensorial das amostras por meio da ADQ são apresentados na Tabela 4. 10.

Os perfis sensoriais das amostras de fondue comerciais A e B e do fondue de queijo UHT são apresentados na figura 4.4. O centro da figura representa o ponto zero da escala e a intensidade aumenta do centro para a periferia. A média de cada atributo por amostra é marcada no eixo correspondente, onde o perfil sensorial é traçado pela conexão de pontos.

Verifica-se que, quanto à aparência, a amostra obtida por meio do tratamento UHT em relação às comerciais apresenta ao nível de erro de 5% cor creme mais intenso, cor amarela intermediária e ausência de cor alaranjada, o que caracteriza a amostra B. Quanto à luminosidade da cor, a amostra UHT não diferiu ao nível de 5% da amostra B, ambas consideradas menos escuras do que a amostra A. As três amostras diferiram entre si quanto

à consistência avaliada visualmente, sendo a amostra B a mais consistente, seguida pela A e, por último, a amostra UHT.

Quanto aos atributos de aroma, verifica-se que a amostra UHT apresenta ao nível de erro de 5% intensidade global de aroma intermediária entre as comerciais, sendo a amostra A de maior intensidade e a B de menor intensidade. A amostra UHT se caracteriza quanto ao aroma ao nível de erro de 5% por intensidade de aroma de queijo suave intermediária entre as comerciais, sendo a amostra B a de maior intensidade deste atributo, ausência de aroma de queijo maturado, sendo a amostra A a de maior intensidade deste atributo, intensidade de aroma alcoólico intermediária entre as comerciais, sendo a amostra A a de maior intensidade deste atributo e maior intensidade de aroma de margarina, para o qual as amostras comerciais não diferem entre si ao nível de erro de 5%.

Em relação ao sabor, verifica-se que a amostra UHT apresenta ao nível de erro de 5% intensidade global de sabor intermediária entre as comerciais, sendo a amostra A a de maior intensidade e a B a de menor intensidade. A amostra UHT se caracteriza quanto ao sabor ao nível de erro de 5% por intensidade de aroma de queijo suave intermediária entre as comerciais, sendo a amostra B a de maior intensidade deste atributo, sabor de queijo maturado fraco e estatisticamente ao nível de 5% igual ao detectado na amostra B, sendo que a amostra A apresenta intensidade deste atributo em média 4 vezes superior, intensidade de sabor alcoólico intermediária entre as comerciais, sendo a amostra A a de maior intensidade deste atributo e maior intensidade de sabor de margarina, para o qual as amostras comerciais não diferem entre si e obtiveram valores médios correspondentes à intensidade “fraca” na escala utilizada. Para o gosto salgado as amostras UHT e A não diferiram entre si ao nível de erro de 5%, ambas consideradas mais salgadas do que a amostra B. Quanto ao gosto doce, a amostra UHT obteve intensidade média estatisticamente inferior ao nível de 5% à obtida pela amostra B, enquanto a amostra A foi classificada de modo intermediário, não diferindo estatisticamente das demais. O gosto amargo foi considerado mais intenso ao nível de erro de 5% na amostra A do que nas demais, as quais não diferiram entre si quanto a este atributo. Em relação ao gosto ácido, a amostra UHT apresenta ao nível de erro de 5% intensidade intermediária entre as comerciais, sendo a amostra A mais ácida.

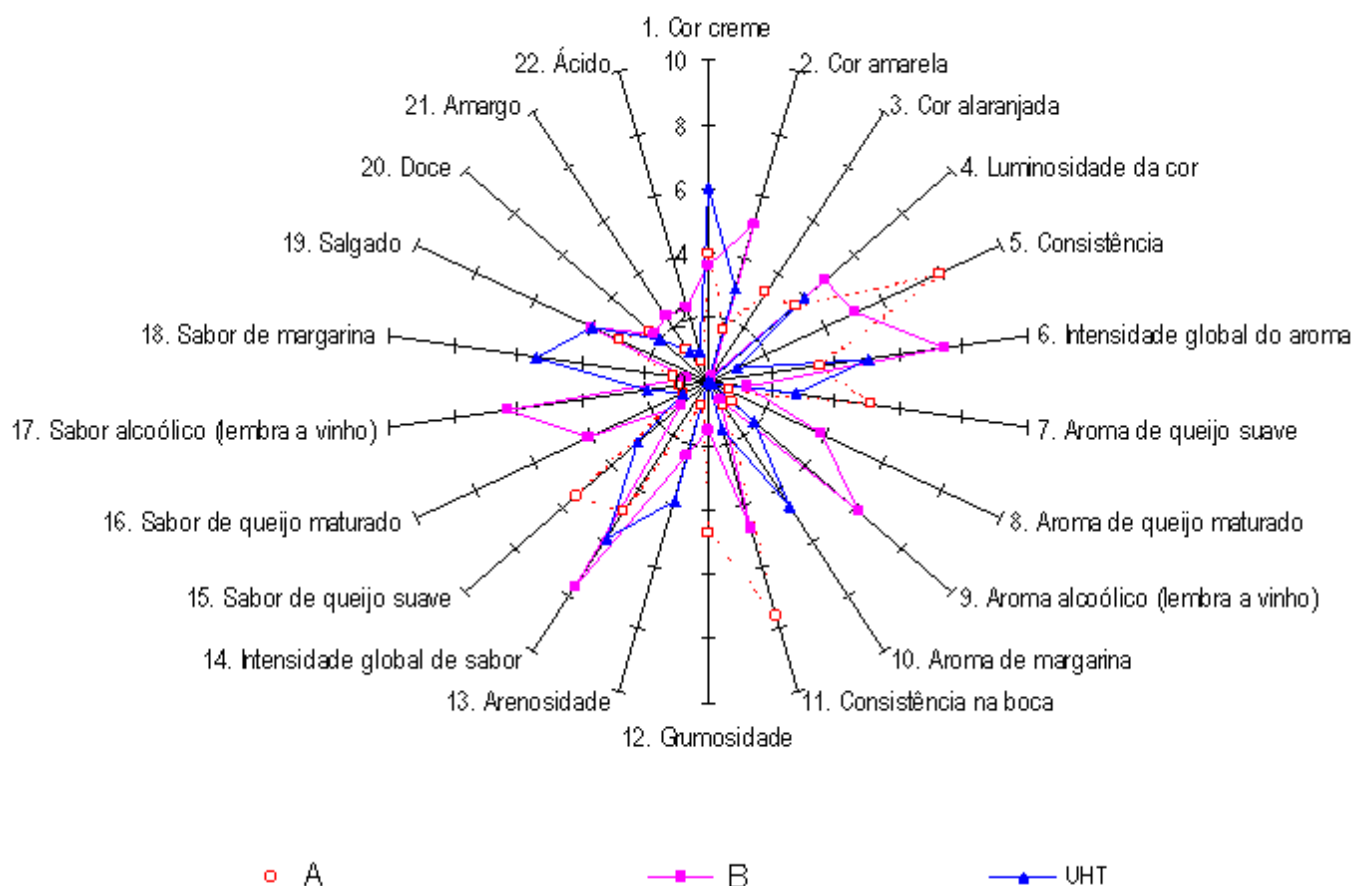


FIGURA 4.4: Perfil sensorial dos fondues de queijo comerciais A e B e do fondue de queijo UHT.

Os resultados do ADQ das amostras de fondue de queijo comercial e de fondue de queijo UHT foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP) evidenciando as características sensoriais de cada tratamento.

No gráfico da ACP (figura 4.5), os atributos são representados como vetores, os quais caracterizam as amostras que se localizam próximas a eles. As amostras são representadas por triângulos, sendo cada vértice uma repetição.

Quanto maior a decomposição do vetor nos eixos componentes, maior sua importância para diferenciar as amostras, sendo que os componentes principais 1 e 2 explicam 63,88% da variação entre as amostras. Verifica-se a tendência de diferenciação das amostras, sendo que a amostra UHT tende a se destacar por maiores intensidades da cor creme e do aroma e do sabor de margarina.

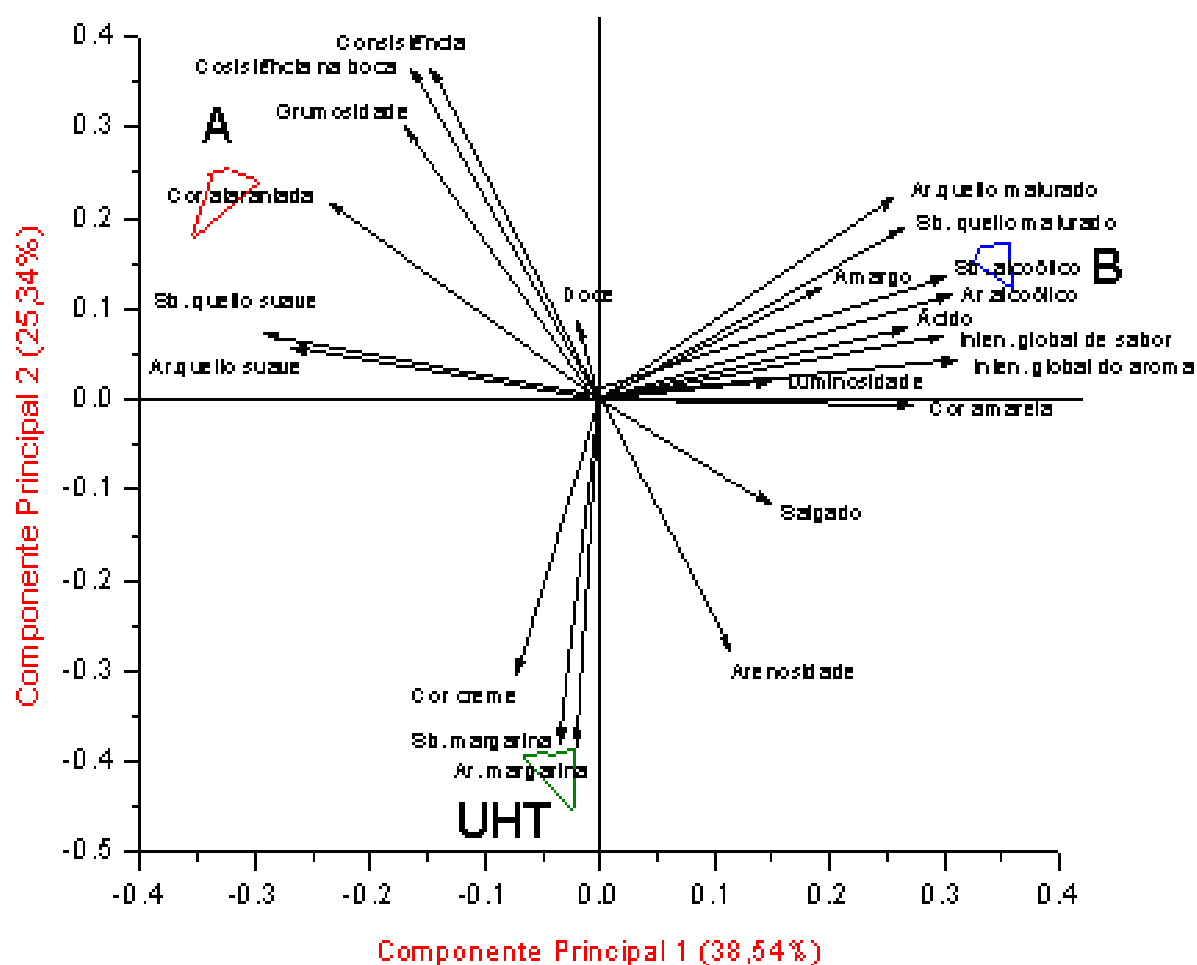


FIGURA 4.5: Análise de Componentes Principais para atributos sensoriais dos fondues de queijo comerciais A e B e do fondue de queijo UHT.

4.5 Vida-de-prateleira

O vocabulário relativo à linguagem gerada para análise sensorial descritiva quantitativa durante a estocagem da amostra de fondue UHT são apresentados no Anexo 5. Foram utilizadas escalas lineares de 10 cm ancoradas a 1 cm das extremidades. Em relação à terminologia apresentada no item 4.4.1, foram eliminados os atributos pertinentes somente às amostras comerciais e incluídos, consensualmente, atributos que permitissem avaliar eventuais alterações sensoriais no produto decorrentes da estocagem, incluindo-se também o atributo “perda de qualidade” visando avaliar o efeito da integração de todos os atributos do produto conforme descrito por MEILGAARD et al, 1999.

