

Agradecimentos

Que sensação tão estranha. Defini uma meta, e hoje aqui estou eu com o meu objetivo concluído com sucesso. Foram muitos os momentos vividos ao longo destes oito meses e os meus agradecimentos dariam outra tese.

Em toda esta trajetória académica fui-me encontrando com muitas pessoas que de algum modo foram essenciais para a minha educação e aprendizagem, começando pelos meus professores e colegas. Desta forma, quero agradecer ao meu Professor e orientador Doutor Luís Cunha, que foi o responsável por esta fantástica aventura em terras espanholas. Não posso deixar de referir que este não era o caminho que tinha definido para mim e graças ao seu apoio segui sem dúvida o melhor destino, muito obrigada do fundo do coração.

À Doutora Susana Fizsman, por se preocupar sempre comigo e estar do meu lado durante estes meses. Admiro a sua força, conhecimento e espírito jovial. Gostava de um dia voltar a trabalhar do seu lado.

Um forte obrigada à Johanna Marcano, é principalmente graças a ti que hoje termino a minha tese de mestrado. Mais importante do que a relação profissional, estabelecemos uma relação forte de amizade que nos uniu e certamente permanecerá, seja qual for a distância. Estarei sempre do teu lado e serei a primeira a aplaudir-te na tua defesa de doutoramento. Um obrigada igualmente forte à Alejandra Agudelo, pessoa com quem partilhei momentos inesquecíveis, com quem muitas das vezes partilhei as minhas lágrimas e sorrisos, foste uma fonte enorme de energia e aprendi muito contigo, foi único viver e vibrar com a tua gravidez e o teu casamento.

Obrigada aos meus pais e às minhas irmãs, que nunca me abandonaram e estiveram sempre de braços abertos de todas as vezes que cheguei ao aeroporto com o coração cheio de saudades. Sem o vosso apoio esta etapa não tinha sido possível. Amo-vos muito.

Ao meu namorado e amigos do coração, pelo carinho e apoio que me deram nestes meses. Hoje sei que posso ir para a outra ponta do mundo que nunca estarei sozinha.

À Leonor Santos Carvalho, colega de mestrado e eternamente melhor amiga, por ter vivido esta experiência comigo. Se não fosses tu, ainda hoje não conseguia

encontrar a minha própria casa. Por me teres aturado, nos dias bons e nos dias maus, por me acordares sempre com um sorriso e me desejares boa noite com um abraço.

Aos meus colegas de laboratório, de todas as partes do mundo, por me ensinarem a ver o quanto é fantástico termos culturas diferentes e o quanto podemos aprender com estas diferenças. Pelo carinho, apoio, motivação e entusiasmo.

Não posso deixar de agradecer à Faculdade de Ciências o apoio financeiro que me concedeu, em especial à Doutora Elisabete Rodrigues pela amabilidade, profissionalismo e dedicação. Assim como quero agradecer ao Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), em especial ao Departamento de Conservação e Qualidade Alimentar, pelo fantástico acolhimento, excelente equipa, e por me permitir a realização do meu trabalho experimental em excelentes condições.

Resumo

Reformular sobremesas lácteas pode ser uma ferramenta útil para promover o consumo de sobremesas mais saudáveis. No entanto, isto envolve mudanças nas características físico-químicas e organoléticas do produto final. No presente trabalho avaliou-se o efeito da reformulação de tartes de queijo, alterando o teor dos seus ingredientes. Foram elaboradas seis formulações diferentes: controlo (CE); sem ovo (CE-H); sem amido (CE-M); sem açúcar (CE-A); com adição de leite (CE+L) e com adição de nata (CE+N). Avaliou-se o efeito da reformulação sobre as propriedades viscoelásticas das misturas antes e durante o cozimento, bem como as propriedades de textura e sensoriais dos produtos finais. Para determinar as características reológicas da massa estudou-se o comportamento viscoelástico (ensaios oscilatórios), e foram utilizados métodos instrumentais para a análise da textura (análise de dupla compressão TPA). Para o estudo das características sensoriais das amostras e percepção da sua textura, foram utilizados dois métodos recentemente desenvolvidos denominados por Domínio Temporal das Sensações (TDS – *Temporal Dominance of Sensations*) e Apreciação global dinâmica (DL - *Dynamic Liking*).

Através destas análises, foi possível verificar de que forma as variáveis de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade, assim como a força máxima de compressão e penetração se alteravam com a reformulação das amostras em comparação com a tarte controle (CE). Através do estudo das propriedades viscoelásticas, verificou-se que as sobremesas lácteas apresentavam um comportamento igualmente viscoso e elástico, não sendo observadas alterações significativas em relação à tarte controle.

Os dados obtidos em ambos os métodos foram úteis para entender quais os atributos dominantes em todas as formulações durante o processo de mastigação, assim como o estudo dos aspetos temporais da percepção hedónica, respetivamente. Na apreciação global das tartes de queijo, a amostra controle apresentou um maior grau de preferência por parte dos consumidores, seguida das amostras CE+L e CE-A (não apresentando diferenças estatísticas em relação ao controle). Por outro lado, as amostras CE-H, CE+N e CE-M apresentaram um menor grau de preferência. Os métodos temporais utilizados confirmaram que a percepção da textura é diferente em cada

momento do processo de mastigação, sendo o final da mastigação o momento em que os consumidores atribuíram classificações de preferência mais elevadas.

Palavras-chave: Sobremesas lácteas reformuladas, Textura, Propriedades Viscoelásticas, Domínio Temporal das Sensações, Apreciação global dinâmica, Percepção do consumidor.

Abstract

Reformulate dairy desserts can be a useful tool to promote the consumption of healthier desserts. However, this involves changes in the physicochemical and organoleptic characteristics of the final product. In this study, we evaluated the effect of reformulate dairy desserts, changing the content of its ingredients. Six different formulations were prepared: control (CE); without egg (CE-H); without starch (CE-M); without sugar (CE-A); with added milk (CE+L) and with addition of butterfat (CE+N). We evaluated the effect of reformulation on the viscoelastic properties of the mixtures before and during baking, as well as texture and sensorial properties of the final products. To determine the rheological characteristics of the mass, we studied the viscoelastic properties of the samples before and after their baking process. Instruments for the analysis of texture (TPA - double compression analysis) and to determine the rheological characteristics of the mass, viscoelastic behavior was studied (oscillatory measurements).

To study the sensory characteristics of the samples and their perception of texture, two newly developed methods called by Temporal Dominance of Sensations (TDS) and *Dynamic Liking* (DL) were used.

Through these analyzes, it was possible to verify how the variables of hardness, springiness, cohesiveness and chewiness, and the maximum compression force and penetration is altered with the reformulation of the samples compared with the control sample (CE). By studying the viscoelastic properties, it was found that dairy desserts had a similarly viscous and elastic behavior, no significant changes were observed in relation to the control sample.

Data obtained by both methods were useful for understanding the dominant attributes in all formulations during the process of mastication, as well as the study of the temporal aspects of the hedonic perception, respectively.

In the overall assessment of dairy dessert samples, the control sample showed a higher degree of preference among consumers, followed by CE+L and CE-A samples (showing no statistical differences compared to control). On the other hand, the samples CE-H, CE-M and CE+N showed a lesser degree of preference. The methods used confirmed that temporal perception of texture is different in every moment of the chewing process, and the final of the chewing time was the moment that obtained higher preference ratings.

Key-words: Reformulate Dairy Desserts, Texture, Viscoelastic Properties, Temporal Dominance of Sensations, Dynamic Liking, Consumer Perception

Índice

Resumo.....	i
Abstract	iii
Lista de tabelas.....	vii
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Abreviaturas.....	x
1- Enquadramento teórico	1
1.1- Sobremesas lácteas semissólidas: tartes de queijo fresco	1
1.1.1- Ingredientes e sua funcionalidade	2
1.1.1.2- Funcionalidade do amido de milho.....	3
1.1.1.3- Funcionalidade do açúcar	3
1.1.1.4- Funcionalidade do ovo	4
1.1.1.5- Funcionalidade do leite em pó.....	4
1.2 – Processamento oral de alimentos.....	5
1.2.1 – Textura: dinâmicas sensoriais durante o processamento oral de alimentos.....	7
1.3- Métodos de Análise Sensorial.....	15
1.3.1- Domínio Temporal das Sensações (TDS).....	16
1.3.2- Apreciação Global Dinâmica (DL - <i>Dynamic Liking</i>)	16
1.3.3 – Textura: correlação entre as medidas instrumentais e sensoriais.....	19
2- Material e Métodos.....	21
2.1- Sobremesas lácteas reformuladas	21
Formulações	21
2.1.1 – Preparação das amostras	23
2.2- Medição da textura e reologia	24
2.2.1 – Preparação das amostras	24
2.2.2 – Ensaio de dupla compressão TPA.....	24
2.2.3- Medição da força máxima de compressão até rotura	25
2.2.4- Medição da força máxima de penetração com dente	26
2.2.5- Medição das propriedades viscoelásticas (reologia)	27
2.3 - Análise sensorial.....	28
2.3.1- Método TDS	28
2.3.2 - Testes ao consumidor	30
2.4- Análise estatística dos dados	31

3-	Resultados e Discussão	32
3.1-	Análise do perfil de textura - TPA	32
3.2-	Força máxima de compressão até rutura e força máxima de penetração com dente	39
3.3-	Propriedades viscoelásticas lineares.....	42
3.4-	Domínio Temporal das Sensações (TDS).....	44
3.5-	Testes do consumidor	51
3.5.1 –	Teste de aceitação global	51
3.6 –	Apreciação Global Dinâmica (DL - <i>Dynamic Liking</i>).....	52
3.7 –	Abordagem geral dos resultados obtidos	53
4-	Conclusão	55
	Referências Bibliográficas	57
	Anexos	63

Lista de tabelas

Tabela 1. Formulação das tartes de queijo utilizadas no desenvolvimento do trabalho experimental, todos os valores apresentados em % (m/m), em que: CE = Controle, C+N = Controle com Nata, CE-H = Controle sem Ovo, CE-M = Controle sem Maizena, CE-A = Controle sem Açúcar e CE+L = Controle com acréscimo de leite em pó.....32

Tabela 2. Descrição dos atributos definidos pelo painel treinado.....39

Lista de Figuras

Figura 1. Estratégia de administração oral de alimentos. As caixas ovais correspondem à tomada de decisões e as caixas retangulares correspondem ao processamento (Adaptado de Lucas, 2002).....	6
Figura 2. Curva generalizada da análise do perfil da textura (TPA) (Malcolm Bourne, 1978).....	11
Figura 3. Correlação entre a estrutura dos alimentos, reologia e textura (Rajendra Borwnkar, 1992).....	13
Figura 4. Resposta viscoelástica de um material sujeito a gelificação (Gipsy Tabilo-Munizaga, 2005).....	14
Figura 5. Amostra controle (CE).....	23
Figura 6. Recolha de três amostras diferentes de cada tarte com o auxílio de um cilindro	24
Figura 7. Equipamento TA.XT.Plus Texture Analyser.....	25
Figura 8. Ensaio de compressão até rutura com o uso da sonda P/75.....	25
Figura 9. Ensaio de penetração com dente com o uso da sonda “Voled Jaws”	26
Figura 10. AR-G2, TA Instruments, Crawley, Reino Unido	27
Figura 11. Provedor a avaliar a amostra dada. À direita do computador pode ver-se o copo de água, à esquerda o copo com a amostra, e no canto inferior esquerdo a banca onde estavam disponíveis as amostras	29
Figura 12. Exemplo dos dados TDS em cru de um provedor para uma amostra.....	32
Figura 13. Comportamento geral das amostras no ensaio de dupla compressão (TPA).....	32
Figura 14. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro dureza. As letras A a F indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)	33
Figura 15. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro coesividade. As letras A e B indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)	36
Figura 16. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro elasticidade. As letras A e B indicam	

os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)	37
Figura 17. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro mastigabilidade. As letras A e B indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$).....	38
Figura 18. Comportamento geral das amostras no ensaio de compressão até rutura	39
Figura 19. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente à força máxima de compressão. As letras A a D indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$).....	40
Figura 20. Comportamento geral das amostras no ensaio de penetração com dente	40
Figura 21. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente à força máxima de penetração com dente. As letras A a D indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$).....	41
Figura 22. Espectro mecânico de cada amostra, a 20°C, em função da frequência (0,01 a 10 Hz)	42
Figura 23. Espectro mecânico obtido para cada amostra, a 1 Hz, em função do aumento da temperatura (20 a 80°C).....	43
Figura 24. Curvas de TDS normalizadas para a amostra controle (CE)	45
Figura 25. Curvas de TDS normalizadas para amostra CE+N	46
Figura 26. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE-M	47
Figura 27. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE-H	48
Figura 28. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE+L	49
Figura 29. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE-A	50
Figura 30. Média das pontuações obtidas através do teste de aceitação global. A e B: grupos homogêneos	51
Figura 31. Avaliação da preferência ao longo do tempo para as seis amostras estudadas. A, B e C – Diferenças temporais. a, b e c - diferença entre formulações num dado tempo	52
Figura 32. Biplot obtido na análise de todas as variáveis em estudo	53

Lista de Abreviaturas

CE – Controle

CE+N – Controle + Nata

CE+L – Controle + Leite

CE-M – Controle sem amido

CE-H – Controle sem ovo

CE-A – Controle sem açúcar

TPA – Ensaio de dupla compressão

QDA – Análise descritiva qualitativa

TDS – Domínio Temporal das Sensações

DL – Avaliação Global Dinâmica

1- Enquadramento teórico

1.1- Sobremesas lácteas semissólidas: tartes de queijo fresco

Os alimentos representam uma preocupação mundial. Enquanto em algumas partes do mundo há escassez de alimentos, doenças metabólicas crónicas surgem a partir do consumo excessivo de alimentos em outras partes do mundo. Ambas as situações podem resultar em menor esperança média de vida e representam um importante problema de saúde global. Os custos relacionados com a saúde estão a subir, em parte, devido a várias doenças crónicas relacionadas à obesidade, como o diabetes tipo 2, pressão arterial elevada e doenças cardiovasculares. Mais do que nunca, é essencial que todo o conhecimento sobre a conceção dos alimentos, formulação e processamento seja sabiamente explorada para desenvolver alimentos que proporcionem um estilo de vida saudável. Isto é favorável para o rápido desenvolvimento de alimentos funcionais e trouxe à indústria dos alimentos a necessidade de rever a composição dos seus alimentos processados, bem como as condições de processamento e os métodos para melhorar os efeitos nutricionais e de saúde e para atender ao mercado de alimentos funcionais. A melhoria dos produtos alimentares tem sido feita através de várias maneiras, como por exemplo a reformulação da sua composição, de modo a obter um produto final com elevado valor nutritivo sem comprometer as suas características sensoriais (Sylvie Turgeon, 2011).

As sobremesas lácteas semissólidas de diferentes sabores são de grande consumo na Europa. As suas características nutricionais e sensoriais favorecem o consumo por vários grupos de consumidores, como crianças ou idosos (Tárrega, 2007).

As sobremesas lácteas semissólidas variam de país para país com diferenças notáveis na composição e propriedades físicas. As propriedades reológicas e sensoriais deste grupo de alimentos são fortemente influenciadas pelas características particulares de alguns ingredientes, como o teor de gordura do leite e/ou queijo, tipo de amido, e/ou tipo e concentração de hidrocolóides e suas interações (Tárrega, 2005). As sobremesas lácteas à base de queijo consistem essencialmente em duas fases, uma fase aquosa

contínua - contendo amido - e uma fase dispersa de gotículas de óleo que são estabilizadas pelas proteínas (René, 2003).

Há enormes perspectivas relativamente aos alimentos lácteos devido ao crescente interesse nos alimentos saudáveis, tais como o queijo e o iogurte. O queijo fornece um veículo ideal para preservar os valiosos nutrientes do leite e torná-los disponíveis durante todo o ano, apresentando-se como uma excelente fonte de proteínas e minerais (cálcio, fósforo) e aminoácidos essenciais, tornando-se importante na dieta de ambos os jovens e idosos. Para além disso, caracteriza-se como um alimento extremamente versátil, tendo uma vasta gama de textura, sabor e utilização final (Nessrien Yasin, 2013).

Manter o balanço energético através do controlo do apetite é uma estratégia para prevenir o excesso de peso, que se apresenta um dos maiores problemas atuais. Seguir uma dieta saudável, equilibrada e com densidade energética baixa, rica em fibras e micronutrientes é extremamente importante. Neste contexto, o consumo de produtos com densidade energética baixa, não só durante as refeições mas também entre as refeições, pode ser uma estratégia para melhorar o controlo do apetite, desde que estes produtos sejam suficientemente saciantes e não resultem em excessos nas refeições seguintes. Na verdade, do ponto de vista do consumidor, a modulação dos sentimentos de fome pode ajudar a gerir o peso corporal (Lluch, 2010). Devido a isto, várias investigações têm sido feitas nos últimos anos no âmbito de modificar a formulação dos alimentos de modo a que confirmem maior saciedade (aumentar o teor de fibra de biscoitos, por exemplo), mas poucos são os estudos que incidem sobre a influência da textura nas expectativas hedónicas dos consumidores.

1.1.1- Ingredientes e sua funcionalidade

Os ingredientes que normalmente se utilizam na elaboração das tartes de queijo são: queijo fresco (inteiro/desnatado), amido de milho, açúcar refinado, ovo inteiro pasteurizado e leite em pó.

1.1.1.1- Funcionalidade do queijo fresco inteiro

A incorporação de queijo fresco inteiro cumpre uma série de funções importantes nas sobremesas lácteas. Da mesma forma que o açúcar, a gordura presente no queijo fresco ajuda a promover a incorporação de ar durante o processo de mistura dos ingredientes, o qual promove um maior volume e uma textura esponjosa no produto final. Para além disso, reduz o fenómeno de retrogradação do amido, o qual leva ao aumento da vida útil do produto (Gómez, 2008). Respetivamente ao sabor e aroma, evita a sensação de secura na boca do produto final e representa um veículo de muitos aromas devido ao comportamento lipofílico destes. Por último, fornece uma textura mais suave e tenra ao produto final (Laura Cruaños, 2013; Sandra Cervera, 2013).

A eliminação total da gordura láctea proveniente do queijo fresco leva ao desmoronamento da tarte, uma vez que esta é a responsável pela união de todos os seus ingredientes, permitindo um produto final consistente e compacto (Pareyt, 2008).

1.1.1.2- Funcionalidade da farinha de milho

A farinha de milho é um dos ingredientes principais das sobremesas lácteas semissólidas, embora não esteja presente em grandes quantidades. Das suas várias funções, destacam-se as características de textura, estrutura e sabor graças às proteínas que contém. A estrutura é criada quando o amido sofre o processo de gelatinização e as proteínas coagulam durante a cozedura, ajudando a reter o ar incorporado durante a mistura dos ingredientes assim como o gás gerado durante a cozedura da massa dando lugar à estrutura tipo “colmeia de abelhas”. Esta estrutura tem impacto na textura do produto cozido, obtendo-se um produto final macio, elástico e esponjoso. Para além disso, o amido intervém mantendo a viscosidade adequada da massa (Laura Cruaños, 2013).

1.1.1.3- Funcionalidade do açúcar

Ao contrário dos produtos de panificação, o açúcar é um ingrediente que não apresenta grande funcionalidade quando incorporado em sobremesas lácteas semissólidas. Apesar de atuar como agente espessante, estabilizar a humidade do

produto final e impedir que o amido aumente de tamanho (inchaço), levando a uma textura mais fina, a sua principal característica nas sobremesas lácteas é conferir um sabor adocicado. Desta forma, está presente em pequenas quantidades ou, nalguns casos, é substituído por adoçantes artificiais (Sandra Cervera, 2013).

1.1.1.4- Funcionalidade do ovo

O ovo cumpre com inúmeras funções importantes na formulação de sobremesas lácteas. Devido às proteínas que contém, forma uma espuma que, posteriormente, atuará como pontos de nucleação para o gás produzido durante a cozedura. Para além disso, permite emulsionar a massa batida graças à presença de lecitina na gema, que ajuda a estabilizar as partículas de gordura e de ar, evitando que a massa se separe em diferentes fases. Por outro lado, favorece a formação da estrutura do produto devido à coagulação das proteínas durante a cozedura. Para além disso, fornece a cor amarelada graças aos corantes naturais presentes na gema e favorece o escurecimento da superfície externa (crosta), ao favorecer a reação das proteínas com o açúcar. Finalmente, aumenta a humidade do produto final e o seu valor nutricional já que a gema é rica em vitaminas e minerais (Conforti, 2006).

1.1.1.5- Funcionalidade do leite em pó

O leite é um ingrediente que, mesmo não sendo maioritário nas tartes de queijo, cumpre uma função muito importante, já que incorporá-lo na formulação implica também a incorporação de água. A água, para além de dissolver outros ingredientes solúveis e facilitar a mistura, é um componente necessário para que se produza a gelatinização do amido durante a cozedura. Não obstante, o leite contribui para o sabor do produto já que a lactose e as restantes proteínas que contém intervêm na reação de Maillard favorecendo uma cor bronze. Por último, o leite contém vitaminas e minerais que enriquecem o produto a nível nutricional (Sikorski, 2003).

