

## **Estudo dos Possíveis Fatores que Influenciam a Viscosidade em Iogurtes Hiperproteicos Líquidos**

Miguel Silva Antunes

### **Orientadores**

Professora Doutora Ofélia Maria Serralha dos Anjos

Mestre Susana Cristina Ferreira Ramos

Mestre Bruno Lopes

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Biotecnologia Alimentar, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ofélia Anjos, do Instituto Politécnico de Castelo Branco, da Mestre Susana Ramos do departamento de I&D da Schreiber Foods, e do Mestre Bruno Lopes, chefe do laboratório da Schreiber Foods.

**Novembro de 2024**



## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à Schreiber Foods pela oportunidade de realizar o meu estágio nesta empresa, onde pude adquirir conhecimentos práticos valiosos e aprofundar a minha compreensão sobre a indústria de laticínios. Quero agradecer à minha orientadora externa, Susana Cristina Ferreira Ramos, e ao orientador, Bruno Lopes, pelo apoio, pela proximidade e pela confiança demonstrada ao longo de todo o estágio.

Agradeço também ao Instituto Politécnico de Castelo Branco e, em particular, à Escola Superior Agrária, por me fornecerem a base teórica e prática necessária para enfrentar este desafio. Agradeço de forma especial à minha orientadora interna, Professora Doutora Ofélia Maria Serralha dos Anjos, pela sua orientação, pelos conselhos e pela paciência durante todas as fases deste trabalho.

Gostaria de deixar um agradecimento caloroso às pessoas do laboratório da Schreiber Foods que me acompanharam durante todo o percurso do estágio. À Celsa, Bela, Paula, Maria José, Jéssica, Adriana e Nuno, o vosso apoio, paciência e ensinamentos foram fundamentais para o meu desenvolvimento profissional. A vossa orientação e partilha de conhecimentos não só facilitaram a minha integração na rotina laboratorial, como também me permitiram adquirir as competências necessárias para realizar as atividades propostas com confiança e autonomia.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à minha família e amigos, pelo suporte incondicional, pelo incentivo e pela compreensão durante este período de intensa dedicação. A todos, o meu muito obrigado!



## Resumo

O presente trabalho tenta encontrar os possíveis fatores que influenciam a viscosidade em iogurtes hiperproteicos líquidos, com o objetivo de melhorar a consistência e qualidade do produto final.

Realizado na Schreiber Foods, o estudo abrangeu diversas fases do processo produtivo, desde a seleção de matérias-primas até o controle final de qualidade. Foi evidenciado que componentes como o extrato seco, proteína e a gordura afetam diretamente a textura do iogurte, sendo o controle desses parâmetros fundamental para a aceitação do produto pelo consumidor.

Adicionalmente, identificou-se que a variabilidade entre lotes dos preparados adicionados pode alterar a consistência do produto.

Embora o número de amostras analisadas seja uma limitação, o estudo sugere direções para futuras investigações, incluindo uma análise mais detalhada da influência do tipo de preparado versus quantidade dos preparados adicionados. Este trabalho destaca a importância de um controle rigoroso dos parâmetros de produção para a otimização da textura em iogurtes hiperproteicos.

## Palavras-chave

Iogurte Hiperproteico; Viscosidade; Schreiber Foods; Parâmetros de produção

## **Abstract**

This study aims to identify the possible factors influencing viscosity in high-protein liquid yogurts, with the goal of improving the consistency and quality of the final product. Conducted at Schreiber Foods, the research covered various stages of the production process, from the selection of raw materials to the final quality control. It was found that components such as dry extract, protein, and fat directly impact the yogurt's texture, making the control of these parameters essential for consumer acceptance.

Additionally, it was identified that batch variability in added blends can alter the product's consistency. Although the limited number of samples analyzed presents a constraint, the study suggests directions for future research, including a more detailed analysis of the influence of the type of blend versus the quantity of added blends. This work highlights the importance of rigorous production parameter control to optimize texture in high-protein yogurts.

## **Keywords**

High-Protein Yogurt; Viscosity; Schreiber Foods; Production Parameters



# Índice

1. Introdução.....	16
2. Local de estágio: Schreiber Foods.....	17
3. O logurte .....	18
3.1. Definição e Classificação de logurtes.....	18
3.2. Características Nutricionais do logurte.....	18
3.3. Fermentação láctica .....	19
3.4. Matéria-Prima.....	20
3.5. logurte Hiperproteico .....	21
3.6. Processo de fabrico.....	21
3.6.1. Receção de Leite .....	21
3.6.2. Normalização .....	22
3.6.3. Pasteurização e Homogeneização.....	23
3.6.4. Fermentação e Arrefecimento.....	24
3.6.5. Enchimento .....	24
3.6.6. Túnel de arrefecimento, armazenamento e expedição.....	24
3.6.7. Controlo de Qualidade .....	25
4. Viscosidade.....	26
5. Material e Métodos.....	27
6. Resultados e Discussão .....	31
6.1. Análise Comparativa de Parâmetros Pré-definidos com as Amostras em Estudo .....	31
6.2. Análise de Correlações entre Matéria Gorda, Proteína e Extrato Seco com a Viscosidade dos logurtes.....	33
6.3. Correlações entre Diferentes Medições de Viscosidade .....	37
6.4. Correlação entre a % de Fruta e a Viscosidade após o Enchimento.....	39
6.5. Evolução da Viscosidade nos logurtes .....	40
7. Conclusão .....	43
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>44</b>
<b>Anexo A .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo B .....</b>	<b>50</b>



## Índice de Figuras

Figura 1- Representação gráfica mundial da Schreiber Foods (Schreiber, 2023)..	17
Figura 2- Centrífuga desnatadeira para leite e soro (GuiaLat, 2024).....	22
Figura 3- Permutador de placas para leite (Bermo, 2024).....	22
Figura 4- Equipamento de pasteurização para laticínios (Alpine Dairy Solutions, 2024). .....	24
Figura 5- Equipamento de homogeneização de leite (IndiaMART, 2024).....	24
Figura 6 - Potenciômetro utilizado para medir o pH (Mettler Toledo, 2024).....	29
Figura 7 - Viscosímetro DV2T para medição de viscosidade (Brookfield, 2024). ..	29
Figura 8 - MilkScan FT3 (LabSystem, 2024).....	30
Figura 9 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Frutos Silvestres (Variedade A). .....	33
Figura 10 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Banana. ....	33
Figura 11 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Banana.....	34
Figura 12 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella. ....	34
Figura 13 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella. ....	34
Figura 14 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após o Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella.....	34
Figura 15 - Relação entre a "Percentagem de Proteína antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após o Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella.....	35
Figura 16 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Frutos Silvestres (Variedade A). .....	36
Figura 17 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Banana.....	36
Figura 18 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Banana.....	36
Figura 19 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Banana.....	36
Figura 20 - Relação entre a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de de Banana.....	37
Figura 21 - Relação entre a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Frutos Silvestres (Variedade B). ....	37

Figura 22 - Relação entre a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Morango..... 38