O posicionamento da amostra utilizada como referência nas avaliações durante a estocagem (Fondue UHT mantido a 4º C) é resultado de discussões em grupo após avaliação sensorial de amostras recém fabricadas e amostras comerciais, visando tanto a “calibração” em relação ao uso das escalas para expressar quantitativamente as diferenças, quanto à validação dos termos descritivos consensualmente selecionados como descritores qualitativos da amostra.

Os resultados obtidos na análise sensorial descritiva quantitativa para acompanhamento da estocagem da amostra de fondue a 25º C são apresentados na Tabela 4.11.

Com relação à aparência verifica-se que o produto manteve sua qualidade ao longo de todo período de estocagem, uma vez que não houve diferença significativa para nenhum dos atributos avaliados. O fondue de queijo UHT não apresentou escurecimento e nem aumento de consistência, o que indica que não sofreu reações de escurecimento.

Em relação ao aroma, observa-se a existência de diferença significativa apenas para o atributo intensidade global aos 120 dias de estocagem, não apresentando diferença significativa para os outros atributos avaliados, inclusive para os aromas de oxidado, rançoso, sabão e oxidado, o que mostra que o produto manteve a sua qualidade com relação ao aroma durante o período avaliado.

TABELA 4.11 Valores médios resultantes das notas atribuídas na avaliação sensorial do fondue UHT, pela equipe composta por 12 julgadores treinados, durante estocagem a 25 °C por 120 dias.*

Atributos	Amostra	Tempo de estocagem (dias)					
		20	25	61	90	105	120
		Aparência					
Cor creme	Referência	5,9 ± 0,2 a	6,0 ± 0,1 a	6,0 ± 0,1 a	6,0 ± 0,0 a	6,0 ± 0,0 a	6,0 ± 0,1 a
	Amostra a 25°C	5,9 ± 0,2 a	6,1 ± 0,2 a	6,1 ± 0,1 a	6,4 ± 0,5 b	6,0 ± 0,5 a	6,0 ± 0,7 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,14	0,12	0,37	0,39	0,49
Cor amarela	Referência	3,1 ± 0,3 a	3,1 ± 0,3 a	3,2 ± 0,3 a	3,0 ± 0,1 a	3,0 ± 0,0 a	3,0 ± 0,3 a
	Amostra a 25°C	3,1 ± 0,3 a	3,1 ± 0,2 a	3,0 ± 0,3 a	2,9 ± 0,3 a	3,0 ± 0,5 a	2,9 ± 0,3 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,27	0,31	0,18	0,32	0,26
Luminosidade da cor	Referência	4,0 ± 0,1 a	4,0 ± 0,1 a	3,9 ± 0,2 a	4,0 ± 0,0 a	4,0 ± 0,0 a	4,1 ± 0,2 a
	Amostra a 25°C	4,0 ± 0,1 a	4,1 ± 0,4 a	4,3 ± 0,5 a	4,4 ± 0,5 b	4,1 ± 0,5 a	4,0 ± 0,5 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,23	0,39	0,33	0,33	0,36
Consistência	Referência	1,0 ± 0,0 a	1,0 ± 0,1 a	1,0 ± 0,2 a	1,0 ± 0,1 a	0,9 ± 0,2 a	1,1 ± 0,3 a
	Amostra a 25°C	1,0 ± 0,0 a	1,1 ± 0,3 a	1,0 ± 0,2 a	1,4 ± 0,4 b	1,1 ± 0,4 a	1,1 ± 0,5 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,23	0,23	0,35	0,24	0,35

Cont. Tabela 4.11

		Aroma					
Intensidade global	Referência	5,0 ± 0,0 a	5,0 ± 0,1 a	4,9 ± 0,4 a	4,9 ± 0,2 a	4,9 ± 0,3 a	4,9 ± 0,2 a
	Amostra a 25°C	5,0 ± 0,0 a	4,8 ± 0,4 a	4,7 ± 0,5 a	4,9 ± 0,3 a	4,7 ± 0,5 a	4,4 ± 0,7 b
	D.M.S. (5%)	0,00	0,31	0,23	0,14	0,34	0,50
Queijo suave	Referência	3,0 ± 0,4 a	3,0 ± 0,1 a	3,0 ± 0,2 a	2,9 ± 0,2 a	2,9 ± 0,3 a	3,0 ± 0,2 a
	Amostra a 25°C	3,0 ± 0,4 a	3,0 ± 0,1 a	2,8 ± 0,4 a	2,8 ± 0,3 a	2,7 ± 0,4 a	2,8 ± 0,4 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,03	0,21	0,15	0,27	0,24
Queijo maturado	Referência	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,3 a	0,4 ± 0,8 a
	Amostra a 25°C	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,2 ± 0,4 a	0,2 ± 0,4 a	0,5 ± 0,5 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,07	0,05	0,40	0,20	0,56
Alcoólico (lembra vinho)	Referência	2,0 ± 0,4 a	2,0 ± 0,0 a	2,1 ± 0,2 a	2,0 ± 0,2 a	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,3 a
	Amostra a 25°C	2,0 ± 0,4 a	2,0 ± 0,4 a	1,9 ± 0,3 a	1,9 ± 0,4 a	2,0 ± 0,4 a	2,1 ± 0,4 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,26	0,33	0,33	0,29	0,40
Margarina	Referência	4,7 ± 0,8 a	4,0 ± 0,2 a	4,0 ± 0,0 a	4,0 ± 0,2 a	4,1 ± 0,3 a	4,0 ± 0,4 a
	Amostra a 25°C	4,7 ± 0,8 a	3,9 ± 0,2 a	3,9 ± 0,2 a	4,0 ± 0,2 a	3,8 ± 0,5 a	3,7 ± 0,4 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,20	0,14	0,17	0,51	0,50
Oxidado, rançoso, sabão	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,6 a
	Amostra a 25°C	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,2 a	0,3 ± 0,4 a	0,2 ± 0,4 a	0,4 ± 0,5 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,20	0,13	0,25	0,29	0,38

Continuação Tabela 4.11							
Estranho	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,6 a
	Amostra a 25°C	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,02	0,11	0,11	0,09	0,20
Textura / sensação na boca							
Consistência na boca	Referência	1,5 ± 0,0 a	1,7 ± 0,3 a	1,5 ± 0,2 a	1,6 ± 0,2 a	1,5 ± 0,2 a	1,6 ± 0,3 a
	Amostra a 25°C	1,5 ± 0,0 a	1,7 ± 0,5 a	1,8 ± 0,3 a	1,9 ± 0,4 b	1,6 ± 0,5 a	1,9 ± 0,8 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,35	0,28	0,34	0,40	0,58
Grumosidade	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a
	Amostra a 25°C	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,1 ± 0,2 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,03	0,19	0,00	0,21	0,24
Arenosidade	Referência	4,0 ± 0,1 a	4,1 ± 0,3 a	4,0 ± 0,1 a	3,9 ± 0,5 a	4,1 ± 0,2 a	4,1 ± 0,3 a
	Amostra a 25°C	4,0 ± 0,1 a	3,9 ± 0,5 a	4,0 ± 0,3 a	4,3 ± 0,4 a	4,0 ± 0,4 a	4,2 ± 0,6 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,59	0,20	0,57	0,35	0,62
Intensidade global	Referência	5,8 ± 0,2 a	5,9 ± 0,2 a	6,0 ± 0,1 a	6,0 ± 0,0 a	6,0 ± 0,0 a	6,0 ± 0,2 a
	Amostra a 25°C	5,8 ± 0,2 a	5,9 ± 0,1 a	5,8 ± 0,5 a	5,5 ± 0,5 b	5,7 ± 0,6 a	5,6 ± 0,8 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,14	0,38	0,34	0,39	0,55
Queijo suave	Referência	3,0 ± 0,6 a	3,0 ± 0,1 a	3,0 ± 0,1 a	2,9 ± 0,3 a	3,0 ± 0,0 a	2,9 ± 0,3 a
	Amostra a 25°C	3,0 ± 0,6 a	2,9 ± 0,1 a	2,8 ± 0,3 a	2,7 ± 0,3 a	2,7 ± 0,5 a	2,9 ± 0,5 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,09	0,24	0,21	0,36	0,32

Continuação da Tabela 4.11

Queijo maturado	Referência	0,9 ± 0,4 a	1,1 ± 0,3 a	1,0 ± 0,0 a	1,2 ± 0,5 a	1,1 ± 0,3 a	1,4 ± 0,9 a
	Amostra a 25°C	0,9 ± 0,4 a	1,3 ± 0,6 b	1,2 ± 0,3 a	1,2 ± 0,4 a	1,3 ± 0,5 a	1,6 ± 0,8 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,23	0,22	0,26	0,21	0,54
Alcoólico (lembra a vinha)	Referência	1,8 ± 0,3 a	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,2 a	2,1 ± 0,2 a	2,1 ± 0,2 a	2,2 ± 0,4 a
	Amostra a 25°C	1,8 ± 0,3 a	2,2 ± 0,3 a	2,0 ± 0,3 a	2,0 ± 0,4 a	2,2 ± 0,7 a	2,3 ± 0,6 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,20	0,28	0,30	0,52	0,46
Margarina	Referência	5,4 ± 0,8 a	4,9 ± 0,1 a	5,0 ± 0,0 a	4,9 ± 0,2 a	5,0 ± 0,0 a	5,0 ± 0,6 a
	Amostra a 25°C	5,4 ± 0,8 a	4,9 ± 0,3 a	4,9 ± 0,3 a	4,9 ± 0,3 a	4,9 ± 0,5 a	4,8 ± 0,5 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,20	0,20	0,17	0,37	0,53
Salgado	Referência	4,0 ± 0,1 a	4,1 ± 0,2 a	4,1 ± 0,2 a	4,0 ± 0,2 a	4,0 ± 0,0 a	4,0 ± 0,2 a
	Amostra a 25°C	4,0 ± 0,1 a	4,1 ± 0,3 a	4,1 ± 0,2 a	4,3 ± 0,5 a	4,2 ± 0,4 a	4,4 ± 0,5 b
	D.M.S. (5%)	0,00	0,23	0,15	0,36	0,32	0,32
Doce	Referência	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,0 a	2,1 ± 0,2 a	2,1 ± 0,3 a
	Amostra a 25°C	2,0 ± 0,0 a	2,1 ± 0,1 a	2,1 ± 0,2 a	2,0 ± 0,3 a	1,9 ± 0,4 a	2,0 ± 0,4 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,08	0,15	0,24	0,34	0,43
Amargo	Referência	1,1 ± 0,3 a	1,2 ± 0,3 a	1,0 ± 0,0 a	1,1 ± 0,2 a	1,0 ± 0,1 a	1,3 ± 0,5 a
	Amostra a 25°C	1,1 ± 0,3 a	1,3 ± 0,4 a	1,2 ± 0,2 b	1,2 ± 0,3 a	1,3 ± 0,4 a	1,3 ± 0,4 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,24	0,18	0,28	0,28	0,50

Continuação da Tabela 4.11							
Ácido	Referência	1,1 ± 0,2 a	1,0 ± 0,1 a	1,0 ± 0,0 a	1,0 ± 0,0 a	1,0 ± 0,2 a	1,2 ± 0,4 a
	Amostra a 25°C	1,1 ± 0,2 a	1,2 ± 0,4 a	1,0 ± 0,1 a	1,1 ± 0,2 a	1,3 ± 0,4 a	1,4 ± 0,4 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,30	0,04	0,13	0,31	0,51
Oxidado, rançoso	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,6 a
	Amostra a 25°C	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,3 a	0,3 ± 0,5 a	0,3 ± 0,7 a	0,8 ± 0,8 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,09	0,23	0,37	0,47	0,48
Estranho	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,5 a
	Amostra a 25°C	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,3 a	0,2 ± 0,4 a	0,1 ± 0,4 a
	D.M.S. (5%)	0,00	0,09	0,09	0,25	0,25	0,07
Avaliação global							
Perda de qualidade	Referência	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,2 a	0,0 ± 0,1 a	0,1 ± 0,2 a	0,1 ± 0,1 a	0,4 ± 0,8 a
	Amostra a 25°C	0,0 ± 0,0 a	0,3 ± 0,3 b	0,3 ± 0,4 a	0,5 ± 0,6 b	0,8 ± 0,9 b	1,2 ± 0,9 b
	D.M.S. (5%)	0,00	0,20	0,29	0,47	0,59	0,67

Para cada atributo, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes ao nível de erro de 5%.

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Dunnett). Para cada atributo e tempo de estocagem, valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si ao nível de erro de 5%.

Nd: não determinado

A avaliação dos atributos relacionados às características de textura/sensação na boca mostrou a existência de diferença significativa para o atributo salgado, cuja diferença entre o valor médio e o valor DMS está dentro da faixa de variabilidade destes valores. Com relação aos atributos avaliados não foi encontrada diferença significativa, inclusive intensidade global, mostrando que o produto manteve qualidade adequada ao longo do período de estocagem.