1.2 – Processamento oral de alimentos

Os atributos sensoriais dos alimentos desempenham um papel importante no comportamento alimentar, promovendo a ingestão de determinados alimentos. Foi proposto que as decisões relativas à escolha dos alimentos e o tamanho das porções são geralmente feitas antes do consumo real. Estas decisões são, entre outras, influenciadas pela preferência alimentar e expectativas hedônicas, sendo o sabor, odor e textura dos alimentos determinantes importantes das respostas hedônicas. A associação aprendida entre os atributos sensoriais dos alimentos e as suas consequências metabólicas após o consumo é outro fator determinante na decisão sobre o consumo de alimentos. Por conseguinte, surge a hipótese de que ambas a textura dos alimentos e duração do sinal sensorial, que são manipuladas por meio do consumo, têm a capacidade de afetar as expectativas do consumidor sobre um alimento (Hogenkamp, 2011; Brunstrom, 2009).

O processamento oral de alimentos envolve uma série de tomadas de decisão e operações, sendo extremamente importante que estes procedimentos ocorram na sequência correta e estejam bem coordenados. Inúmeros modelos foram desenvolvidos para descrever as sequências das operações orais e a estratégia de administração oral dos alimentos. Lucas e colaboradores (2002) propuseram um modelo para descrever a experiência dos alimentos dentro da boca (Figura 1), incluindo a aderência, primeira dentada, fratura, redução do tamanho, transporte e deglutição, usando diferentes símbolos para diferenciar a tomada de decisões e operações orais. Apesar de surgirem outros modelos ao longo do tempo propostos por outros autores, o modelo de Lucas foi bastante utilizado na literatura visto ser simples e de fácil compreensão.

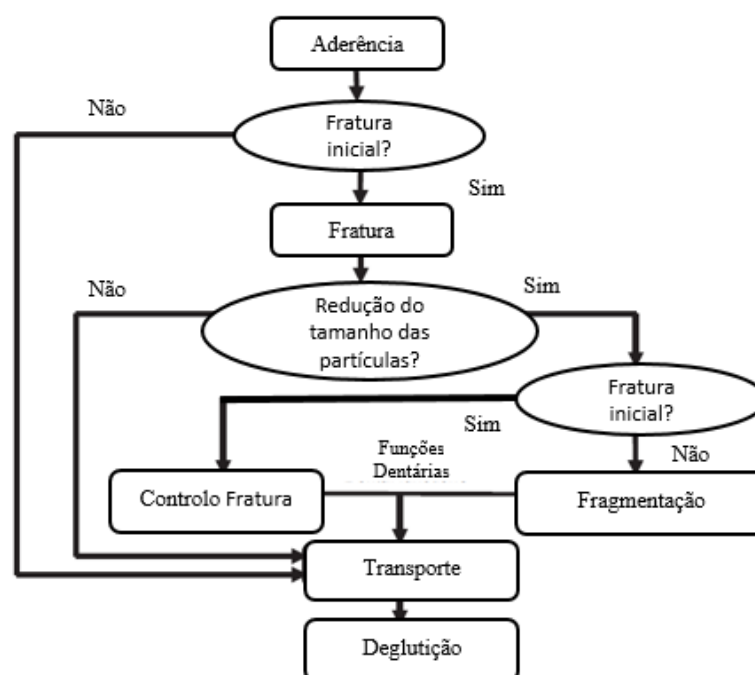


Figura 1. Estratégia de administração oral de alimentos. As caixas ovais correspondem à tomada de decisões e as caixas retangulares correspondem ao processamento (Adaptado de Lucas, 2002)

Observando a figura 1, podemos verificar que a primeira decisão assenta na necessidade de uma fratura ser ou não necessária. Por exemplo, no caso dos alimentos líquidos, estes serão transportados sem redução do tamanho. Durante a redução de tamanho, a decisão precisa ainda ser feita sobre continuar a mastigar ou transportar as partículas alimentares para a deglutição. O conceito de transporte em duas fases é muito útil para descrever o movimento dos alimentos no interior da boca, embora possa não ser necessariamente verdadeiro para pormenores exatos. A primeira fase de transporte é a transferência dos alimentos a partir da primeira dentada para a posição dos dentes laterais, de modo a que a redução do tamanho possa ser feita ao alimento. Durante este processo, o tamanho das partículas alimentares, as características da textura, a lubrificação, o sabor e o gosto serão detetados. Uma vez que as partículas alimentares são reduzidas a um tamanho confortável para serem engolidas, são movidas seletivamente para a parte posterior da cavidade oral de forma a formar o bolo alimentar - este movimento é denominado como a segunda fase de transporte (Chen, 2009; Foegeding, 2010).

O processamento oral inclui a atividade motora rítmica da mandíbula controlada pelo sistema nervoso central e modulado pelo feedback sensorial através de recetores mecânicos localizados nos lábios, mucosa oral e ligamentos periodontais, assim como pelas veias e órgãos tendinosos nos músculos da mandíbula, variando de acordo com os indivíduos devido a diferenças nas características anatómicas do aparelho mastigatório e fatores fisiológicos. Portanto, a estrutura dos alimentos é quebrada formando uma massa lubrificada até ao momento em que é atingido um limiar de deglutição. A saliva, que atua como lubrificante, reduz o atrito - amolecendo os fragmentos dos alimentos - e adere as partículas alimentares em conjunto para formar um bolo coeso. A quebra estrutural continua até que os fragmentos atingem um tamanho crítico, dependendo das características estruturais e mecânicas dos alimentos. O início da deglutição é um processo que tem em conta diversas propriedades do bolo, uma vez que a estrutura dos alimentos determina as propriedades mecânicas e estas determinam os processos necessários antes de um alimento ser engolido. Portanto, esta acontece quando o carácter físico do bolo alimentar atinge um determinado estado no qual o bolo alimentar pode ser transportado através dos tecidos macios da faringe e do esófago em segurança (Foegeding, 2010; Pascua, 2013).

1.2.1 – Textura: dinâmicas sensoriais durante o processamento oral de alimentos

O desejo atual de alterar a composição dos alimentos devido a preocupações com a saúde pública (redução de sal, gordura, teor calórico e aumento de compostos bioativos benéficos) trouxe luz aos desafios envolvidos na alteração da composição e manutenção da aceitação do consumidor. Por exemplo, reduzir a gordura no queijo é desejável, mas os consumidores não estão dispostos a sacrificar a textura e o sabor dos alimentos. A textura é um dos fatores mais importantes na escolha dos alimentos, especialmente para alimentos com texturas sólidas e semissólidas. Ao contrário do sabor e aroma, cujas sensações são associadas com estruturas moleculares específicas, a textura dos alimentos é uma propriedade cognitiva que se atribui aos alimentos com base na forma como os nossos sentidos interagem com os alimentos através da visão, tato e processamento oral. A percepção da textura é uma percepção cognitiva derivada de

vários inputs, podendo ser entendida a partir de medições físicas e fisiológicas que permitem explicar como a estrutura dos alimentos se rompe e é detetada durante o processamento por via oral (Pascua, 2013).

Ninguém sabe exatamente o quão longe podemos recuar no histórico da valorização do ser humano acerca da textura dos alimentos. Provavelmente, tanto para trás como a evolução do ser humano começou. No entanto, o termo “textura” para a descrição dos alimentos foi visto pela primeira vez apenas em torno dos meados do século passado, definido como “a mistura de experiências resultante das sensações na boca após a ingestão de um alimento ou bebida, no que se refere à densidade, viscosidade, tensão superficial e outras propriedades físicas da amostra”. Desde então, surgiram enormes interesses dos cientistas para caracterizar e quantificar a textura dos alimentos. Ao longo do último meio século, os avanços nos estudos sobre a textura dos alimentos têm sido enormes e tiveram um grande impacto sobre as práticas de fabrico dos alimentos e na qualidade de vida do consumidor (Stokes, 2013).

Apesar da visão e tato poderem fornecer informações úteis, o processamento oral é acima de tudo a etapa mais importante para a perceção da textura e sua apreciação. Duas variações principais devem ser consideradas no processamento oral dos alimentos e perceção sensorial: a individualidade dos seres humanos e as propriedades dos alimentos. A primeira variação reflete as diferenças da fisiologia oral (devido à idade, sexo, estado de saúde, etc.) enquanto a última reflete os efeitos da reologia e textura alimentar (tais como a dureza, suavidade, dimensões geométricas, etc.). Ambas as variações desempenham um papel importante na influência da forma como o produto é processado por via oral e a sua perceção sensorial (Lenfant, 2009).

A textura percebida na boca depende em grande parte do comportamento do alimento quando é quebrado e transformado fisicamente pelos órgãos da boca e pela saliva durante a mastigação - seja qual for a forma inicial do alimento ingerido, este será convertido num bolo deglutível, tal como já foi referido. No entretanto deste processo dinâmico de repartição, a boca - que é uma máquina altamente sofisticada - analisa continuamente as mudanças de textura por meio do controlo do feedback em tempo real e adapta-se às mudanças nas características dos alimentos. Este processo tem sido concebido como um caminho de desagregação na boca, onde cada um dos alimentos pode ser posicionado num espaço tridimensional descrito pelo grau de estrutura, grau de lubrificação e o tempo. O interesse na caracterização das propriedades físicas do bolo

durante a decomposição tem vindo a aumentar nos últimos anos. Embora tenha sido identificada por autores anteriores como uma área de interesse, a forma como esta via de repartição física afeta a percepção da textura e a preferência do consumidor nunca foi profundamente investigada (O'Callaghan, 2004). De fato, a sequência particular dos eventos perceptivos que ocorrem durante a repartição oral dos alimentos permanece desconhecida. Isto provavelmente acontece porque os métodos especificamente concebidos para medir os atributos de textura, como o perfil da textura ou métodos descritivos mais convencionais tais como a Análise Descritiva Quantitativa, que são amplamente utilizados para avaliar as propriedades, registam a intensidade dos atributos da textura de forma pontual. Os indivíduos consomem o alimento, às vezes seguindo um procedimento pré-definido, e a intensidade dos atributos de textura é marcada de acordo com a sua ordem de aparição durante o processo de alimentação. Assim sendo, torna-se evidente que a percepção da textura é um processo dinâmico, que é baseado na percepção obtida através da deformação oral contínua dos alimentos (Pascua, 2013).

1.2.2 - Análise do Perfil de Textura (TPA) – Ensaio de compressão dupla

O primeiro trabalho mais importante sobre a textura dos alimentos foi realizado por Szczesniak (1963). Pela primeira vez, uma ligação direta entre as propriedades mecânicas de um alimento e o seu perfil de textura foi estabelecida. O método de Szczesniak foi posteriormente denominado como Análise do Perfil de Textura (TPA) e ainda é frequentemente referido na literatura como um método padrão para a caracterização deste parâmetro. No entanto, é muitas vezes aplicado sem se saber a correta definição dos seus parâmetros ou sem a seleção das condições experimentais adequadas.

Outro importante desenvolvimento para os estudos sobre a textura dos alimentos foi o trabalho publicado uma década depois por Sherman (1973). A contribuição importante deste estudo foi o estabelecimento da relação entre as propriedades reológicas e a percepção sensorial, concluindo-se neste estudo que as pessoas aplicam diferentes estratégias orais quando provam e processam os alimentos (de viscosidade diferente). Revelou-se também que, quando se come (ou bebe) alimentos de baixa viscosidade, aplica-se uma tensão mínima enquanto se aumenta a taxa de deformação.

Por outro lado, quando se processam alimentos altamente viscosos, a taxa de deformação é mantida a um mínimo, mas a tensão aplicada é aumentada em proporção do aumento da viscosidade (Lenfant, 2009).

A origem do TPA teve como principal objetivo estabelecer uma ponte de ligação entre a avaliação sensorial e a avaliação instrumental da textura. Szczesniak trabalhava numa empresa – General Foods - onde juntamente com a sua equipa de investigação utilizou um texturómetro que se revelou como o grande avanço na análise instrumental do perfil de textura, denominando-se como o texturómetro General Foods (GF). Este equipamento, que foi uma modificação do original *MIT Denture Tenderometer* foi desenhado para simular a mastigação da boca e foi descrito como um conjunto, constituído por uma placa suportada por um braço flexível ligado a um medidor de tensão, e um êmbolo que atuava sobre a amostra do alimento, comprimindo-a duas vezes com um movimento alternativo que imitava a ação da mandíbula. O calibre de tensão detetava a força gerada, que era gravada num registador gráfico, e o êmbolo foi originalmente construído em cinco tamanhos e feito de três materiais diferentes. A curva obtida pelo texturómetro GF representava-se por um gráfico da força em função do tempo e a interpretação das curvas obtidas pelo texturómetro baseava-se na classificação dos parâmetros mecânicos da textura realizada por Szczesniak. A curva fornecia, então, sete parâmetros da textura, cinco medidos e dois calculados através dos últimos. Estes parâmetros foram denominados como dureza, coesividade, elasticidade, adesividade, fragilidade, mastigabilidade, gomosidade e viscosidade (Susana Fizsman, 1996; Bourn, 2003).

No entanto, alguns conceitos e resultados das experiências realizadas com este texturómetro foram criticados por Bourn (1978), ocorrendo assim algumas alterações a este método. Posto isto, decidiu fazer a adaptação de um novo instrumento – *Instron Universal Testing Machine* – demonstrando a primeira aplicação com o objetivo de analisar o perfil de textura (TPA) de alimentos, argumentando que era uma ferramenta mais viável para determinar os parâmetros do TPA do que o texturómetro GF. Alguns anos depois, voltou a classificar novamente os sete parâmetros da textura introduzindo algumas modificações desde que estes foram publicados por Szczesniak em 1975 (Figura 2).

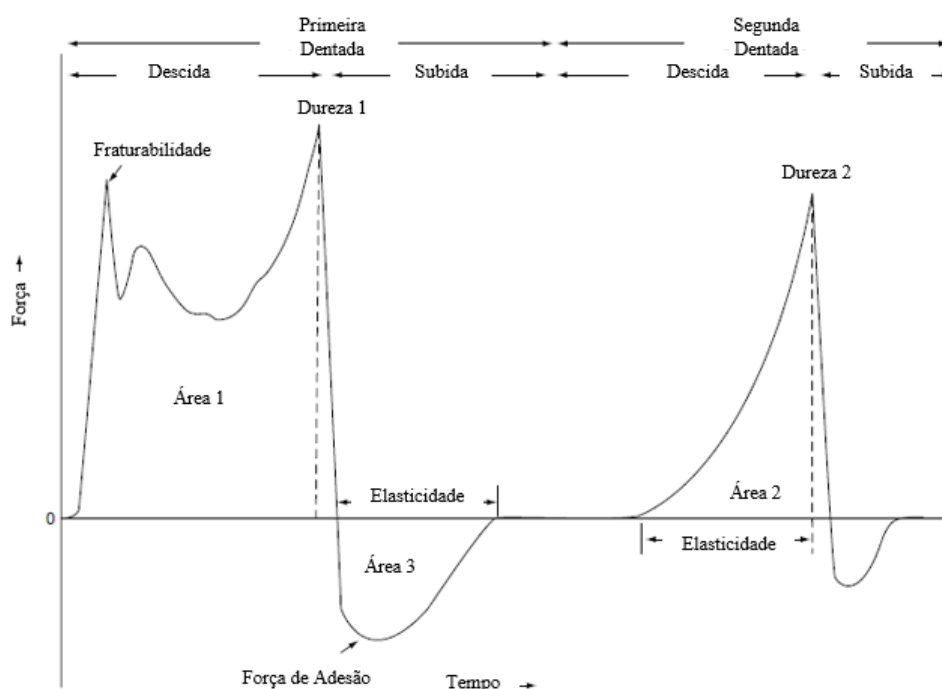


Figura 2. Curva generalizada da análise do perfil da textura (TPA) (Adaptado de Malcolm Bourne, 1978)

Desta forma, Malcolm Bourne definiu:

Fraturabilidade (originalmente denominada como fragilidade): “força da primeira quebra significativa na curva”. Como uma rutura, constitui um fenómeno visível relacionada com a macroestrutura da amostra, deve ser identificada como uma mudança na inflexão da curva cuja magnitude deve ser definida.

Dureza: “pico da força durante o primeiro ciclo de compressão”;

Coesividade: “resistência das uniões internas que formam o corpo do produto”;

Adesividade: “área de força negativa para a primeira mordida, representando a força necessária para puxar o êmbolo afastando-o da amostra do alimento”;

Elasticidade: “altura a que os alimentos se recuperam durante o tempo que decorre entre o fim da primeira dentada e o início da segunda”;

Gomosidade: “força x coesividade”;

Mastigabilidade: “gomosidade x elasticidade” (Malcolm Bourne, 1978).

Desde então, o TPA tem vindo a ser um método extremamente utilizado pela indústria alimentar para avaliar a textura de inúmeros alimentos.

1.2.3 - Reologia

A palavra reologia, etimologicamente, significa o estudo do fluxo e foi definida por Bingham em 1930 como “o ramo da física cujo objetivo é o conhecimento fundamental e prático da deformação ou fluxo da matéria devido à ação de forças mecânicas externas” (Hernández, 2006).

Do ponto de vista reológico, pode definir-se como um comportamento elástico (característico dos sólidos) e um comportamento viscoso (característico dos fluidos). Por sua vez, o comportamento viscoelástico é aquele que se caracteriza por adquirir propriedades elásticas e viscosas simultaneamente. A reologia alimentar é a extensão desta disciplina aos produtos alimentares. Desta forma, White (1970) define a reologia alimentar como “o estudo da deformação e fluxo dos materiais frescos, produtos intermédios e produtos finais da indústria alimentar” (Sandra Cervera, 2013).

Ambos os alimentos naturais e processados contêm estruturas hierárquicas e fases múltiplas, variando em escala de comprimento desde o nanoscópico ao macroscópico. Estas estruturas estão presentes para fornecer determinadas funcionalidades, tais como o valor nutricional e controlo da textura, ou para auxiliar o processamento e estabilidade. A reologia é usada como uma ferramenta essencial na engenharia dos alimentos, uma vez que é importante para o processamento, estabilidade de armazenamento e perceção sensorial, incluindo a textura e sensação na boca. Há um amplo conhecimento sobre as relações complexas entre a reologia e a estrutura dominante subjacente aos alimentos e bebidas, e existe um entendimento bom o suficiente para reformular diferentes tipos de alimentos de forma a terem, em grande parte, as mesmas características reológicas (Stokes, 2013).

A composição do alimento, juntamente com a sua estrutura, determina a reologia do produto alimentar. Dada a sua relação com a textura (figura 3) torna-se tentador dizer que a reologia do produto alimentar, por si só ou em combinação com as moléculas, determina a sua textura. No entanto, é preciso lembrar que a textura é um atributo percebido que é avaliado de forma dinâmica durante o consumo.

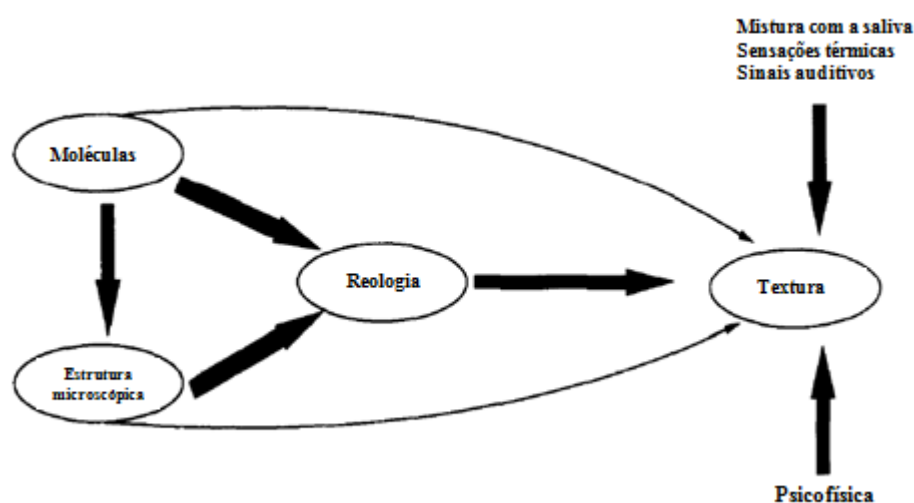


Figura 3. Correlação entre a estrutura dos alimentos, reologia e textura (Adaptado de Rajendra Borwnkar, 1992)

Uma forma de medir as propriedades viscoelásticas dos alimentos é mediante ensaios de viscoelasticidade linear. Num ensaio de viscoelasticidade linear, a relação entre o esforço e a deformação em função do tempo pode-se descrever através de equações diferenciais lineares de coeficientes constantes. Uma relação deste tipo implica que numa experiência, a relação esforço-deformação dependa do tempo e não do esforço ou da deformação. Num ensaio viscoelástico linear, a amostra não sofre uma destruição estrutural irreversível (Kajendra, 1992).

Uma vez que os géis são materiais viscoelásticos, os testes reológicos dinâmicos para avaliar as propriedades de sistemas de gel são bem adequados para estudar as características do gel, bem como a gelificação e fusão (Figura 4). A partir dos testes reológicos dinâmicos na gama viscoelástica linear, o módulo de armazenamento – G' , o módulo de perdas - G'' , e o fator de perda – $\tan \delta = (G''/G')$ podem ser obtidos. G' é uma medida da energia de deformação armazenada na amostra durante o processo de corte, que representa o comportamento elástico da amostra. Por outro lado, o valor G'' é o módulo de perdas ou módulo viscoso e é uma medida da energia dissipada (Gipsy, 2005).