Figura 23 - Relação entre a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Banana..... 38

Figura 24 - Relação entre a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella..... 38

Figura 25 - Relação entre a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Morango..... 38



## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Análises laboratoriais realizadas ao produto final .....	25
Tabela 2-Comparação entre os Parâmetros Nutricionais Pré-Definidos e os Valores Médios das Amostras do Semielaborado em Estudo. ....	32
Tabela 3 - Viscosidades médias (cP) de diferentes tipos de iogurtes (Stracciatella, Coco, Frutos Silvestres (Variedade B), Morango, Banana, Frutos Silvestres (Variedade A)) ao longo das etapas de arrefecimento, lançamento e enchimento. ....	41



## Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

**UFC** - Unidades Formadoras de Colónias

**pH** - Potencial de Hidrogénio

**D+24H** - Dia mais 24 horas (aplicado em análise)

**DLC+2** - Data Limite de Consumo mais dois dias

**FT** - Fourier Transform (referente ao espectrómetro MilkScan FT3)

**FAO** - Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)

**NIR** - Espectroscopia de infravermelho próximo

**r** - Coeficiente de correlação

**ISO** - Organização Internacional de Padronização

**HP** - Hiperproteico

# 1. Intrarodução

O presente relatório foca-se no trabalho desenvolvido na empresa Schreiber Foods, nomeadamente no laboratório do departamento da qualidade, que decorreu de fevereiro até julho de 2024.

O mercado de produtos lácteos tem evoluído significativamente nos últimos anos, acompanhando a procura crescente por alimentos que ofereçam benefícios tanto nutricionais quanto sensoriais. Em 2023, a produção global de leite atingiu cerca de 965,7 milhões de toneladas, com um crescimento de 1,5% em relação ao ano anterior, impulsionada por aumentos na produtividade, especialmente na Ásia e América do Sul (FAO, 2023).

Durante séculos, o iogurte foi conhecido pelo seu teor de probióticos, enquanto que o teor de proteínas não era muito explorado comercialmente. Atualmente, a procura por iogurtes hiperproteicos tem aumentado globalmente, impulsionada pela preocupação dos consumidores com uma dieta equilibrada e com a ingestão de proteínas de alta qualidade, especialmente na Europa e América do Norte. (Euromonitor International, 2022).

O iogurte hiperproteico destaca-se pelo seu elevado teor de proteína, geralmente acima de 8%, o que o diferencia de outros iogurtes convencionais. A proteína desempenha um papel importante na manutenção da massa muscular e na sensação de saciedade, aspetos especialmente valorizados por atletas e pessoas que procuram um controlo eficaz do peso (Leidy et al., 2015). Muitas formulações utilizam proteínas lácteas de alta qualidade, como a caseína e o soro de leite, que são ricas em aminoácidos essenciais, contribuindo para um perfil nutricional completo (Phillips, 2017).

Desta forma, o iogurte proteico líquido é formulado para satisfazer estas necessidades sem comprometer a textura e a viscosidade do produto, fatores que influenciam a sua aceitação pelos consumidores.

O principal objetivo do estágio foi o estudo das variações de viscosidade ao longo das diferentes fases do processo de produção do iogurte proteico líquido. Para tal, foi utilizada uma base de dados criada especificamente para este fim e foram examinadas as variáveis que mais impactam a viscosidade, procurando identificar padrões que possam ser otimizados para melhorar o produto final.

Neste trabalho será apresentada a empresa Schreiber Foods, o produto que é objeto de estudo, as suas características e processo de fabrico, assim como os métodos de controlo do produto. Seguidamente serão analisadas as variáveis que podem influenciar a viscosidade e serão discutidos os resultados.

Para além do estudo referido, durante o período de estágio desenvolvi várias atividades no laboratório da empresa Schreiber Foods, que estão especificadas no Anexo A deste relatório.

## 2. Local de estágio: Schreiber Foods

A Schreiber Foods é uma empresa que atua no setor de indústrias transformadoras, especificamente na área de laticínios e os seus derivados. Dedicar-se à produção, importação, exportação e comercialização de iogurtes e outros produtos alimentares.

A Schreiber Foods criou ainda a Schreiber Logistics, que desempenha um papel essencial no apoio às operações globais da empresa, assegurando a eficiência na distribuição, transporte e gestão de stock, bem como em outras atividades logísticas fundamentais para o processamento de alimentos e a entrega dos seus produtos (Schreiber Foods, 2021).

Esta unidade fabril foi fundada em 1945, numa pequena unidade de produção em Green Bay (Wisconsin, EUA). Desde então, tornou-se uma empresa global e o maior empregador no setor dos laticínios a nível mundial, contando com mais de 10.000 funcionários distribuídos pelos cinco continentes (Figura 1) (Schreiber Foods, 2024).



Figura 1- Representação gráfica mundial da Schreiber Foods (Schreiber, 2023).

A Schreiber Foods Portugal situa-se na antiga unidade fabril da marca Iophil em Castelo Branco, fundada em 1979 para o fabrico de iogurtes. Em 1989, cerca de 10 anos depois, a Danone adquiriu a unidade fabril consolidando a sua entrada no mercado português. Em 2014 a Schreiber Foods adquiriu a fábrica de Castelo Branco à Danone, integrando-a na sua rede global de produção.

## 3. O iogurte

### 3.1. Definição e Classificação de iogurtes

O iogurte é um alimento fermentado amplamente consumido ao redor do mundo, com uma história de mais de 5.000 anos. Acredita-se que tenha surgido de forma acidental, quando uma porção de leite foi exposta a bactérias naturais que iniciaram o processo de fermentação, transformando o leite numa substância mais ácida e espessa.

De acordo com a Portaria n.º 742/92, o iogurte é “o produto coagulado, obtido por fermentação láctica devido à ação exclusiva do *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e do *Streptococcus thermophilus* sobre o leite e produtos lácteos, devendo a flora específica estar viva e abundante no produto final.”

O iogurte pode ser classificado relativamente a sua consistência, composição e matéria gorda, segundo a Portaria n.º 742/92.

Quanto à consistência o iogurte pode ser considerado:

- **Sólido** - Iogurte coagulado diretamente nas embalagens individuais de venda;
- **Batido** - Iogurte previamente coagulado e apenas depois embalado;
- **Líquido** - Iogurte liquefeito após coagulado e embalado posteriormente.

A respeito da composição, o iogurte pode ser:

- **Natural** - Não contém ingredientes adicionais além das matérias-primas, culturas microbianas e ingredientes opcionais;
- **Açucarado** - Iogurte natural ao qual é adicionado sacarose, outros açúcares e/ou edulcorantes;
- **Aromatizado** - Iogurte ao qual foram incorporados ingredientes aromáticos ou aditivos alimentares, podendo também conter pedaços de fruta.

Em relação ao teor de matéria gorda, o iogurte pode ser classificado como:

- **Gordo** - Com um teor mínimo de 3,5% de matéria gorda na parte láctea (m/m);
- **Meio gordo** - Com um teor de matéria gorda na parte láctea entre 1,5% (m/m) e 1,8% (m/m);
- **Magro** - Com um teor máximo de matéria gorda de 0,3% (m/m).