Com relação à avaliação global para verificar a perda de qualidade, verifica-se que a amostra apresentou perda de qualidade sensorial em relação à referência estatisticamente significativa ao nível de 5% sistematicamente a partir de 90 dias de estocagem. Ao final da estocagem a 25°C a amostra havia perdido em média 12% de sua qualidade sensorial global.

Na Figura 4.6 é apresentado o gráfico contendo a regressão linear com intervalo de confiança de 95% do atributo de avaliação global “perda de qualidade” em função do tempo de estocagem do produto estocado a 25° C.

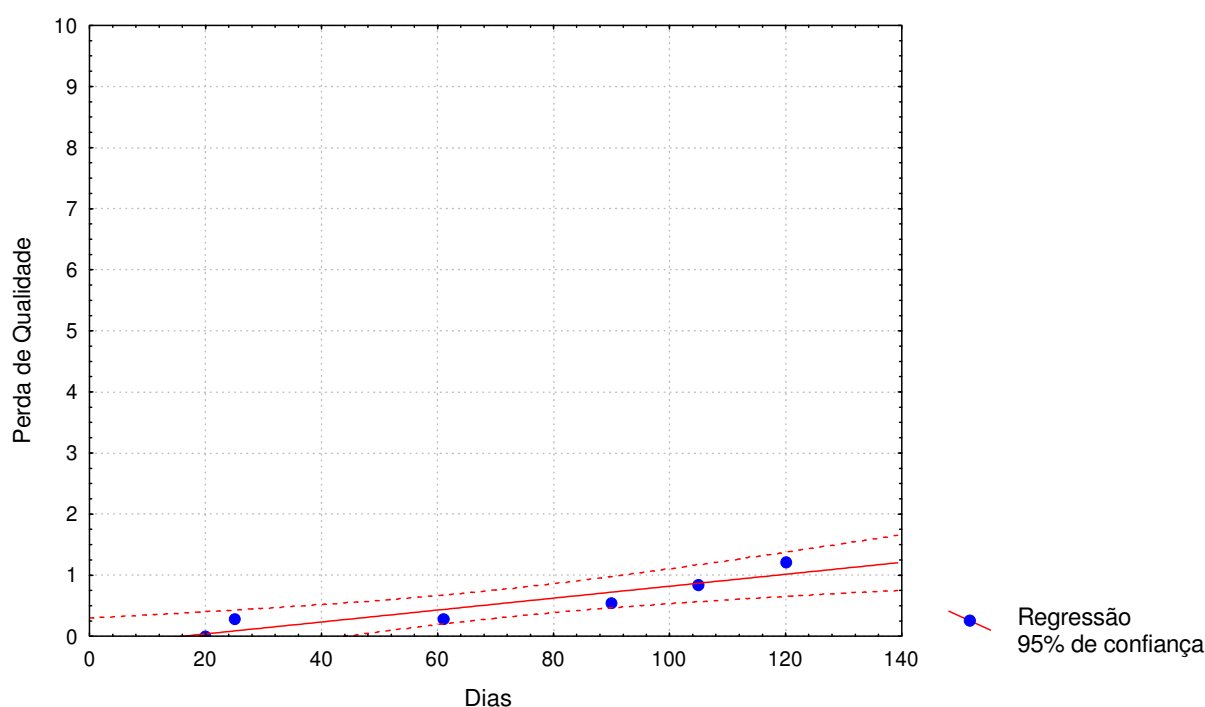


Figura 4.6 Gráfico e regressão linear para a variação do atributo perda de qualidade do fondue UHT em função do tempo de estocagem à 25° C.

A equação matemática que representa a variação do atributo perda de qualidade apresentada na figura 4.10 é a seguinte:

$$\text{Perda de qualidade} = -0,1561 + 0,009762 t$$

Onde, “t” é o tempo de estocagem em dias. $R^2 = 0,8542$

De um modo geral, considera-se como critério de definição da vida-de-prateleira de alimentos industrializados a perda de 50% da qualidade sensorial global detectada por julgadores treinados, pois este nível está associado à possível percepção de perda de qualidade por parte do consumidor. Neste estudo, este limite não foi atingido, portanto, é possível concluir que o produto tem vida-de-prateleira mínima de 120 dias de estocagem a 25° C. Uma vez que não se pode prever ou afirmar que as amostras manteriam a mesma velocidade linear de deterioração em função do tempo de estocagem nas condições estudadas a partir de 120 dias, não é possível fazer uma estimativa da vida-de-prateleira da amostra por meio da extrapolação dos dados obtidos.

A Figura 4.7 ilustra o perfil sensorial do fondue após 120 dias de estocagem a 25°C em comparação com o perfil sensorial inicial da amostra, isto é antes da estocagem. A partir da observação da variabilidade do perfil sensorial apresentado na figura 4.7, verifica-se que ocorreu um ligeiro aumento apenas dos atributos aroma de margarina, sabor de margarina e intensidade global de aroma e que os valores dos atributos não foram alterados. Observa-se que não ocorreu escurecimento, aumento de consistência e nem o desenvolvimento de aromas e sabores de oxidado, rançoso e estranho, mostrando que o produto manteve sua qualidade ao longo do período de estocagem avaliado. Segundo Schar & Bosset (2002), algumas alterações no queijo processado podem ocorrer ao longo do tempo, tais como a perda de vapor de água, hidrólise do polifosfato usado, mudanças no equilíbrio iônico, formação de cristais, escurecimento não enzimático, reações induzidas pela luz e oxigênio assim como interações com o material de embalagem. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o produto não sofreu nenhuma destas alterações durante 120 dias de estocagem a 25 °C e concordam com os resultados obtidos por Kristensen et. al. (2001) que avaliaram queijos processados durante um ano de estocagem e observaram poucas alterações químicas nos mesmos.

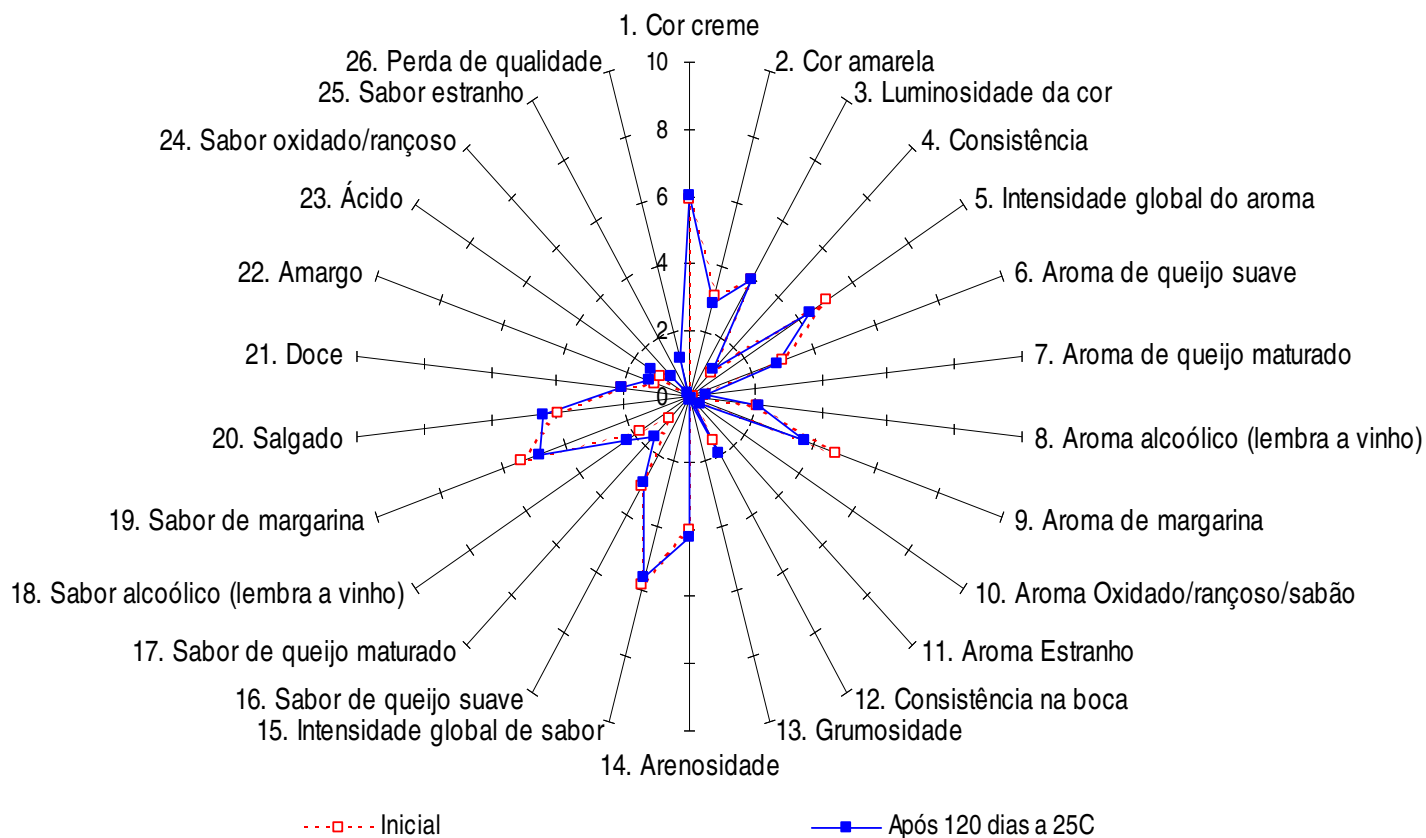


FIGURA 4.7: Representação do comportamento do Perfil sensorial do fondue de queijo UHT após 1 dia de fabricação e após 120 dias de estocagem a 25 °C.

Para verificar quais seriam os atributos mais críticos e que resultariam na perda de qualidade do produto ao longo da estocagem, foram calculados coeficientes de correlação linear de Pearson entre todos os atributos sensoriais estudados e o atributo perda de qualidade e os resultados são apresentados na Tabela 4.12. O coeficiente de correlação de Pearson varia de -1 a +1, sendo que quanto maior o valor de r , mais forte a associação entre as variáveis, quando $r > 0$ corresponde a ambas variáveis crescendo juntas e $r < 0$ corresponde a uma variável ficando menor à medida que a outra fica maior.

Tabela 4.12 Coeficientes de correlação linear entre os todos os atributos sensoriais avaliados e o atributo perda de qualidade do fondue UHT durante a estocagem a 25 ° C.

Atributos	Coeficiente de correlação linear ®
Aparência	
Cor creme	-0,1440
Cor amarela	-0,1007
Luminosidade da cor	0,1662
Consistência	0,2177
Aroma	
Intensidade global	-0,6669
Aroma de queijo suave	-0,5578
Aroma de queijo maturado	0,5158
Aroma alcoólico (lembra a vinho)	0,0599
Aroma de margarina	-0,5038
Aroma oxidado/rançoso/sabão	0,5509
Aroma estranho	0,2394
Sensação na boca	
Consistência	0,2639
Grumosidade	0,1227
Arenosidade	-0,1136
Sabor/gosto	
Intensidade global	-0,5389
Sabor de queijo suave	-0,5148
Sabor de queijo maturado	0,5120
Sabor alcoólico (lembra a vinho)	0,2413
Sabor de margarina	-0,2543
Salgado	0,5032
Doce	-0,4898
Amargo	0,3514
Ácido	0,1888
Sabor oxidado/rançoso	0,8407
Sabor estranho	0,1968

Os resultados obtidos (Tab. 4.12) mostram que nenhum fator apresentou um coeficiente de correlação próximo de 1, o mais próximo foi o atributo sabor oxidado/rançoso (0,84). Portanto, o desenvolvimento de sabor oxidado/rançoso poderia vir a limitar o tempo de vida útil deste produto ao longo do tempo de estocagem e, conforme os resultados deste trabalho, se desenvolveria após 120 dias de estocagem.

4.6 Análises de embalagem

Não foi encontrada nenhuma anormalidade nas embalagens. Estas se mantiveram herméticas e sem presença de delaminação das camadas ao longo da vida-de-prateleira avaliada de 120 dias.

As análises para verificação de microfuros (teste eletrolítico e de tinta), presença de grumos, falhas na selagem transversal, falha na adesão da fita de selagem longitudinal, canal de ar da fita de selagem longitudinal obtiveram resultados negativos, ou seja, nenhuma embalagem apresentou problemas durante o período avaliado.