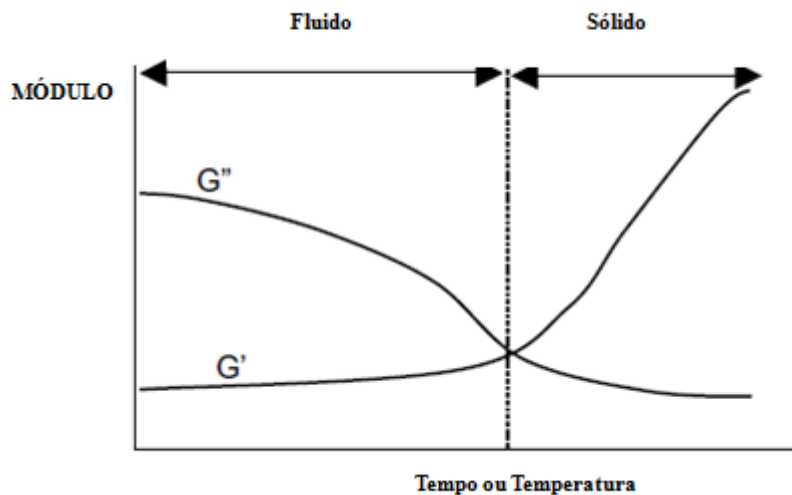


Figura 4. Resposta viscoelástica de um material sujeito a gelificação
(Adaptado de Gipsy Tabilo-Munizaga, 2005)

Se G' for muito maior que G'' , o material irá comportar-se mais como um sólido, ou seja, a deformação será essencialmente elástica. No entanto, se G'' é muito maior que G' , a energia utilizada para deformar o material é dissipada na forma viscosa e o comportamento do material é do tipo líquido. Por outro lado, o fator de perda revela a relação entre a viscosidade da parte elástica do comportamento de deformação. Um ângulo de fase $\delta = 0^\circ$ ou $\tan \delta = 0$ corresponde a uma resposta elástica e $\delta = 90^\circ$ ou $\tan \delta = \infty$ é uma resposta viscosa. Se o ângulo de fase está compreendido entre o intervalo $0 < \delta < 90^\circ$, o material é designado como viscoelástico (Rajendra, 1991; Jianshe, 2012).

O reómetro, ou viscosímetro, que mede as propriedades reológicas dos fluidos através da resistência ao escoamento sob uma força conhecida, é uma ferramenta importante nos estudos de reologia dos alimentos. Viscosímetros capilares, viscosímetros com uma bola suspensa, reómetros rotacionais e oscilatórios, entre outros, são os mais usados para executar as medições da reologia. Os reómetros comerciais podem ser divididos em analíticos e empíricos, dando a viscosidade real (*Paar Physica*, *TA Instruments*, *Bohlin*, *Haake*, *Brookfield*, *Reologica*, entre outros) e são os principais fornecedores de instrumentação reológica, criando diferentes tipos de equipamentos para cobrir todas as necessidades da indústria dos alimentos.

1.3- Métodos de Análise Sensorial

Stone e Sidel (2004) definem a análise sensorial dos alimentos como “o método científico usado para evocar, medir, analisar e interpretar as reações a determinadas características dos alimentos tal e qual como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, tato, gosto e audição”.

Os alimentos processados estão a tornar-se cada vez mais complexos e as suas propriedades organoléticas podem mudar durante o consumo. O processo complexo de mastigação, no qual os alimentos são quebrados em partículas mais pequenas até um bolo coeso que pode ser engolido é formado, pode ser situada num espaço em que a estrutura, lubrificação e tempo estão diretamente envolvidos. É sabido que a maneira como os alimentos quebram na boca afeta tanto a percepção da textura como as preferências dos consumidores. Desta forma, a utilização de métodos de análise sensorial dinâmicos mostra-se extremamente útil para o estudo da dimensão temporal da percepção da textura na boca (Lenfant, 2009). Todos os métodos de análise descritiva envolvem a deteção (discriminação) e a descrição de ambos os aspetos sensoriais qualitativos e quantitativos de um produto alimentar. Os membros do painel devem ser capazes de detetar e descrever os atributos sensoriais percebidos numa amostra. Estes aspetos qualitativos do produto combinam-se para definir o produto, e incluem as propriedades de aparência, aroma, sabor e textura, que o diferencia dos outros. Além disso, os participantes devem aprender a diferenciar e avaliar os aspetos quantitativos ou de intensidade de uma amostra e definir em que grau essa característica está presente na amostra (Meilgaard, 1999).

Entre as várias provas descritivas, a análise descritiva qualitativa (QDA) foi desenvolvida por Stone e colaboradores (1974) e é uma das provas mais utilizadas para caracterizar um produto, aportando uma terminologia própria que o define. No geral, o objetivo principal desta análise é encontrar um número mínimo de descritores que tenham um máximo de informação sobre as características sensoriais do produto. Para além do QDA, dentro dos ensaios descritivos, existem diversos métodos que também incluem a temporalidade na mastigação do alimento, como o método de tempo-intensidade, o método tempo-intensidade dupla ou o perfil progressivo (Sandra Cervera, 2013).

1.3.1- Domínio Temporal das Sensações (TDS)

Devido a inúmeras limitações apresentadas pelos métodos referidos anteriormente para caracterizar a percepção da textura, um novo método denominado como Domínio Temporal das Sensações (TDS) foi desenvolvido, aplicável a produtos nos quais vários atributos são percebidos e são simultaneamente comparados ao longo do tempo. O TDS é um método sensorial que estuda a sequência das sensações dominantes de um produto durante um determinado período de tempo. Nesta metodologia, os avaliadores têm de caracterizar os aspetos temporais do produto avaliando simultaneamente todas as sensações percebidas. Com esse objetivo, uma lista completa de atributos é apresentada aos avaliadores numa tela de computador. Durante a avaliação, o painel de provadores tem que selecionar o atributo por eles percebido como sendo dominante em cada momento do tempo e assim sucessivamente até a percepção terminar. Cada vez que os membros do painel consideram que o atributo dominante mudou, têm que selecionar o novo atributo dominante. Considerando-se que a textura é uma propriedade sensorial de múltiplos parâmetros, esta metodologia tem um potencial interessante para caracterizar a percepção de textura de inúmeros alimentos (como por exemplo, o iogurte). Não obstante, a metodologia TDS torna possível obter informações temporais para até 10 atributos durante uma avaliação, aspeto que nenhum outro método de análise sensorial explorado até hoje permite (Lenfant, 2009; Meilgaard, 1999; Bruzzone, 2013; Pineau, 2009; Albert, 2012; Laguna, 2013).

1.3.2- Apreciação Global Dinâmica (DL - *Dynamic Liking*)

Os métodos sensoriais convencionais, como a análise descritiva quantitativa ou outros métodos de análise do perfil sensorial, tal como já foi referido, consideram implicitamente as propriedades sensoriais em estudo como um fenómeno estático. No entanto, é sabido que a percepção do sabor não é um fenómeno único, mas sim um processo dinâmico em que cada passo deve ser considerado de forma a compreendê-lo na sua totalidade. Posto isto, diversas técnicas sensoriais foram desenvolvidas com o objetivo de descrever as sensações geradas pelos alimentos, tendo em consideração o seu aspeto dinâmico. O método tempo-intensidade, tempo-intensidade de duplos

atributos, perfil progressivo, domínio temporal das sensações (TDS) e perfil sequencial mostram a importância da dimensão temporal na avaliação sensorial. Portanto, se a percepção muda em função do tempo, também era de esperar que as respostas hedônicas modificassem durante o consumo. O primeiro trabalho realizado com o objetivo de investigar a Avaliação Global Dinâmica (DL – *Dynamic Liking*) foi realizado por Lee e Pangborn (1986): eles provaram que o gosto muda ao longo do tempo, e estas alterações podem ser medidas usando a metodologia de intensidade temporal. Mais tarde, Taylor e Pangborn (1990) mediram o grau de apreciação de leite achocolatado ao longo de um período de consumo de 80 segundos, descobrindo que as respostas hedônicas mostravam alterações sistemáticas durante a degustação, e que estas alterações dependiam do produto. Neste caso, suspeitou-se que estas alterações na resposta hedônica podem ser uma mera reflexão da variação de intensidade de diferentes atributos. Em paralelo com as alterações de textura resultantes da destruturação dos alimentos, compostos do tato e olfato são libertados tanto dentro da boca como na região olfativa de forma a construir uma percepção dinâmica do aroma. O processo de quebra dos alimentos é continuamente controlado e adaptado pelas alterações das propriedades dos alimentos na boca. Esta resposta adaptativa é possível devido à informação dinâmica sobre a quebra dos alimentos fornecida ao sistema nervoso central pelos sentidos orais. Para além disso, as percepções resultantes da transformação dentro da boca determinam em parte o nível de prazer associado com o consumo dos alimentos. O aspeto dinâmico das percepções começou a ser seriamente considerado por cientistas sensoriais nos anos 70 com o desenvolvimento da metodologia tempo-intensidade que tem vindo a ser muito utilizada desde então. Este método mede alterações de intensidade ao longo do tempo para um dado atributo, o que fornece informação útil sobre o início e o declínio da percepção, a sua duração e a sua intensidade. Esta informação temporal acabou por tornar-se muito útil para novos estudos da percepção do gosto. No entanto, independentemente das mudanças das percepções sensoriais serem ou não desencadeadas por mudanças dos estímulos através da mastigação, ainda não se sabe se este processo resulta ou não em alterações nos níveis de preferência durante a degustação de um alimento. Embora Lee e Pangborn (1986) tenham relatado que a palatabilidade seja também um fenómeno temporal que pode ser medido através de um procedimento temporal, o gosto por um alimento é geralmente medido através de uma resposta única, integrada e temporal. São poucos os

estudos que podem ser encontrados na literatura para a medição da evolução temporal da preferência durante o consumo de um alimento. *Lee, Barrick e Welling* (1992) também usaram a metodologia hedônica temporal para medir as mudanças temporais da preferência na prova de diferentes soluções de sacarose. Eles estavam interessados nos fatores que influenciavam a transição do “gostar” para o “não gostar”. O momento em que o nível de gosto passou de “gosto” para “não gosto” (dado que uma amostra doce é geralmente apreciada na primeira parte do seu consumo) foi menor à medida que a concentração de sacarose era maior, o que sugere uma relação entre o comportamento de adaptação e a resposta hedônica. *Veldhuizen, Wuister, e Kroeze* (2006) confirmaram ainda que a escala hedônica de tempo pode ser feita e que a curva hedônica desse tempo não se baseia numa cópia da curva de intensidade. Eles mediram as alterações temporais da intensidade do gosto e palatabilidade de limonadas com diferentes níveis de quinina adicionada, de forma a investigarem a relação entre o tempo percorrido na resposta da intensidade e o tempo percorrido na resposta hedônica. Ambas as funções mostraram um aumento inicial até um máximo e logo de seguida a sua diminuição. Podemos então concluir que, a hipótese científica em questão é que as alterações sensoriais que resultam da transformação dentro da boca de um alimento quando é ingerido desencadeiam uma dinâmica no gosto. De acordo com *Hyde e Witherly* (1993), acredita-se que os contrastes sensoriais em cada momento no tempo resultantes da manipulação dos alimentos na boca estão na base do prazer multidimensional evocado pelos alimentos e sua palatabilidade. Ao analisar esta hipótese, chegamos à conclusão que a percepção de um alimento durante o seu consumo é obviamente um processo dinâmico - os alimentos mudam enquanto são comidos ou bebidos. Quando colocados na boca, sofrem a ação combinada da saliva, mastigação e respiração assim como alterações de temperatura, tudo isto fazendo parte do referido processamento oral dos alimentos. Isto resulta numa queda progressiva da textura e libertação de aromas, duas características dos alimentos que dependem do tempo. Juntamente com estas alterações mecânicas e físico-químicas do bolo alimentar, os consumidores por si só são também influenciados por alterações enquanto comem ou bebem, o que resulta igualmente em modificações na percepção dos alimentos. Os métodos de análise tempo-intensidade foram desenvolvidos com o objetivo de registrar as alterações de intensidade ao longo do tempo. Portanto, seria de esperar uma evolução do gosto para um determinado alimento quando este é comido. Alguns investigadores anteciparam também que as preferências dos

consumidores poderiam ser explicadas por dados sensoriais dinâmicos. No entanto, poucos estudos se focam nos aspetos temporais do gosto por si só (Galmarini, 2014; Julien, 2004; Martin, 2012).

1.3.3 – Textura: correlação entre as medidas instrumentais e sensoriais

Existe uma grande variedade de medidas instrumentais que permitem fazer um seguimento das alterações que acontecem desde que um alimento é produzido até que é armazenado. Estas alterações podem ser diversas e podem estar associadas a variações de cor, odor, sabor e textura, sendo estas variações responsáveis pela duração da vida útil sensorial. Na literatura atual, existem inúmeros trabalhos de investigação nos quais se estabelecem correlações entre as medidas instrumentais e sensoriais, no entanto, é difícil encontrar uma análise exaustiva sobre esta relação. Tal como foi referido, podemos afirmar que o conceito de textura aplicado aos alimentos é relativamente recente, o que o torna uma ferramenta de estudo ainda em desenvolvimento. Em particular, quando fazemos referência a um alimento, este conceito aporta características que estão relacionadas com a sua constituição, natureza e estrutura. A definição aceite internacionalmente baseia-se num ponto de vista eminentemente sensorial, ou seja, na perceção humana da textura. Um elevado número de conceitos é popularmente utilizado para descrever as sensações de textura, fazendo parte destes conceitos as definições físicas e sensoriais das características mecânicas (Guillermo Hough, 2005)

A medição da textura implica ter em conta toda uma série de ações, estímulos e perceções ao ingerir um alimento e, ainda antes disso, ao entrar em contacto com ele e manipula-lo antes da ingestão. Estes estímulos vão desde a trituração - que é realizada logo na primeira dentada levando à rutura inicial - passando pela etapa completa de mastigação e mistura com a saliva, até às sensações de viscosidade - aderência, consistência na boca e facilidade para engolir – que formam parte da perceção da textura de um alimento. Portanto, em todo o momento se deve ter em conta que a relação entre as perceções sensoriais com as medições instrumentais de textura correspondentes, nem sempre será direta. Por exemplo, nos processos complexos de ingestão que são descritos, tais como a mastigação, nem a magnitude das forças que se exercem nem a sua velocidade são uniformes, sendo que a pessoa as adapta inconscientemente no estímulo. Este estímulo irá sempre variar, não só dependendo do

tipo de alimento mas, para um dado alimento, ao longo de todo o processo; no geral, o processo de conversão a um bolo alimentar implica uma redução gradual da resistência de mastigação. Também é variável a velocidade dos movimentos das mandíbulas e o número de vezes que se mastiga antes de engolir. As forças que se exercem não são uniaxiais nem perpendiculares ao pedaço de alimento como na maioria dos texturómetros modernos. Outros fatores que deveriam ter-se em conta durante a realização de medidas instrumentais são a temperatura (na boca, a percepção é um par de graus inferior a 37°C), a presença de saliva – que atua como lubrificante e solvente – facilitando a mastigação, a forma diferente dos dentes, etc. (Susana Fiszman, 2005). Neste mundo de sensações múltiplas que é a textura, muitas das medidas instrumentais centram-se na resistência à primeira ou segunda mordida, geralmente ações apreendidas com os incisivos ou molares. Portanto, as medidas instrumentais da textura centram-se, na sua grande maioria, no uso de texturómetros. Hoje em dia, estes equipamentos encontram-se informatizados e possuem um *software* que facilita o registro e os cálculos das medidas. Contudo, estas facilidades são certamente “arriscadas”. É necessário conhecer em todo o momento que ações leva a cabo o aparelho, que respostas provocam no alimento e que parâmetros se registam como representativos de tais respostas. É muito aconselhável existir uma elevada familiarização com o produto que se quer medir e efetuar muitas provas previamente ao ensaio final. A escolha da velocidade ou o êmbolo adequado e o estudo das curvas obtidas deve ser um passo prévio que poucas vezes se leva a cabo. Muitas vezes não é apenas um parâmetro ou dois que melhor descrevem as características de um produto mas sim a curva completa que se registra ao longo de todo o ensaio. Esse perfil geralmente comporta-se como a “impressão digital” do alimento. É extremamente importante não se perder de vista o objetivo que se pretende atingir: não será o mesmo fazer o seguimento de um processo de envelhecimento de pão armazenado que tentar conhecer as alterações que se produzem durante um período de armazenamento de iogurtes. É muito conveniente saber que tipo de variações se podem esperar para aplicar o tipo de ensaio adequado. Neste sentido, é muito interessante utilizar amostras frescas ou recentes, e amostras que apresentem a alteração mais extrema que se possa esperar. Deste modo, será conhecido o intervalo de propriedades mecânicas que se deve caracterizar e assim se poderá selecionar as condições ideais.

O presente estudo tem como finalidade avaliar o efeito da reformulação de sobremesas lácteas semissólidas (estilo tartes de queijo), percebendo de que forma a alteração da sua composição relativamente à percentagem dos seus ingredientes pode influenciar as suas propriedades de textura e reologia.

Finalmente, será estudada a relação da textura com as dinâmicas sensoriais durante o processamento oral das sobremesas lácteas reformuladas, sendo para isso utilizados dois métodos recentemente desenvolvidos denominados por TDS - domínio temporal de sensações e Avaliação Global Dinâmica (DL - *Dynamic Liking*).

Esta dissertação representa um projeto complementar a uma tese de doutoramento pertencente a uma investigadora do instituto de investigação, cujo tema está relacionado com a reformulação de sobremesas lácteas semissólidas com o objetivo de aumentar a sua capacidade saciante.

2- Material e Métodos

2.1- Sobremesas lácteas reformuladas

Foram estabelecidas as proporções dos ingredientes e os passos de elaboração adequados para a obtenção de um produto similar que seja vendido comercialmente, com aparência de bolo arejado e bastante húmido, com cor creme claro e sabor lácteo doce, que deve conservar-se sob refrigeração até ao momento do consumo. Estas sobremesas são do estilo tartes de queijo (cheesecake) submetidas a cozimento.

Formulações

Na tabela 1, apresentam-se as percentagens dos ingredientes para cada uma das seis formulações de tartes de queijo.

Tabela 1 – Formulação das tartes de queijo utilizadas no desenvolvimento do trabalho experimental, todos os valores apresentados em % (m/m), em que: CE = Controle, C+N = Controle com Nata, CE-H = Controle sem Ovo, CE-M = Controle sem Maizena, CE-A = Controle sem Açúcar e CE+L = Controle com acréscimo de leite em pó.

Formulações das tartes de queijo						
Ingredientes	CE (Controlo)	C+N	CE-H	CE-M	CE-A	CE+L
Queijo fresco inteiro	55,00	34,12	68,75	57,89	61,11	50,60
Nata líquida	0,00	37,97	0,00	0,00	0,00	0,00
Ovo inteiro pasteurizado	20,00	12,41	0,00	21,05	22,22	18,40
Açúcar refinado	10,00	6,20	12,50	10,53	0,00	9,20
Leite em pó desnatado	10,00	6,20	12,50	10,53	11,11	17,20
Amido de milho	5,00	3,10	6,25	0,00	5,56	4,60
Total	100	100	100	100	100	100

Todas as formulações de substituição partiram da substituição dos 55% de queijo fresco *Burgos*.

Nas amostras CE (figura 5) utilizou-se 100% de queijo fresco inteiro e nas amostras CN apenas se substituiu uma parte do queijo fresco inteiro por nata líquida *Hacendado* (33% gordura), uma vez que substituições superiores a 50% da proporção de queijo inteiro por queijo desnatado resultam num colapso da estrutura durante o processo de aquecimento, sendo então um caso particular de aumento de gordura ao invés da sua diminuição. Em todas as restantes amostras foi possível remover os ingredientes em avaliação a 100% sem qualquer dano físico visível nas tartes de queijo:

leite em pó desnatado *Asturiana*, amido de milho *Maizena*, açúcar refinado *Hacendado* e ovo inteiro pasteurizado *Pascual*.



Figura 5. Amostra controle (CE)

2.1.1 – Preparação das amostras

A preparação das amostras iniciou-se com a pesagem dos ingredientes, na qual se utilizou uma balança analítica *Kern Ew*, seguida da mistura dos mesmos numa batedeira *Kenwood Major Classic* (a velocidade 5) responsável pela homogeneização. Os ingredientes foram adicionados individualmente e sequencialmente em intervalos de 1 minuto (queijo fresco, ovo inteiro pasteurizado, açúcar refinado, leite em pó desnatado e amido de milho previamente dissolvidos em água potável) perfazendo um total de 20 minutos de batimento. No final deste processo, a mistura obtida foi vertida em moldes de silicone e colocada num forno convencional *De Dietrich*, previamente aquecido a 180°C, durante 25 minutos (temperatura interna do produto $94\pm5^{\circ}\text{C}$, medida no centro da tarte com a ajuda de um termómetro). Após o cozimento, as amostras retiradas do forno foram arrefecidas à temperatura ambiente seguindo-se da remoção dos moldes, estabilização e armazenamento num refrigerador convencional a aproximadamente 5°C por um mínimo de 12 horas, de modo a alcançar o equilíbrio dos ingredientes do produto.

