



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E MICROBIOLÓGICAS DE QUEIJO FRESCO DE VACA COM ALGA *ULVA RÍGIDA*

Joana Lopes¹; Rita Pinheiro^{2,3}

DOI:<https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0273>

RESUMO

O queijo fresco é um produto lácteo popular em Portugal. É um produto à base de leite, tendo por todo o mundo, uma grande variedade de sabores, aromas e formas, decorrente dos processos de fabrico, origem do leite e respetivos ingredientes.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e otimização de queijo fresco de vaca com adição de um ingrediente sustentável, uma macroalga da Costa Atlântica Norte de Portugal, *Ulva rígida* (Alface do Mar), de forma a contribuir para o seu enriquecimento sensorial e nutricional, tornando-o diferente dos convencionais queijos frescos já existentes no mercado.

Após o desenvolvimento de uma formulação base de queijo fresco, procedeu-se à produção de queijo fresco com adição de macroalga. Procedeu-se à avaliação do comportamento microbiológico, sensorial, físico-químico (humidade, pH, proteína, hidratos de carbono, gordura, cloretos e açúcares totais), textura e cor ao longo de 15 dias de armazenamento a 4 °C. Foi também realizado um queijo fresco controlo sem adição de macroalga.

Através dos resultados obtidos verificou-se uma diminuição do valor de pH ao longo do tempo de armazenamento. Da mesma forma, também o parâmetro da luminosidade (L^*) diminuiu ao longo de 15 dias. Pelo contrário, o teor de humidade aumentou até ao fim do tempo de armazenamento. Pôde-se verificar que a adição de alga ao queijo fresco apenas enriqueceu sensorial e visualmente o queijo, não tendo qualquer influência nas características físico-químicas do produto final (teor de proteína, hidratos de carbono, açúcares totais, gordura total e teor de cloretos), quando comparado com o queijo controlo. A avaliação microbiológica abrangeu diversas análises, como a contagem de *Escherichia coli*, microrganismos a 30 °C, *Enterobacteriaceae*, *Estafilococos* coagulase positiva, *Listeria monocytogenes* e pesquisa de *Salmonella* spp. Através dos resultados obtidos, e de acordo com os valores guia definidos pela Health Protection Agency, concluiu-se que ao décimo quinto dia o produto não se encontrava satisfatório para consumo. O tempo indicado será sempre inferior a 7 dias após a sua produção.

Relativamente à análise sensorial realizada com um painel de provadores semi-treinado, este considerou que a formulação desenvolvida apresentou um comportamento semelhante ao longo do tempo de armazenamento, para os atributos escolhidos, sendo o atributo “cheiro” aquele que mostrou maior alteração entre o tempo 0 dias e 15 dias.

Com este trabalho foi possível desenvolver um tipo diferente de queijo fresco com alga *Ulva Rígida* (Alface do Mar) e definir o respetivo rótulo nutricional. Concluiu-se que o queijo fresco, produto nutritivo e utilizado de várias formas pelos consumidores, pode ser enriquecido sensorialmente, não alterando as suas características físico-químicas típicas, oferecendo maior variedade para o consumidor e contribuir para a sustentabilidade alimentar.

Palavras-Chave: queijo fresco, alga, análise sensorial, microbiológico, nutricional.

INTRODUÇÃO

¹ Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Avenida Atlântico, 4900-348 Viana do Castelo, Portugal, joanalopes@ipvc.pt

² Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (CISAS) do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Avenida Atlântico, 4900-348 Viana do Castelo, Portugal; ritapinheiro@estg.ipvc.pt

³ Centro de Engenharia Biológica, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

O leite é uma parte vital do sistema alimentar global, providenciando benefícios não só nutricionais, mas também económicos e sociais, para uma grande proporção da população mundial. Este produto pode ser considerado como ingrediente-chave para a produção de queijo, sendo a sua qualidade e preparação de extrema importância (Fox et al., 2004).

O processo de fabrico de queijo envolve a conversão de leite, um alimento altamente nutritivo, em queijo, sendo este produto estável, saboroso e com um tempo de vida considerável, dependendo da sua variedade (Fox et al., 2004).

Com base na *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2020), o queijo é o segundo produto lácteo mais consumido no mundo, ocorrendo o seu consumo maioritariamente nos países da Europa e na América do Norte, onde é expectável que o seu consumo per capita continue a aumentar. A maioria dos laticínios produzidos são consumidos na forma fresca, incluindo produtos pasteurizados e fermentados. O queijo fresco é uma das variedades de queijo mais popular entre os consumidores pelas suas características, sendo leve, suave e versátil, podendo ser consumido em múltiplas ocasiões e de diferentes formas. Este produto é visto como saudável, pela sua composição nutricional, atraindo aqueles que estão interessados em praticar um estilo de vida saudável.

O processo de transformação do leite em queijo é muito antigo, passando basicamente pela concentração do leite, onde uma parte dos componentes, como a proteína e gordura, são reunidos na coalhada, enquanto as proteínas do soro, lactose e sólidos solúveis são removidas no soro. O leite é um produto bastante completo, podendo ser utilizado como matéria-prima para uma vasta gama de produtos, como o queijo (de Paula et al., 2009).

Os países europeus são os maiores produtores de queijo, tendo produzido mais de 10 milhões de toneladas deste produto alimentar ao longo do ano 2019, conforme os dados apresentados por Statista (2020), seguido dos Estados Unidos, com uma produção de quase 6 milhões de toneladas. Relativamente ao consumo de queijo, este segue a mesma tendência da produção, sendo consumido em grande escala na Europa, seguido pelos Estados Unidos e Rússia, tendo este último bastante menos produção e consumo, em relação aos primeiros (Statista, 2020).

Segundo dados apresentados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE, 2020), entre 2015 e 2019, Portugal mostrou uma tendência crescente na produção anual de queijo de vaca,

atingindo o seu número máximo em 2019, com uma produção de cerca de 84 mil toneladas. O mesmo se verificou, para o mesmo intervalo de datas, no consumo de queijo, onde o número máximo de consumo de queijo per capita foi de 13,8 kg/hab (INE, 2020).

O queijo fresco tradicional, como todos os outros queijos, começou por ser produzido artesanalmente, por pequenos produtores de leite, sendo atualmente também produzido industrialmente, principalmente para superfícies comerciais (Oliveira, 2010). Este alimento é um produto não maturado, obtido por dessoramento lento após a coagulação do leite, podendo este ser de vaca, cabra, ovelha ou das suas misturas, sendo obrigatoriamente e previamente submetido a pasteurização (NP 1921:1985).

De acordo com Oliveira (2010), o queijo fresco apresenta uma forma cilíndrica, de dimensões variáveis. É um produto versátil, podendo ser servido como entrada, em saladas, lanches ao longo do dia ou até como sobremesa, sendo geralmente polvilhado com sal e/ou pimenta.