5. CONCLUSÕES

- O “fondue” de queijo desenvolvido neste trabalho atende aos padrões físico-químicos e microbiológicos da legislação em vigor.
- O produto apresentou estabilidade físico-química, microbiológica e organoléptica durante os 120 dias propostos, como projeto piloto, e neste período não ocorreu hidrólise do sistema caseína.
- A metodologia de análise descritiva quantitativa desenvolvida foi adequada e o “fondue” de queijo obteve uma boa aceitação sensorial entre os provadores.
- É possível produzir um “fondue” de queijo com características físico-químicas e organolépticas adequadas em embalagem longa vida, estável durante 120 dias, utilizando-se a formulação e o processo desenvolvidos neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASHTON, D, BERNARD, D. Thermophilic anaerobic sporeformers. In: **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3th Ed. 1992, VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. (Ed). American Public Health Association, Washington: 1992, p. 309-316.
2. BERGER, W., KLOSTERMEYER, H., MERKENICH, K. UHLMANN, G., **Die Schmelzseherstellung**. Ladenburg: Benckiser-Knapsack, 1989.
3. BOWLAND, E. L., FOEGEDING, E.A., Small strain oscillatory shear and microstructural analyses of a model processed cheese. **Journal of Dairy Science**, n.84, p. 2372-2380, 2001.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. In: **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos físicos e químicos**. Brasília, DF, 1981. V. II, cap. 1, p. 4-5.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Instrução Normativa SDA nº 22, de 14 de abril de 2003. Portaria Ministerial, nº 574, de 8 de dezembro de 1998. Processo nº 21000,001688/2003-76. In: **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Brasília, DF, 2003, 115p.
6. CARIC, M., GANTAR, M., KÁLAB, M., Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of processes cheese- a review. **Food Microstructure**. n. 4, p. 297-312, 1985.
7. CARIC, M., KALAB, M., **Processed cheese products**. In FOX, P.F. (ed.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. London, New York: Elsevier Applied Science, p 467-505, 1997.
8. CARIC, M., KALAB, M., **Processed cheese products**. In FOX, P.F. (ed.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol.2., Major cheese groups, London, New York: Elsevier Applied Science, p 339-383, 1987.
9. CHAMBRE, M., DAURELLES, J., Le fromage fondue. In ECK, A., GILLIS, J. C. **Le Fromage**, Paris: Technique et documentation Lavoisier. Terceira edição, p. 691-708, 1997.

10. CHAMBRE, M., DAURELLES, J., Processed Cheese. In A. Eck, & J. C. Gillis (Eds.) **Cheesemaking : From Science to quality assurance**. Lavoisier Publishing Inc., p. 641-657, 2000.
11. DIMITRELI, G., THOMAREIS, A.S., SMITH, P.G., Effect of Emulsifying Salt on Casein Peptization and Apparent Viscosity of Processed Cheese, **International Journal of Food Engineering**, Vol. 1, No. 4, Article 2, 2005.
12. DRYER, J.M., DEIBEL, K.E. Canned foods - tests for commercial sterility. In: **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3th Ed. 1992, VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. (ed). American Public Health Association, Washington: 1992, p. 1037-1049.
13. EIDGENOSSISCHES DEPARTMENT DER INNERN, Verordnung uber die in Lebensmitteln zulassigen Zusatzstoffe, Bern:SR 817.021.22.30. 1998.
14. FOX, P.F., GUINEE, T.P., COGAN, T. M., McSWEENEY, P.L.H., **Fundamentals of cheese science**, Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc., 2000.
15. FRANK, J.P., CHRISTEN, G.L., BULLERMAN, L.B. Tests for groups of microorganisms. *In*: **Standard Methods for the Examination of Dairy Products**. Marshall, R.T. (ed). American Public Health Association, Washington, 1992, 547p.
16. FRIEDMAN, M. Food Browning and its prevention. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.44, p 631-653, 1996.
17. FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J. P. M.L. Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos, Dipemar Ltda. São Paulo, 1994.
18. GARCIA-LOPEZ, S., ECHEVERRIA, E., TSUI,T., BALCH,B. Changes in the content of conjugated linoleic acid (CLA) in processed cheese during processing. **Food Research International**, n. 27, p 61-64, 1994.
19. GLENN III, T.A., DAUBERT, C.R., FARKAS, B.E. A Statistical Analysis of creaming variables impacting process cheese melt quality. **Journal od Food Quality**, v.26, p. 299-321, 2002.
20. GUPTA, S.K. KARAHADIAN, C.. LINDSAY R.C. **Effefct of emulsifies salts on textural and flavor properties of processed cheeses**. Journal of Dairy Science, v. 67, p. 764-778, 1984.
21. HOYLAND, D.V.; TAYLOR, A.J. A review of the methodology of the 2-thiobarbituric acid test. **Food Chemistry**, n. 40, p 271- 291, 1991.

22. HORWITZ, W., ed. Official Methods of Analysis of AOAC, International 17th Ed., 2000, Vol. II. **Food Composition; Additives; Natural Contaminants**, chap 33, p.10;54;61;71 (Proc. 920.108; 930.30; 935.42 and 945.46).
23. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the protein content of processed cheese products**. Belgium, FIL/IDF, 1964, 3p. (FIL – IDF, 25).
24. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total solids content of cheese and processed cheese**. Belgium: FIL/ IDF, 1982. 2p. (FIL/ IDF, 4A).
25. KRISTENSEN, D.; SKIBSTED, L.H. Comparison of three methods based on electron spin resonance spectrometry for evaluation of oxidative stability of processed cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.47, p 3099-3104, 1999.
26. KRISTENSEN, D.; ORLIEN V.; MORTENSEN, G.; BROCKHOFF, P.; SKIBSTED, L.H. Light-induced oxidation in sliced Havarti cheese packaged in modified atmosphere. **International Dairy Journal**, n.10, p. 95-103, 2000.
27. KRISTENSEN, D.; HANSEN E.; ARNDAL, A., TRINDERUP, R.A.; SKIBSTED, L.H. Influence of light and temperature on the colour and oxidative stability of processed cheese. **International Dairy Journal**, n.11, p. 837-843, 2001.
28. LAKE, D.E., BERNARD, D.T., KAUTTER, D.A. Mesophilic aerobic sporeformers. In: **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3th Ed. 1992, VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. (ed). **American Public Health Association**, Washington: 1992, p.274-289.
29. MARCHESSEAU, S.; GASTALDI, E.; LAGUADE, A.; CUQ, J.L. Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. **Journal of Dairy Science**, n. 80, p. 1468-1489, 1997.
30. MARCHESSEAU, S., CUQ, J.L. Water holding capacity and characterization of protein interactions in processed cheese. **Journal of Dairy Research**, n.62, p. 479-489, 1995.
31. MAIR-WALDBURG, H., Anwendung und wirkung kondensierter Phosphate in Milcherzeugnissen. **Kondensierte Phosphate in Lebensmitteln**. Editora Brühlsche Universitätsdruckerei, p. 104-121, 1957.
32. MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**, 3rd edition, CRC Press, Inc.: Boca Raton, FL, 1999. 387p.
33. MEYER, A. **Process Cheese Manufacture**. Anchor Press Ltd., Great Britain, p. 30-32, 40, 1973.

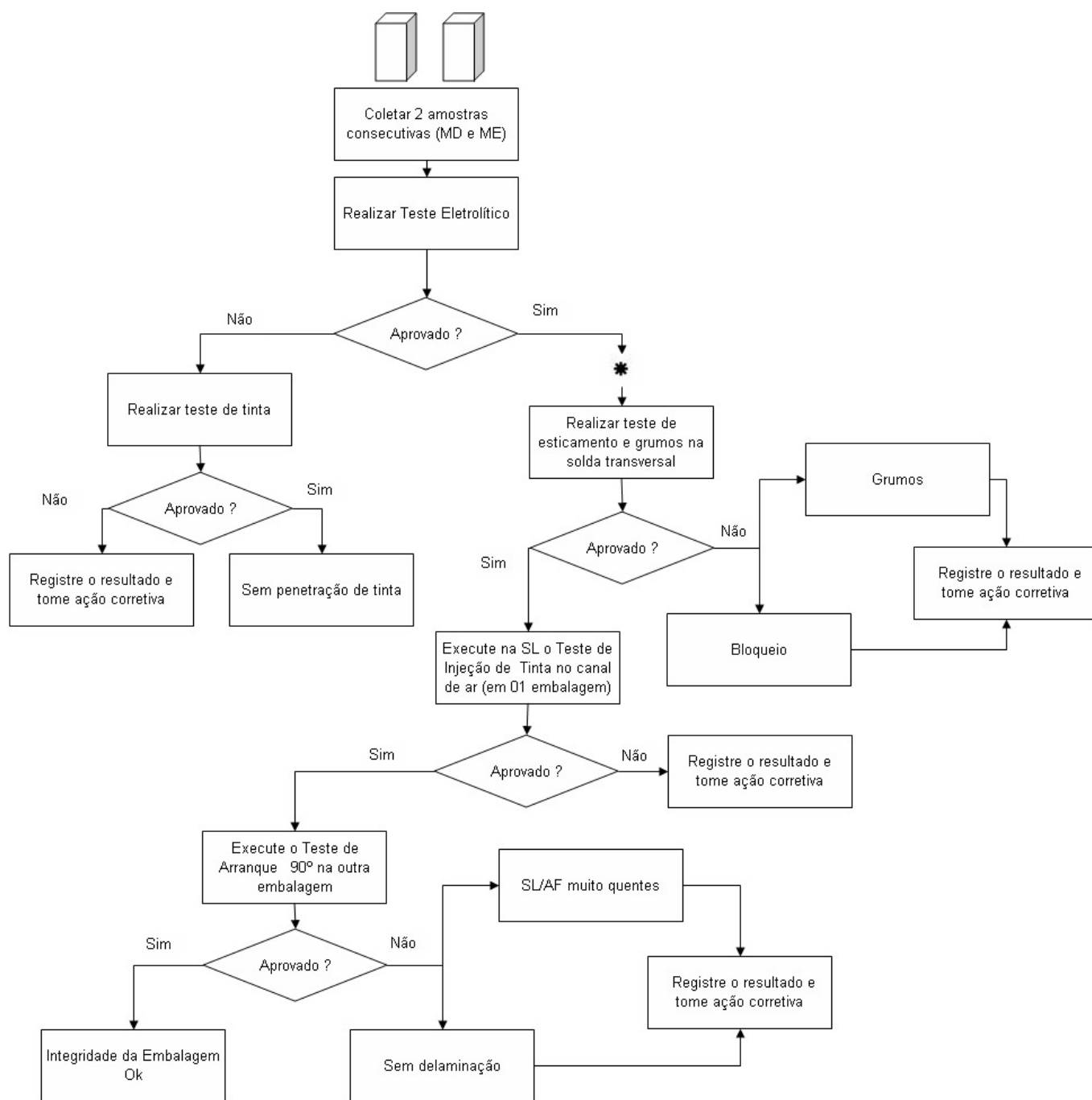
34. MOSKOWITZ, H.R., Product testing and sensory evaluation of foods – Marketing and R&D approach. **Food & Nutrition Press Inc.**: Connecticut, 1983. 605 p.
35. NEY, K. H., Gerat zur Messung des Biegebruchverhaltens von Schmelzkasescheiben. **Alimenta**, 2, p. 31-36, 1988.
36. NIELSEN, J.H.; OLSEN, C.E.; DUEDAHL, C.; SKIBSTED, L.H., Isolation and quantification of cholesterol oxides in dairy products by selected ion monitoring mass spectrometry. **Journal of Dairy Research**, n. 62, p.101-113, 1995.
37. OLSON, K.E, SORRELS, K.M. Thermophilic flat sour sporeformers. In: **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3th Ed. 1992, VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. (ed). American Public Health Association, Washington:p. 299-307, 1992.
38. PAKET, D., **La fonte des fromages: aspects physico-chimiques**. Cahier ENSBANA, Dijon: p. 227-241, 1988.
39. PISKA, I., STETINA, J., Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. **Journal of Food Engineering**, n. 61, p. 551-555, Praga, 2004.
40. RAYAN, A.A.; KALAB, M.; ERNSTROM, C.A. **Microstructure and rheology of processed cheese**. Scan. Electron. Microsc., n.3, p.335-643, 1980.
41. ROSE-SALLIN, C.; SIEBER, R.; BOSSET, J.O.; TABACCHI, R.; Effects d'un stockage ou d'un traitement thermique sur la formation des oxystérols dans les produits laitiers. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, n. 30, p. 170-177, 1997.
42. SCHAR, W., BOSSET, J.O., Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue During Storage. A Review. **Lebensmitte Wissenschaft und Technologie**, n. 35, p. 15-20, 2002.
43. SEVERINI, C.; BRESSA, F.; ROMANI, S.; ROSA, M.D. Physical and chemical changes in vacuum packaged Parmigiano Reggiano cheese during storage at 25°C, 2°C and -25°C. **Journal of Food Quality**, n. 21, p. 355-367, 1998.
44. SEGMILLER, J.L., EVANCHO, G.M. Aciduric flat sour sporeformes. In: **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3th Ed. 1992, VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. (ed). American Public Health Association, Washington: 1992, p.291-297.
45. SHANTHA, N.C.; DECKER, E.A.; USTUNOL, Z.; Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese. **Journal of American Oil Chemical Society**. n. 69, p. 425-428.