2.2- Medição da textura e reologia

2.2.1 – Preparação das amostras

As amostras foram retiradas do refrigerador, ao final de doze horas de estabilização. As medições foram feitas em duplicado para cada formulação, perfazendo um total de 12 medições por dia (dois tipos de formulação por dia).

2.2.2 – Ensaio de dupla compressão TPA

Para realizar a medição da textura, recolheram-se três amostras diferentes de cada tarte com o auxílio de um cilindro (com 1,7 cm de altura e 2,2 cm de diâmetro), fazendo um duplicado para cada formulação (Figura 6). Efetuou-se um ensaio de dupla compressão (TPA) com o equipamento TA.XT.Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido), com o uso da sonda P/75, fixando uma compressão correspondente a 35% da altura inicial das amostras recolhidas com o cilindro, a uma velocidade de 1mm/segundo, velocidades de pré e pós ensaio de 10 mm/segundo, tempo entre compressões de 5 segundos e valor de *trigger point* de 15g. As variáveis registradas foram a dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade, a partir das curvas de TPA mediante o software *Texture Expert* (Figura 7). Foram efetuadas medições em dias diferentes para cada duplicado, de forma a tornar a recolha de dados aleatória.



Figura 6. Recolha de três amostras diferentes de cada tarte com o auxílio de um cilindro

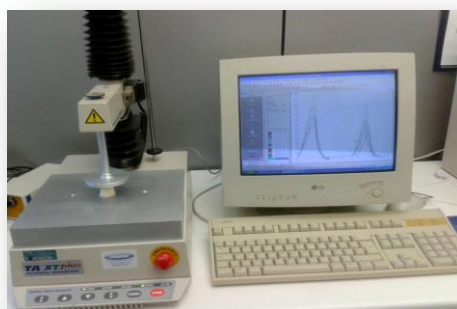


Figura 7. Equipamento TA.XT.Plus Texture Analyser

2.2.3- Medição da força máxima de compressão até rutura

Para realizar a medição da compressão até à rutura, recolheram-se dois pontos diferentes de cada amostra com o auxílio de um cilindro (com 1,7 cm de altura e 2,2 cm de diâmetro), fazendo um duplicado para cada formulação. Efetuou-se um teste de compressão com o equipamento TA.XT.Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido), com o uso da sonda P/75, fixando uma compressão que permitisse a rutura total da amostra (Figura) correspondente a uma distância de 12 mm da altura inicial das amostras recolhidas com o cilindro, a uma velocidade de 1mm/segundo, velocidades de pré e pós ensaio de 10 mm/segundo, e valor de *trigger point* de 15g. As variáveis registradas foram a distância percorrida e força aplicada, a partir das curvas obtidas mediante o software *Texture Expert*. Foram efetuadas medições em dias diferentes para cada duplicado, de forma a tornar a recolha de dados aleatória.

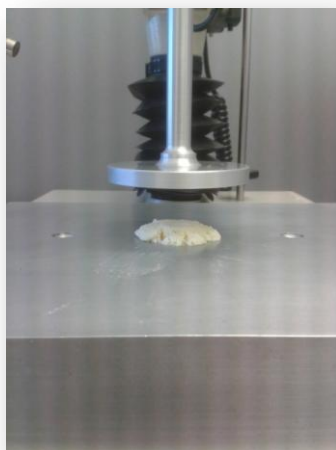


Figura 8. Ensaio de compressão até rutura com o uso da sonda P/75

2.2.4- Medição da força máxima de penetração com dente

Para realizar a medição da penetração com dente, utilizaram-se três pontos diferentes de cada amostra, fazendo um duplicado para cada formulação. Efetuou-se um teste de compressão com o equipamento TA.XT.Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido), com o uso da sonda em forma de dente “Voled Jaws”, fixando uma penetração parcial da amostra (Figura 9) correspondente a uma distância de 10 mm da altura inicial das amostras recolhidas com o cilindro, a uma velocidade de 1mm/segundo, velocidades de pré e pós ensaio de 10 mm/segundo, e valor de *trigger point* de 15g. As variáveis registradas foram a distância percorrida e força aplicada, a partir das curvas obtidas mediante o software *Texture Expert*. Foram efetuadas medições em dias diferentes para cada duplicado, de forma a tornar a recolha de dados aleatória.



Figura 9. Ensaio de penetração com dente com o uso da sonda “Voled Jaws”

2.2.5- Medição das propriedades viscoelásticas (reologia)

Para realizar a medição da reologia, as propriedades viscoelásticas lineares das formulações foram avaliadas em duplicado num prazo de 15 minutos após a mistura e batimento de todos os ingredientes, utilizando um reómetro de tensão controlada (AR-G2, TA Instruments, Crawley, Reino Unido) (Figura 10) com temperatura controlada por um sistema peltier, com uma geometria de placa - placa dentada de 40 mm de diâmetro e um gap de 1 mm. Antes de se iniciarem as medidas, deixou-se decorrer 10 minutos para atingir o equilíbrio da amostra colocada entre as placas. Inicialmente efetuaram-se as corridas de tensão para determinar a região viscoelástica linear (ZVL), aplicou-se óleo de vaselina nas superfícies expostas para evitar a sua desidratação e efetuaram-se as corridas de frequência de 10 a 0,01 Hz numa amplitude de tensão controlada que estava compreendido na ZVL (0,001) e a temperatura fixa de 20°C. Finalmente, incrementou-se a temperatura desde 20°C até 80°C, na proporção de 1°C/min, com amplitude de tensão controlada (0,001) e frequência fixa em 1 Hz, com o objetivo de criar condições similares às experimentadas durante a cozedura das tartes.



Figura 10. AR-G2, TA Instruments, Crawley, Reino Unido

2.3 - Análise sensorial

2.3.1- Método TDS

2.3.1.1- Identificação de termos e treino do painel (com provadores treinados e semi-treinados)

Dezasseis avaliadores com experiência prévia em análise descritiva quantitativa foram selecionados para participar neste estudo. Três sessões preliminares com a duração de 1 hora foram realizadas a fim de explicar a técnica de TDS assim como a noção de temporalidade de sensações e permitir aos avaliadores testar o software de recolha de dados (software *Fizz*) com o objetivo de esclarecerem todas as eventuais dúvidas. Na primeira sessão, os avaliadores descreveram as seis diferentes formulações de tartes de queijo originando uma lista de atributos, focando-se apenas nos descritores de textura ao longo do período de mastigação. Na segunda sessão, os atributos mais referidos pelos provadores foram selecionados, definidos e o protocolo de medição foi finalmente desenvolvido (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos atributos definidos pelo painel treinado

Atributo	Descrição
Húmido	Percepção de água absorvida ou libertada pelo produto
Seco	Sensação de sequeidão na boca
Duro	Força máxima requerida para deformar o alimento na boca
Mole	Força mínima requerida para deformar o alimento na boca
Cremoso	Refere-se a uma textura suave
Granuloso	Percepção da dimensão e forma de partículas presentes no produto
Fondant	Rapidez com que o produto desaparece ou se desfaz na boca
Recobrimento/Revestimento	Presença de resíduos na boca difíceis de remover, logo após a deglutição

Durante a terceira sessão, os provadores foram capazes de compreender os conceitos de dominância e de sequência e participaram numa sessão de TDS simulada com várias amostras de tartes de queijo, a fim de esclarecerem todas as dúvidas e familiarizarem-se com o programa e metodologia aplicada. Na tela do computador (Figura) é apresentada a lista completa dos atributos selecionados. Depois de pressionarem o botão *Start*, os provadores devem escolher as sensações dominantes em cada momento da degustação da amostra no prazo de um minuto. Assim que a amostra é completamente engolida, os provadores selecionam o botão *Stop*, são convidados a beber água e passam para a amostra seguinte, e assim sucessivamente até à última amostra.

2.3.1.2- Avaliação formal

A avaliação TDS ocorreu ao longo de três sessões, realizadas em três dias diferentes, a fim de realizar três réplicas para cada amostra. As amostras foram entregues em copos de plástico, seguindo uma apresentação sequencial monádica de acordo com uma ordenação aleatória previamente gerada pelo Software Fizz. Todas as amostras foram previamente codificadas com código aleatório de 3 dígitos, e os provadores foram instruídos a colocar toda a amostra na boca, sem o auxílio de uma colher ou qualquer outro utensílio. A avaliação foi realizada no laboratório onde se encontrava o computador, as amostras estavam disponíveis numa banca, e estava disponível um copo de água para limpar a boca entre amostras (Figura 11). No ecrã do computador, foram apresentados oito atributos aos provadores, com um tempo máximo de análise de um minuto.



Figura 11. Provador a avaliar a amostra dada. À direita do computador pode ver-se o copo de água, à esquerda o copo com a amostra, e no canto inferior esquerdo a banca onde estavam disponíveis as amostras

2.3.2 - Testes ao consumidor

Foram realizadas duas sessões de teste em dois dias diferentes a meio da manhã, especificamente antes do almoço (11h00 – 13h00). Um total de 160 consumidores (80 em cada sessão) com idades compreendidas entre os 18 e 65 anos que consomem eventualmente sobremesas lácteas concordaram em participar neste estudo. Os consumidores avaliaram as seis amostras numa única sessão. As diferentes amostras de tarte de queijo foram codificadas com números de três dígitos aleatórios seguindo um delineamento experimental balanceado.

2.3.2.1 - Teste de aceitação global

Os consumidores provaram as amostras e fizeram a apreciação global de cada uma marcando a sua pontuação numa escala hedónica de 9 pontos a partir de 1= Não gosto nada a 9= Gosto muito. De seguida, no mesmo questionário, responderam a duas perguntas: “O que lhe gostou mais nesta amostra” e “O que lhe gostou menos nesta amostra”.

2.3.2.2 - Apreciação Global Dinâmica (DL – *Dynamic Liking*)

Os consumidores provaram as amostras e fizeram a apreciação global em três momentos específicos do seu período de mastigação, como apresentado:

M1: no início da mastigação (aproximadamente depois de três ciclos de mastigação)

M2: a meio da mastigação

M3: logo após engolir a amostra

A mesma escala hedónica de 9 pontos foi utilizada para cada momento, em que 1=Não gosto nada e 9=Gosto muito

2.4- Análise estatística dos dados

A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para comparar o efeito dos diferentes ingredientes nas propriedades de textura (dureza, coesividade, elasticidade, mastigabilidade, força máxima de compressão até rotura, força máxima de penetração) em comparação com a amostra controle, assim como para as pontuações obtidas nos testes ao consumidor (teste de aceitação global e apreciação global dinâmica) (Anexo C). Os testes de comparação múltipla foram utilizados para analisar as diferenças entre grupos, com um intervalo de confiança de 95%. Estas análises foram realizadas com o software estatístico XLSTAT (Addinsoft-Barcelona-Spain, version 2009, 4.03) (Anexo A).

Relativamente ao método de TDS, os dados foram recolhidos através do Software *Fizz* versão 2.45 (Biosystems, Coutermon, France). Tal como foi explicado por *Lenfant, Loret, Pineau, Hartmann e Martin* (2009), o atributo escolhido como dominante e os momentos em que o domínio foi iniciado e interrompido foram recolhidos em cada análise efetuada pelo provador. À medida que a duração da mastigação até ao momento em que a amostra foi engolida diferia de um provador para o outro, assim como as escalas de tempo de percepção sensorial, os dados foram normalizados, ajustando-os de acordo com a duração da mastigação para cada provador (Paula Varela, 2013). Um exemplo dos dados em bruto pode ser visto na figura 12, que representa uma amostra e os seus atributos dominantes escolhida por um membro do painel durante o período de consumo. Neste exemplo, o provador detetou o atributo “suave” no intervalo de tempo de 15-22 segundos, “húmido” dos 22-30 segundos, e assim sucessivamente. As taxas de dominância para cada sensação foram então determinadas para cada amostra, e estes dados foram representados pelas curvas suavizadas. Nas curvas TDS, o período em que a sensação foi dominante num determinado produto (taxa de dominância) foi calculado em cada ponto do tempo e, em seguida, as curvas TDS de todos os atributos foram mostradas no mesmo gráfico. Quando as curvas TDS são desenhadas, duas linhas adicionais são pedidas – nível de significância e nível de acaso. O nível de acaso refere-se à taxa de dominância em que um atributo se pode obter ao acaso. O seu valor é inversamente proporcional ao número de atributos. O nível de significância é o valor mínimo em que esta proporção deve ser

igual, se é para ser considerada de forma significativa ($p < 0.00005$) (Susana Fízsman, 2013) (Anexo B).

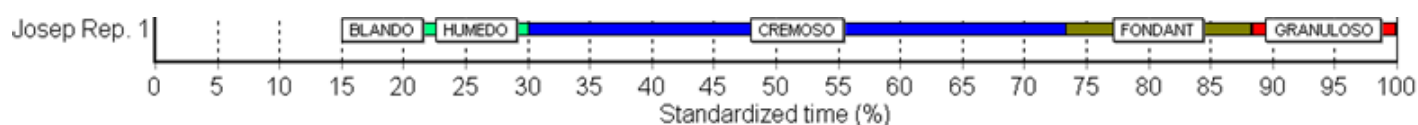


Figura 12. Exemplo dos dados TDS em cru de um provador para uma amostra

3- Resultados e Discussão

3.1- Análise do perfil de textura - TPA

Na figura seguinte, apresenta-se o gráfico que descreve o comportamento geral de todas as amostras durante o ensaio de dupla compressão TPA (Figura 13). Os picos alcançados representam a dureza ou resistência à compressão, a coesividade determina-se pela diferença entre as áreas 1 e 2 referidas no gráfico e a elasticidade pela diferença entre as distâncias percorridas na primeira e segunda compressão para cada uma das amostras avaliadas. Finalmente, a mastigabilidade é obtida através do produto entre a dureza, coesividade e elasticidade (Mc Bourne, 2003).

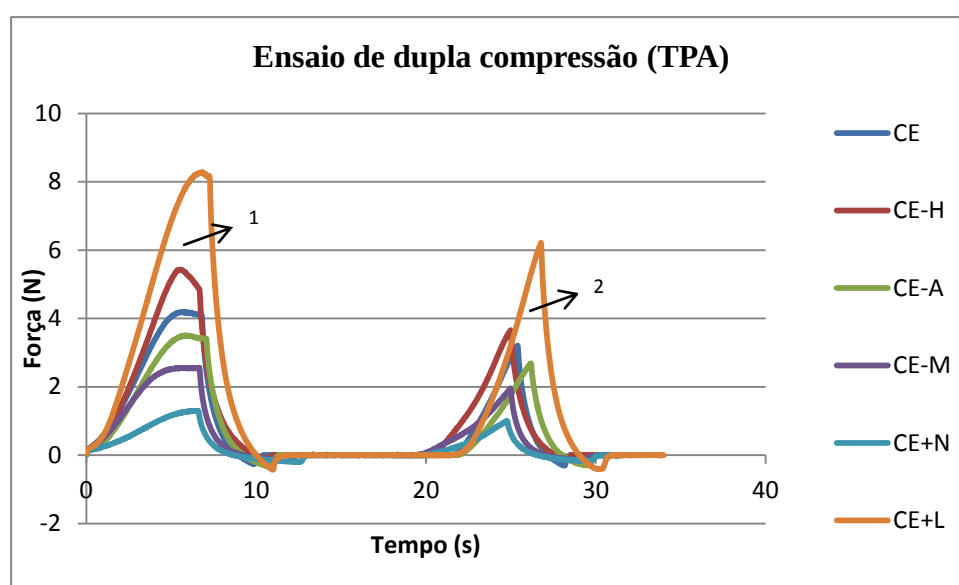


Figura 13. Comportamento geral das amostras no ensaio de dupla compressão (TPA)

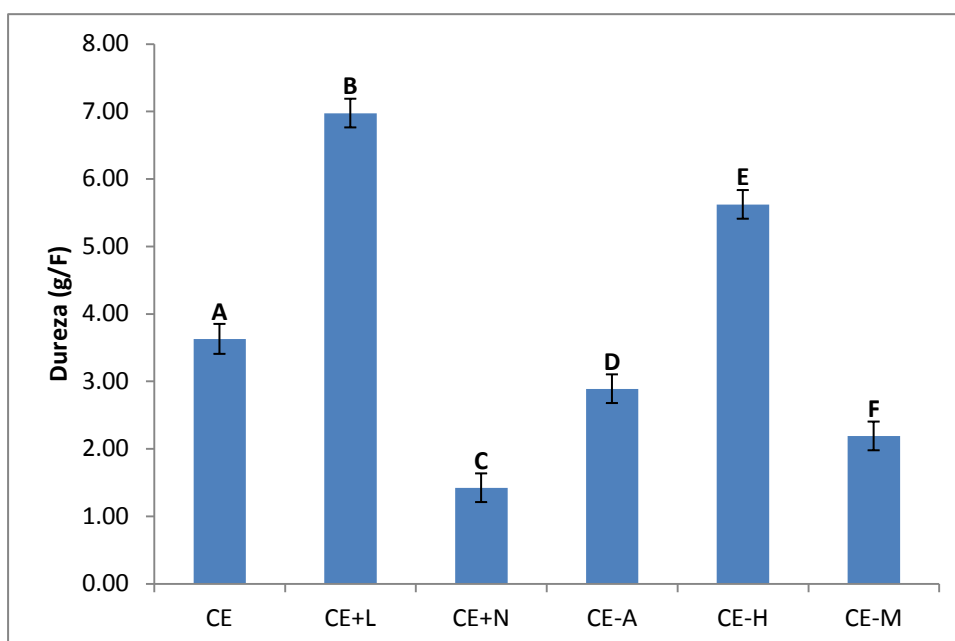


Figura 14. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro dureza. As letras A a F indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)

Ao observar o gráfico 13, é possível concluir que, de um modo geral, todas as amostras apresentam um comportamento distinto relativamente aos parâmetros de textura comparativamente à amostra controle. No que toca à dureza (representada através do primeiro e segundo pico), observa-se que a amostra CE+L e CE-H apresentam uma maior resistência à compressão relativamente ao controle, ao contrário das amostras CE-A, CE-M e CE+N, que apresentam uma menor resistência à compressão.

Através da análise de variância, é possível afirmar com 95% de confiança que existem diferenças significativas nos valores médios de dureza entre todos os grupos de amostras ($p < 0,00005$), sendo o par de amostras CE+L – CE+N o que apresenta maior diferença significativa, ao contrário do par CE+N – CE-M que apresenta uma menor diferença significativa (Figura 14).

Comparativamente ao controle, observa-se então que a incorporação de leite em pó resulta num aumento significativo da dureza. Os resultados foram semelhantes aos de estudos anteriores sobre barras energéticas, nas quais a incorporação de diferentes concentrados de proteína de leite originou grandes variações em duas variáveis – dureza e coesividade, apresentando desta forma uma textura mais relevante e

desejável (Imtiaz, 2009; Imtiaz, 2012; Hogan, 2012). A este respeito, Weeks (2007) também estudou a adição de proteínas de leite isoladas e concentrados de proteína de leite em pó em barras energéticas, observando que valores de adição elevados produzem uma estrutura microscópica “desordenada” favorecendo o endurecimento do produto.

Da mesma forma, observa-se que remover o ovo na sua totalidade aumenta a dureza da amostra. Embora as proteínas do ovo sejam ingredientes chave em muitos sistemas alimentares, investigações relativamente às suas propriedades funcionais têm sido exploradas recentemente, provavelmente devido à complexidade da sua composição estrutural. A gema do ovo é utilizada principalmente para a formação de uma emulsão cuja estabilidade depende da capacidade dos constituintes para absorver na interface óleo-água. As lipoproteínas de baixa densidade da gema têm vindo a ser indicadas como os principais constituintes responsáveis pela interação com a interface óleo-água devido ao seu carácter anfipático e elevada flexibilidade estrutural. A clara do ovo é conhecida por ser um bom agente de formação de espuma e o seu principal componente ovalbumina tem sido amplamente investigada pelas suas propriedades funcionais e estabilidade ao calor. Em muitos produtos alimentares, as gomas hidrocolóides interagem com as proteínas do ovo, e os dois tipos de macromoléculas alimentares contribuem para a estrutura, textura esponjosa e estabilidade dos alimentos (Esra Ibanoglu, 2007). A formação da estrutura de rede em gel pela gema é atribuída à desnaturação da sua proteína constituinte, levando conseqüentemente a interações moleculares e ao desenvolvimento de uma estrutura dura e elástica, o que pode justificar estes aumentos significativos da dureza. (Kiosseoglou, 2003)

Por outro lado, remover o amido de milho na sua totalidade tem um efeito negativo na amostra, uma vez que diminui significativamente a sua dureza. O amido contém dois componentes que contribuem para sua estrutura molecular: amilose e amilopectina. A amilose é o componente que contribui para as características de gelificação. Então, amidos com variados conteúdos de amilose proporcionam diferentes texturas aos alimentos. A amilopectina é uma porção não gelificante do amido e geralmente contribui para uma consistência gomosa ou pegajosa, devido à sua solubilidade. Além disto, tem vindo a ser utilizado principalmente como espessante e fonte de carboidrato, sendo explorado também como estabilizante, agente de textura (Pedroso, 2005). Portanto, tendo o amido de milho uma elevada afinidade com a água - atuando como agente ligante - ao retirá-lo da formulação obtém-se um produto final

bastante húmido, levando a uma textura bastante macia e esponjosa, originando um decréscimo significativo da sua dureza.