Queijos frescos são queijos não maturados, fabricados pela coagulação do leite, acidificando o leite com uma pequena quantidade de coalho, combinado com o respetivo aquecimento. Estes produtos podem ser consumidos logo após a sua produção, não precisando da etapa de maturação. Deste modo, os principais pontos do fabrico de queijo fresco passam pela acidificação do leite pasteurizado, diminuindo o pH do mesmo até valores próximos do ponto isoelétrico da caseína, o corte do gel, a concentração da coalhada e o dessoramento da mesma (Fox et al., 2004; Fox et al., 2017). O processo de produção do queijo fresco é semelhante ao processo de produção dos restantes queijos, não necessitando da etapa de maturação. Geralmente, o processo de produção de queijo fresco inicia-se pela prévia pasteurização do leite, adição de coalho e formação do gel, corte da coalhada, dessoramento, escorrimento, moldagem e embalagem (Fox et al., 2004).

O queijo fresco é um produto altamente perecível, tendo a sua estabilidade afetada por fatores tanto intrínsecos como extrínsecos. Como exemplos de fatores intrínsecos estão o pH, atividade da água, potencial redox. Como fatores extrínsecos associados podem-se referir as condições de processamento, higiene, condições de manuseamento e armazenamento e o material de embalagem. Estes fatores provocam uma diminuição na qualidade e segurança do género alimentício, e, conseqüentemente, afetando a data-limite de consumo. Outros atributos que são afetados são a textura cor e características sensoriais (Manzocchi, et al., 2021;

Skarlatos, et al., 2021) Pela perecibilidade microbiológica do queijo fresco, este deve apresentar no seu rótulo o termo “data-limite de consumo” (Braz, 2017).

Neste sentido, foi proposto o desenvolvimento de um queijo fresco simples e de queijo fresco alternativo, com adição de macroalgas da Costa Atlântica Norte de Portugal, de forma a ser uma alternativa ao tradicional queijo fresco existente, atrativo, nutricionalmente atrativo e sustentável. Os resultados obtidos neste trabalho podem ter um impacto favorável na valorização dos queijos industriais/artesanais nacionais como sendo uma alternativa aos que existem no mercado e uma mais valia para o aumento do consumo de queijos em geral, de visibilidade do mercado de qualidade do produto no País e no cenário internacional.

REFERENCIAL TEÓRICO

Queijo é o nome genérico para o grupo de produtos alimentares produzidos à base de leite, tendo este, por todo o mundo, uma grande variedade de sabores, aromas e formas, decorrente dos processos de fabrico, origem do leite e respetivos ingredientes. Este produto pode ser considerado fresco ou curado, de consistência variável, obtido por coagulação e dessoramento do leite, com ou sem adição de outros géneros alimentícios.

Nos últimos, a indústria de laticínios – habitualmente conservadora – tem enfrentado grandes desafios na procura de alternativas à oferta tradicional que existe no mercado. Apesar de ter uma das maiores entradas no mercado doméstico, a inovação em novos sabores, receitas e formatos não tem sido suficiente para manter o crescimento devido à alta competição. Em vez disso, a indústria está a concentrar-se em novas tendências globais: Plant-based Foods (planos alimentares à base de plantas), o foco na saúde, snacks e ‘queijo 2.0’.

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e otimização de queijo fresco com adição de macroalgas, um ingrediente de origem marinha, alternativo e sustentável, para além do clássico queijo fresco simples que é comumente apresentado ao consumidor. A formulação desenvolvida foi estudada ao nível das propriedades físico-químicas, microbiológicas, de textura e sensoriais, durante um período de quinze dias. Pretendeu-se utilizar as macroalgas da Costa Litoral Atlântica de Portugal como ingrediente sustentável. A alga selecionada foi a Alface do Mar, como é vulgarmente conhecida (*Ulva Rigida*).

Com esta avaliação pretendeu-se determinar o tempo de vida útil do produto, perceber a evolução e alteração dos mesmos ao longo do tempo e também construir o seu rótulo com a

composição nutricional do produto. Pretendeu-se apresentar um novo produto inovador com foco num novo sabor e indo ao encontro da sustentabilidade alimentar.

METODOLOGIA

Matérias-primas

O leite foi fornecido pela empresa Quinta da Borgonha. Pela empresa BIOSTAR, foi fornecido coalho em pó – BIOSTAR Premium 97P150 e Cloreto de Cálcio BIOSTAR. As macroalgas utilizadas – Alface-do-Mar, da espécie *Ulva Rígida* – foram fornecidas pela ALGAplus Lda. Tanto os orégãos como o sal fino utilizados são da marca Continente. O pimento verde utilizado foi fornecido pela cantina da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG – IPVC).

Processo produtivo

O processo de produção (Figura 1) inicia-se com a receção do leite cru, proveniente da Quinta da Borgonha, onde é posteriormente pasteurizado (Armfield, Reino Unido), com um binómio temperatura/tempo de $T = 71,7\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t = 15\text{ s}$, de acordo com a Portaria nº 473/87, relativo às características, acondicionamento, rotulagem, condições de conservação e períodos de duração dos leites tratados termicamente.

Depois de pasteurizado, o leite é pesado para uma tina de vidro, colocando-a, posteriormente, num banho termostatzado (Armfield, Reino Unido), a $T \approx 38\text{ }^{\circ}\text{C}$. Quando o leite atingir uma $T \approx 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ adiciona-se o cloreto de cálcio e o coalho em pó, com um tempo de espera de 10 minutos entre o primeiro e o segundo ingrediente. Pouco tempo após a adição do coalho em pó, dá-se início à coagulação. Ao fim de cerca de 40 minutos, corta-se a massa horizontal e verticalmente, permitindo e facilitando, assim, a saída do soro. O processo de dessoramento ocorre durante 1 hora, em refrigeração.

Seguidamente, separa-se a massa do restante soro (escorrimento). Nesta etapa, adiciona-se sal fino à massa escorrida. É também nesta etapa que se adiciona a alga. Depois deste processo, passa-se para a etapa de moldagem, onde a massa é transferida e devidamente acondicionada em cada molde (adaptados).

Após 1 hora em refrigeração, a $T \approx 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, cada queijo é retirado do molde e transferido para a

respetiva embalagem. Em seguida, cada embalagem é tapada com um filme de parafina plástica (Bemis, EUA), colocada num saco de vácuo PA/PE 20/70 (Termofilm, Portugal) e posteriormente selada numa embaldadora (VacuMIT, Alemanha). Por fim, cada embalagem é colocada em refrigeração, a $T \approx 4^\circ\text{C}$.