### 3.2. Características Nutricionais do iogurte

O iogurte é um alimento rico em nutrientes essenciais para a saúde, como proteínas de alto valor biológico, cálcio, potássio, fósforo e vitaminas do complexo B (B2 e B12) (Soustre, Le Révérend, & Bodot, 2013).

Atualmente, o iogurte é consumido globalmente e reconhecido pelos seus benefícios nutricionais e pela presença de culturas vivas que promovem a saúde digestiva e o fortalecimento do sistema imunitário (Cifelli et al., 2020). Este produto é um dos primeiros alimentos fermentados cuja produção foi amplamente estudada e padronizada. A ciência moderna, por meio da investigação na área da microbiologia e nutrição, continua a explorar os benefícios do consumo de iogurte, popularizando-o cada vez mais no contexto de uma alimentação saudável (Negrete-Romero et al., 2021).

Como referido anteriormente, as culturas vivas, como *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, desempenham um papel crucial na promoção da saúde digestiva, ajudando na digestão da lactose e na prevenção de distúrbios intestinais. Além disso, alguns estudos indicam que o consumo regular de iogurte pode ajudar a reduzir os níveis de colesterol e melhorar a saúde cardiovascular (Sadighbathi et al., 2023). Estes benefícios fazem do iogurte um alimento versátil, adequado tanto para o consumo diário quanto para dietas com características funcionais.

### 3.3. Fermentação láctica

A produção de iogurte envolve a utilização de um fermento lácteo misto, composto pelas bactérias *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Estas bactérias são essenciais no processo de fermentação láctica, onde a lactose do leite é convertida em ácido láctico, resultando na acidez característica do iogurte. Esta acidez, além de conferir o sabor típico ao iogurte, desempenha um papel crucial na conservação do produto, inibindo o crescimento de bactérias Gram-negativas, mantendo o pH do iogurte entre 3,6 e 4,5 (Tian et al., 2023).

Durante a fermentação, inicialmente, a *S. thermophilus* desenvolve-se devido à acidez do leite que favorece o seu crescimento. Esta bactéria produz ácido fórmico, o qual, por sua vez, estimula o crescimento subsequente da *L. bulgaricus*. À medida que a acidez aumenta, o meio torna-se mais propício para a *L. bulgaricus*, que, para além de ácido láctico, produz acetaldeído, responsável pelo aroma agradável do iogurte (Tian et al., 2023). No final do processo, a proporção entre estas bactérias tende a ser de 1:1, assegurando o equilíbrio necessário para a qualidade do iogurte (Tian et al., 2023).

Embora a *L. bulgaricus* e a *S. thermophilus* não sejam consideradas bactérias probióticas, pois não sobrevivem à passagem pelo trato gastrointestinal humano, estas possuem benefícios para a saúde. Entre estes, destaca-se a ação inibidora contra bactérias patogénicas e a melhoria na digestão da lactose, devido à presença da enzima  $\beta$ -galactosidase (Mater et al., 2005).

### 3.4. Matéria-Prima

Na produção de iogurte, os únicos ingredientes obrigatórios são o leite pasteurizado e as culturas lácticas específicas (*L. bulgaricus* e *S. thermophilus*). Estes ingredientes são essenciais para a fermentação láctica que dá origem ao iogurte, garantindo a formação da textura e o sabor característicos deste laticínio.

Além dos ingredientes obrigatórios, a Portaria n.º 742/92 de 24 de julho permite a utilização de uma variedade de ingredientes facultativos, que podem ser adicionados para ajustar as propriedades sensoriais e nutricionais do iogurte. Estes ingredientes facultativos incluem:

- Leite em pó;
- Leite em pó parcial ou totalmente desnatado;
- Leite não fermentado;
- Soro de leite concentrado ou em pó;
- Proteínas de soro;
- Proteínas concentradas de soro;
- Proteínas hidrossolúveis de leite;
- Açúcares e edulcorantes.

Outra matéria-prima utilizada no iogurte são os preparados de fruta e os aromas, que, ao oferecerem uma grande versatilidade de cores, texturas e sabores, tornam o produto final mais apelativo e atrativo para os consumidores.

O leite é a matéria-prima principal na produção de iogurte, sendo responsável por fornecer os nutrientes necessários para a fermentação e formação do produto final. A escolha do leite é de extrema importância, uma vez que a qualidade do iogurte depende diretamente das características do leite utilizado. Os critérios para a escolha do leite, de acordo com a Portaria n.º 742/92, incluem:

- Leite fresco com grau de acidez normal de 16 °D: Este parâmetro é utilizado para medir a acidez do leite, assegurando que o leite se encontra em condições ideais para a fermentação;
- Ausência de colostro e mamite: O leite utilizado não deve conter colostro (o primeiro leite produzido após o parto) nem deve provir de vacas com mamite, para garantir a qualidade e a segurança do iogurte;
- Isenção de resíduos de antibióticos ou sulfamidas: O leite deve estar livre de resíduos de medicamentos veterinários, como antibióticos ou sulfamidas, que podem interferir na fermentação e na qualidade do iogurte;
- Isenção de resíduos de conservantes: O leite não deve conter conservantes, para assegurar que o processo de fermentação ocorre naturalmente e sem interferências.

A qualidade do leite e o cumprimento rigoroso destes requisitos são fundamentais para a produção de um iogurte de alta qualidade, que atenda às expectativas dos consumidores em termos de sabor, textura e valor nutricional.

### **3.5. Iogurte Hiperproteico**

Com um teor de proteínas significativamente maior do que o iogurte comum, o iogurte hiperproteico é obtido através da adição de concentrados proteicos, como a caseína, ou pela normalização do leite, ajustando o teor proteico com a adição de leite em pó e outras proteínas concentradas.

Estudos recentes destacam que um maior teor de proteína tem influência direta na textura do produto, resultando em maior viscosidade e sensação de maior cremosidade (Arab et al., 2023).

O iogurte hiperproteico é uma variação desenvolvida para atender à crescente demanda por alimentos ricos em proteínas, particularmente entre atletas e pessoas preocupadas com a saúde muscular e a recuperação pós-exercício. O iogurte hiperproteico ajuda também a aumentar a saciedade, sendo benéfico no controle de peso (Douglas et al., 2013).

Em suma, estes produtos não só mantêm os benefícios nutricionais tradicionais do iogurte, como o aporte de cálcio e a presença de probióticos, mas também fornecem uma dose adicional de proteínas essenciais para a manutenção da massa muscular. No entanto, isto apresenta alguns desafios técnicos, como a manutenção da viscosidade e da textura adequadas, parâmetros essenciais para a aceitação sensorial do produto.

### **3.6. Processo de fabrico**

#### **3.6.1. Receção de Leite**

Na produção de iogurte, a seleção e o tratamento do leite são etapas cruciais para garantir a qualidade do produto final. A Schreiber Foods, comprometida com elevados padrões de higiene e qualidade sanitária, colabora exclusivamente com fornecedores certificados. Estes fornecedores são responsáveis por fornecer leite cru, que chega à fábrica transportado em cisternas isotérmicas a temperatura controlada (0 e 6 °C).