46. SHIMP, L.A., Process cheese principles. **Food Technology**, 39, p. 63-69, 1985
47. SILVA, P.H. S. et. al. **Físico-química do leite e derivados: Métodos analíticos**. Juiz de Fora – MG, Oficina de Impressão Gráfica e Editora LTDA, 1997.
48. STEVENSON K.E., SEGNER, W.P. Mesophilic aerobic sporeformers. In: **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3th Ed. 1992, VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. (ed). **American Public Health Association**, Washington: 1992, p.265-274.
49. STURM, W., Verpackung milchwirtschaftlicher Lebensmittel. **Kempten**: Edição IMQ, 1998.
50. SWENSON, B.J.; WENDORFF, W.L.; LINDSAY, R.C. Effects of ingredients on the functionability of fat-free process cheese spreads. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 822-825, 2000.
51. THOMAS, M.A.; TURNER, A.D.; ABAD, G.; TOWNER, J.M. The influence of types of skim milk powder used and storage conditions on browning reactions in processed cheese spread. **Milchwissenschaft**. n. 31, p.12-15, 1977.
52. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Composition of Foods**. Washington: USDA, 1963.
53. VAKALERIS, D. G. ; PRICE, W. V. Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n.2, p. 264-276, 1959.

7. ANEXOS

ANEXO 1

Fluxograma de Análise de Integridade de
Embalagens Longa Vida recomendada pelo
fabricante Tetra Pak.



* Fluxo para Pull Tab

ANEXO 2

Vocabulário e ficha de avaliação sensorial desenvolvida para análise descritiva quantitativa (ADQ) do *fondue UHT* visando a comparação de suas características sensoriais com as amostras comerciais.

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DE FONDUE: VOCABULÁRIO

APARÊNCIA

COR CREME

Definição: Intensidade da cor creme presente no fondue, variando de fraco a forte.

Metodologia: Avaliar visualmente.

COR AMARELA

Definição: Intensidade da cor amarela presente no fondue, variando de fraco a forte.

Metodologia: Avaliar visualmente.

COR ALARANJADA

Definição: Intensidade da cor alaranjada presente no fondue, variando de fraco a forte.

Metodologia: Avaliar visualmente.

LUMINOSIDADE DA COR

Definição: Grau de claro ou escuro da cor do produto.

Metodologia: Avaliar visualmente.

CONSISTÊNCIA

Definição: Percepção visual da consistência do produto, variando de pouco (fluido, mole) a muito (firme).

Metodologia: Avaliar visualmente enquanto manuseia o produto.

AROMA

INTENSIDADE GLOBAL

Definição: Intensidade do aroma do fondue considerando todos os seus componentes.

Está associado ao produto recém produzido, fresco.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma global que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

QUEIJO SUAVE

Definição: Intensidade do aroma característico de queijos não maturados.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma de queijo não maturado que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

QUEIJO MATURADO

Definição: Intensidade de aroma característico de queijos maturados, picante, lembrando a queijo parmesão.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma de queijo maturado que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

ALCOÓLICO

Definição: Intensidade de aroma característico de bebida alcoólica, lembrando a vinho branco.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma alcoólico que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

MARGARINA

Definição: Intensidade de aroma lácteo que lembra a margarina e creme de leite, amanteigado.

Metodologia: Por meio de cheiradas curtas, avaliar o aroma de margarina que se desprende do produto ao manuseá-lo com a colher.

TEXTURA ORAL / SENSAÇÃO NA BOCA

CORPO, CONSISTÊNCIA

Definição: Percepção oral da consistência do produto. Um produto consistente tende a não fluir na boca, oferecendo certa resistência ao ser pressionado com a língua sobre o céu da boca, em contraposição a um produto pouco consistente, que tende a fluir facilmente na boca, não oferecendo resistência ao ser pressionado.

Metodologia: Com a colher, colocar uma porção do produto na boca e pressioná-lo com a língua contra o céu da boca, avaliando o corpo/consistência percebido.

GRUMOSIDADE

Definição: Percepção oral da presença de partículas macias, grumos. Quanto mais intensa a percepção destas partículas, maior a grumoseidade do produto.

Metodologia: Com a colher, colocar uma porção do produto na boca, avaliando a presença de grumos.

ARENOSIDADE

Definição: Percepção oral da presença de farinha, de pó na boca. Quanto maior o número de partículas detectadas, maior a arenosidade do produto.

Metodologia: Com a colher, colocar uma porção do produto na boca, avaliando a arenosidade.

SABOR / GOSTO

INTENSIDADE GLOBAL

Definição: Intensidade do sabor do fondue considerando todos os seus componentes. Está associado ao produto recém produzido, fresco.

Metodologia: Ao degustar o produto, avaliar a intensidade global do sabor (aroma e sabor, com percepção retro-nasal) no produto.

QUEIJO SUAVE

Definição: Intensidade do sabor característico de queijos não maturados.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade sabor de queijo suave no produto.

QUEIJO MATURADO

Definição: Intensidade de aroma característico de queijos maturados, picante, lembrando a queijo parmesão.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do sabor de queijo maturado no produto.

ALCOÓLICO

Definição: Intensidade do sabor característico de bebida alcoólica, lembrando a vinho branco.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do sabor alcoólico no produto.

MARGARINA

Definição: Intensidade do sabor lácteo que lembra a margarina e creme de leite, amanteigado.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do sabor de margarina no produto.

SALGADO

Definição: Intensidade do gosto salgado percebido ao degustar o produto. Refere-se ao gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias salgadas a exemplo de soluções de cloreto de sódio.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do gosto salgado em relação à referência.

DOCE

Definição: Intensidade do gosto doce percebido ao degustar o produto. Refere-se ao gosto primário produzido por soluções de sacarose.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do gosto doce no produto.

AMARGO

Definição: Intensidade do gosto amargo avaliado ao degustar o produto. Refere-se ao gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias amargas a exemplo de cafeína e sais de quinino.

Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do gosto amargo no produto.

ÁCIDO

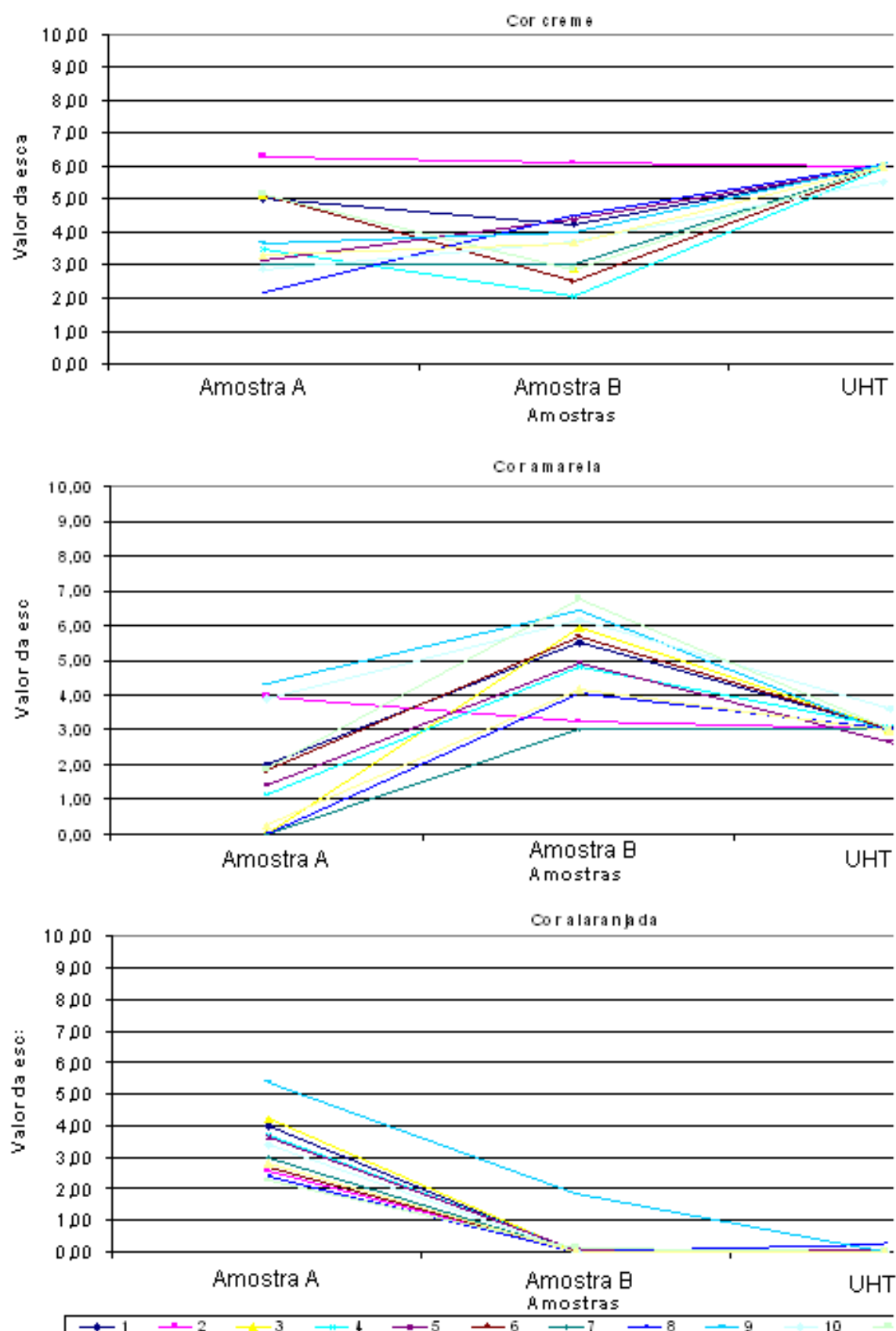
Definição: Intensidade do gosto ácido percebido ao degustar o produto. Refere-se ao gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias ácidas a exemplo do ácido cítrico.