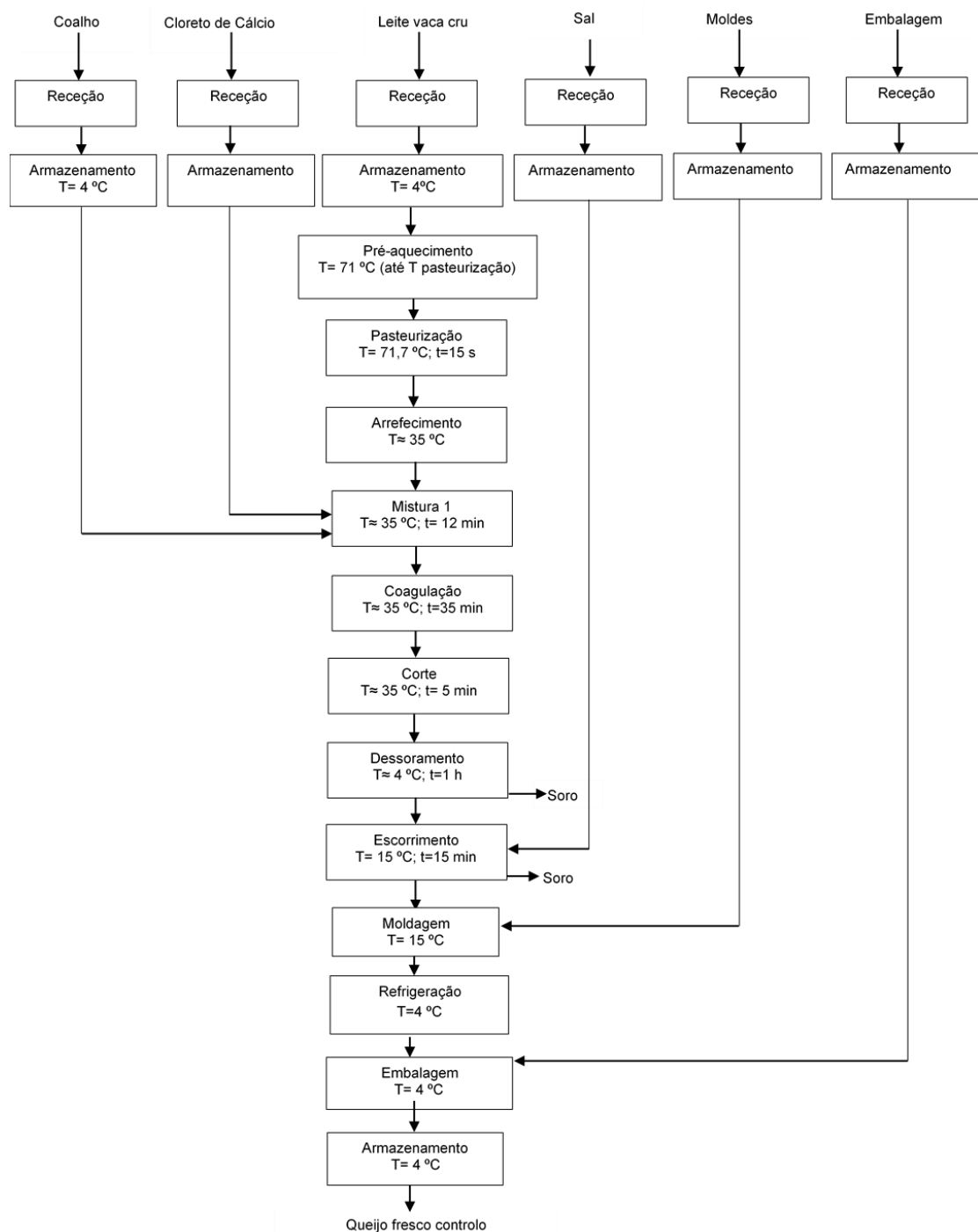


Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo de queijo fresco controlo (formulação base).

Ensaaios experimentais

O estudo da formulação de queijo fresco iniciou-se após a receção da matéria-prima essencial – o leite, e da sua pasteurização. Em seguida, procedeu-se à realização de diversos ensaios, onde foi testado um queijo simples (controlo), com adição apenas de cloreto de cálcio e coalho líquido. Foram usadas as dosagens mínimas indicadas pela ficha técnica dos produtos e adotadas para os ensaios seguintes.

A formulação controlo (QFC) consistiu na seguinte composição (p/p): leite, 99,69%; cloreto de cálcio, 0,07%; coalho em pó 0,01% e cloreto de sódio (sal marinho), 0,23%.

A formulação com algas (QFA) consistiu na seguinte composição (p/p): leite, 99,62%; cloreto de cálcio, 0,07%; coalho em pó 0,01%, cloreto de sódio (sal marinho), 0,23%; e macroalgas, 0,07%.

Ao longo dos ensaios, as técnicas usadas nas diversas etapas, como no corte, escorrimento e moldagem, foram otimizadas e parâmetros como o valor de pH e teor de humidade analisados, sendo este último um critério de grande importância e com limites legislados (entre 67 % e 80 %) pela Portaria nº 73/90. Todos os queijos foram acondicionados em embalagens típicas de queijo fresco e armazenados numa câmara de refrigeração a cerca de 4 °C.

Na testagem à quantidade de sal a adicionar, e havendo uma recomendação por parte da Organização Mundial da Saúde de um consumo de 5 g de sal por dia para um adulto, começou por se adicionar uma pequena quantidade (0,1 %) porém, notou-se que essa quantidade era bastante insuficiente e impercetível, prevalecendo apenas o sabor lácteo e, desse modo, aumentou-se a sua quantidade até 0,23 %, onde se achou um equilíbrio entre os sabores lácteo e salgado (WHO, 2012).

Durante a produção do queijo fresco adicionou-se a macroalga, “Alface-do-mar”, *Ulva rígida*, o qual foi produzido quatro vezes.

Métodos analíticos

Medição do pH

A determinação do pH foi realizada recorrendo ao método potenciométrico, usando um potenciómetro portátil Crison 25+ (Crison, Espanha), previamente calibrado com três soluções

padrões de pH 4,01, pH 7,00 e pH 9,21.

A amostra foi cortada em três fatias de igual proporção e o eletrodo inserido no centro de cada uma delas. A análise foi realizada em triplicado.

Teor de Humidade

O teor de humidade foi determinado a partir de uma pequena porção retirada da amostra fatiada de queijo fresco, utilizando o método gravimétrico através de uma balança termogravimétrica (Scaltec, Alemanha). Os resultados obtidos foram expressos em percentagem (p/p). A análise foi realizada em triplicado, em cada uma das 3 fatias da amostra.

Cor

Para a determinação da cor utilizou-se um colorímetro Lovibond RT100 (Lovibond, Reino Unido), utilizando o sistema CIE L a*b*. Previamente à determinação da cor das amostras, procedeu-se à calibração do colorímetro. Esta é feita contra um padrão branco, antes do uso, e seleccionando o modo standard no programa Lovibond RT Colour V3.0. Em seguida, cortou-se a amostra em três fatias de igual proporção.

Posteriormente, procedeu-se à determinação da luminosidade das amostras, posicionando o medidor no centro de cada uma das fatias e registando os valores obtidos. Para cada tipo de amostra efetuaram-se três leituras.

Teor de proteína

O teor de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl, descrito pela AOAC 991.20 (AOAC, 2005). Para a determinação recorreu-se a uma unidade de digestão (Velp Scientifica, Itália) e uma unidade de destilação (Foss, Suécia).