Assim que o leite é recebido, são realizados diversos testes de qualidade para assegurar que o produto está em conformidade com os requisitos estabelecidos. Após a aprovação, o leite é submetido a um primeiro tratamento térmico conhecido como pré-pasteurização. Este processo é realizado a aproximadamente 74-76 °C e tem como objetivo eliminar microrganismos patogénicos indesejados.

Após a pré-pasteurização, o leite é processado nas desnatadeiras (Figura 2), onde ocorre a separação de grande parte da nata, produzindo-se a nata e o leite desnatado.

Estes dois componentes são armazenados em tanques separados a uma temperatura mais baixa, sendo posteriormente utilizados em diferentes etapas do processo de produção do iogurte. O leite é arrefecido até uma temperatura de  $4\pm 2$  °C através de um permutador de placas (Figura 3). Este arrefecimento tem como objetivo inibir o desenvolvimento microbiano, garantindo assim que o leite se mantém em condições ótimas até ao momento da sua utilização na produção de iogurte (Sequeira, 2014).

Seguidamente o leite desnatado passa por uma série de testes adicionais para avaliar a acidez, densidade, teor de gordura e proteína. Estes testes são fundamentais para assegurar que o leite está nas condições ideais para as fases subsequentes da produção.



Figura 2- Centrifuga desnatadeira para leite e soro (GuiaLat, 2024).



Figura 3- Permutador de placas para leite (Bermo, 2024).

### 3.6.2. Normalização

A normalização do leite é uma etapa crucial na produção de iogurte, pois ajusta a composição do leite para atender às especificações do produto final. Este processo permite corrigir variações naturais na composição do leite, enriquecendo-o conforme necessário para a fabricação do iogurte. Durante esta fase, são misturados diversos ingredientes líquidos e sólidos, nas proporções corretas, para ajustar os níveis de gordura, proteína, açúcares e extrato seco, resultando num "semielaborado" que serve como base para os tratamentos tecnológicos subsequentes.

No caso específico dos iogurtes líquidos hiperproteicos em estudo, os ingredientes utilizados para a formulação do semielaborado incluem leite desnatado, leite em pó, proteína e goma gelana. Estes ingredientes são cuidadosamente combinados para atingir a composição desejada, que se reflete diretamente nas características finais do iogurte, como a textura e o valor nutricional.

Após a adição dos ingredientes, o semielaborado é submetido a agitação para assegurar a homogeneização da mistura. Em seguida, é recolhida uma amostra para a realização de análises físico-químicas, utilizando o equipamento MilkoScan. Este

equipamento analítico é usado principalmente na indústria de laticínios para realizar análises rápidas e precisas da composição do leite e de produtos lácteos por espectroscopia de infravermelho próximo (NIR). Este equipamento é extremamente eficiente, fornecendo resultados precisos e rápidos sobre o teor de gordura, proteína e extrato seco do leite. A utilização do MilkoScan facilita consideravelmente o trabalho, pois elimina a necessidade de recorrer aos métodos tradicionais para essas medições, que são significativamente mais demorados e dispendiosos.

No final desta fase, o semielaborado é arrefecido a uma temperatura de  $4\pm 2$  °C, utilizando um permutador de placas que troca calor com água gelada. Este arrefecimento tem como objetivo inibir o desenvolvimento microbológico, contribuindo assim para a melhor conservação do semielaborado (Sequeira, 2014). O semielaborado permanece então no depósito, conhecido como tempo de hidratação, assegurando que o produto se mantém de forma homogênea na mistura e com as suas características desejadas até à próxima fase de produção

### **3.6.3. Pasteurização e Homogeneização**

A pasteurização é uma das etapas mais importantes na fabricação de iogurte (Figura 4), pois elimina a carga microbiana patogénica presente no leite. Este processo é realizado a uma temperatura entre 92 °C e 95 °C, dependendo do tipo de semielaborado e da quantidade a ser tratada. Após o tratamento térmico, o leite é rapidamente arrefecido para garantir a segurança microbológica do produto e melhorar a sua qualidade (Fitzgerald et al., 2014).

A fase de homogeneização (Figura 5) tem como principal objetivo reduzir o diâmetro médio dos glóbulos de gordura e garantir uma dispersão homogênea da matéria gorda no leite, evitando a sua separação durante a fermentação (Walstra et al., 2006). No caso do semielaborado em estudo, esta homogeneização é realizada a uma pressão de aproximadamente 200 bar e a uma temperatura de 75 °C. Este processo é fundamental para assegurar uma textura uniforme e eliminar a competição entre microrganismos indesejados e as culturas de fermento utilizadas na produção do iogurte (Fonseca, 2018).



Figura 4- Equipamento de pasteurização para laticínios (Alpine Dairy Solutions, 2024).



Figura 5- Equipamento de homogeneização de leite (IndiaMART, 2024).

### 3.6.4. Fermentação e Arrefecimento

Após o arrefecimento do leite, procede-se à inoculação do fermento, que varia conforme o tipo de semielaborado a ser produzido. No caso do semielaborado em estudo, a fermentação láctica ocorre a  $42 \pm 2$  °C, com uma duração entre 5h30 e 7h, até atingir um pH de 4,60. Quando o pH desejado é alcançado, a fermentação é interrompida rapidamente através de arrefecimento com água gelada, baixando a temperatura para 12-15 °C. Este arrefecimento ajuda a controlar a acidez, mantendo-a no nível ideal. Durante este processo, o iogurte desenvolve as características desejadas, como o pH e a textura.

No iogurte batido a fermentação é realizada em depósitos específicos que garantem as condições ideais para o crescimento dos microrganismos necessários e após o arrefecimento, a pasta passa por um tratamento mecânico suave, que visa atingir a consistência característica do iogurte batido.

### 3.6.5. Enchimento

Na sala de enchimento, o processo ocorre em várias máquinas, cada uma com métodos diferentes para a manipulação das embalagens. A pasta é transferida para a tremonha das máquinas, onde o processo ocorre em ambiente estéril. Posteriormente, é adicionado o preparado de fruta ou polpas, sendo dosificados e misturados homogeneamente antes do enchimento em linha (Fonseca, 2018). Dependendo do tipo de embalagem, os copos de plástico termoformados de 125 g são moldados e esterilizados com calor antes do enchimento. No caso de garrafas e copos de iogurte grego, que já vêm prontos, a esterilização é feita com peróxido de hidrogénio. Após o enchimento, as embalagens são seladas, datadas e embaladas em caixas de cartão, seguidas de paletização automática para garantir a qualidade até à expedição.

### 3.6.6. Túnel de arrefecimento, armazenamento e expedição

Após o enchimento, o iogurte passa por um túnel de arrefecimento, onde é submetido a temperaturas entre 0 e 6 °C durante cerca de 3 horas. Este processo leva

a um arrefecimento rápido e uniforme do produto, reduzindo drasticamente a atividade bacteriana e estabilizando a sua textura. Em seguida, os iogurtes são armazenados em câmaras frias a 3-5 °C. Antes da expedição, o produto permanece em quarentena por mais de 24 horas para garantir a sua qualidade microbiológica e físico-química.