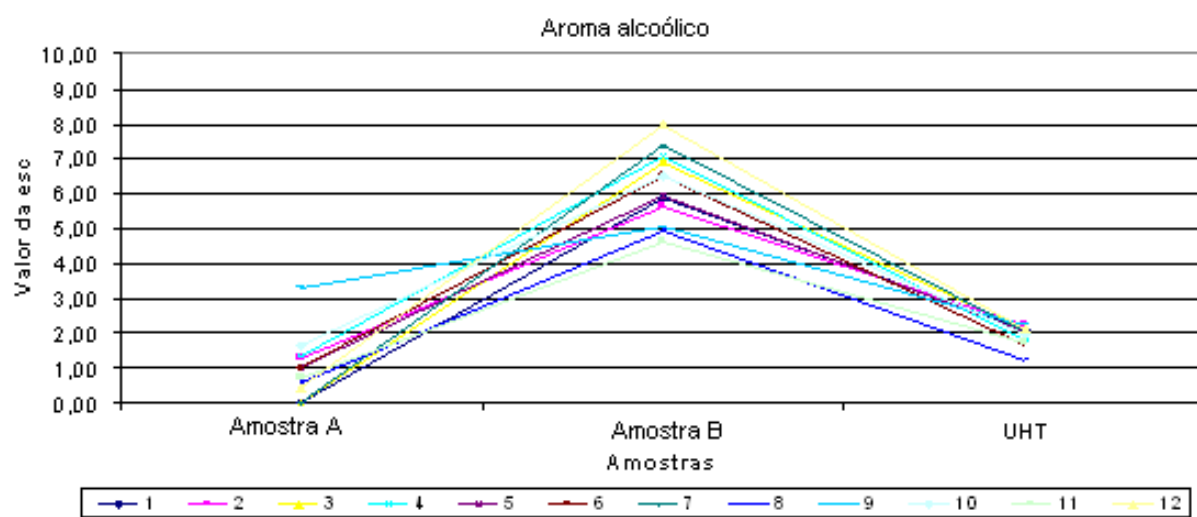
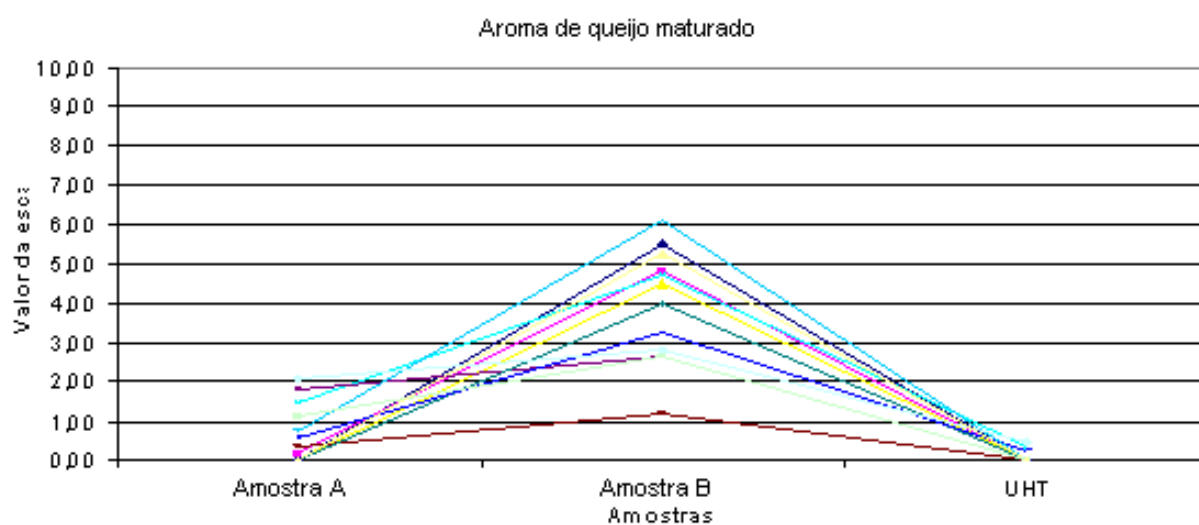
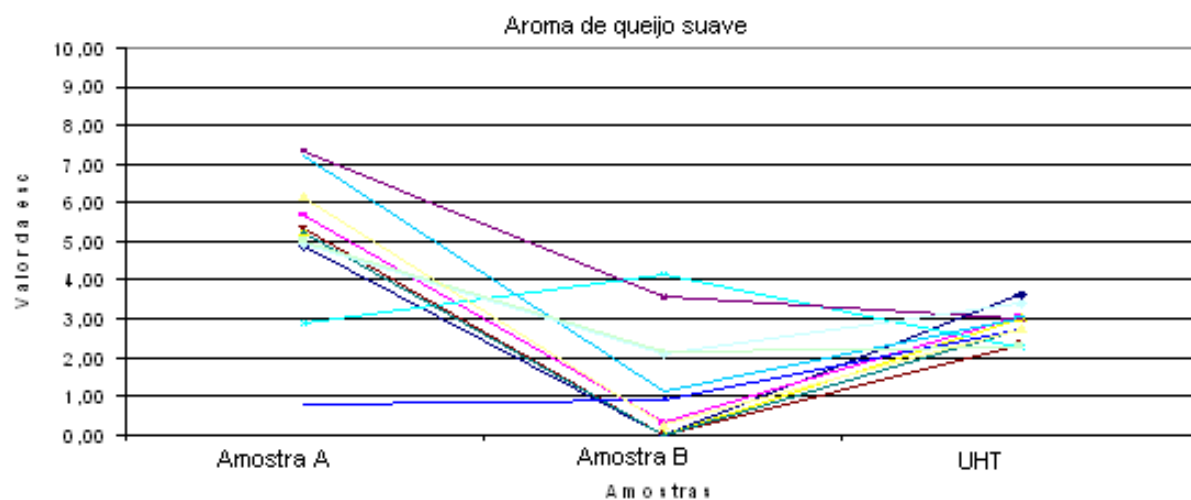
Metodologia: Ao degustar o produto puro, avaliar a intensidade do gosto ácido no produto.

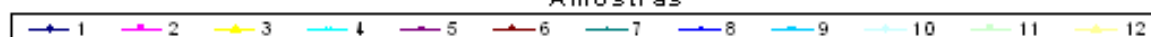
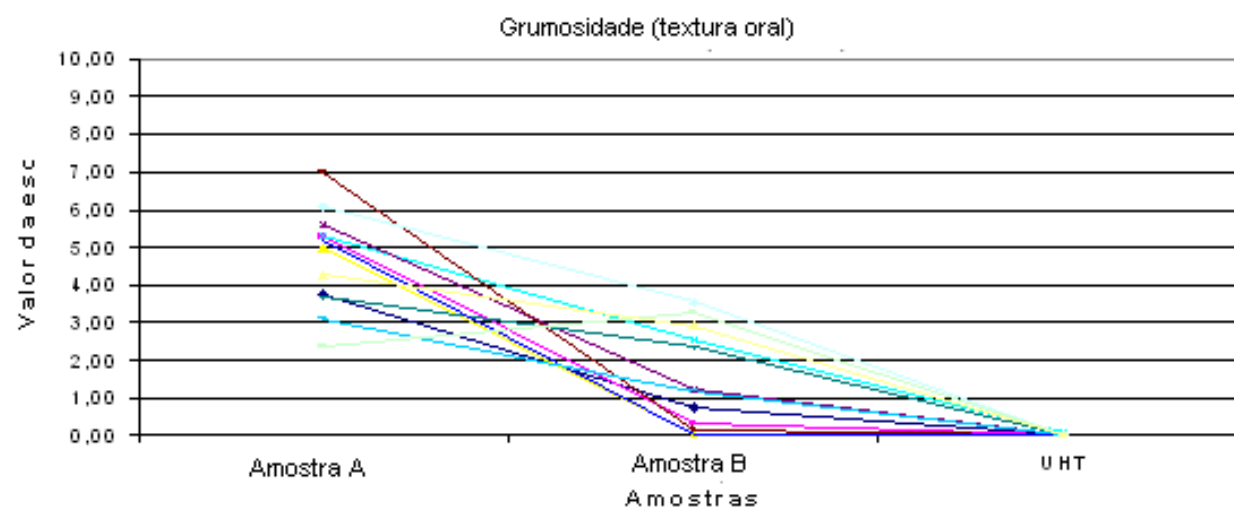
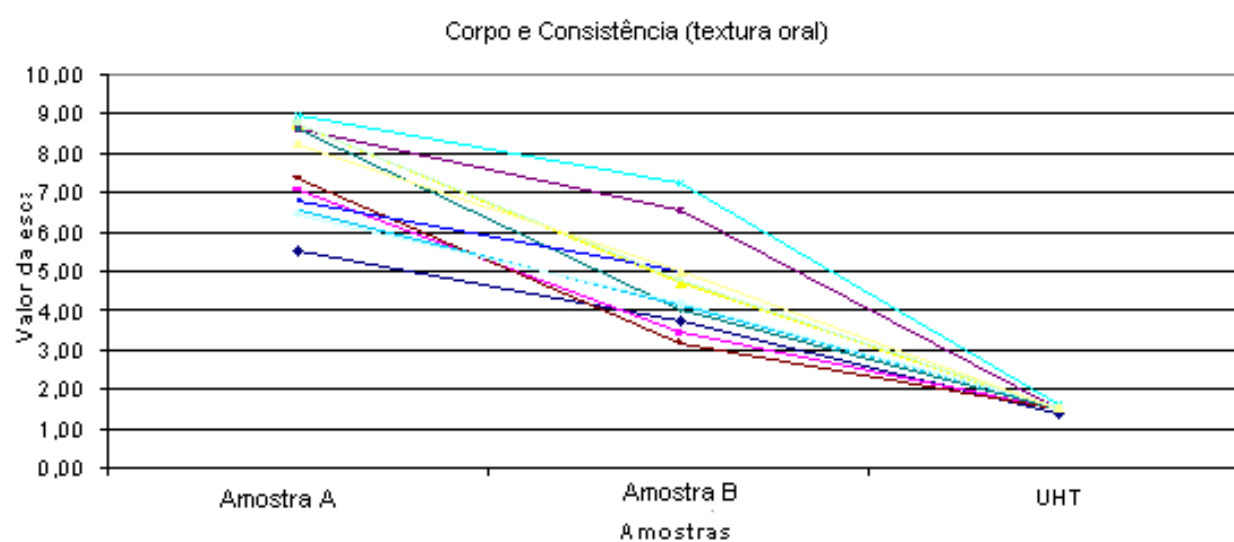
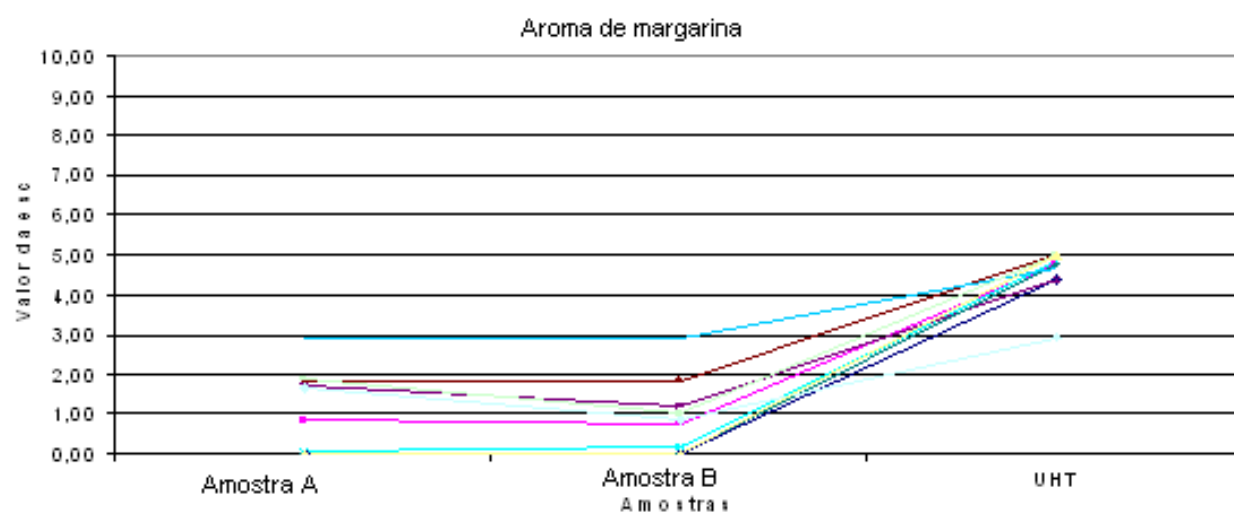
ANEXO 3