Pesou-se cerca de 1 g da amostra e iniciou-se a digestão da proteína, à temperatura de 420 °C, com duas pastilhas de catalisador, ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄) a 97% e peróxido de hidrogénio (H₂O₂) a 30%. Finda a digestão da proteína, realizou-se a destilação e neutralização com adição de hidróxido de sódio (NaOH) a 40%, recolhendo o destilado numa solução de ácido bórico (H₃BO₃) a 4% combinada com indicadores vermelho de metilo e azul de metileno. Por fim, titulou-se o destilado da amostra com uma solução de ácido clorídrico (HCl), permitindo calcular a quantidade de azoto na amostra. A análise foi realizada em triplicado.

A conversão do teor de azoto total em teor de proteína bruta foi obtida através do fator de conversão definido para produtos lácteos (6,38) (Maubois & Lorient, 2016).

Teor de açúcares totais

Os açúcares totais foram determinados a partir do método gravimétrico, segundo a técnica de Munson e Walker, utilizando como referência a NP 1419:1987.

Pesou-se cerca de 2 g da amostra e procedeu-se à defecação com soluções de Carrez I e II. De seguida, procedeu-se à da inversão, usando a filtração da defecação com HCl, NaOH a 30% e solução indicadora de fenolftaleína. Após a obtenção do filtrado da inversão, leram-se as absorvâncias das amostras e soluções padrão da glucose previamente preparadas a 540 nm no espectrofotómetro (VWR, Bélgica). As análises foram realizadas em triplicado.

Teor de hidratos de carbono

Para a determinação do teor de hidratos de carbono, recorreu-se ao método colorimétrico DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico), técnica descrita em Analytical Chemistry of Foods (James, 1995). Pesou-se cerca de 0,2 g da amostra, hidrolisando-a com ácido sulfúrico (H₂SO₄ 1,5 M). Para a medição, leu-se a absorvância das amostras e soluções padrão de glucose, previamente preparadas, a 540 nm no espectrofotómetro (VWR, Bélgica). As análises foram realizadas em triplicado.

Teor de gordura total

A determinação do teor de gordura total efetuou-se pelo método de extração com funis de separação, descrito pela AOAC 933.05 (AOAC, 2000a).

Para a determinação, pesou-se cerca de 1 g de amostra. Depois da extração da gordura, com utilização de etanol, éter de petróleo e éter etílico, evaporou-se o solvente, através de um evaporador rotativo e, posteriormente, secou-se na estufa a 102±1 °C, até peso constante. As análises foram realizadas em triplicado.

Teor de cloretos

O teor de cloretos foi determinado pelo método de Volhard, descrito na AOAC 935.43 (AOAC, 2000b).

Para tal, pesou-se aproximadamente 3 g de amostra, adicionando-se nitrato de prata (AgNO₃ 0,1M), ácido nítrico concentrado (HNO₃) e, após ebulição, solução de permanganato de potássio (KMnO₄) a 5%. Posteriormente, procedeu-se à titulação do ião prata (Ag⁺) em excesso com uma solução padrão de tiocianato de potássio, sendo o ponto final indicado pelo aparecimento de coloração cor de tijolo. As análises foram realizadas em triplicado.

Textura

A textura do queijo fresco foi analisada usando um texturómetro TA.XT.plus (Stable Micro

Systems, Reino Unido), com uma célula de carga de 2 kg e conectado ao software “Exponent”, onde os dados foram registados. Para a avaliação da dureza foi utilizada uma sonda cilíndrica de 4 milímetros (P/4). A partir da curva obtida (força vs tempo) foi possível determinar a dureza. A textura das amostras foi analisada com dois queijos frescos, onde cada um deles foi dividido em 3 fatias, com proporções semelhantes, e cada fatia foi analisada em triplicado.

Análise sensorial

Foi realizada uma análise descritiva quantitativa (ADQ) ao queijo fresco, recorrendo a um painel semi-treinado de 6 provadores. Esta análise foi realizada no laboratório da Escola Superior de Tecnologia e Gestão, numa sala com oito cabinas individuais, seguindo a norma ISO 8589:2007. Numa primeira fase, fase de treino, o painel de provadores definiu os atributos e âncoras da ficha de prova. Os atributos sensoriais definidos foram: aspeto geral (cor característica), cheiro, dureza ao corte e sabor característico. Estes atributos foram avaliados numa escala de intensidade de 9 pontos, onde 1 correspondia a intensidade baixa e 9 intensidade mais alta.

Análise Estatística

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente recorrendo a diferentes ferramentas estatísticas. Para avaliar a existência de diferenças significativas entre os dados obtidos, estes foram submetidos a uma análise de variância (one-way ANOVA). Quando pelo menos uma das formulações apresentava diferenças, aplicou-se o teste de Tukey, para comparação das médias. Consideraram-se diferenças estatisticamente significativas para um intervalo de confiança de 95%, $p < 0,05$.

Foi também aplicada uma análise de componentes principais (ACP), resumindo o número de dados num espaço multidimensional, num com menores dimensões, sem se perder muita informação, permitindo reconhecer a existência de correlações entre os parâmetros analisados. A análise estatística foi realizada recorrendo ao software STATISTICA v 7.0 (StatSoft, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguidamente encontram-se os resultados obtidos para os queijos fresco produzidos: Controlo (QFC) e com macroalga (QFA).

Os valores registados para a determinação do teor de humidade dos diferentes queijos frescos

desenvolvidos, ao longo do tempo de armazenamento ($t=15$ dias), encontram-se na Figura abaixo apresentada (Figura 2). Como se pode constatar a partir da Figura 2, o teor humidade do queijo sofre algumas alterações ao longo do tempo de armazenamento: o teor de humidade aumenta ao fim de 1 dia, tempo a partir do qual volta a diminuir, e ao fim de 5 dias de armazenamento apresenta novamente um aumento para valores próximos do tempo 1 dia. Ambos os produtos apresentam praticamente o mesmo comportamento ao longo do tempo de estudo, apresentam uma diminuição acentuada no seu valor desde T1 até T5, atingindo o valor mais baixo registado, e onde, a partir desse tempo, volta a aumentar.

Verifica-se que ambas as formulações sofreram um ligeiro aumento do início para o fim do tempo de armazenamento, de 2 % e 4 %, para os queijos controlo e com algas, respetivamente. Apesar das oscilações detetadas, os dois queijos encontraram-se sempre dentro dos parâmetros definidos e apresentados na Portaria nº 73/90. De acordo com Silva et al. (2012), a utilização de sal nos queijos promove a sinérese do soro, levando a uma redução da humidade, ajudando ao cumprimento dos parâmetros legislados

De facto, ambas as formulações apresentam uma evolução semelhante, não havendo diferenças significativas entre elas ($p>0,05$), variando, ao fim de 15 dias, entre 72 % e 75 %.