### 3.6.7. Controlo de Qualidade

O produto final é submetido a análises laboratoriais para assegurar que mantém a qualidade desejada e que é seguro o seu consumo. Essas análises incluem a verificação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos, garantindo que o iogurte está livre de contaminações e que possui as características esperadas (Tabela 1). Somente após a aprovação dessas análises o produto é considerado apto para ser expedido para o mercado.

Tabela 1 - Análises laboratoriais realizadas ao produto final

<b>Propriedades Organolépticas</b>	Aspeto visual, aroma e sabor: - 24h após a produção; - 2 dias após o término da validade.
<b>Propriedades físico-químicas:</b>	- pH; - Viscosidade/Textura; - Proteína, gordura e extrato seco; - Presença de peróxido de hidrogénio; - Lactose; - Glúten.
<b>Análises microbiológicas</b>	- <i>Enterobactérias</i> ; - Flora fúngica (bolors e leveduras); - Flora específica; - Bifidobactérias.
<b>Teste de stress</b>	- A 25 °C durante 7 dias; - A 30 °C durante 3 dias.

## 4. Viscosidade

A definição de viscosidade pode ser entendida como a resistência de um fluido ao escoamento, ou seja, a força interna que ele oferece contra o movimento. Em termos técnicos, a viscosidade é a razão entre o esforço de cisalhamento e a taxa de cisalhamento, expressa em unidades de centipoise (cP), o que equivale a 1 mPa·s (AMETEK Brookfield, 2023).

Durante o processo de produção do iogurte, a viscosidade sofre grandes alterações (Han et al., 2022). Após o semielaborado ser pasteurizado e homogeneizado, é submetido a um arrefecimento até uma temperatura adequada para a fermentação. Neste momento, a viscosidade é baixa, uma vez que o produto está ainda em fase de desenvolvimento da sua estrutura final. À medida que a fermentação avança e as bactérias *Lactobacillus delbrueckii* e *Streptococcus thermophilus* fermentam a lactose, há aumento da quantidade de ácido láctico, o que provoca a coagulação das proteínas, aumentando assim a viscosidade do iogurte (Han et al., 2022). Conforme o pH vai diminuindo, até atingir o valor desejado, a viscosidade aumenta progressivamente, e começa a obter-se a estrutura final do iogurte. Esta evolução da viscosidade reflete o equilíbrio entre a acidez e as mudanças nas proteínas do leite, de forma a estabelecer a consistência e textura desejadas no produto final (Han et al., 2022). Na fase final, após a adição de preparados, pode ocorrer uma alteração da viscosidade, dependendo da composição e do tipo de preparado utilizado. Estes ingredientes podem influenciar tanto a textura quanto a cremosidade do produto (Han et al, 2022).

A viscosidade desempenha um papel crucial nas características sensoriais do iogurte, afetando a textura e a cremosidade, que são fundamentais para a aceitação do produto pelos consumidores (Tarrega et al., 2016). Para assegurar um produto final de alta qualidade, é essencial gerir a variação dos valores de viscosidade ao longo do processo. No entanto, existem fatores críticos que podem alterar a viscosidade de forma indesejada durante a produção. A composição do semielaborado desempenha um papel crucial, devendo conter uma quantidade adequada de sólidos, como proteínas, açúcares e gordura. Se o teor de sólidos for insuficiente ou houver variações inesperadas na composição do leite, isso pode impedir a formação correta da pasta do iogurte durante a fermentação, resultando numa viscosidade mais baixa (Santos, Barbosa, & Vasconcelos, 2013). Além disso, o controlo inadequado do pH pode afetar negativamente a coagulação das proteínas. Um pH demasiado baixo pode comprometer a estrutura do iogurte, enquanto que um pH que não baixou o suficiente resulta num iogurte demasiado líquido (Santos, Barbosa, & Vasconcelos, 2013). Variações inesperadas na temperatura de fermentação afetam significativamente a viscosidade. Temperaturas elevadas podem tornar o iogurte mais líquido, enquanto temperaturas demasiado baixas podem gerar uma estrutura excessivamente rígida. Outro fator é a ação mecânica, pois uma agitação excessiva após a fermentação pode romper a estrutura do gel, reduzindo a viscosidade e comprometendo a consistência

do produto. É necessária uma ação mecânica adequada para atingir os valores de viscosidade pretendidos.

No laboratório, realizam-se medições essenciais para garantir que a viscosidade do iogurte atenda aos padrões desejados, de modo a controlar eventuais falhas e assegurar a consistência e qualidade do produto final. A medição da viscosidade é feita no produto acabado para verificar a conformidade com os padrões estabelecidos, identificando possíveis falhas que possam comprometer a consistência do produto final. O pH também é monitorizado, garantindo que se mantenha dentro dos valores estipulados para o tipo de iogurte, o que comprova a coagulação adequada das proteínas, fator que influencia diretamente a viscosidade. Além disso, são realizadas avaliações sensoriais para perceber como a viscosidade é percebida pelos consumidores, analisando textura, aspeto e consistência para garantir que o produto final corresponda às expectativas do mercado.

## 5. Material e Métodos

Neste trabalho, o objetivo foi estudar os parâmetros que podem influenciar a variação da viscosidade ao longo do processo de produção de iogurtes hiperproteicos líquidos. Foram realizadas análises ao longo das diferentes fases de produção, desde a normalização até ao enchimento. Muitos dos dados foram obtidos através de sensores automáticos instalados nas máquinas de produção, além de amostras retiradas manualmente pelos operadores para análise laboratorial.

A base do iogurte em estudo foi composta por leite desnatado, leite em pó e proteína. O leite desnatado é a principal matriz líquida do iogurte, fornecendo não apenas água, mas também uma quantidade significativa de proteína e pequenas quantidades de gordura residual.

Outro componente crucial foi a proteína concentrada, que no caso dos iogurtes hiperproteicos, é composta principalmente por proteínas de elevado valor biológico, como a proteína do soro de leite ou a caseína. Estas proteínas não só aumentam o valor nutricional do produto, mas também influenciam diretamente a sua viscosidade e estabilidade.

Para ajustar o valor proteico adequando no iogurte, foi utilizado leite em pó. Este é frequentemente adicionado em iogurtes hiperproteicos quando a conjugação do valor proteico vindo do leite desnatado e da adição de proteínas concentradas não é suficiente.

Além das matérias-primas principais referidas, foi utilizada goma gelana, um estabilizante que desempenha um papel vital na manutenção da consistência do iogurte. A goma gelana ajuda a prevenir a separação de fases, como a formação de soro, e melhora a textura final, tornando o produto mais agradável ao consumidor. Este

agente espessante é particularmente importante para garantir que a viscosidade, um dos principais parâmetros analisados, seja mantida de forma estável ao longo do tempo, tanto durante o processo de produção quanto após o enchimento.