Finalmente, adicionar gordura láctea tem igualmente um efeito negativo na textura, já que diminui drasticamente a dureza da formulação. Estudos prévios determinaram que os queijos com adição parcial ou total de gordura possuem uma matriz menos compacta (Lobato, 2007), o que pode justificar estas alterações. Segundo Rogens (2010), um baixo teor de gordura influencia as propriedades de textura do queijo, resultando num aumento da dureza. Neste estudo, tal como seria de esperar, o oposto ocorreu: adicionar gordura leva a um decréscimo nos valores médios de dureza. As características sensoriais da matéria gorda estruturada, como a dureza e a sensação na boca, são altamente dependentes da estrutura da sua rede cristalina, sendo esta rede cristalina de gordura constituída pela interação de partículas de gordura policristalinas. As manifestações externas desta estrutura de rede incluem diversas propriedades físicas e mecânicas, como a dureza, maciez, fragilidade, e propriedades de aeração. A textura das gorduras é influenciada por inúmeros fatores, incluindo o teor de sólidos, a composição em ácidos gordos e triacilgliceróis dos sólidos, o comportamento polimórfico dos cristais de gordura, o tamanho e forma dos cristais, a natureza da rede cristalina, tratamento mecânico e temperatura. A temperatura abaixo dos 40°C, a fase líquida pode estar presente como líquido livre, líquido aprisionado na matriz do cristal, ou absorvido sobre uma superfície de cristal. A temperatura acima dos 40°C, a gordura láctea existe inteiramente sob a forma líquida. A quantidade, geometria e distribuição espacial dos cristais de gordura, bem como as suas interações em diferentes níveis dentro da rede afetam as propriedades reológicas de gorduras e alimentos estruturados com gordura. Posto isto, a cristalização da gordura determina em grande parte a consistência, estabilidade física, aparência visual e propriedades alimentares. Um cristal consiste num material no estado sólido no qual as bases de construção – moléculas, átomos ou iões – estão intimamente comprimidas para que a energia livre do material seja mínima. Muitos dos atributos sensoriais como o paladar e a textura estão dependentes da resistência mecânica da rede cristalina da gordura. Em adição a esta óbvia importância industrial, as redes de cristais de gordura formam uma classe particular de materiais suaves, que demonstram o grau de tensão e as propriedades viscoelásticas, tornando estes materiais plásticos. (Sikorski, Anna, 2005; Suzana Caetano, 2013; Kerry Kaylegian, 1994; Juliana Rodrigues, 2003). Conclui-se desta

forma que alterar o teor de gordura dos alimentos pode ter impactos significativamente negativos na sua dureza.

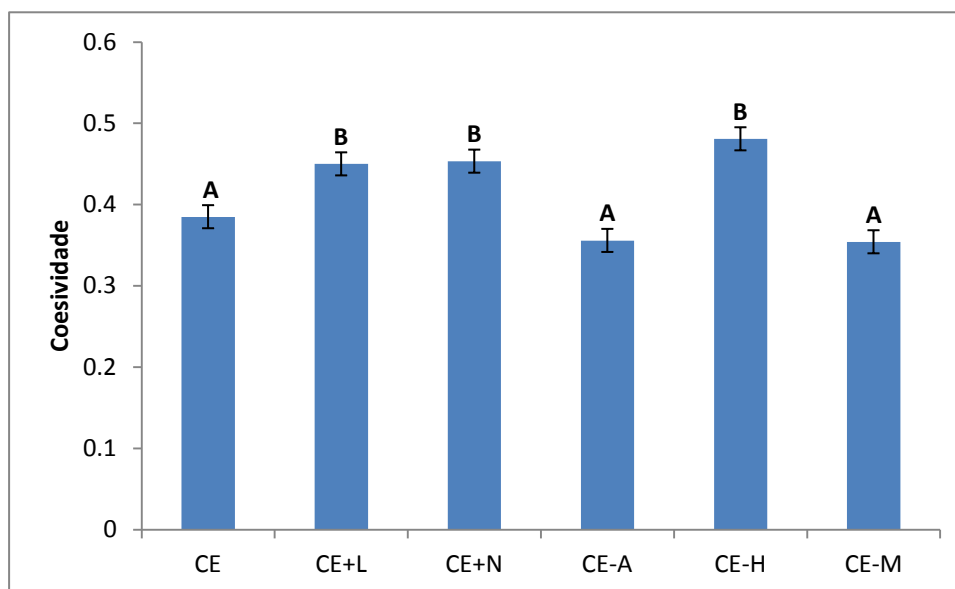


Figura 15. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro coesividade. As letras A e B indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)

Através da figura 15, é possível observar que ocorreram aumentos estatisticamente significativos ($p < 0,00005$) nas amostras CE+L, CE+N e CE-H, ao contrário das amostras CE-M e CE-A que não apresentaram alterações significativas nos valores médios de coesividade em comparação com o controle.

A coesividade resulta da força exercida por ligações internas no alimento (Sánchez-Macías, 2010). Em termos menos científicos, uma amostra ser coesiva significa que é difícil de se desfazer ou desmoronar em pedaços mais pequenos.

Ao incorporar gordura láctea na formulação, este resultado seria de esperar já que, tal como foi dito, a sua interação com os restantes ingredientes favorece uma matriz mais estruturada e coesa (Suzana Caetano, 2013). Tal como reportado por diversos autores, um elevado teor de gordura em queijos resulta numa maior coesividade (Allen Foegeding, 2003; O'Callaghan, 2004; Vikram, 2001).

Da mesma forma, quando as proteínas do leite coagulam, as micelas de caseína agregam-se em cadeias na forma de “clusters”, promovendo uma matriz mais coesa (Lobato-Calleros, 2007).

Ao remover totalmente o ovo, origina-se igualmente um aumento nos níveis de coesividade. Tal como foi dito, a preparação e estabilidade de emulsões alimentares à base de ovo dependem significativamente da estabilidade dos constituintes da gema de ovo para auxiliar na redução da tensão superficial entre as fases água-óleo, resultando numa dispersão e formando um filme adsorvente em torno das gotículas de óleo. Por este motivo, o ovo confere características de esponjosidade e maciez a uma matriz alimentar, tornando-a menos coesa e menos compacta (Ana Alleoni, 2006).

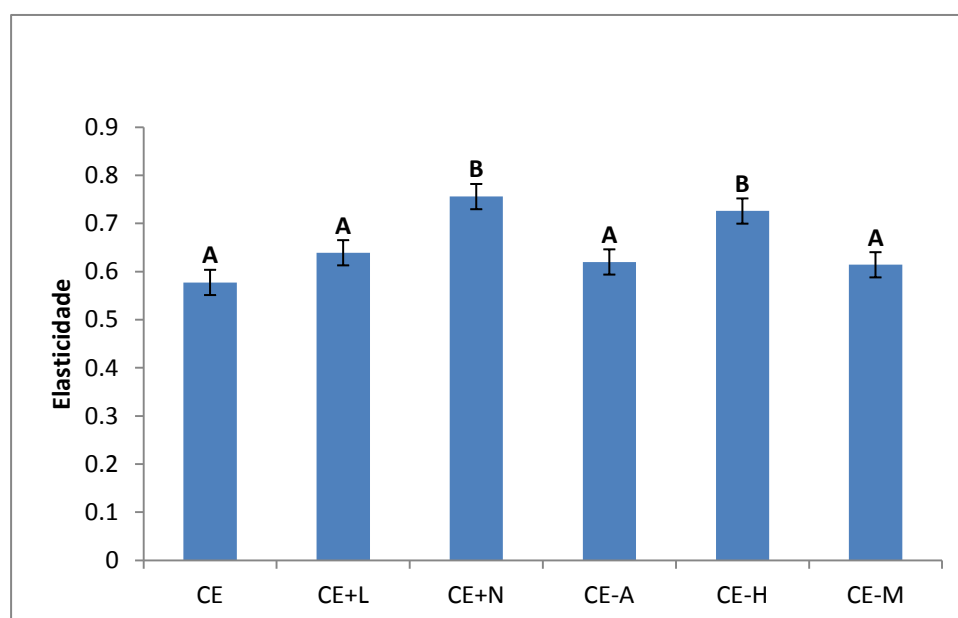


Figura 16. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro elasticidade. As letras A e B indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)

Relativamente à elasticidade, é possível afirmar com 95% de confiança que ocorreram aumentos significativos ($p < 0,00005$) nas amostras CE-H e CE+N, ao contrário das amostras CE-M, CE-A e CE+L, que não apresentam diferenças significativas em relação à amostra controle (Figura 16).

Sendo a elasticidade um índice de quanto se recupera um alimento depois da primeira compressão, estes resultados seriam de esperar tendo em conta o

comportamento observado na coesividade. Especificando, se um alimento apresenta uma matriz mais coesa, é de esperar que o tempo de recuperação entre a primeira e segunda compressão seja mais elevado.

Mais uma vez, observa-se que incorporar gordura na formulação altera significativamente a matriz do alimento devido às propriedades que os cristais de gordura apresentam sob temperaturas elevadas, tornando a amostra mais elástica. De acordo com Marshall (1990), no queijo, partículas de gordura mais reduzidas são associadas a uma maior elasticidade do produto, isto é, quando o diâmetro dos glóbulos de gordura é reduzido, eles são uniformemente distribuídos e estão presentes em maior número na fase contínua (matriz de proteína), causando um aumento nas interações proteína-proteína e proteína-gordura e, consequentemente, da elasticidade (Marilda Simoes, 2013).

Da mesma forma, remover totalmente o ovo resulta em valores mais elevados na elasticidade da matriz, resultado também da sua elevada coesividade anteriormente observada.

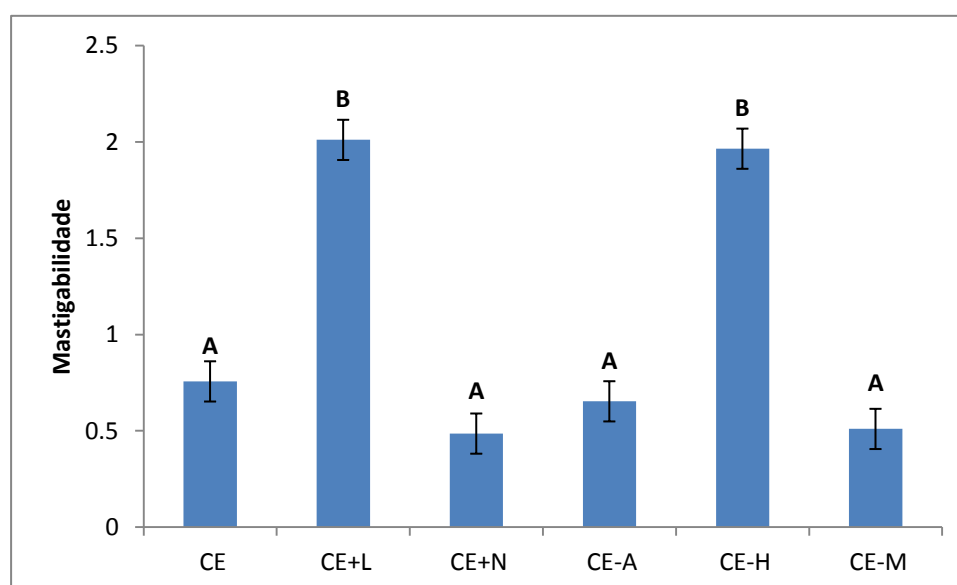


Figura 17. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente ao parâmetro mastigabilidade. As letras A e B indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)

Quanto aos valores médios de mastigabilidade, é possível observar através da figura 17 que ocorreram aumentos significativos ($p < 0,00005$) nas amostras CE-H e

CE+L, ao contrário das amostras CE-A, CE-M e CE+N (esta última apresentando os menores valores médios de mastigabilidade) que não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle. Sendo a mastigabilidade um parâmetro resultante do produto entre a dureza, coesividade e elasticidade, estes resultados seriam igualmente esperados. Relembrando os valores médios obtidos para a dureza, sendo as amostras CE-H e CE+L mais duras que as restantes amostras, os valores para a sua mastigabilidade teriam que ser igualmente mais elevados, já que quanto mais dura for a amostra, mais energia será requerida na sua mastigação (Sánchez-Macías, 2010). Por outro lado, observa-se novamente que incorporar gordura láctea na amostra tem um efeito negativo na textura, revelando que a matriz da amostra é de facto mais fluida, pegajosa e viscosa, resultando consequentemente numa menor força necessária na sua mastigação.

3.2- Força máxima de compressão até rutura e força máxima de penetração com dente

Nos gráficos seguintes, apresentam-se os valores médios de força máxima de compressão até rutura, sendo estes valores máximos representados pelos picos originados durante a medição.

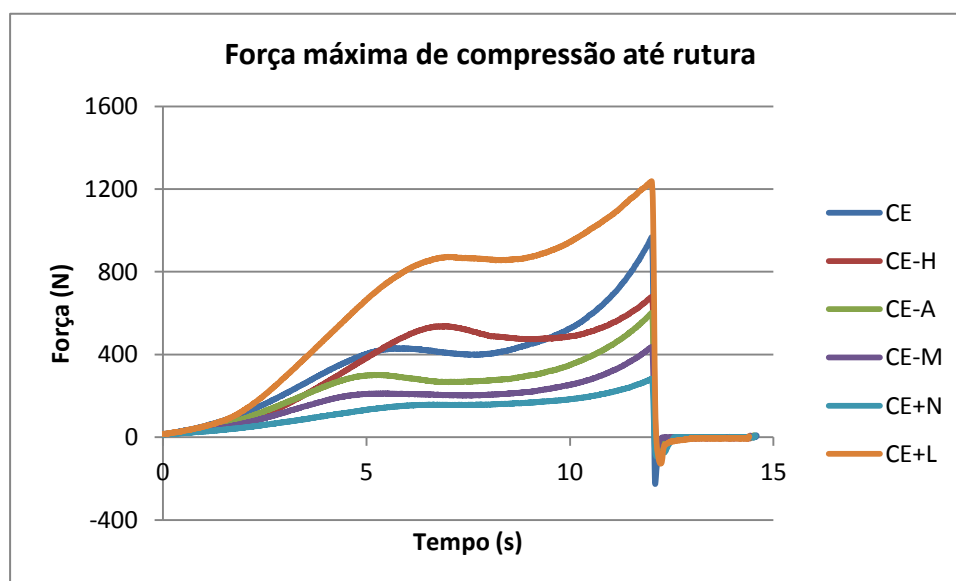


Figura 18. Comportamento geral das amostras no ensaio de compressão até rutura

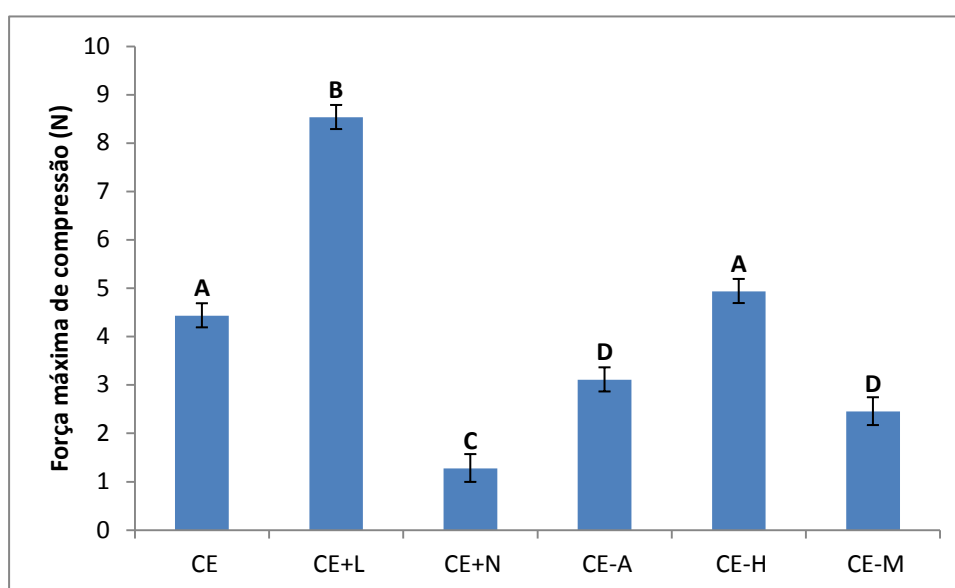


Figura 19. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente à força máxima de compressão. As letras A a D indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)

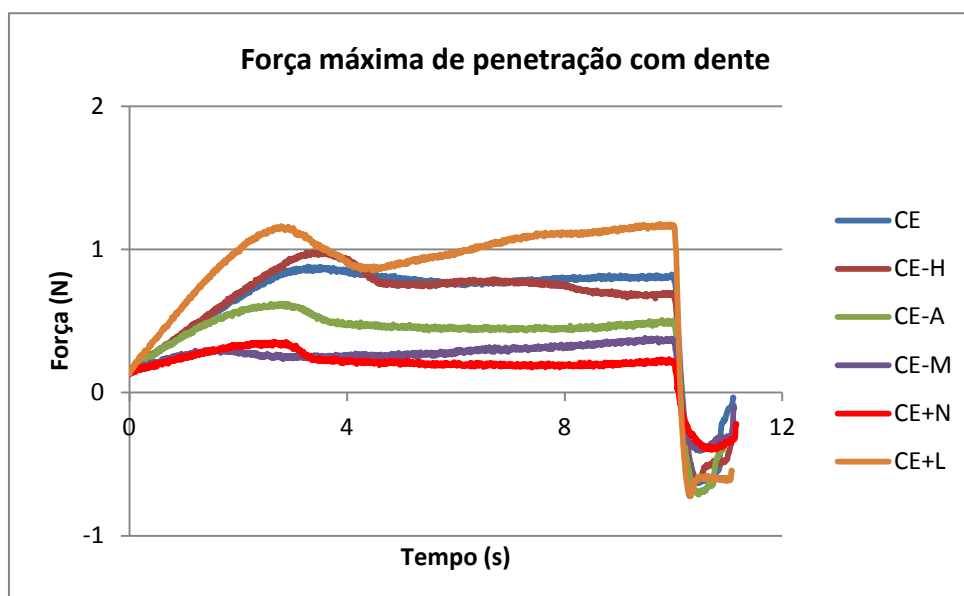


Figura 20. Comportamento geral das amostras no ensaio de penetração com dente

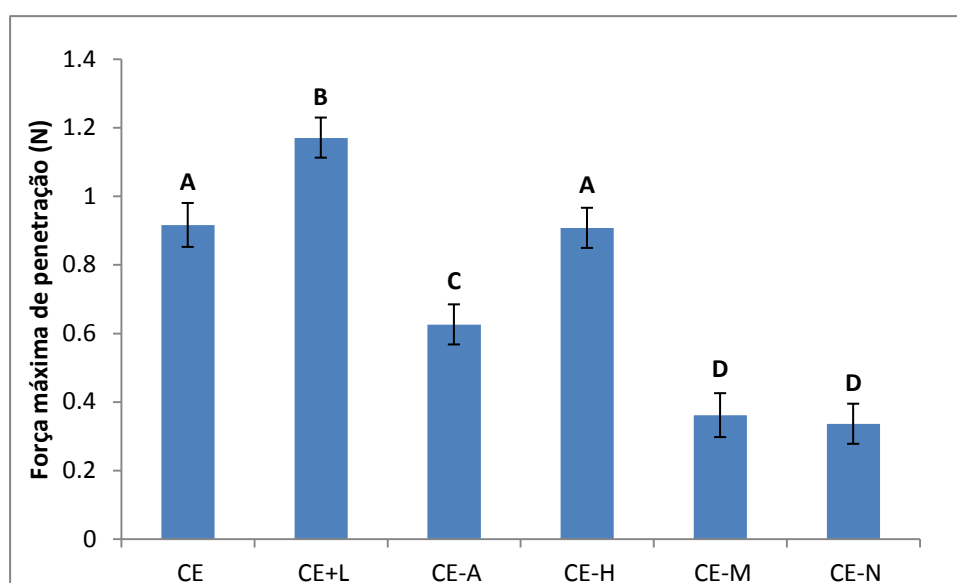


Figura 21. Média e erro padrão obtido no ensaio de dupla compressão (TPA) para as diferentes tartes de queijo referente à força máxima de penetração com dente. As letras A a D indicam os grupos homogêneos de acordo com o teste de Tuckey, a 95%, após aplicação da ANOVA I ($p < 0,00005$)

Ao observar as figuras 18, 19, 20 e 21, é possível observar que tanto no teste de penetração como no teste de compressão, a amostra CE-H foi a única a não apresentar diferenças significativas comparativamente ao controle ($p < 0,00005$). Por outro lado, as amostras CE+N, CE-M e CE-A apresentaram um decréscimo significativo nos seus valores médios em ambos os testes, e finalmente, a amostra CE+L apresentou um aumento bastante significativo. Estes resultados vão de encontro aos resultados anteriormente analisados. Primeiramente, se a amostra CE+N é a que apresenta valores mais baixos de dureza e mastigabilidade, apresentando uma matriz fluida e pegajosa resultante da adição de gordura líquida, seria de esperar que a força de compressão e penetração fosse bastante mais baixa em relação às restantes amostras. Da mesma forma, a amostra CE+L apresentou os valores mais elevados de dureza, refletindo um sistema mais duro, mais firme, e com uma maior resistência à compressão e penetração.