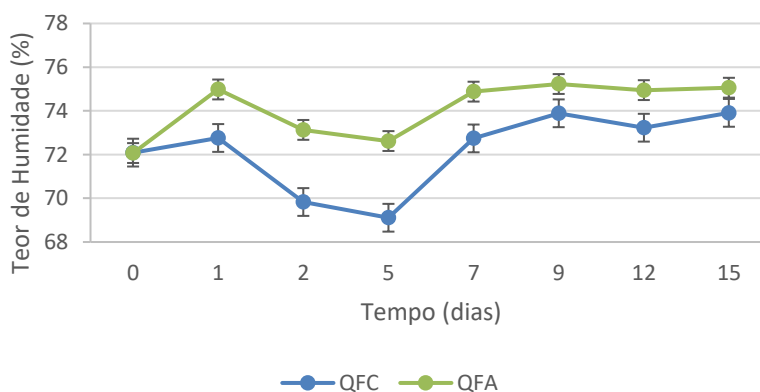


Figura 2– Variação do teor de humidade ao longo do tempo de estudo para o queijo fresco – QFC (queijo fresco controlo), QFA (queijo fresco com macroalgas). Valores médios $\pm$ desvio padrão.

Os resultados do pH obtido nos diferentes queijos ao longo do tempo de estudo encontram-se representados na Figura 3. Através da análise dos resultados verifica-se que existem variações significativas no valor de pH ($p<0,05$), sendo essas diferenças entre as amostras “queijo fresco

com orégãos” e “queijo fresco com pimento verde seco” relativamente à amostra “queijo fresco controlo”.

Ao longo do tempo de armazenamento, verifica-se que os valores de pH diminuem, apresentando o queijo fresco controlo uma diminuição de 0,5 % e o queijo fresco com macroalgas, de 1 %. No tempo 9 dias observa-se um decréscimo do pH que é comum a todas as formulações, terminando, ao fim de 15 dias, com um valor mínimo de 6,52 para o queijo fresco controlo, e 6,44 para o queijo fresco com algas. A diminuição dos valores de pH ao longo do tempo deve-se ao desenvolvimento de acidez por ação microbiana, comum nos produtos lácteos (Bandeira, 2010). Esta evolução da carga microbiana é observada através das análises microbiológicas apresentadas adiante na discussão.

Todos os produtos analisados apresentam valores de pH entre 6,29 e 6,61, estando próximos de um pH neutro. Estes valores são indicativos de probabilidade de crescimento de microrganismos, de acordo com FSAI (2019).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braz (2017), notando-se uma evolução dos microrganismos do queijo, acentuando a descida do pH do mesmo, ao longo do tempo de estudo.

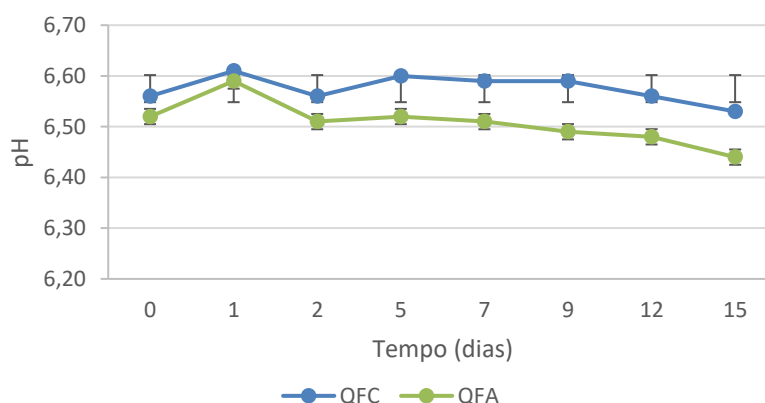


Figura 31 – Variação do pH ao longo do tempo de estudo para o queijo fresco QFC (queijo fresco controlo) e QFA (queijo fresco com macroalgas). Valores médios $\pm$ desvio padrão.

A medição da cor ao longo do tempo de estudo é um dos principais parâmetros de indicação da qualidade do queijo, sendo também uma propriedade determinante na aceitação do consumidor perante um produto. A cor está ligada ao teor de gordura e está sujeita a alterações sazonais, segundo Perry (2004).

Os resultados obtidos na análise da luminosidade (L^*) para o queijo fresco controlo e queijo fresco com algas, ao longo de 15 dias, encontram-se representados na Figura 4.

Pode-se verificar-se que, com o aumento do tempo de armazenamento, a luminosidade, L^* , diminui, para todos os produtos desenvolvidos, apresentando o queijo fresco com algas uma diminuição de, aproximadamente, 4 % e o queijo fresco controlo de 5 %.

A luminosidade variou entre valores de 99,93, valor L^* máximo inicial, e 94,89, valor L^* mínimo, atingido no final do tempo. Verifica-se ainda que as formulações estudadas não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre elas ($p > 0,05$), indicando que a adição dos diferentes ingredientes não teve influência neste parâmetro.

A cor do queijo está ligada à gordura e caseína, sendo a coloração da gordura (amarelo-claro) uma combinação entre três fatores: a química natural da gordura, a membrana de proteína do glóbulo de gordura rico em β -caroteno e carotenos amarelos solúveis em gordura que as vacas comem. Os clusters da caseína e as membranas da proteína cercam os glóbulos de gordura no leite, ocultando a cor amarelo do β -caroteno, refletindo a cor branca. No queijo, esta cor é atribuída pela caseína (Alwazeer et al., 2020).

De acordo com os mesmos autores, o crescimento microbiano leva à deformação da caseína, deixando de refletir a cor branca. Isto foi observado nesta experiência, onde se verificou um elevado número de microrganismos aos 15 dias e uma diminuição da luminosidade, passando o queijo de branco a amarelado. Após esta deformação da caseína, a cor do queijo é dominada pelos componentes refletores, como é o exemplo dos β -carotenos e riboflavina, que foram ocultados pela reflexão intensa da cor branca pela caseína.

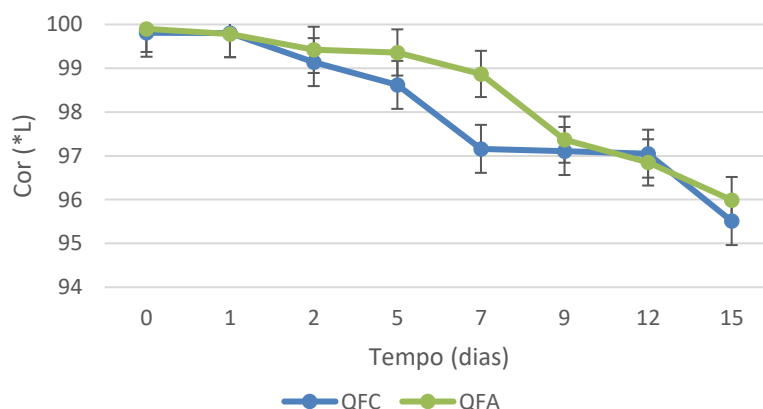


Figura 2 – Variação da luminosidade (L^*) ao longo do tempo de estudo para o queijo fresco QFC (queijo fresco

controle) e QFA (queijo fresco com macroalgas). Valores médios $\pm$ desvio padrão.