As análises foram realizadas nas seguintes fases do processo:

- **Receção de leite:** Foram analisados os teores de proteína do leite desnatado, leite em pó e proteína, utilizando o equipamento MilkoScan;
- **Normalização e Pasteurização:** Analisaram-se os valores de proteína, gordura e estrato seco do semielaborado, no MilkoScan;
- **Fermentação:** O pH foi monitorizado através da recolha de amostras do depósito e analisado em potenciômetro até atingir o valor de corte.;
- **Após o arrefecimento e no depósito de lançamento:** A viscosidade foi medida em amostras retiradas do processo com um viscosímetro;
- **Enchimento:** Com a pasta e a fruta já misturadas, a viscosidade foi medida novamente.

As pressões foram monitorizadas por barómetros, as temperaturas foram recolhidas por sensores de temperatura, e os caudais foram medidos por caudalímetros. Durante o processo, monitorizaram-se automaticamente parâmetros como a temperatura de arrefecimento após normalização e a temperatura do depósito após a recirculação na normalização, o caudal, a temperatura de entrada e a pressão do homogeneizador na pasteurização, a temperatura média do depósito de fermentação, bem como a temperatura da água gelada, o caudal, a pressão inicial e final, e a temperatura final de arrefecimento após a fermentação. No depósito de lançamento, foi medida a temperatura do depósito e, durante o lançamento, foram registadas automaticamente as frequências de operação (em Hertz) da bomba de pasta e da bomba de preparado, assim como a percentagem de fruta ou aroma adicionada.

Todos esses dados, incluindo parâmetros de composição, resultados de análises e valores obtidos tanto de sensores automáticos quanto de medições laboratoriais, são guardados num sistema interno da fábrica, específico para registar e monitorizar dados de produção.

Os parâmetros físico-químicos e sensoriais foram analisados ao longo do processo de produção do iogurte. Cada parâmetro foi medido com o objetivo de monitorizar e garantir a qualidade final do produto, utilizando equipamentos específicos e métodos padronizados.

- **Determinação do pH**

O pH é um parâmetro fundamental na produção de iogurtes, pois influencia diretamente o processo de fermentação e, conseqüentemente, a textura e a estabilidade do produto final. Durante a fermentação, o pH foi monitorizado até atingir o valor de corte (pH = 4,6), assegurando que a fermentação fosse interrompida no momento ideal.

A determinação do pH foi realizada utilizando um Potenciômetro da Mettler Toledo, equipado com um eletrodo calibrado para medições em amostras alimentares (Figura 6). O eletrodo é inserido diretamente nas amostras para medir o pH.



Figura 6 - Potenciômetro utilizado para medir o pH (Mettler Toledo, 2024).

- **Determinação da Viscosidade**

A viscosidade é um dos principais indicadores da consistência do iogurte, estando diretamente relacionada à experiência sensorial do consumidor. Para iogurtes líquidos hiperproteicos, a viscosidade é um parâmetro crítico, sendo medida em várias etapas do processo.

A viscosidade foi medida utilizando um Viscosímetro Brookfield (Figura 7). Para amostras em processo, utilizou-se o spindle nº 3, submerso nas amostras e operado a uma velocidade de 10 rpm durante 30 segundos, com os valores de viscosidade expressos em centipoises (cPs). Para o produto acabado, foram utilizados diferentes spindles, nº 2 ou nº 3, conforme o tipo de líquido, de modo a assegurar uma medição adequada às características finais do produto.



Figura 7 - Viscosímetro DV2T para medição de viscosidade (Brookfield, 2024).

- **Determinação de Proteína, Gordura e Extrato Seco**

A determinação dos teores de proteína, gordura e extrato seco nas amostras de iogurte é essencial para garantir que o produto final esteja dentro das especificações nutricionais e tenha a consistência e sabor desejados.

Estas análises foram realizadas utilizando o MilkScan FT3 (Figura 8), um equipamento baseado em espectroscopia de infravermelho, capaz de fornecer leituras rápidas e precisas sobre a composição dos produtos lácteos. As amostras são retiradas pelos operadores em diferentes fases (normalização, antes da pasteurização) e introduzidas no equipamento para análise.



Figura 8 - MilkScan FT3 (LabSystem, 2024).

- **Análise Organolética**

A análise organolética é essencial para garantir que o iogurte corresponda às expectativas dos consumidores em termos de qualidade e apreciação, avaliando parâmetros como aspeto, sabor e consistência. Estes fatores permitem verificar se o produto atingiu a viscosidade e a textura esperadas, complementando as análises físico-químicas e assegurando uma experiência satisfatória para o consumidor.

## 6. Resultados e Discussão

Nesta seção, são apresentados os resultados das correlações significativas entre a viscosidade em diferentes etapas do processo de fabricação e os parâmetros de composição do iogurte. São analisadas as correlações observadas com coeficiente de correlação ( $r$ ) superior a  $\pm 0,65$  para cada tipo de iogurte (líquido hiperproteico frutos silvestres (Variedade A) com 10 amostras, líquido hiperproteico de banana com 12 amostras, líquido hiperproteico morango com 11 amostras, líquido hiperproteico coco com 43 amostras, líquido hiperproteico frutos silvestres (Variedade B) com 25 amostras e líquido hiperproteico stracciatella com 10 amostras), juntamente com a interpretação da viscosidade, a influência dos ingredientes e fases do processo, para uma compreensão mais aprofundada.

Adicionalmente, foi realizada uma análise comparativa entre os valores de referência pré-estabelecidos para os parâmetros de composição e as amostras em estudo, com o objetivo de avaliar o grau de conformidade.

Foram consideradas três etapas de viscosidade durante a análise, essenciais para a compreensão das características finais do produto. A primeira é a viscosidade após o arrefecimento, que fornece uma indicação inicial sobre a textura e consistência formadas, essencial para prever a estabilidade do iogurte. Em seguida, a viscosidade antes do lançamento reflete a estabilidade reológica após o arrefecimento, representando a resistência às mudanças até ao momento de lançamento. Por último, a viscosidade após o enchimento corresponde à consistência final do produto, que pode ser afetada pela fase de enchimento, influenciando a textura final.

A matriz de correlação que serviu de base à análise referida acima encontra-se no Anexo B, sendo que cada Tabela corresponde a um tipo de iogurte estudado. Esses resultados fornecem uma visão abrangente de todas as análises de correlação efetuadas, permitindo uma consulta detalhada dos dados e suporte para a discussão apresentada nesta seção.

### 6.1. Análise Comparativa de Parâmetros Pré-definidos com as Amostras em Estudo

Para realizar uma análise comparativa entre os valores pré-definidos e os valores das amostras em estudo, vamos observar as diferenças nas médias, variabilidade e amplitude entre as amostras analisadas antes da pasteurização e os valores pré-definidos do semielaborado (Tabela 2).

Tabela 2-Comparação entre os Parâmetros Nutricionais Pré-Definidos e os Valores Médios das Amostras do Semielaborado em Estudo.