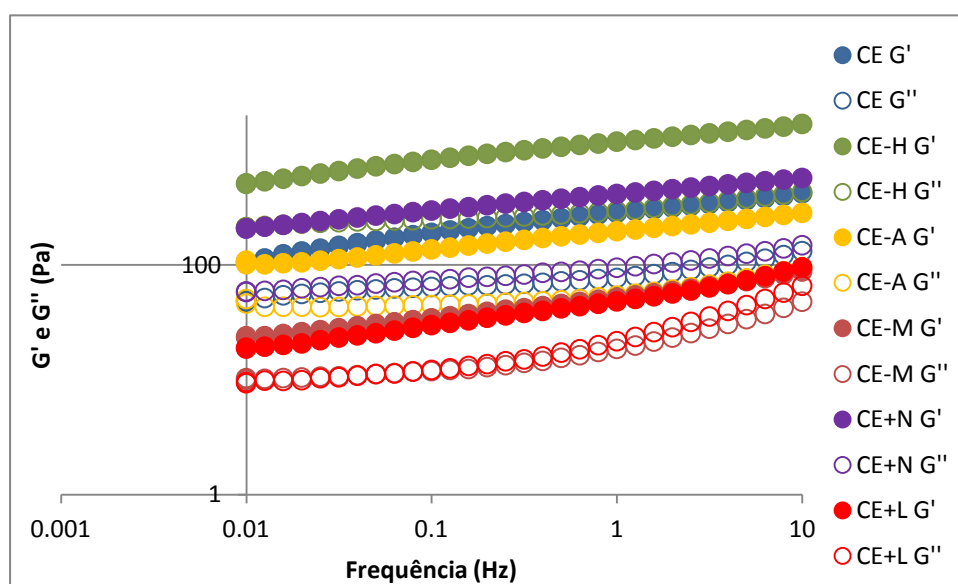
Ao contrário dos testes anteriores, observa-se que a amostra CE-A e CE-M apresentam diferenças significativas em relação ao controle nos valores de penetração e compressão. Isto revela que tanto o açúcar como o amido, embora não tenham apresentado grandes variações nos parâmetros de textura, podem de fato alterar a matriz

do alimento. Quanto à amostra CE-A, verifica-se que a remoção total do açúcar leva ao decréscimo dos valores de força máxima tanto de compressão como de penetração. Isto pode justificar-se pelo fato de a sacarose ser capaz de absorver água mesmo em umidade relativa baixa (Pereda, 2005), ou seja, ao removê-la totalmente da amostra estamos a aumentar o teor de água disponível, levando a uma matriz mais desordenada, sendo mais fácil de se desintegrar. O mesmo acontece com a amostra CE-M: sendo o amido um hidrocolóide responsável por reter a água livre, vamos obter uma amostra com maior teor de água livre (observando-se inclusivamente a sinérese), igualmente com uma matriz mais esponjosa e desordenada.

3.3- Propriedades viscoelásticas lineares

3.3.1- Espetro mecânico

No gráfico seguinte (Figura 22), apresenta-se o espectro mecânico observado para cada amostra analisada. No eixo vertical apresenta-se os valores de G' - correspondentes ao módulo de elasticidade, e os valores de G'' - correspondentes ao módulo de viscosidade - ambos expressos em Pa, e no eixo horizontal apresentam-se os valores da frequência - expressos em Hz.



42 **Figura 22.** Espetro mecânico de cada amostra, a 20°C, em função da frequência (0,01 a 10 Hz)

O espectro mecânico das amostras revela que os valores de G' foram apenas ligeiramente superiores aos valores de G'' e consideravelmente dependentes da frequência, revelando uma estrutura da massa relativamente forte e viscoelástica. Tal como se pode observar no gráfico 22, as amostras CE+N e CE-H apresentam módulos de elasticidade e viscosidade superiores à amostra controle, ao contrário das amostras CE-A, CE-M e CE+L, que se demonstram menos viscoelásticas. Estes resultados vão de encontro aos valores de elasticidade encontrados, os quais revelaram que as amostras CE-H e CE+N são mais elásticas em relação às restantes amostras. Estes resultados voltam a revelar que, de facto, adicionar gordura láctea e remover o ovo da formulação levam a um aumento do índice de recuperação da amostra da primeira para a segunda compressão. Por outro lado, remover o açúcar não traz grandes diferenças nas propriedades viscoelásticas da amostra, e observa-se um menor índice de recuperação entre compressões ao remover o amido e ao incorporar leite em pó.

3.3.2- Rampa de temperatura

No gráfico seguinte, apresenta-se a evolução dos módulos elástico (G') e viscoso (G'') para cada amostra ao aumentar a temperatura, de forma similar ao processo de cozimento das tartes de queijo.

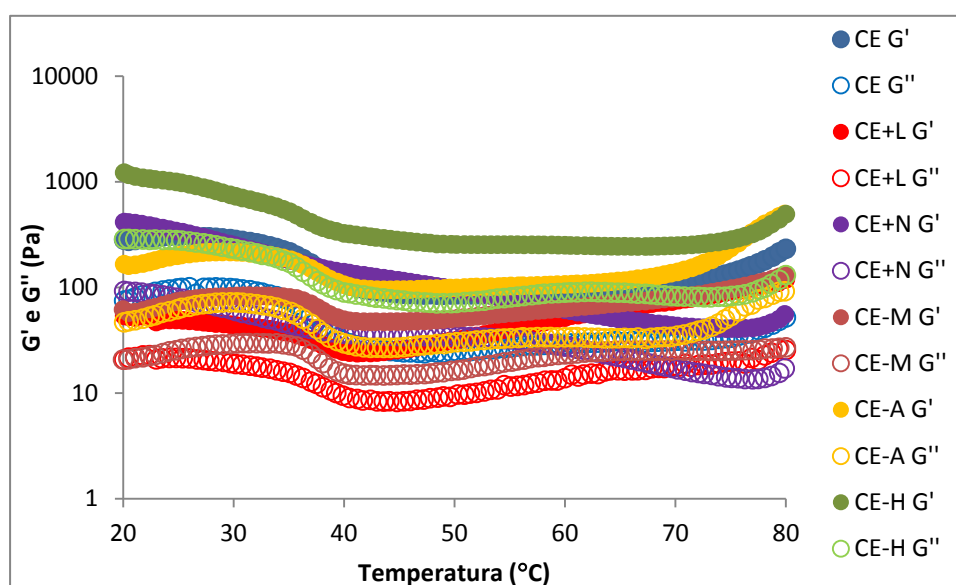


Figura 23. Espectro mecânico obtido para cada amostra, a 1 Hz, em função do aumento da temperatura (20 a 80°C)

Através da análise do gráfico 23, é possível observar que existem três zonas de comportamento diferentes. Na primeira, que vai do intervalo 20°C-40°C, observa-se que a elasticidade (G') e viscosidade (G'') das amostras CE-A e CE-M aumentam, ao passo que estes módulos diminuem para as restantes amostras, mostrando que são mais líquidas talvez devido ao derretimento da gordura e mobilização das proteínas. Os aumentos observados nas amostras CE-A e CE-M revelam que remover tanto a sacarose como o amido aumentam a resistência da massa neste intervalo de temperatura (Laura Cruaños, 2013). No segundo intervalo, que varia dos 40°C-70°C, verifica-se que os módulos G' e G'' são praticamente independentes da temperatura indicando que o contínuo aquecimento da massa da amostra não causou alterações estruturais. Finalmente, entre os 70°C-80°C, os módulos de elasticidade e viscosidade começam a aumentar refletindo um aumento na consistência que está relacionada com diversos fatores, tais como a gelatinização do amido, a coagulação das proteínas lácteas e a perda de humidade (Edward Muliawan, 2007). A gelatinização do amido ocorre entre os 60°C-75°C dependendo do tipo de amido e presença de outros ingredientes, e também é sabido que o açúcar atrasa a gelatinização do amido (Laura Cruaños, 2013). Tendo em conta que as tartes foram cozidas a uma temperatura de 180°C, é possível prever que estes módulos sofram um aumento constante a partir dos 80°C. Será importante salientar que a temperatura de ebulição da água é de 100°C, na qual a sua evaporação acontece e este fenómeno tem consequências na viscoelasticidade das amostras (Pareyt, 2009).

3.4- Domínio Temporal das Sensações (TDS)

Quando as curvas de TDS aumentam entre o “chance level” (nível de acaso) e o “significance level” (nível de significância) para acima da última, são consideradas consistentes a nível do painel. No presente estudo, nas curvas de TDS representadas nos gráficos, o eixo horizontal corresponde ao tempo padronizado (%) e o eixo vertical a taxa de dominância (%).

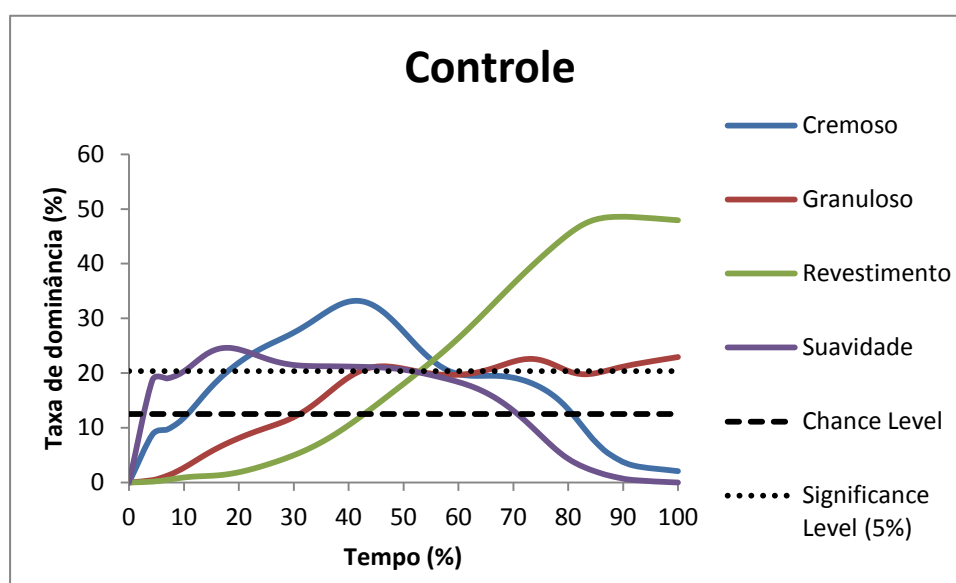


Figura 24. Curvas de TDS normalizadas para a amostra controle (CE)

Ao observar o gráfico da figura 24, é possível concluir que o atributo revestimento foi o que apresentou a maior taxa de dominância (50%) para a amostra controle, aparecendo a aproximadamente 55% do tempo de consumo. De seguida, com 35% de dominância apresenta-se o atributo cremoso, que foi identificado pelo painel a aproximadamente 20% do tempo de consumo. Finalmente, a suavidade, apesar de ter sido o primeiro atributo a ser identificado pelo painel (a aproximadamente 10% do tempo de consumo) apresentou uma taxa de dominância relativamente baixa mas ainda assim significativa (25%), e o atributo granuloso foi o último a ser identificado pelo painel (a aproximadamente 65% do tempo de consumo), apresentando uma taxa de dominância igualmente baixa mas significativa (22%).

O atributo cremoso é um termo difícil de descrever quando aplicado a um alimento. Vários autores reconhecem que a percepção de cremoso envolve um certo número de fatores. Obviamente, muitos deles estão associados com a textura, mas os outros têm a ver com o sabor (Paula Varela, 2014). No caso do queijo fresco, o atributo cremoso é primeiramente associado com o seu conteúdo de gordura e é geralmente descrito como a percepção de uma massa um pouco macia que derrete suavemente sem partículas detetáveis que aparecem na boca. Relativamente ao atributo revestimento, que foi efetivamente o último a ser detetado, pode-se justificar pelo facto de que depois dos provadores engolirem a amostra (com quase nenhuma tarte deixada na boca), centram a

sua atenção no revestimento como um atributo isolado, e porque tendo a amostra algum tipo de estabilizador (ovo, amido) acaba por ser entendido como um líquido viscoso que transmite uma sensação de revestimento na boca (Paula Varela, 2014).

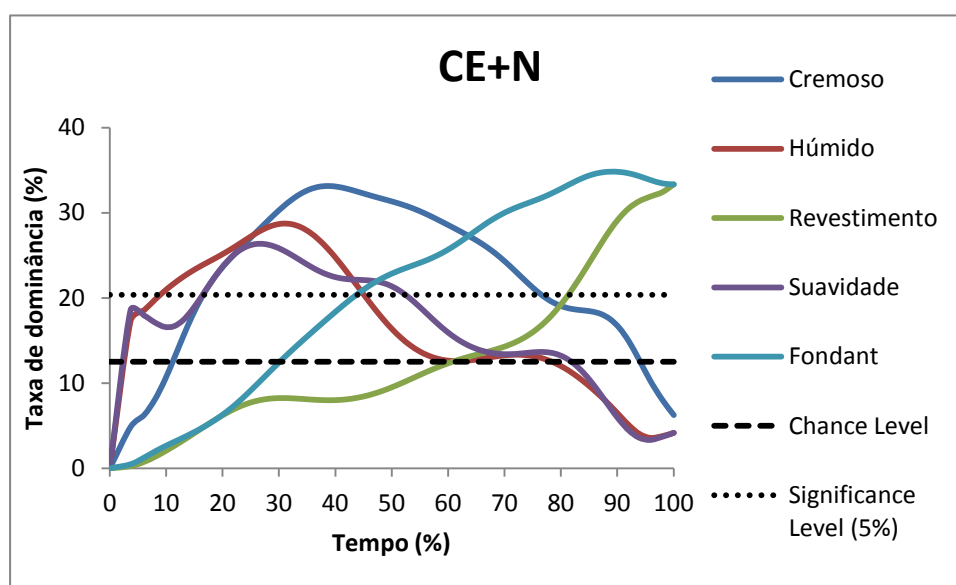


Figura 25. Curvas de TDS normalizadas para amostra CE+N

Ao incorporar gordura láctea na amostra controle, é possível observar através do gráfico da figura 25 que aparecem dois novos atributos: húmido e fondant. O atributo húmido foi o primeiro a ser detetado, aproximadamente a 10% do tempo de consumo, e apresentou uma taxa de dominância bastante significativa (29%). De seguida, a aproximadamente 15% do consumo são detetados ambos os atributos suave e cremoso, sendo que o atributo cremoso apresenta uma taxa de dominância superior (aproximadamente 35%). O atributo fondant, apesar de ser o terceiro atributo detetado pelos provadores, a 50% do tempo de consumo, revelou-se também um atributo dominante (taxa de dominância de aproximadamente 38% e muito próximo do atributo cremoso) e finalmente, a 80% do tempo de consumo, o atributo revestimento foi detetado e apresentou uma taxa de dominância de aproximadamente 35%, idêntica ao atributo cremoso. Desta forma, verifica-se que a incorporação de gordura láctea, levando consequentemente a uma textura da tarte mais fluida (observada nos valores de dureza anteriormente apresentados) leva os provadores a detetarem a humidade na amostra, resultante do facto da gordura incorporada estar na sua forma líquida. Da

mesma forma, e também observado nos valores de elasticidade, os provadores detetam o atributo cremoso como o mais dominante. As diversas propriedades funcionais da gordura líquida são o elemento chave que determina a qualidade de diversos alimentos. Gotículas de emulsão parcialmente cristalinas agregam-se facilmente durante o processamento de modo a formar redes de gordura cada vez maiores que se estendem por toda a emulsão aerada. Este processo, conhecido como coalescência parcial, constrói a microestrutura, o que por sua vez aumenta a cremosidade percebida das emulsões óleo-água (Sikorski, Anna, 2005).

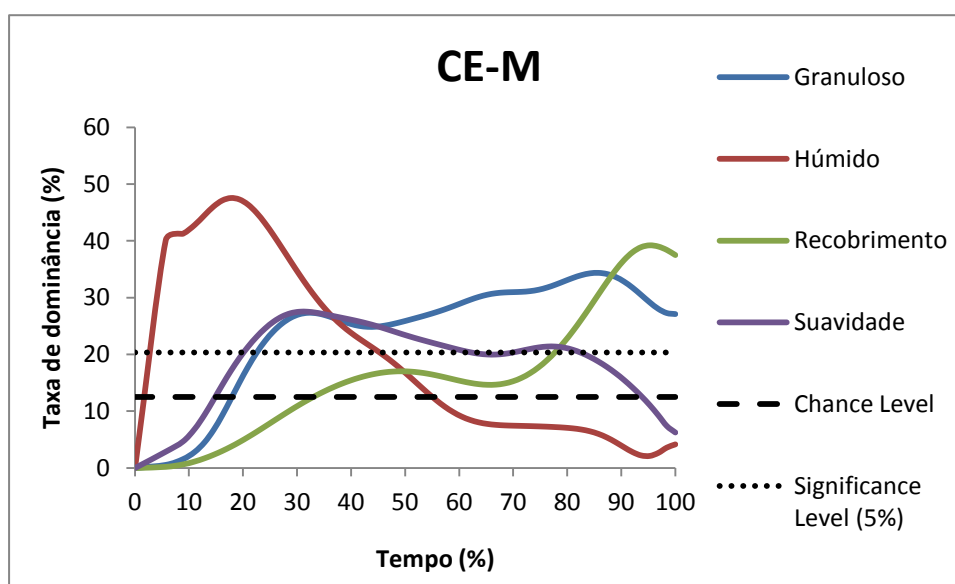


Figura 26. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE-M

Por outro lado, ao remover o amido de milho da amostra controle verifica-se que o atributo dominante se representa pela humidade, sendo o primeiro atributo a ser detetado pelos provadores - a aproximadamente 3% do tempo de consumo – e o que apresenta uma maior taxa de dominância (50%). Tal como já foi referido, ao retirar este hidrocolóide da amostra o teor de água disponível é maior, levando a esta sensação de húmido no decorrer da mastigação. Por outro lado, a aproximadamente 20% do tempo de consumo ambos os atributos granuloso e suave foram detetados, sendo que o atributo granuloso apresenta uma maior taxa de dominância e é identificado até ao final da avaliação. Finalmente, o atributo revestimento foi mais uma vez detetado pelos provadores como sendo o último atributo a aparecer (80% do tempo de consumo) apresentando uma taxa de dominância de 40%.

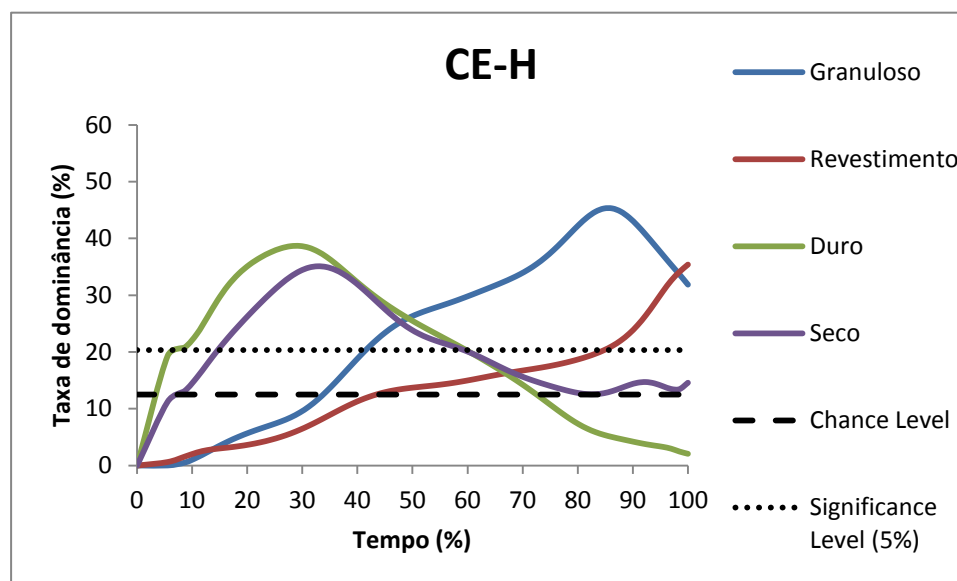


Figura 27. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE-H

Através da figura 27, é possível verificar que os provadores penalizaram a amostra sem ovo como sendo mais dura, mais seca e mais granulosa. Estes resultados vão de encontro aos observados na medição do perfil de textura, na qual a amostra CE-H apresentou os valores mais elevados de força máxima de penetração com dente e compressão até rutura. Desta forma, observa-se que logo a 5% do consumo detetam o atributo duro, a 15% o atributo seco, a 40% o atributo granuloso (apresentando estes três atributos elevadas taxas de dominância) e finalmente, a 85% do tempo de consumo detetaram o atributo revestimento. O ovo apresenta diversas características funcionais, tais como a gelatinização e formação de espuma. Estas e outras propriedades funcionais permitem que os alimentos com ovo na sua constituição apresentem uma textura mais suave, macia e esponjosa. Por este motivo, ao retirar o ovo da amostra controle estamos diretamente a aumentar a quantidade de queijo fresco (responsável pela dominância do atributo granuloso), e também a retirar uma fração líquida da formulação, igualmente responsável pela dominância do atributo seco e duro.