Na Tabela 1 podem-se observar os resultados referentes à caracterização nutricional para o queijo fresco controle e o queijo fresco com algas. Através da análise dos resultados, verifica-se que os produtos estudados não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre eles, relativamente aos parâmetros analisados: teor de proteína, hidratos de carbono, açúcares totais, teor de gordura total e teor de sal. No que diz respeito ao teor de hidratos de carbono, apresentado na Tabela 1, e de acordo com Pinho & Ferreira (2006), os queijos possuem uma quantidade de hidratos de carbono reduzida, o que se pode constatar nos resultados obtidos, onde o queijo fresco controle contém 5 % e o queijo fresco com algas contém um teor de 4 %.

Tabela 1 – Análise nutricional: Teor de proteína, hidratos de carbono, açúcares totais, gordura e sal (NaCl) –para o queijo fresco controle e com macroalgas. Valores médios $\pm$ desvio padrão.

PARÂMETRO	QUEIJO FRESCO CONTROLE	QUEIJO FRESCO COM MACROALGAS	P
% PROTEÍNA	9,41 $\pm$ 0,12	10,45 $\pm$ 0,19	>0,05
% HIDRATOS DE CARBONO	5,01 $\pm$ 0,11	4,06 $\pm$ 0,21	>0,05
% AÇÚCARES TOTAIS	4,40 $\pm$ 0,18	4,04 $\pm$ 0,29	>0,05
% GORDURA	10,26 $\pm$ 0,62	10,87 $\pm$ 0,73	>0,05
% SAL (NaCl)	0,78 $\pm$ 0,03	0,84 $\pm$ 0,12	>0,05

Na Figura 5, podem observar-se os resultados obtidos para a dureza dos queijos estudados ao longo do tempo de armazenamento ($t=15$ dias). Através dos resultados, verifica-se que não existem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os produtos estudados, ao longo do tempo de armazenamento.

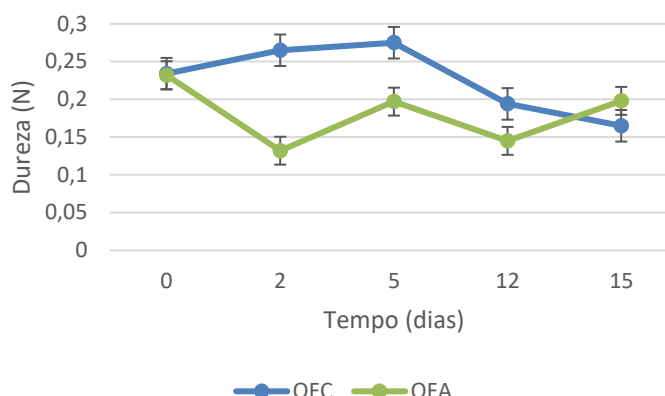


Figura 5 – Variação da dureza ao longo do tempo de estudo para o queijo fresco QFC (queijo fresco controlo) e QFA (queijo fresco com macroalgas). Valores médios $\pm$ desvio padrão.

Relativamente à evolução da dureza do queijo fresco controlo, ao longo do tempo, verifica-se que no tempo 0 dias o produto apresenta uma dureza de 0,23 N, ocorrendo, nos 5 dias seguintes, um aumento na mesma, começando a dureza a diminuir a partir deste dia, atingindo uma dureza final mínima de 0,17 N. Pelo contrário, o queijo fresco com algas apresenta uma diminuição acentuada da dureza ao fim de 2 dias (0,13 N). Ao fim do qual se verifica um aumento progressivo da dureza ao longo do tempo de armazenamento, variando de 0,132 N até 0,283 N. Ambos os queijos terminam o tempo de estudo com valores de dureza praticamente semelhantes (cerca de 0,202 N).

Segundo Alvarenga (2000), a textura depende de fatores como a humidade, pH e a taxa de proteólise. Esta afirmação é comprovada comparando os resultados da dureza (Figura 5) e da percentagem de humidade (Figura 2) entre todos os queijos estudados, onde se constata que os resultados são opostos, podendo aferir-se que quanto maior o teor de humidade, menor a dureza do queijo.

Relativamente à análise microbiológica realizada aos queijos, a partir da Tabela 2, pode-se constatar, que existe um aumento considerável do número de unidades formadoras de colónias desde o tempo inicial (0 dias) até ao final do tempo de armazenamento (15 dias) para os microrganismos a 30 °C e *Enterobacteriaceae*. Estes resultados permitem concluir que os produtos se encontram impróprios para consumo ao fim de 15 dias de armazenamento, de acordo com os valores guia sugeridos pela Health Protection Agency (HPA) (2009).

Os microrganismos indicadores, como as *Enterobacteriaceae* refletem a qualidade higiénica.

Através da Tabela 2, é possível verificar um aumento significativo do valor deste parâmetro, o que pode indicar possíveis contaminações durante o processo de fabrico e/ou respetivo armazenamento. Apesar das embalagens utilizadas para armazenamento dos queijos passarem por um processo de higienização, não é possível garantir que a desinfeção foi 100% eficaz (Health Protection Agency, 2009).

Tabela 2 – Resultados microbiológicos para o queijo fresco controlo e com macroalgas, nos tempos 0 e 15 dias.

queijo	Parâmetro	Unidades	0 dias	15 dias	Método de referência
controlo	Contagem de <i>Escherichia coli</i>	UFC/g	<10	<10	ISO 16649-2:2001
	Contagem Microrganismos a 30 °C	UFC/g	Ne = 80	1,7x10 ⁸	ISO 4833-1:2013
	Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	UFC/g	<10	<10	ISO 21528-2:2017
	Contagem de <i>Estafilococos</i> coagulase positiva	UFC/g	<10	<10	ISO 6888-1:1999/Amd 1:2003
	Pesquisa de <i>Salmonella spp</i>	25 g	Ausente	Ausente	ISO 6579-1:2017
	Contagem de <i>Listeria monocytogenes</i>	UFC/g	<10	<10	ISO 11290-2:2017
macroalgas	Contagem de <i>Escherichia coli</i>	UFC/g	<10	<10	ISO 16649-2:2001
	Contagem Microrganismos a 30 °C	UFC/g	5,3x10 ²	>3,0x10 ⁸	ISO 4833-1:2013
	Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	UFC/g	Ne = 90	>1,5x10 ⁶	ISO 21528-2:2017
	Contagem de <i>Estafilococos</i> coagulase positiva	UFC/g	<10	<10	ISO 6888-1:1999/Amd 1:2003
	Pesquisa de <i>Salmonella spp</i>	25 g	Ausente	Ausente	ISO 6579-1:2017
	Contagem de <i>Listeria monocytogenes</i>	UFC/g	<10	<10	ISO 11290-2:2017

Foi realizada análise descritiva quantitativa (ADQ) para os queijos frescos produzidos, ao longo do tempo de estudo, permitindo traçar um perfil e a evolução sensorial das diferentes formulações. As provas foram realizadas nos tempos 0, 2, 5 e 15 dias e estão representadas nas Figuras 6 e 7 para os queijos frescos controlo (QFC), e com macroalgas (QFA), respetivamente. O atributo “sabor” não foi avaliado aos 15 dias pois os produtos não se encontravam aptos para consumo. Para detetar diferenças significativas entre os queijos e parâmetros avaliados pelo

painel, foi realizada uma análise de variâncias (ANOVA), seguindo-se do teste de Tukey.