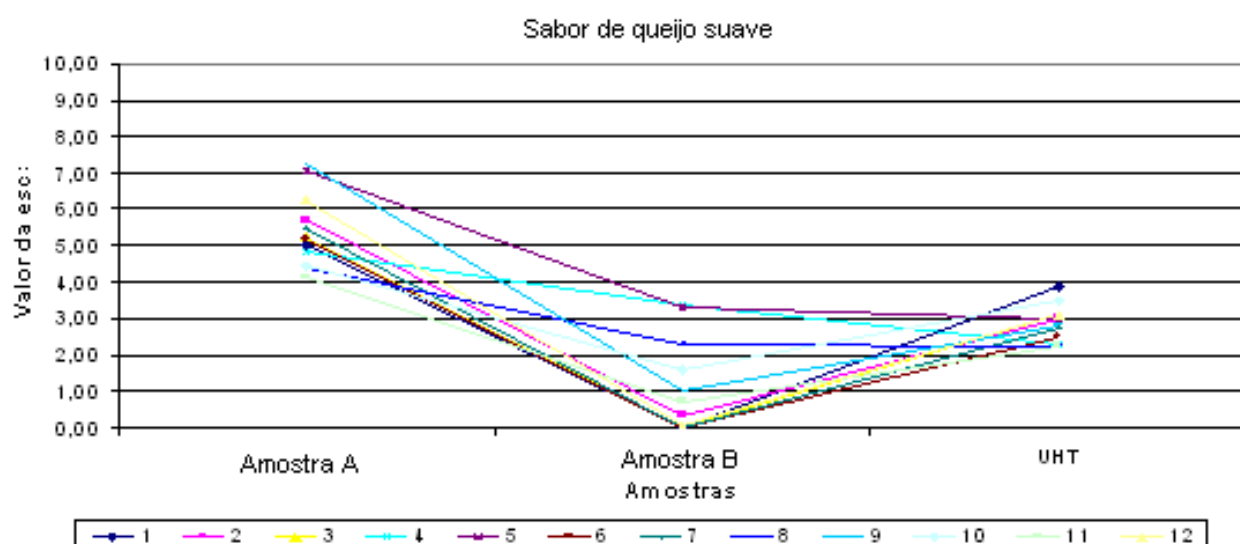
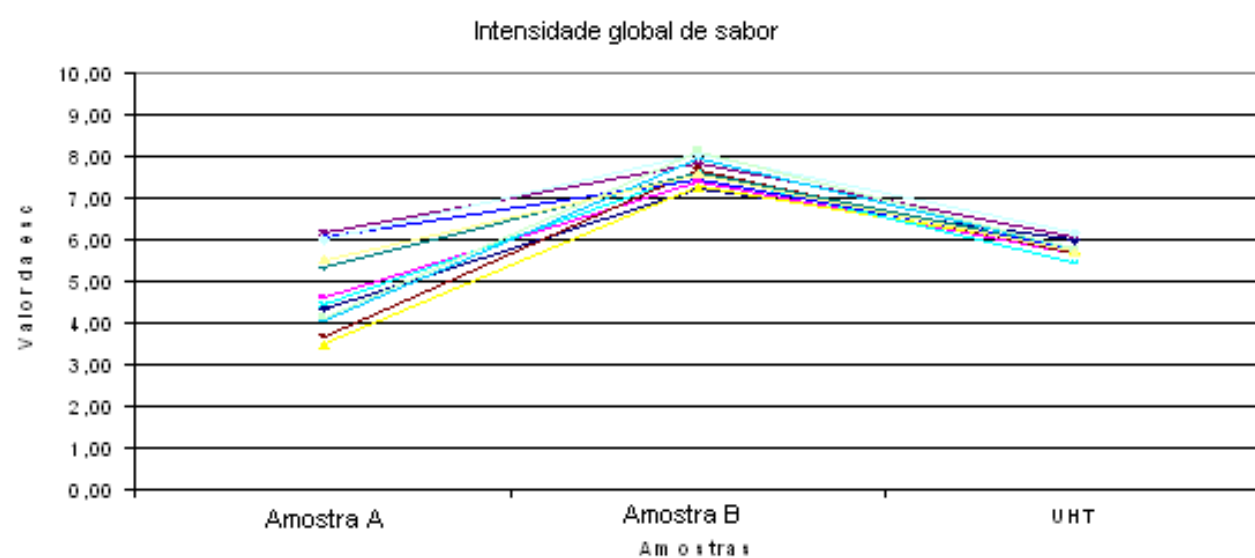
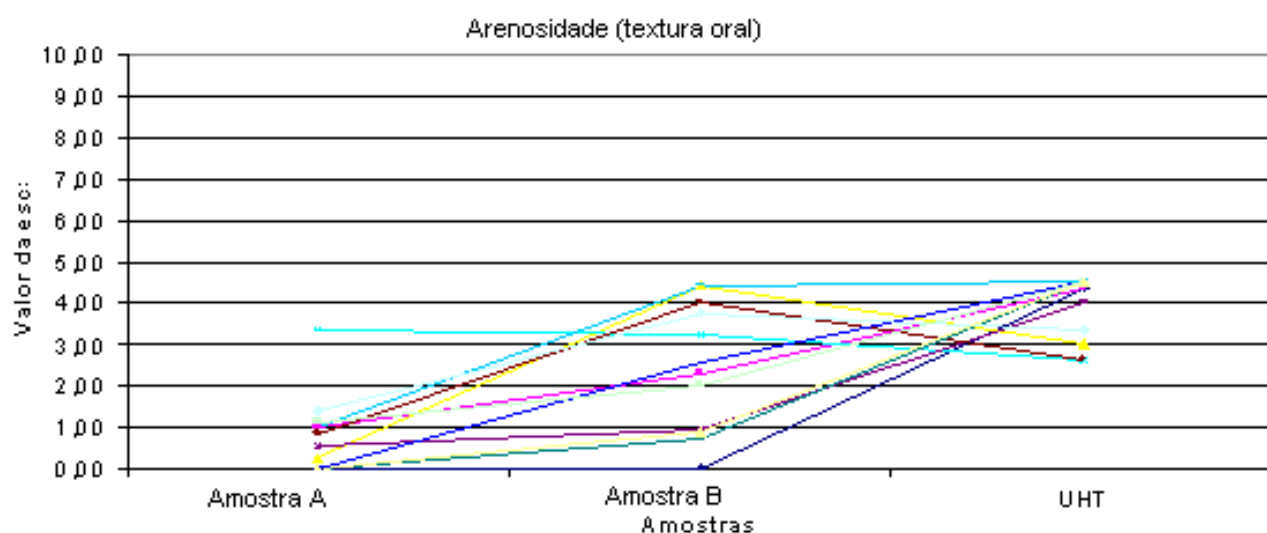
Representação gráfica da interação entre provadores e amostras – Avaliação do desempenho da equipe treinada para avaliação de fondue.

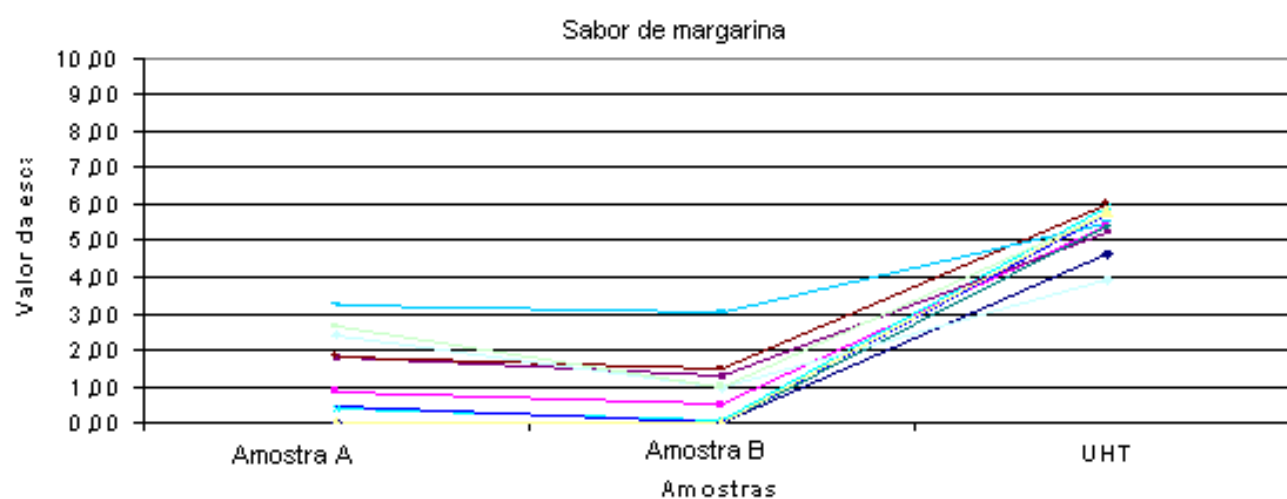
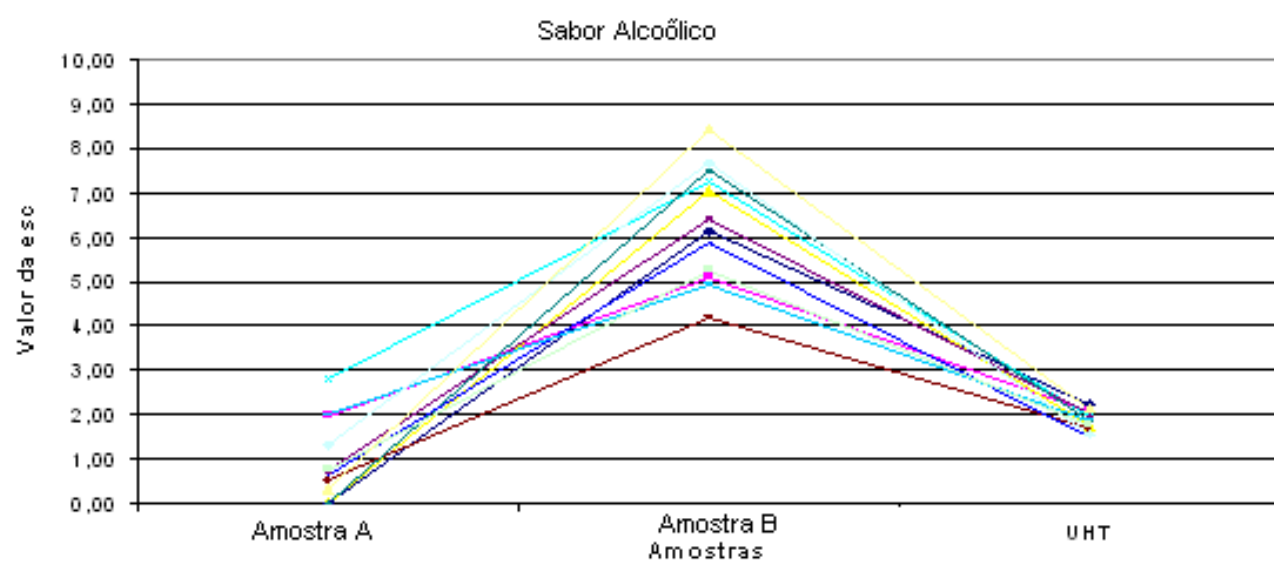
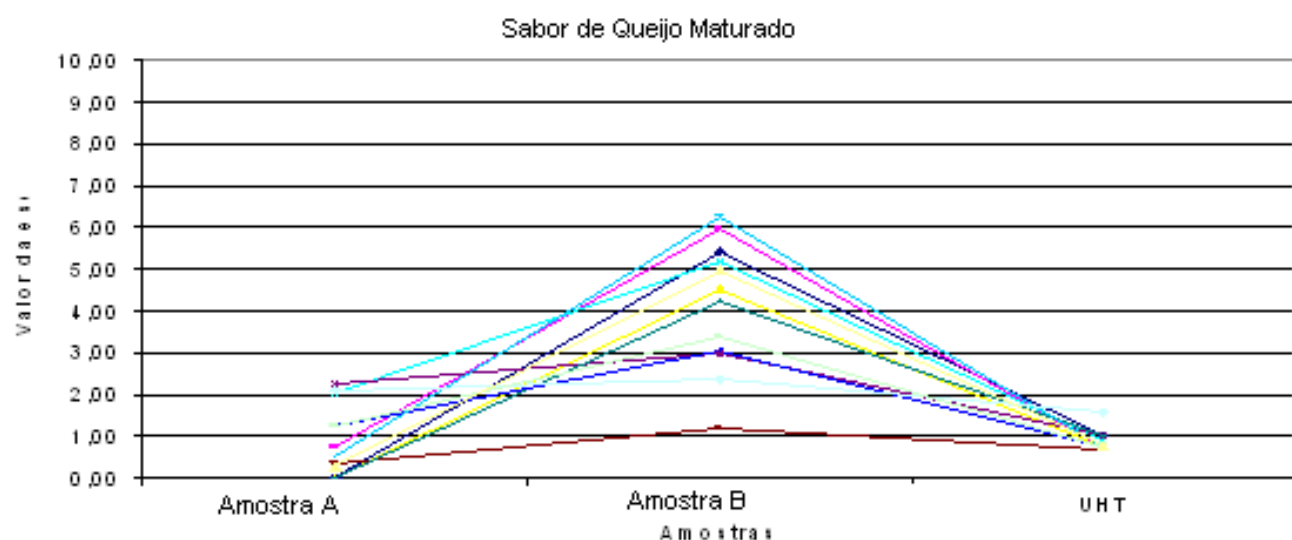
Legenda: número que identifica o julgador