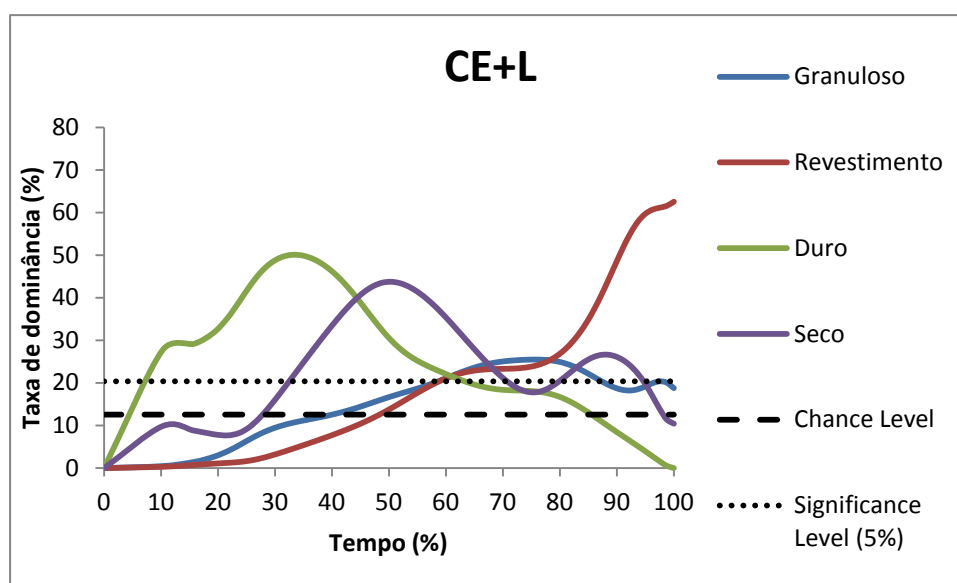


Figura 28. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE+L

Da mesma forma que retirar ovo à formulação, aumentar o conteúdo de leite em pó leva igualmente a que os provadores definam a amostra como sendo mais dura, seca, e ligeiramente granulosa (Figura 28). Estes resultados vão de encontro, mais uma vez, aos obtidos na análise do perfil de textura, no qual a amostra CE+L apresentou elevados níveis de dureza e elevados valores de força máxima de penetração e compressão até rutura. Então, o primeiro atributo a ser detetado a 5% do tempo de consumo foi a dureza, seguindo-se do atributo seco (a 30% do tempo de consumo), granuloso e recobrimento (ambos a 60% do tempo de consumo), sendo o atributo duro o que apresentou maior taxa de dominância. Tal como já foi referido, a adição de proteína láctea produz uma estrutura microscópica “desordenada” favorecendo o endurecimento do produto. Relativamente ao atributo seco, podemos justificar pelo facto de que ocorreu um aumento de leite em pó mas a quantidade de água adicionada à formulação foi a mesma.

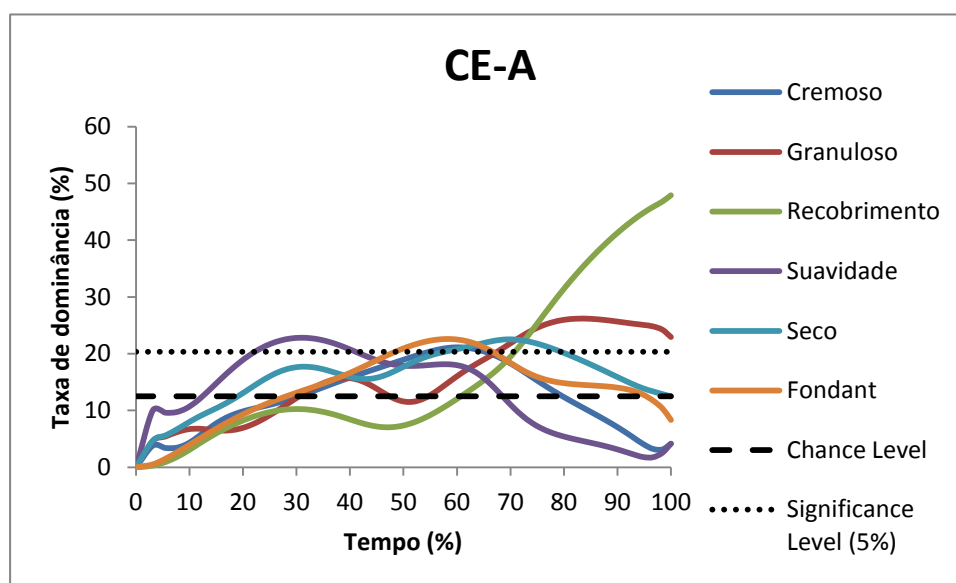


Figura 29. Curvas de TDS normalizadas para a amostra CE-A

Finalmente, podemos verificar através do gráfico da figura 29 que a amostra sem açúcar foi a que apresentou menos diferenças em relação ao controle, igualmente observado nos resultados obtidos para a análise do perfil de textura. Tal como aconteceu na amostra controle, o primeiro atributo a ser detetado foi a suavidade (a aproximadamente 20% do tempo de consumo) apresentando uma taxa de dominância baixa mas significativa (aproximadamente 25%). A 45% do tempo de consumo foi detetado o atributo fondant, seguido pelo atributo seco (50%), granuloso (65%) e recobrimento (70%), sendo este último o que apresentou uma maior taxa de dominância. Será importante realçar que estes resultados também se justificam pelo fato de que ao remover o açúcar da formulação na sua totalidade, estamos diretamente a aumentar a percentagem dos restantes ingredientes.

3.5- Testes do consumidor

3.5.1 – Teste de aceitação global

A média dos resultados da aceitação global das diferentes formulações apresenta-se na figura 30.

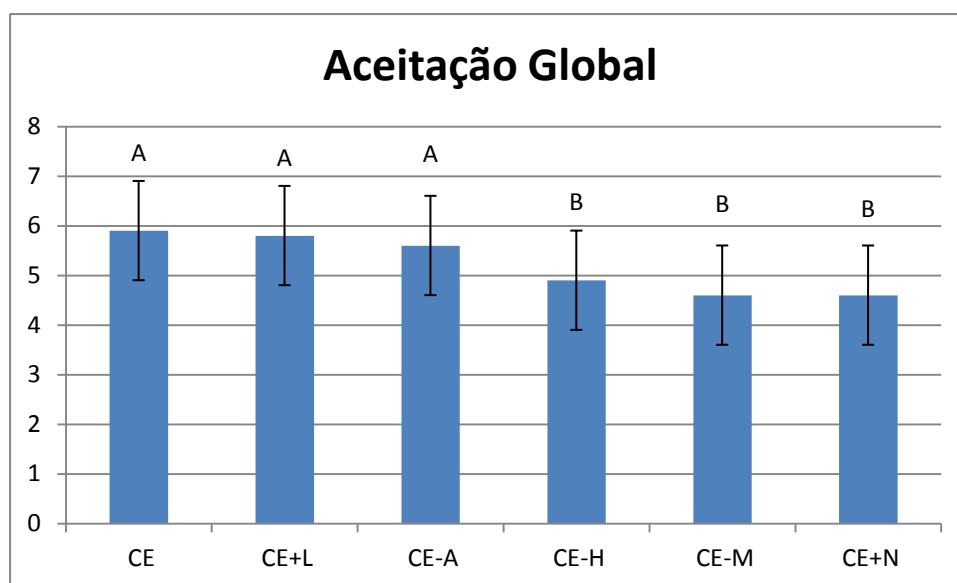


Figura 30. Média das pontuações obtidas através do teste de aceitação global. A e B: grupos homogêneos

Como se pode observar através da figura 30, a amostra controle foi a que apresentou o maior grau de aceitação por parte dos consumidores, não apresentando diferenças estatisticamente significativas com as amostras CE+L e CE+A. Por outro lado, a amostra CE-M foi a que revelou o menor grau de aceitação, não apresentando diferenças estatisticamente significativas com as amostras CE+N e CE-H. Isto indica que aumentar o teor de gordura (CE+N) e o teor de humidade (CE-M) não é favorável no que toca à preferência dos consumidores, no entanto, aumentar o teor proteico (CE+L) revela-se positivo, resultado este que se torna útil tendo em conta o objetivo do projeto final (aumentar o conteúdo proteico das sobremesas lácteas). Estes resultados vão de encontro aos obtidos através do método TDS, no qual os provadores penalizam as amostras CE-M, CE+N e CE-H por serem mais húmidas (no caso das duas primeiras) e no caso da amostra CE-H por ser mais dura, o que afeta diretamente a preferência. No

caso da amostra CE-A foi possível verificar, mais uma vez, que não trouxe grandes diferenças relativamente ao controle.

3.6 – Apreciação Global Dinâmica (DL - *Dynamic Liking*)

Na figura seguinte, apresenta-se o gráfico referente à evolução da preferência ao longo do tempo (nos três momentos de mastigação: início, meio e fim) para as seis amostras em estudo.

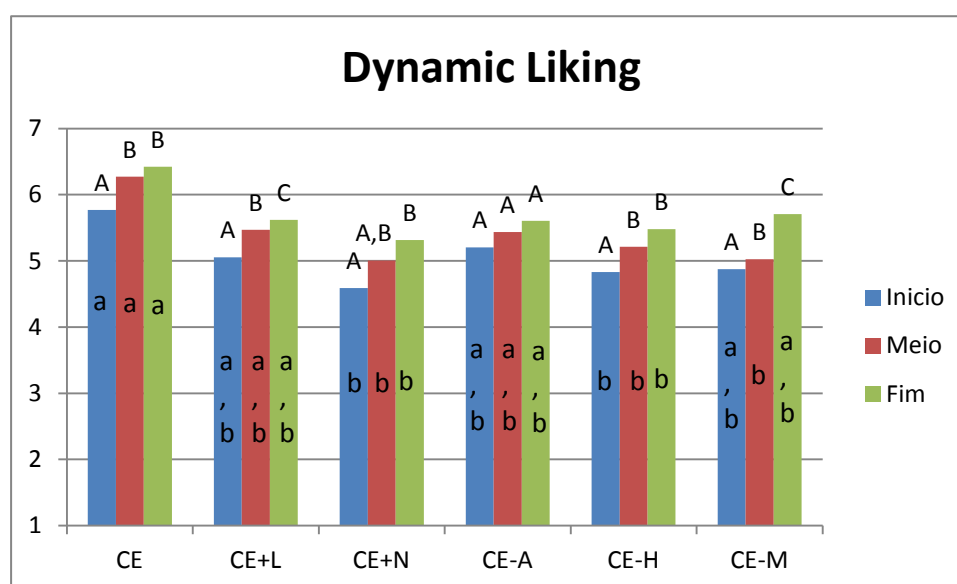


Figura 31. Avaliação da preferência ao longo do tempo para as seis amostras estudadas. A, B e C – Diferenças temporais. a, b e c - diferença entre formulações num dado tempo

Os resultados mostraram que os consumidores foram capazes de realizar a tarefa de marcar a evolução da sua preferência relativamente às diferentes formulações durante o seu consumo. Note-se que isto não revela a relevância da resposta. No entanto, os resultados deste método dinâmico foram consistentes com o padrão de resposta no teste de aceitação global, mostrando então que os resultados estão de acordo nas diferentes abordagens.

Através da análise de variância, é possível concluir que existem diferenças significativas ($p < 0,00005$) entre o início da mastigação, durante a mastigação e depois de engolir (não apresentando os dois últimos diferenças significativas entre eles). Tal como no teste de aceitação global, a amostra controle foi a que apresentou a maior pontuação no que toca à preferência e a amostra CE+N foi a que obteve uma pontuação menor, acompanhada pelas amostras CE-H e CE-M. Ao observar a figura 31, podemos verificar que a preferência aumentou ao longo do tempo de mastigação, sendo o final da mastigação o momento em que os consumidores atribuem maiores pontuações de aceitação. Estes resultados vão de acordo aos observados por Nathalie Martin (2012), estudo no qual se observou que de fato existem alterações de preferência ao longo do consumo, sendo o final do consumo o momento que apresenta maior preferência a nível global. Da mesma forma, verifica-se neste estudo que os resultados vão de encontro aos observados no teste de aceitação global (Galmarini, 2014).

3.7 – Abordagem geral dos resultados obtidos para os parâmetros de textura e sua relação com a aceitação global

Na figura seguinte, apresenta-se uma Análise em Componentes Principais sobre as variáveis de textura, sendo a aceitação global a variável suplementar.

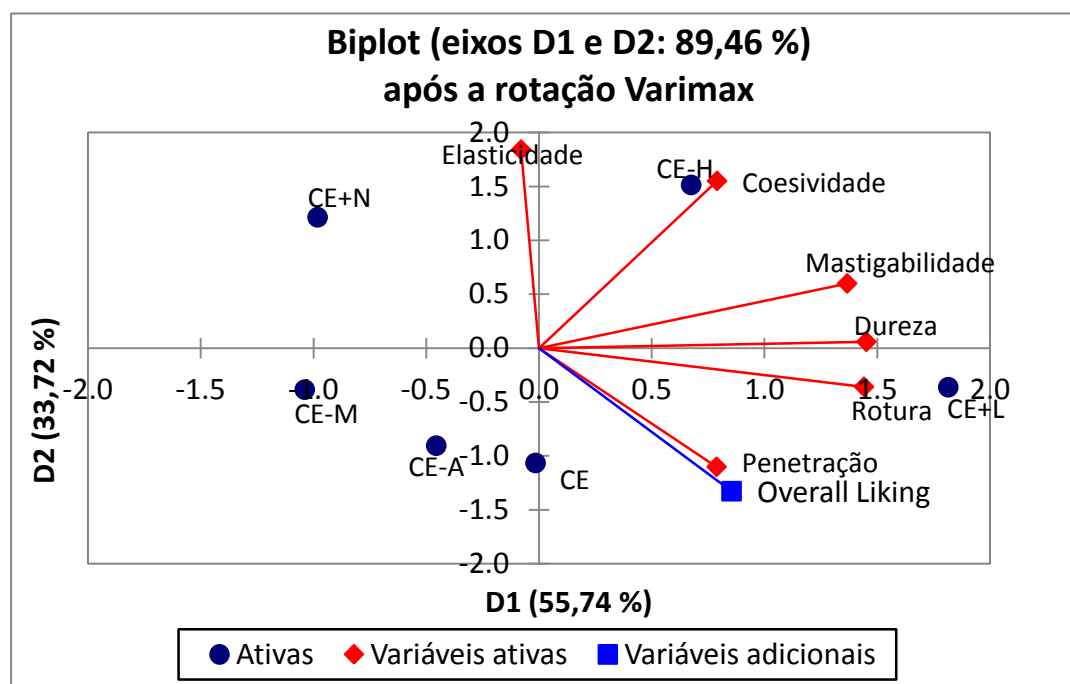


Figura 32. Biplot obtido na Análise em Componentes Principais

Ao observar a figura 32, concluímos então:

A adição de gordura láctea (representada pela amostra CE+N) leva a um acréscimo bastante significativo da elasticidade, sendo a amostra que obteve um menor grau de preferência por parte dos consumidores (*overall liking*);

Remover o ovo da formulação (CE-H) leva a um aumento significativo da coesividade, sendo a terceira amostra menos preferida por parte dos consumidores;

Adicionar proteína láctea à formulação (CE+L) apresenta um grande impacto nas variáveis de dureza, mastigabilidade, e consequentemente da força máxima de rotura e penetração, sendo a segunda amostra mais preferida pelos consumidores;

Remover o açúcar da formulação (CE-A) não apresenta alterações significativas em relação ao controle;

Remover o amido da formulação (CE-M) leva a um decréscimo acentuado de todas as variáveis de textura, tonando esta amostra a segunda menos preferida pelos consumidores;

A amostra controle obteve maiores pontuações de preferência por parte dos consumidores.

4- Conclusão

O presente estudo propõe novas ferramentas para avaliar a percepção do consumidor no processamento oral de sobremesas lácteas. Por fim, podemos concluir:

O conhecimento da funcionalidade dos ingredientes das sobremesas lácteas permite conhecer o efeito sobre a qualidade sensorial do produto e sua aceitabilidade.

Ao alterar o teor de ingredientes das tartes de queijo, foi possível verificar que ocorre uma diminuição da sua qualidade sensorial, sendo que, no teste de aceitação global, a tarte controle apresentou maiores pontuações de preferência.

Ao alterar o teor de gordura e amido, ocorre uma diminuição significativa na aceitação global do produto. Por outro lado, aumentar o teor de proteína e diminuir o conteúdo de açúcar não afeta significativamente a sua aceitabilidade.

Ao analisar os parâmetros de textura, foi possível verificar que a diminuição da dureza das tartes, que leva consequentemente a uma menor força máxima de compressão e penetração é inversamente proporcional à aceitação das mesmas.

As propriedades reológicas da massa conferem uma importante informação estrutural para a previsão do comportamento da massa durante as distintas etapas do processamento e relacionam-se diretamente com as propriedades texturais.

A utilização de testes de preferência tem uma grande utilidade na reformulação de sobremesas lácteas, uma vez que permite um conhecimento global e completo dos atributos que determinam a qualidade das mesmas.

As novas técnicas dinâmicas de análise sensorial, como o domínio temporal das sensações (TDS), mostram a ordem e intensidade dos atributos característicos das tartes num determinado momento, durante o processo de mastigação.

As novas técnicas temporais de percepção hedónica (Apreciação Global Dinâmica) confirmam que, de facto, a percepção e grau de preferência de um alimento muda ao longo do processo de mastigação, sendo o final da mastigação o momento que os consumidores preferem mais.

Tendo em conta que este estudo está inserido num projeto de doutoramento cujo objetivo final é obter sobremesas lácteas com uma maior capacidade saciante, os resultados mostraram-se muito úteis relativamente à sua reformulação e impacto na aceitação final por parte dos consumidores.

Referências Bibliográficas

Albert, A., Salvador, A., Schlich, P. e Fizsman, S. (2012). Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. *Food Quality and Preference*. **24**: 111-118.

Alleoni, A. (2006). Albumen protein and functional properties of gelation and foaming. *Scientia Agricola*. ISSN 0103-9016. **Vol.** 63, n.3.

Ares, G.; Budell, E.; Bruzzone, F.; Giménez, A.; Lema, P. (2012). Consumers' texture perception of milk desserts. I-Relationship with rheological measurements. *Journal of Texture Studies*. **43**: 203-213.

Banach, J., Clark, S. e Lamsal, B. (2014). Texture and other changes during storage in model high-protein nutrition bars formulated with modified milk protein concentrates. *LWT - Food Science and Technology*. **56**: 77-86

Brunstrom, J. e Rogers, P. (2009). How many calories are on our plate? Expected fullness, not liking, determines meal-size selection. *Obesity*. **17**: 1884-90

Bruzzone, F., Ares, G. e Giménez, A. (2013). Temporal aspects of yoghurt texture perception. *International Dairy Journal*. **29**: 124 e 134.

Cervera, S. (2013). *Reemplazo de Grasa y Azúcar en Magdalenas. Efecto sobre las Propiedades Reológicas, Térmicas, de Textura y Sensoriales*. IATA CSIC (Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos), Valência, Espanha.

Chen, J. (2009). Food oral processing—A review. *Food Hydrocolloids*. **23**: 1-25

Chen, L. e Opara, U. (2013). Texture measurement approaches in fresh and processed foods — A review. *Food Research International*. **51**: 823-835

Cruaños, L. (2013). Reformulación de galletas de masa corta: cambios en reología, textura y propiedades sensoriales. IATA CSIC (Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos), Valência, Espanha.

De Wit, J. N. (1998). Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science*. **81**:597–608.

Delarue, J., Loescher, E. (2004). Dynamics of food preferences: a case study with chewing gums. *Food Quality and Preference*. **15**: 771-779

Dijksterhuis, G. B., & Piggott, J. R. (2001). Dynamic methods of sensory analysis. *European Journal of Oral Sciences*. **108**: 484–492.

Fischer, P., Pollard, M., Erni, P., Marti, I. e Padar, S. (2009). Rheological approaches to food systems. *Complex and biofluids / Fluides complexes et biologiques*. **10**: 740-750

Foegeding, R., Çakir, E. e Koç, H. (2010). Using dairy ingredients to alter texture of foods: Implications based on oral processing considerations. *International Dairy Journal*. **20**: 562-570

Galmarini, M., Symoneaux, R., Visalli, M., Zamora, M., Schlich, P. (2014). Static vs. dynamic liking in chewing gum: A new approach using a background task and a natural setting. *Food Quality and Preference*. *Article in Press*

Hogan, S.; Chaurin, V.; O’Kennedy, B.; Kelly, P. (2012). Influence of dairy proteins on textural changes in high-protein bars. *International Dairy Journal*. **26**:58-65.