Com os dados obtidos pelo painel na análise do queijo fresco controlo (Figura 6), verifica-se que o painel considerou o queijo fresco controlo como tendo um aspeto geral, cheiro e sabor característicos para este tipo de queijo, nos primeiros dias de armazenamento, detetando diferenças no restante tempo de estudo ($p < 0,05$). Pelo contrário, na textura não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Ao fim de 15 dias de armazenamento, relativamente ao aspeto geral, no qual foi avaliada a cor característica, o painel considerou que o queijo perdeu a sua cor característica ($p < 0,05$). Estes resultados vão ao encontro dos resultados obtidos para a luminosidade instrumental (Figura 4). Para o atributo “cheiro”, o painel verificou que ao longo do tempo o queijo foi perdendo gradualmente o seu cheiro característico, havendo diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tempos 5 e 15 dias comparativamente ao queijo no tempo 0 dias. O painel considerou o atributo “cheiro” como sendo o que apresentou maiores diferenças ao longo do tempo de armazenamento. Por fim, relativamente ao atributo “sabor”, o painel detetou um decréscimo na qualidade do queijo ao nível deste parâmetro, encontrando-se diferenças significativas ($p < 0,05$) nomeadamente ao quinto dia. Ao fim de 15 dias este atributo não foi analisado pois o produto não se encontrava apto para consumo.



Figura 6 – Representação gráfica da análise sensorial realizada pelo painel semi-treinado ao queijo fresco controlo, ao longo de 15 dias de armazenamento.

Com os dados obtidos pelo painel na análise do queijo fresco com macroalgas (Figura 7), o mesmo considerou que este queijo fresco possuía características típicas para este tipo de queijos, não detetando diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$) para os atributos “textura” e “sabor”. Relativamente aos atributos “aspeto geral”, no qual foi avaliada a cor característica, e “cheiro”, o painel considerou que o queijo perdeu a sua cor e cheiro característico ao fim de 15 dias de armazenamento ($p<0,05$), não havendo diferenças significativas entre os restantes dias de estudo.

Tal como no queijo fresco controlo, o painel de provadores detetou maior alteração no atributo “cheiro”. Por sua vez, o painel não detetou praticamente alteração no atributo “textura”.

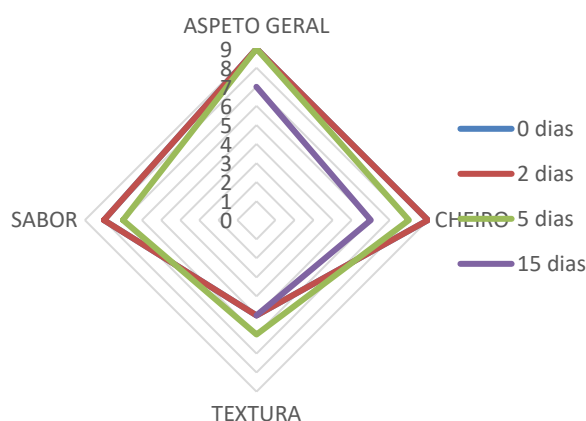


Figura 5 – Representação gráfica da análise sensorial realizada pelo painel semi-treinado ao queijo fresco com macroalgas, ao longo de 15 dias de armazenamento.

Procedeu-se a uma análise multivariada dos dados físico-químicos, de maneira a compará-los e a verificar a correlação entre os diversos parâmetros estudados. Deste modo, estes dados foram compilados e analisados através de uma análise de componentes principais (ACP).

Na Figura 8, encontra-se representado o fator 1 e o fator 2 da análise de componentes principais (ACP) com a projeção das amostras analisadas aos parâmetros: teor de humidade, pH, cor (L^*), dureza e adesividade, ao longo do tempo de estudo para os produtos estudados (queijo fresco controlo e com algas).

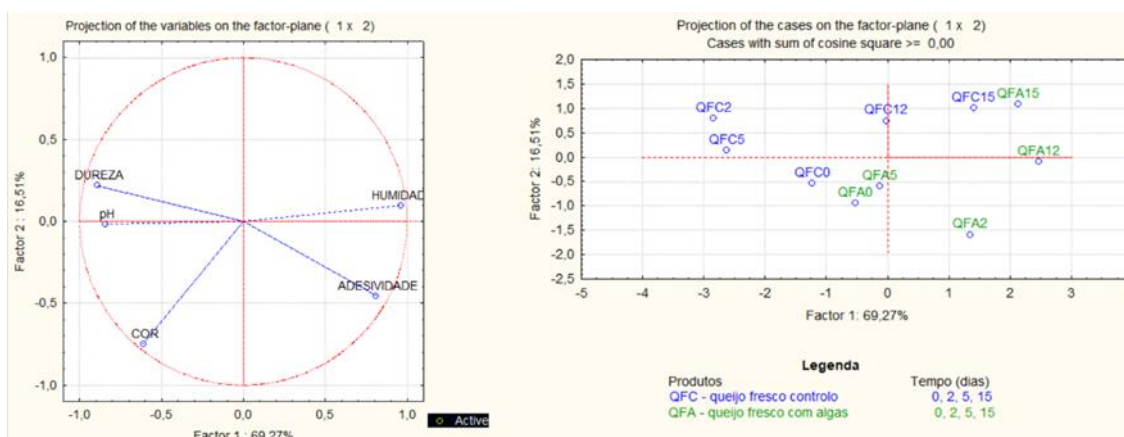


Figura 8 – Representação da análise de componentes principais aplicada aos parâmetros humidade, pH, cor (L*), dureza e adesividade para o queijo fresco controle e queijo fresco com macroalgas (fator 1 agrega 69,27% da informação inicial).