<b>Característica</b>	<b>Valor Pré-Definido (%)</b>	<b>Média Antes da Pasteurização (%)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Proteína	7,70	7,56	0,0498	7,47	7,69
Extrato Seco	13,97	15,66	0,386	14,21	16,74
Gordura	0,39	0,27	0,05	0,18	0,40

A concentração média de proteína nas amostras é de 7,56%, ligeiramente inferior ao valor pré-definido de 7,70%, com uma diferença de 0,14%. Essa leve variação pode indicar uma perda mínima de proteína ou estar dentro da variabilidade esperada para as amostras. O desvio padrão de 0,0498 sugere uma pequena dispersão, indicando consistência nos valores de proteína entre as amostras antes da pasteurização. A amplitude entre o mínimo e o máximo nas amostras, que varia de 7,47% a 7,69%, também é estreita, o que indica pouca variação entre as amostras no que diz respeito ao conteúdo proteico.

Para o extrato seco, as amostras apresentam um valor médio de 15,66%, significativamente maior do que o valor pré-definido de 13,97%, o que representa uma diferença de 1,69%. Esse aumento pode ser reflexo de uma maior concentração de sólidos devido a variações nas condições de processamento ou na composição dos ingredientes. Apesar do desvio padrão relativamente baixo (0,386), há ainda alguma dispersão nos valores, que pode ser atribuída às diferenças nas matérias-primas antes da pasteurização, o que leva a uma amplitude de valores considerável, que vai de 14,21% a 16,74%.

No caso da gordura, o valor médio encontrado nas amostras é de 0,27%, abaixo do valor pré-definido de 0,39%, indicando uma redução significativa de 0,12%. Isso pode apontar para uma perda de gordura durante a manipulação ou indicar uma composição com menor adição de gordura do que a estabelecida pelos parâmetros pré-definidos. O desvio padrão de 0,05 mostra que a maioria das amostras mantém um valor consistente de gordura. A amplitude de valores de gordura, que vai de 0,18% a 0,4%, demonstra que, apesar de atingir o valor pré-definido em casos isolados, a maioria das amostras contém menos gordura.

A análise das características nutricionais dos alimentos é essencial para assegurar a qualidade e a consistência dos produtos, especialmente em processos industriais onde pequenas variações podem ter um impacto significativo nas propriedades sensoriais e na estabilidade do produto. A padronização dos componentes nutricionais em produtos semielaborados, como proteínas, extrato seco e gordura, é crucial para

manter a qualidade e satisfazer as expectativas dos consumidores, além de reduzir perdas durante o processo produtivo. Desvios nas concentrações destes compostos podem indicar a necessidade de ajustes no controlo de qualidade, particularmente em etapas críticas como a pasteurização, que afeta diretamente a estabilidade dos nutrientes. Assim, a consistência nas concentrações de proteína, extrato seco e gordura, tal como observada nos valores pré-definidos, serve como um parâmetro de referência essencial para garantir que o produto final cumpra os padrões de qualidade estabelecidos (Lima et al., 2011).

## 6.2. Análise de Correlações entre Matéria Gorda, Proteína e Extrato Seco com a Viscosidade dos Iogurtes

### Extrato Seco

No iogurte líquido hiperproteico de frutos silvestres (variedade A), observou-se uma correlação positiva entre a percentagem de extrato seco antes da pasteurização e a viscosidade medida antes do lançamento ( $r=0,66$ ) (Figura 9). De forma semelhante, no iogurte líquido hiperproteico de banana, o extrato seco medido antes da pasteurização apresentou correlações positivas tanto com a viscosidade após o arrefecimento ( $r=0,68$ ) (Figura 10) quanto com a viscosidade antes do lançamento ( $r=0,70$ ) (Figura 11). Já no iogurte hiperproteico de stracciatella, os gráficos revelaram uma forte correlação entre o extrato seco e as medições de viscosidade ao longo do processo de produção. O extrato seco medido antes da pasteurização apresentou uma forte correlação positiva com a viscosidade após o arrefecimento ( $r=0,85$ ) (Figura 12), com a viscosidade antes do lançamento ( $r=0,90$ ) (Figura 13) e com a viscosidade após o enchimento ( $r=0,78$ ) (Figura 14).

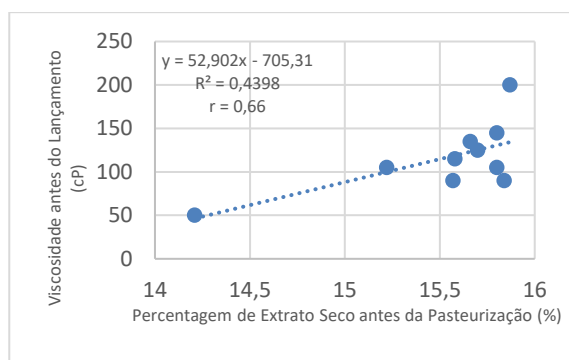


Figura 9 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Frutos Silvestres (Variedade A).

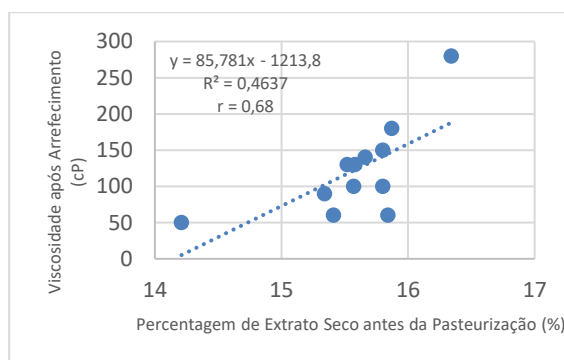


Figura 10 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Banana.

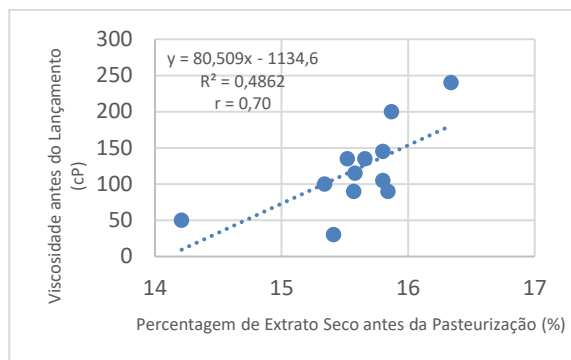


Figura 11 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Banana.

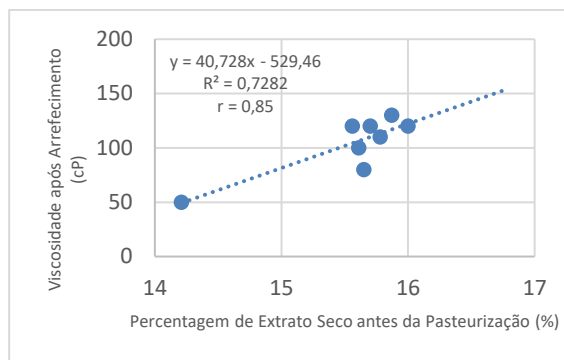


Figura 12 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella.