Hogenkamp, P., Stafleu, A., Mars, M., Brunstrom, J. e Graaf, C. (2011). Texture, not flavor, determines expected satiation of dairy products. *Appetite*. **57**: 635-41

Hui, Y., Nollet, L., Nip, W., Paliyath, G. e Simpson, B. (2006). *Food Biochemistry & Food Processing*. Blackwell Publishing, 19: 425-453

- Ibanoglu, E., Erçelebi, E. (2007). Thermal denaturation and functional properties of egg proteins in the presence of hydrocolloid gums. *Food Chemistry*. **101**: 626-633
- Imtiaz, S.; Kuhn-Sherlock, B.; Campbell, M. (2012). Effect of dairy protein blends on texture of high protein bars. *Journal of Texture Studies*. **43**:275–286.
- Kaylegian, K. (1995). Functional Characteristics and Nontraditional Applications of Milk Lipid Components in Food and Nonfood Systems. *Journal of Dairy Science*. **78**: 2524-2540
- Labbe, D., Schlich, P., Pineau, N., Gilbert, F., & Martin, N. (2009). Temporal dominance of sensations and sensory profiling: a comparative study. *Food Quality and Preference*. **20**: 216–221.
- Laguna, L., Primo-Martín, C., Varela, P., Salvador, A. e Sanz, T. (2014). HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental Evaluation. *LWT - Food Science and Technology*. 56: 494-501
- Laguna, L., Varela, P., Salvador, A. e Fizsman, F. (2013). A new sensory tool to analyse the oral trajectory of biscuits with different fat and fibre contents. *Food Research International*. **51**: 544–553.
- Lannes, S. e Ignácio, R. (2013). *Structuring Fat Foods*. INTECH. **4**: 65-80
- Lassauzay, C., Peyron, M. A., Albuissou, E., Dransfield, E., & Woda, A. (2002).
- Lenfant, F., Loret, C., Pineau, N., Hartmann, C. e Martin, N. (2009). Perception of oral food breakdown. The concept of sensory trajectory. *Appetite*. **53**: 473.
- Lobato-Calleros, C., Reyes-Hernández, J., Beristain, C., Hornelas-Urbe, Y., Sánchez-García, J. e Vernon-Carter, E. (2007). Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. *Food Research International*. **40**: 529-537.

Madadlou, A., Khosroshahi, A., Mousavi, M. (2005). Rheology, Microstructure, and Functionality of Low-Fat Iranian White Cheese Made with Different Concentrations of Rennet. *J. Dairy Sci.* **88**: 3052-3062

Meilgaard, M., Civille, G. e Carr, B. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*, Third Edition

Muliawan, E. e Hatzikiriakos, S. (2007). Rheology of mozzarella cheese. *International Dairy Journal*. **17**: 1063-1072

O'Callaghan, D., Guinee, T. (2004). *Rheology and Texture of Cheese*. Elsevier, Dairy Products Research Centre, Teagasc, Ireland.

Pascua, Y., Koç, H. e E.A. Foegeding, E. (2013). Food structure: Roles of mechanical properties and oral processing in determining sensory texture of soft materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. **18**: 324–333.

Pascua, Y., Koç, H. e Foegeding, E. (2013). Food structure: Roles of mechanical properties and oral processing in determining sensory texture of soft materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. **18**: 324-33

Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, Imbert, S. (2009). Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. *Food Quality and Preference*. **20**: 450–455.

Sánchez-Macías, D., Fresno, M., Moreno-Indias, N., Castro, A., Morales-delaNuez, S., Álvarez, S. e Arguello, A. (2010). Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat, and low-fat artisan-style goat cheese. *Journal of Dairy Science*. **93**: 3950-3956.

Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E. e Vernon-Carter, E. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*. **14**: 151-159

Sikorski, Z. e Kolakowska, A. (2003). *Chemical and Functional Properties of Food Lipids*. CRC Press, USA. **4**: 70-83

Simoes, M., Domingues, A., Maciel, L., Rabelo, J., Oliveira, E. e Ferreira, C. (2013). Effect of bovine milk addition to buffalo's milk on different characteristics of artisanal Marajó “cream cheese” type. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, **Vol.** 68, n. 391: 32-40

Singh, V., Guizani, N., Al-Alawi, A., Claereboudt, M. e Rahman, M. (2013). Instrumental texture profile analysis (TPA) of date fruits as a function of its physico-chemical properties. *Industrial Crops and Products*. **50**: 866-873

Stokes, J., Boehm, M. e Baier, S. (2013). Oral processing, texture and mouthfeel: From rheology to tribology and beyond. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. **18**: 349-359

Sudre, J., Pineau, N., Loret, C., Martin, N. (2012). Comparison of methods to monitor liking of food during consumption. *Food Quality and Preference*. **24**: 179-189

Tárrega, A., Durán, L. e Costell, E. (2005). Rheological characterization of semisolid dairy desserts. Effect of temperature. *Food Hydrocolloids*. **19**: 133-139

Trends in Food Science and Technology. **1**: 284–290.

Turgeon, S.L. e Rioux, L. (2011). Food matrix impact on macronutrients nutritional properties. *Food Hydrocolloids*. **25**: 1915-1924

Variability of the masticatory process during chewing of elastic model foods.

Wijk, R., Gemert, L., Terpstra, M. e Wilkinson, C. (2003). Texture of semi-solids; sensory and instrumental measurements on vanilla custard desserts. *Food Quality and Preference*. **14**: 305-317

Wilkinson, C., Dijksterhuis, G. e Minekus, M. (2000). From food structure to texture. *Trends in Food Science & Technology*. **11**: 442-450

Yasin, N. e Shalaby, S. (2013). Physiochemical and sensory properties of functional low fat cheesecake manufactured using cottage cheese. *Annals of Agricultural Sciences*. **58**: 61-67

Anexos

Anexo A

Análise estatística dos dados obtidos para os parâmetros de textura

ANOVA Simple - DUREZA por FORMULACIÓN

Variable dependiente: DUREZA (Variable Dependiente)

Fator: FORMULACIÓN (Fator)

Número de observaciones: 71

Número de niveles: 6

Resumen Estadístico para DUREZA

FORMULACIÓN	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo
CE	11	3.62636	0.604157	16.6601%	2.49
CE+L	12	6.97333	1.579	22.6434%	2.9
CE+N	12	1.42083	0.156406	11.0081%	1.13
CE-A	12	2.88833	0.398083	13.7824%	2.02
CE-H	12	5.62	0.280649	4.99375%	5.11
CE-M	12	2.18833	0.341676	15.6135%	1.72
Total	71	3.78845	2.08812	55.1182%	1.13

FORMULACIÓN	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
CE	4.47	1.98	-0.57387	-0.371275
CE+L	9.34	6.44	-2.00905	2.74246
CE+N	1.68	0.55	-0.455306	-0.178874
CE-A	3.5	1.48	-0.805897	0.747693
CE-H	6.16	1.05	0.203853	0.162204
CE-M	2.85	1.13	0.816752	-0.338757
Total	9.34	8.21	2.46751	-0.85272

Tabla ANOVA para DUREZA por FORMULACIÓN

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	269.98	5	53.996	99.60	0.0000
Intra grupos	35.2385	65	0.542131		
Total (Corr.)	305.219	70			

ANOVA Simple - ELASTICIDAD por FORMULACION

Variable dependiente: ELASTICIDAD (Variable dependiente)

Fator: FORMULACION (Fator)

Número de observaciones: 72

Número de niveles: 6

Resumen Estadístico para ELASTICIDAD

<i>FORMULACION</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
CE	12	0.5775	0.0766485	13.2725%	0.44
CE+L	12	0.639167	0.0510718	7.99038%	0.57
CE+N	12	0.755833	0.0577547	7.6412%	0.65
CE-A	12	0.62	0.112896	18.209%	0.4
CE-H	12	0.725833	0.0533357	7.3482%	0.66
CE-M	12	0.614167	0.148475	24.175%	0.4
Total	72	0.655417	0.10851	16.5559%	0.4

<i>FORMULACION</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
CE	0.72	0.28	0.0643666	0.0713352
CE+L	0.72	0.15	0.943574	-0.439486
CE+N	0.86	0.21	-0.0156051	0.247455
CE-A	0.77	0.37	-0.601497	-0.243982
CE-H	0.83	0.17	1.53441	0.243784
CE-M	0.85	0.45	0.199241	-0.917856

Total	0.86	0.46	-1.31187	-0.574576
-------	------	------	----------	-----------

Tabla ANOVA para ELASTICIDAD por FORMULACION

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.291996	5	0.0583992	7.09	0.0000
Intra grupos	0.543992	66	0.0082423		
Total (Corr.)	0.835987	71			

Tabla de Medias para ELASTICIDAD por FORMULACION con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error Est.</i>		
<i>FORMULACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
CE	12	0.5775	0.026208	0.5405	0.6145
CE+L	12	0.639167	0.026208	0.602167	0.676167
CE+N	12	0.755833	0.026208	0.718833	0.792833
CE-A	12	0.62	0.026208	0.583	0.657
CE-H	12	0.725833	0.026208	0.688833	0.762833
CE-M	12	0.614167	0.026208	0.577167	0.651167
Total	72	0.655417			

ANOVA Simple - COHESIVIDAD por FORMULACION

Variable dependiente: COHESIVIDAD (Variable dependiente)

Fator: FORMULACION (Fator)

Número de observaciones: 72

Número de niveles: 6

Resumen Estadístico para COHESIVIDAD

<i>FORMULACION</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
CE	12	0.385	0.0358025	9.29935%	0.33
CE+L	12	0.45	0.0419957	9.33237%	0.41

CE+N	12	0.453333	0.0222928	4.91753%	0.42
CE-A	12	0.355833	0.0420948	11.8299%	0.25
CE-H	12	0.480833	0.0763316	15.8749%	0.38
CE-M	12	0.354167	0.0579119	16.3516%	0.27
Total	72	0.413194	0.0692785	16.7666%	0.25

FORMULACION	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
CE	0.44	0.11	0.373153	-0.550548
CE+L	0.54	0.13	1.53726	0.308267
CE+N	0.5	0.08	0.959308	0.285955
CE-A	0.42	0.17	-1.68876	2.40311
CE-H	0.59	0.21	0.306915	-1.09988
CE-M	0.44	0.17	-0.167614	-1.06513
Total	0.59	0.34	0.843235	0.749075

Tabla ANOVA para COHESIVIDAD por FORMULACION

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.181324	5	0.0362647	15.01	0.0000
Intra grupos	0.159442	66	0.00241578		
Total (Corr.)	0.340765	71			

Tabla de Medias para COHESIVIDAD por FORMULACION con intervalos de confianza del 95.0%

			Error Est.		
FORMULACION	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
CE	12	0.385	0.0141886	0.364969	0.405031
CE+L	12	0.45	0.0141886	0.429969	0.470031
CE+N	12	0.453333	0.0141886	0.433302	0.473365
CE-A	12	0.355833	0.0141886	0.335802	0.375865

CE-H	12	0.480833	0.0141886	0.460802	0.500865
CE-M	12	0.354167	0.0141886	0.334135	0.374198
Total	72	0.413194			

ANOVA Simple - MASTICABILIDAD por FORMULACION

Variable dependiente: MASTICABILIDAD (Variable dependiente)

Fator: FORMULACION (Fator)

Número de observaciones: 72

Número de niveles: 6

Resumen Estadístico para MASTICABILIDAD

<i>FORMULACION</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
CE	12	0.756667	0.368297	48.6736%	0
CE+L	12	2.01	0.608202	30.2588%	0.95
CE+N	12	0.485833	0.0832803	17.1417%	0.39
CE-A	12	0.653333	0.196345	30.0529%	0.2
CE-H	12	1.96417	0.410487	20.8988%	1.44
CE-M	12	0.51	0.253018	49.6114%	0.2
Total	72	1.06333	0.74996	70.5291%	0

<i>FORMULACION</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
CE	1.4	1.4	-0.397026	0.519399
CE+L	3.21	2.26	0.585598	0.307852
CE+N	0.63	0.24	0.820941	-0.674333
CE-A	0.99	0.79	-1.09073	1.4513
CE-H	2.81	1.37	0.949242	0.129795
CE-M	0.91	0.71	0.519417	-0.952492
Total	3.21	3.21	3.32654	-0.0292904

Tabla ANOVA para MASTICABILIDAD por FORMULACION

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	31.3141	5	6.26282	47.96	0.0000
Intra grupos	8.61912	66	0.130593		
Total (Corr.)	39.9332	71			

Tabla de Medias para MASTICABILIDAD por FORMULACION con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error Est.</i>		
<i>FORMULACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
CE	12	0.756667	0.10432	0.609389	0.903945
CE+L	12	2.01	0.10432	1.86272	2.15728
CE+N	12	0.485833	0.10432	0.338555	0.633111
CE-A	12	0.653333	0.10432	0.506055	0.800611
CE-H	12	1.96417	0.10432	1.81689	2.11144
CE-M	12	0.51	0.10432	0.362722	0.657278
Total	72	1.06333			

ANOVA Simple - FUERZA MAXIMA EN LA ROTURA por FORMULACION

Variable dependiente: FUERZA MAXIMA EN LA ROTURA (Variable dependiente)

Factor: FORMULACION (Factor)

Número de observaciones: 44

Número de niveles: 6

Resumen Estadístico para FUERZA MAXIMA EN LA ROTURA

<i>FORMULACION</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>
CE	8	4.435	0.563307	12.7014%	3.86
CE+L	8	8.53375	1.09118	12.7867%	7.54
CE+N	6	1.27833	0.244247	19.1067%	0.98
CE-A	8	3.11	0.301899	9.70736%	2.65

CE-H	8	4.9375	0.512745	10.3847%	3.8
CE-M	6	2.45333	1.05056	42.8216%	1.56
Total	44	4.33	2.4217	55.9283%	0.98

FORMULACION	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
CE	5.56	1.7	1.42459	0.694503
CE+L	10.87	3.33	1.76466	1.64575
CE+N	1.54	0.56	-0.239975	-0.977951
CE-A	3.62	0.97	0.35356	0.0684179
CE-H	5.56	1.76	-1.93498	2.43556
CE-M	4.24	2.68	1.25464	0.182032
Total	10.87	9.89	2.13554	0.188735

Tabla ANOVA para FUERZA MAXIMA EN LA ROTURA por FORMULACION

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	233.327	5	46.6654	94.07	0.0000
Intra grupos	18.851	38	0.496078		
Total (Corr.)	252.178	43			

Tabla de Medias para FUERZA MAXIMA EN LA ROTURA por FORMULACION con intervalos de confianza del 95.0%

			Error Est.		
FORMULACION	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
CE	8	4.435	0.249018	4.07854	4.79146
CE+L	8	8.53375	0.249018	8.17729	8.89021
CE+N	6	1.27833	0.287541	0.866729	1.68994
CE-A	8	3.11	0.249018	2.75354	3.46646
CE-H	8	4.9375	0.249018	4.58104	5.29396
CE-M	6	2.45333	0.287541	2.04173	2.86494
Total	44	4.33			

ANOVA Simple - FUERZA MAXIMA EN LA PENETRACION por FORMULACION

Variable dependiente: FUERZA MAXIMA EN LA PENETRACION (Variable dependiente)

Fator: FORMULACION (Fator)

Número de observaciones: 68

Número de niveles: 6

Resumen Estadístico para FUERZA MAXIMA EN LA PENETRACION

FORMULACION	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo
CE	10	0.916	0.241992	26.4183%	0.59
CE+L	12	1.17083	0.349167	29.8221%	0.81
CE-A	12	0.625833	0.168656	26.949%	0.4
CE-H	12	0.9075	0.159267	17.5501%	0.58
CE-M	10	0.361	0.0613641	16.9984%	0.28
CE-N	12	0.335833	0.0702539	20.9193%	0.23
Total	68	0.724265	0.365658	50.4867%	0.23

FORMULACION	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
CE	1.31	0.72	0.368011	-0.675809
CE+L	2.04	1.23	1.958	1.82564
CE-A	0.92	0.52	0.205335	-0.600686
CE-H	1.21	0.63	-0.31246	0.808593
CE-M	0.48	0.2	0.834423	-0.0364347
CE-N	0.48	0.25	0.954161	0.142183
Total	2.04	1.81	2.80633	1.6512

Tabla ANOVA para FUERZA MAXIMA EN LA PENETRACION por FORMULACION

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6.41003	5	1.28201	31.19	0.0000
Intra grupos	2.54823	62	0.0411005		
Total (Corr.)	8.95826	67			

Tabla ANOVA para FUERZA MAXIMA EN LA PENETRACION por FORMULACION

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	6.41003	5	1.28201	31.19	0.0000
Intra grupos	2.54823	62	0.0411005		
Total (Corr.)	8.95826	67			

Tabla de Medias para FUERZA MAXIMA EN LA PENETRACION por FORMULACION con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error Est.</i>		
<i>FORMULACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
CE	10	0.916	0.0641097	0.825382	1.00662
CE+L	12	1.17083	0.0585238	1.08811	1.25356
CE-A	12	0.625833	0.0585238	0.543111	0.708556
CE-H	12	0.9075	0.0585238	0.824777	0.990223
CE-M	10	0.361	0.0641097	0.270382	0.451618
CE-N	12	0.335833	0.0585238	0.253111	0.418556
Total	68	0.724265			

Anexo B

Análise de dados TDS – Condições de análise obtidas através do Software Fizz

Time Intensity TDS: 1

Number of repetitions: 3

Number(s) of the repetitions taken: All

Number of judges: 16

Number of products: 6

Number of attributes: 8

Time-intensity parameter

Period (ms): 1000

Duration (s): 60

Minimum intensity: 0

Maximum intensity: 1

Calculation parameters for TDS curves

Beginning of the curves

Beginning of Time-Intensity

End of the curves

Scoring end

Standardized Time: (0 - 100%)

Statistics

Computation of the chance level: Number of attributes

Significance of the difference curves: Comparison of two binomial proportions

Level of Significance: 5 %

Number of theoretical curves: 48

Anexo C

Dynamic Liking – Análise estatística dos dados

ANOVA DE DOS FACTORES PARA DYNAMIC LIKING INGREDIENTES

VARIABLE DEPENDIENTE: Aceptabilidad

FACTORES:

1. FORMULACIÓN (6 NIVELES: CE, CE+N, CE+L, CE-H, CE-A, CE-M)
2. TIEMPO MASTICACION (3 NIVELES: Inicio, durante y después)

ANOVA Multifactorial - ACEPTABILIDAD

Variable dependiente: ACEPTABILIDAD (Variable Dependiente)

Factores:

FORMULACION (Factor 1)

TIEMPO MASTICACION (Factor 2)

Número de casos completos: 1350

Análisis de Varianza para ACEPTABILIDAD - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACION	189,116	5	37,8232	7,04	0,0000
B:TIEMPO MASTICACION	91,6798	2	45,8399	8,53	0,0002
INTERACCIONES					
AB	10,156	10	1,0156	0,19	0,9971
RESIDUOS	7158,32	1332	5,37411		
TOTAL (CORREGIDO)	7449,27	1349			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para ACEPTABILIDAD con intervalos de confianza del 95,0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	1350	5,38341			
FORMULACION					
CE	225	6,15422	0,154548	5,85131	6,45713
CE + L	225	5,38089	0,154548	5,07798	5,6838
CE - A	225	5,41467	0,154548	5,11176	5,71757
CE - H	225	5,17556	0,154548	4,87265	5,47846
CE - M	225	5,204	0,154548	4,90109	5,50691
CE+ N	225	4,97111	0,154548	4,6682	5,27402
TIEMPO MASTICACION					
Despues	450	5,69178	0,109282	5,47759	5,90597
Durante	450	5,404	0,109282	5,18981	5,61819
Inicio	450	5,05444	0,109282	4,84026	5,26863
FORMULACION por TIEMPO MASTICACION					
CE,Despues	75	6,42267	0,267684	5,89801	6,94732
CE,Durante	75	6,27067	0,267684	5,74601	6,79532
CE,Inicio	75	5,76933	0,267684	5,24468	6,29399
CE + L,Despues	75	5,62	0,267684	5,09535	6,14465
CE + L,Durante	75	5,47067	0,267684	4,94601	5,99532
CE + L,Inicio	75	5,052	0,267684	4,52735	5,57665
CE - A,Despues	75	5,604	0,267684	5,07935	6,12865
CE - A,Durante	75	5,43467	0,267684	4,91001	5,95932

CE - A,Inicio	75	5,20533	0,267684	4,68068	5,72999
CE - H,Despues	75	5,47867	0,267684	4,95401	6,00332
CE - H,Durante	75	5,21467	0,267684	4,69001	5,73932
CE - H,Inicio	75	4,83333	0,267684	4,30868	5,35799
CE - M,Despues	75	5,70933	0,267684	5,18468	6,23399
CE - M,Durante	75	5,02533	0,267684	4,50068	5,54999
CE - M,Inicio	75	4,87733	0,267684	4,35268	5,40199
CE+ N,Despues	75	5,316	0,267684	4,79135	5,84065
CE+ N,Durante	75	5,008	0,267684	4,48335	5,53265
CE+ N,Inicio	75	4,58933	0,267684	4,06468	5,11399