Através da análise da Figura 8, verifica-se que as duas primeiras componentes principais contêm cerca de 86 % da informação total. O fator 1 (eixo horizontal) possui maior representatividade, agregando 69,27% da informação inicial. Representa a correlação entre a pH, dureza, inversamente correlacionados com a humidade. O fator 2 (eixo vertical) contém informação sobre os parâmetros cor e adesividade (dados não mostrados em gráfico). Como é possível verificar, a formulação controle (QFC) apresenta valores mais distantes para o parâmetro da humidade nos tempos 2 e 5 dias, comparativamente com os restantes tempos e a outra formulação de queijo fresco. Também é possível verificar que ambas as formulações apresentam valores muito próximos nos tempos 0 e 15 dias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho foi possível desenvolver um tipo diferente de queijo fresco com alga *Ulva Rigida* (Alface do Mar) e definir o respetivo rótulo nutricional. Concluiu-se que o queijo fresco, produto nutritivo e utilizado de várias formas pelos consumidores, pode ser enriquecido sensorialmente com alga da Costa Atlântica Norte de Portugal, não alterando as suas características físico-químicas e de textura típicas, oferecendo maior variedade para o consumidor e contribuir para a sustentabilidade alimentar. É um produto com grande potencial, não só nutricional, mas também sensorialmente atrativo, e uma oportunidade para a indústria de laticínios.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, N. B. M. G. de. Estudos em textura de Queijo Serpa [Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Instituto Superior Economia e Gestão, Instituto Superior Técnico]. 2000. <http://hdl.handle.net/20.500.12207/4448>.
- ALWAZEER, D., Tan, K., & Örs, B. Reducing atmosphere packaging as a novel alternative technique for extending shelf life of fresh cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 57(8), 3013–3023. 2020. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04334-4>.
- AOAC, A. A., Rodrigues, M., NASSU, R. T., & de SOUZA NETO, M. A. (2007). Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de coalho. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo Em Anais de Congresso (ALICE). In: CONGRESSO LATINO AMERICA DE ANALISTA DE ALIMENTOS, 15., 2007, Fortaleza. Anais. Fortaleza: LACEN, 2007. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/48012/medidas-instrumentais-de-cor-e-textura-em-queijo-de-coalho>.
- AOAC. (2000a). AOAC Official Method 933.05 Fat in Cheese. AOAC INTERNATIONAL.
- AOAC. (2000b). AOAC Official Method 935.43 Chloride (Total) in Cheese. AOAC INTERNATIONAL.
- AOAC. (2005). AOAC Official Method 991.20 Nitrogen (Total) in Milk. AOAC INTERNATIONAL.
- BANDEIRA, R. A. da S. Desenvolvimento de um Queijo Fresco de Cabra com Contribuição da Fermentação Láctica [Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa]. 2010. https://www.repository.utp.pt/bitstream/10400.5/3142/1/TESE_Defenitivax.pdf.
- Braz, C. B. P. (2017). Prolongamento da vida útil do Queijo Fresco [Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10400.5/15848>
- DE PAULA, J. C. J., Fernandes De Carvalho, A., & Furtado, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico à salga. *Revista Do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 64(367), 19–25. <https://www.revistadoilct.com.br/rlct/article/view/76>. 2009.
- FAO. Dairy and dairy products. In OECD-FAO Agricultural Outlook 2020–2029. 2020. <http://www.fao.org/3/ca8861en/Dairy.pdf>.
- FOX, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. Fundamentals of cheese science (2nd ed.). Springer. 2017. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>.
- FOX, P., McSweeney, P., Cogan, T., & Guinee, T. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Major Cheese Groups (3rd ed., Vol. 2). Elsevier. 2004
- FSAI. Guidance Note No. 18 - Validation of Products shelf-life (Revision 4). Food Safety Authority of Ireland. Dublin: Ireland. 2019. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjuk6Oxo_LqAhUPTcAKHThiCKQQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.fsa.ie%2Fpublications_GN18_shelf-life%2F&usq=AOvVaw0e3gcbh5d4-gtoqmq5789K
- HEALTH PROTECTION AGENCY. Guidelines for Assessing the Microbiological Safety of Ready-to-Eat Foods Placed on the Market. 2009. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/363146/Guidelines_for_assessing_the_microbiological_safety_of_ready-to-eat_foods_on_the_market.pdf
- INE. Portal do INE. 2020
https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000920&contexto=bd&selTab=tab2
- ISO 8589:2007. Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms.
- JAMES, C. S. (1995). Experimental procedures—DNS colorimetric determination of available carbohydrates in foods. In *Analytical Chemistry of foods* (pp. 124–125). Springer. 2007. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2165-5_5
- Manzocchi, E., Martin, B., Bord, C., Verdier-Metz, I., Bouchon, M., De Marchi, M., Constant, I., Giller, K., Kreuzer, M., Berard, J., Musci, M., Coppa, M. Feeding cows with hay, silage, or fresh herbage on pasture or indoors affects sensory properties and chemical composition of milk and cheese. *Journal of Dairy Science* 104 (5), 5285–5302. 2021. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19738>
- MAUBOIS, J.-L., & Lorient, D. Dairy proteins and soy proteins in infant foods nitrogen-to-protein conversion factors. *Dairy Science & Technology*, 96(1), 15–25. 2016. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0271-0>
- NP 1419:1987. Norma Portuguesa: Determinação dos açúcares totais, dos açúcares redutores e dos açúcares não redutores (sacarose). In Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- NP 1598:1983. Norma Portuguesa: Queijo. Definição, classificação, acondicionamento e marcação.
- NP 1921:1985. Norma Portuguesa: Queijo fresco tradicional. Definição, características, classificação e marcação.
- OLIVEIRA, D. S., & Timm, C. D. Instabilidade da caseína em leite sem acidez adquirida. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 102(561–562), 17–22. 2007. <http://fvvet.ufpel.tche.br/inspleite/documentos/2007/caseinarevisa.pdf>
- OLIVEIRA, T. F. M. de. Evolução ao longo do tempo de vida útil do teor microbiológico de queijos frescos mantidos sob refrigeração doméstica [Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária]. 2010. <http://hdl.handle.net/10400.5/2266>
- PERRY, K. S. P. Queijos: Aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Quim. Nova*, 27(2), 293–300. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200020>
- PINHO, O., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. Queijo, um alimento para todas as idades. Entre o queijo tradicional e os novos alimentos funcionais. *Leite I+ D+ T*, 1, 10–11. 2006. <https://www.anilact.pt/documentos/leiteidt200606.pdf>
- PORTARIA Nº 473/87 de 4 de junho, Diário da República n.º 128/1987, Série I de 1987-06-04.
- PORTARIA Nº 73/90 de 1 de fevereiro, Diário da República n.º 27/1990, Série I de 1990-02-01.
- SILVA, N. C. da, Tunes, R. M. M., & Cunha, M. F. Avaliação química de queijos Minas artesanais frescos e curados em Uberaba, MG. *PUBVET*, 6(16). 2012. <http://www.pubvet.com.br/artigo/2701/avaliaccedilatildeo-quiacutemica-de-queijos-minas-artesanais-frescos-e-curados-em-uberaba-mg>
- Skarlatos, L., Marinopoulou, A., Petridis, A., Raphaelides, S.N. Texture attributes of acid coagulated fresh cheeses as assessed by instrumental and sensory methods. *International Dairy Journal*. 114 (2021) 104939. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104939>
- STATISTA. Major cheese producing countries in 2019; Annual consumption of cheese worldwide in 2019, by selected country. 2020. <https://www.statista.com/statistics/195809/cheese-production-in-selected-countries-2009/>
- WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. World Health Organization. 2012. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241504836>.