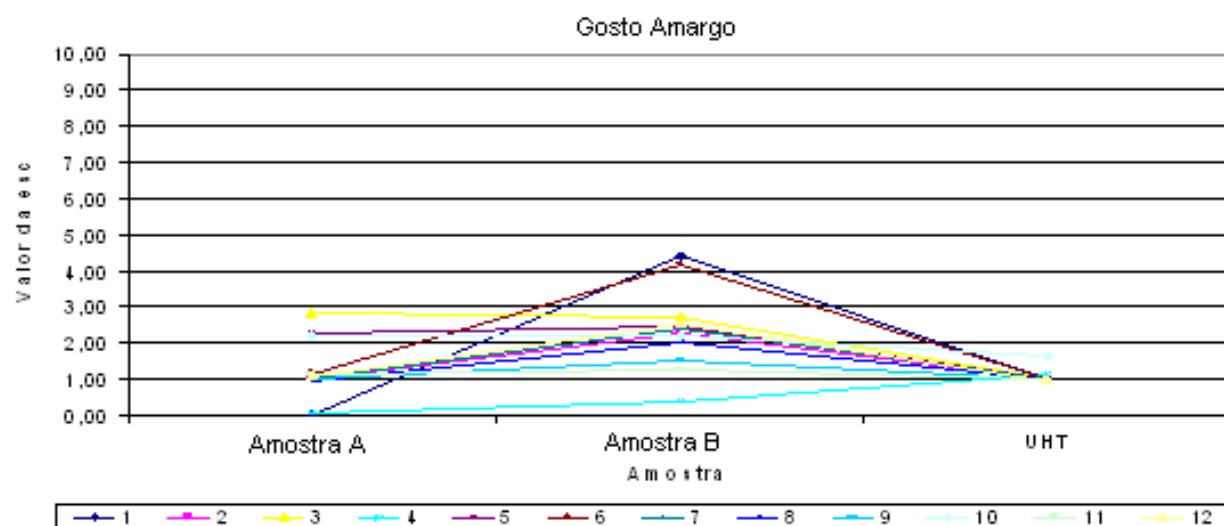
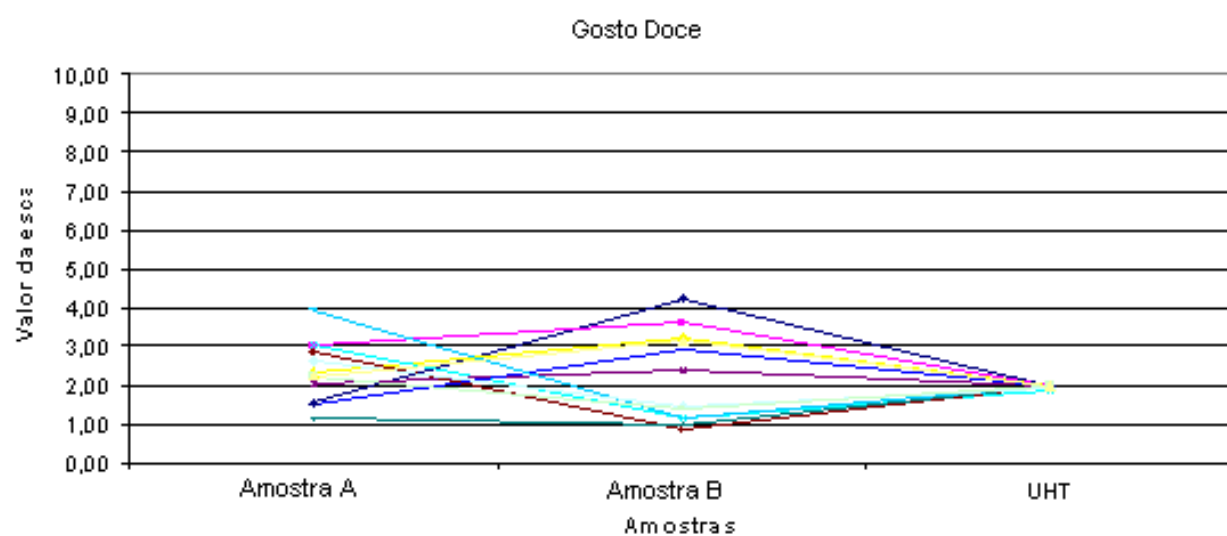
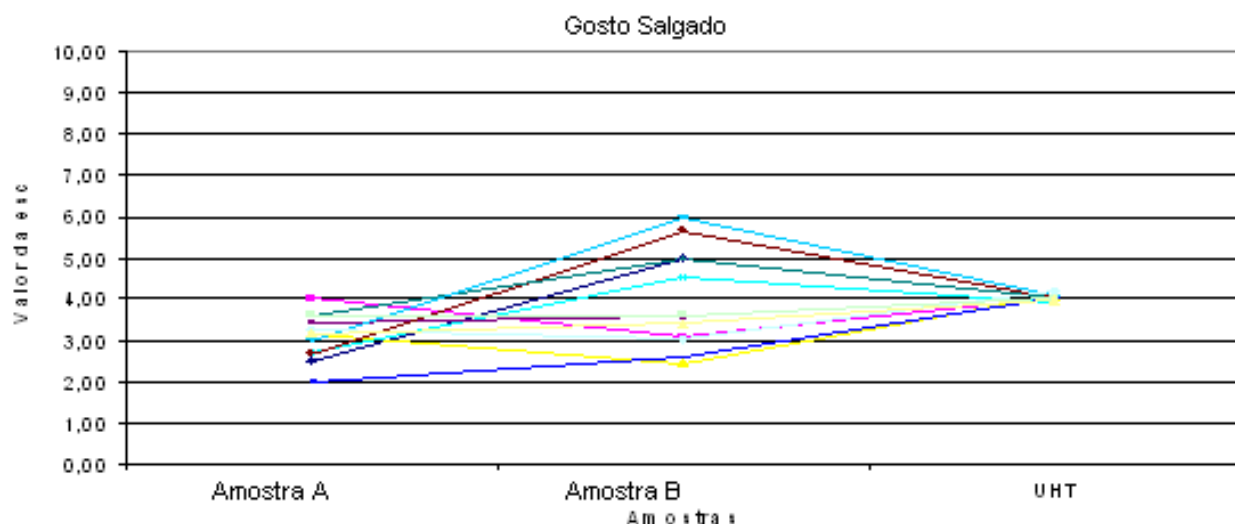












ANEXO 4

Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras (pamo) e da repetibilidade

Atributos	Fator	Provadores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aparência													
Cor creme	p amo	0,0075	0,8183	0,1082	0,0004	0,0251	0,0396	0,0001	0,0001	0,0030	0,0266	0,0334	0,0009
	p rep	0,1735	0,7644	0,8319	0,2954	0,7477	0,8140	0,0000	0,4378	0,8394	0,8494	0,6921	0,1991
Cor amarela	p amo	0,0004	0,1600	0,0001	0,0001	0,0011	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0527	0,0007	0,0007
	p rep	0,4547	0,4727	0,4547	0,5939	0,4833	0,6956	0,0000	0,6639	0,1307	0,8258	0,2144	0,2209
Cor alaranjada	p amo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0010	0,0001	0,0201	0,1311	0,0001
	p rep	0,0000	0,4547	0,4547	0,5368	0,4361	0,4547	0,0000	0,2442	0,2510	0,4547	0,4766	0,4547
Luminosidade da cor	p amo	0,1398	0,9483	0,0001	0,0053	0,0001	0,00013	0,0063	0,0870	0,0001	0,2937	0,5512	0,9572
	p rep	0,5740	0,9838	0,5314	0,3909	0,2656	0,5708	0,1687	0,7006	0,1070	0,1542	0,3001	0,6021
Consistência	p amo	0,0025	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0007	0,0001
	p rep	0,6983	0,5737	0,8538	0,2156	0,5844	0,6196	0,4547	0,1853	0,3544	0,3880	0,4547	0,2271

Aroma													
Intensidade global	p amo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,1038	0,0001	0,0001	0,0005	0,0001	0,0237	0,0009	0,0001
	p rep	0,4547	0,9044	0,9564	0,7524	0,8942	0,1310	0,4547	0,8497	0,8350	0,7905	0,4658	0,7705
Queijo suave	p amo	0,0007	0,0001	0,0001	0,0719	0,0254	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0096	0,0001
	p rep	0,3025	0,4175	0,4547	0,1125	0,4995	0,9947	0,2156	0,0049	0,5563	0,0223	0,0155	0,9952
Queijo maturado	p amo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0024	0,1953	0,3390	0,0044	0,0105	0,0001	0,1152	0,0099	0,0001
	p rep	0,4547	0,7179	0,4547	0,2175	0,9449	0,6113	0,4547	0,2984	0,1111	0,8942	0,6542	0,4547
Alcoólico	p amo	0,0001	0,0008	0,0001	0,0001	0,0042	0,0001	0,0001	0,0009	0,0023	0,0004	0,0089	0,0001
	p rep	0,4341	0,9204	0,1249	0,8927	0,4730	0,1021	0,4547	0,4827	0,4059	0,3472	0,8310	0,3014
Margarina	p amo	0,0001	0,0005	0,0012	0,0024	0,0110	0,0001	0,0003	0,0012	0,0105	0,1457	0,0037	0,0012
	p rep	0,4547	0,1260	0,4547	0,4994	0,1903	0,0009	0,4547	0,4547	0,0572	0,4331	0,0838	0,4547
Textura / sensação na boca													
Consistência	p amo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	p rep	0,2026	0,3617	0,5346	0,0927	0,3261	0,8344	0,0943	0,3509	0,4114	0,1673	0,1664	0,0939

Grumosidade	p amo	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0015	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0650	0,0004
	p rep	0,5518	0,6087	0,4547	0,4322	0,6508	0,1310	0,9965	0,4547	0,2708	0,3523	0,0805	0,5583
Arenosidade	p amo	0,0001	0,0041	0,0044	0,7259	0,0002	0,0921	0,0001	0,0005	0,0006	0,0966	0,0006	0,0002
	p rep	0,4547	0,5441	0,1319	0,4936	0,1135	0,3808	0,0990	0,1308	0,3671	0,7442	0,1539	0,4028
Sabor / gosto													
Intensidade global	p amo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,1313	0,0001	0,0001	0,0018	0,0001	0,0434	0,0040	0,0268
	p rep	0,2886	0,0711	0,0442	0,1182	0,8591	0,0001	0,0739	0,1031	0,6528	0,2769	0,9173	0,9886
Queijo suave	p amo	0,0002	0,0001	0,0001	0,0157	0,0244	0,0001	0,0001	0,4072	0,0001	0,0121	0,0005	0,0001
	p rep	0,1427	0,5830	0,8907	0,8561	0,4590	0,0795	0,1889	0,5181	0,0633	0,9280	0,0061	0,2167
Queijo maturado	p amo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0030	0,2864	0,2733	0,0079	0,0807	0,0001	0,7546	0,1381	0,0001
	p rep	0,4547	0,0423	0,4183	0,9122	0,9921	0,1477	0,4547	0,4318	0,3228	0,9747	0,7400	0,0665
Alcoólico	p amo	0,0001	0,0031	0,0001	0,0002	0,0006	0,0001	0,0001	0,0037	0,0045	0,0001	0,0014	0,0001

	p rep	0,6128	0,2114	0,9868	0,4636	0,7239	0,2747	0,4547	0,9714	0,9613	0,1233	0,4231	0,3877
Margarina	p amo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0019	0,0001	0,0001	0,0001	0,0026	0,0083	0,0012	0,0001
	p rep	0,4547	0,8180	0,4547	0,6718	0,1586	0,0012	0,4547	0,1019	0,0903	0,0439	0,0864	0,4547
Salgado	p amo	0,0332	0,1879	0,0022	0,1574	0,3874	0,0001	0,0011	0,0060	0,0051	0,1026	0,6851	0,0108
	p rep	0,3072	0,2366	0,2861	0,7131	0,1925	0,2561	0,4547	0,7417	0,4395	0,9662	0,4077	0,3643
Doce	p amo	0,0004	0,0028	0,0019	0,0994	0,6395	0,0001	0,0001	0,1138	0,0310	0,2672	0,1346	0,0151
	p rep	0,7663	0,3036	0,3834	0,2131	0,5247	0,7583	0,4547	0,2105	0,4214	0,3418	0,3216	0,8150
Amargo	p amo	0,0001	0,0027	0,0017	0,0021	0,2676	0,0001	0,0001	0,0872	0,0582	0,8351	0,6141	0,0315
	p rep	0,4547	0,4547	0,7539	0,0896	0,4174	0,7583	0,4547	0,2132	0,2302	0,8728	0,6128	0,2711
Ácido	p amo	0,0001	0,1757	0,0001	0,1011	0,0480	0,0012	0,0001	0,5912	0,0001	0,0948	0,1428	0,0018
	p rep	0,5684	0,9826	0,4547	0,4313	0,7634	0,4547	1,0000	0,7833	0,5014	0,7911	0,5069	0,2716

ANEXO 5

Resumo demonstrativo do desempenho dos 12 julgadores treinados para análise descritiva quantitativa de fondue em relação ao poder de discriminação ($p < 0,30$) consenso com a equipe, número de atributos que causa interação e repetibilidade ($p \geq 0,05$).

Julgadores	Número de atributos discriminados ($p < 0,30$)	Número de atributos com falta de repetibilidade ($p \geq 0,05$)	Número de Atributos com interação	Número de atributos com falta de consenso
1	22	0	0	2
2	20	0	1	4
3	22	1	3	0
4	22	0	2	3
5	18	0	3	0
6	20	3	0	0
7	22	0	1	2
8	20	0	4	2
9	22	0	0	1
10	18	1	2	0
11	19	2	2	0
12	21	0	0	1