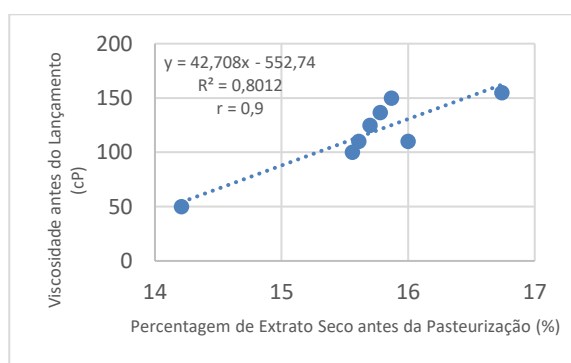


Figura 13 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella.

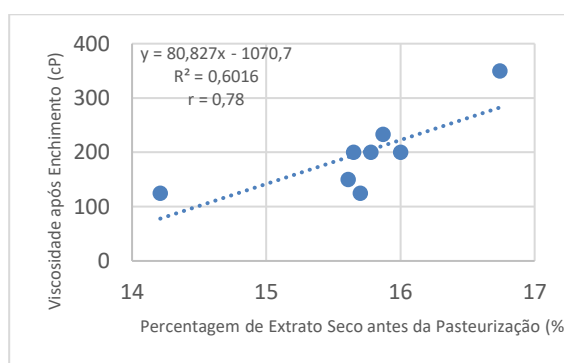


Figura 14 - Relação entre a "Percentagem de Extrato Seco antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após o Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella.

Esses resultados sugerem que o teor de sólidos é um fator determinante na formação da textura final do produto, influenciando a densidade, estabilidade e consistência da estrutura do iogurte, garantindo uma textura adequada e estável ao longo de todas as fases de produção. De modo geral, a relação entre a viscosidade e o teor de extrato seco em iogurtes é geralmente positiva, ou seja, um teor mais elevado de extrato seco tende a aumentar a viscosidade do produto final. Isso ocorre porque os sólidos, como proteínas, açúcares naturalmente presentes e gorduras, contribuem para uma matriz mais densa e estruturalmente complexa, reforçando a consistência do iogurte.

Uma quantidade excessiva de sólidos pode resultar numa textura arenosa ou grumosa e impactar negativamente a aceitação dos consumidores, além de aumentar a tendência do produto a apresentar sinérese (separação de soro), o que pode ser acentuado por mudanças na temperatura, pH e fatores mecânicos, como vibração. Produtos com menor sinérese e textura mais homogênea podem ser obtidos utilizando-se concentrado proteico de soro em vez de leite em pó desnatado, pois o concentrado proteico de soro, além de proporcionar uma textura mais lisa, mostrou-se eficaz em reduzir a sinérese em certas concentrações (Lima et al., 2011).

## Proteína

No iogurte líquido hiperproteico de stracciatella a correlação entre o teor de proteína antes da pasteurização e a viscosidade após o enchimento ( $r=0,74$ ) (Figura 15) indica que a proteína desempenha também um papel fundamental na consistência do iogurte.

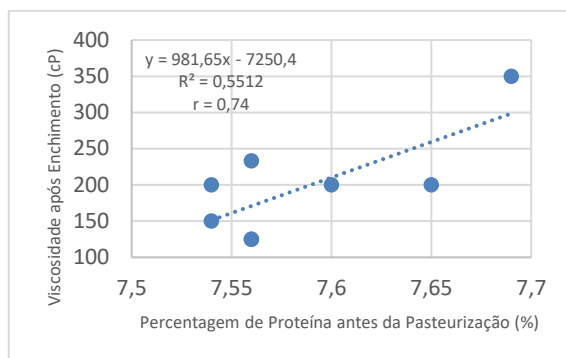


Figura 15 - Relação entre a "Percentagem de Proteína antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após o Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Stracciatella.

Manter níveis adequados de proteína é, portanto, essencial para garantir que o produto final tenha a consistência e textura desejadas. As proteínas desempenham um papel crucial na formação de uma rede estrutural capaz de reter água, o que aumenta a viscosidade e contribui para a textura do iogurte, e também facilitam a suspensão das inclusões de stracciatella, conferindo-lhe cremosidade e uma estrutura firme.

As proteínas do leite, especialmente as caseínas, são responsáveis pela criação de uma rede tridimensional essencial para reter água. Este processo é intensificado durante o tratamento térmico, onde há a desnaturação das proteínas do soro, facilitando a sua interação com as micelas de caseína. Este efeito aumenta a capacidade de retenção de água, promovendo uma maior viscosidade e uma textura mais cremosa no produto final (Silva et al., 2021).

## Gordura

No caso do iogurte líquido hiperproteico de frutos silvestres (variedade A) identificou-se uma correlação moderada a forte entre a percentagem de gordura antes da pasteurização e a viscosidade após o arrefecimento ( $r=0,67$ ) (Figura 16). No caso do iogurte líquido hiperproteico de banana observou-se uma correlação positiva moderada a forte entre o teor de gordura antes da pasteurização e a viscosidade após o arrefecimento ( $r=0,79$ ) (Figura 17), indicando que a gordura contribui para a textura cremosa desejada logo após o arrefecimento. Esta influência mantém-se até à fase de lançamento, com uma correlação positiva entre a percentagem de gordura antes da pasteurização e a viscosidade antes do lançamento ( $r=0,75$ ) (Figura 18), sugerindo que

a gordura ajuda a preservar uma consistência densa e homogênea até ao momento final da produção. Além disso, a gordura antes da pasteurização apresentou uma forte correlação com a viscosidade após o enchimento ( $r=0,80$ ) (Figura 19).

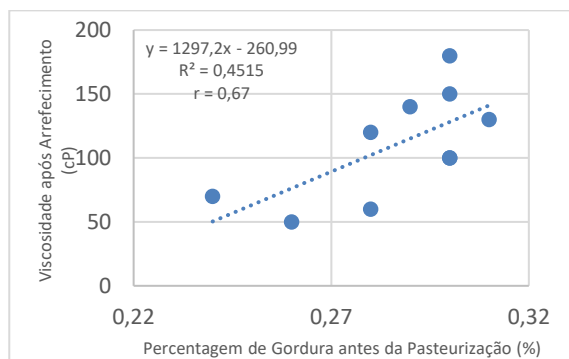


Figura 16 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Frutos Silvestres (Variedade A).

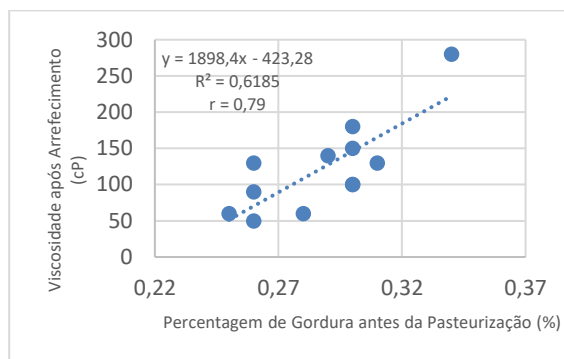


Figura 17 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)", no Iogurte HP de Banana.

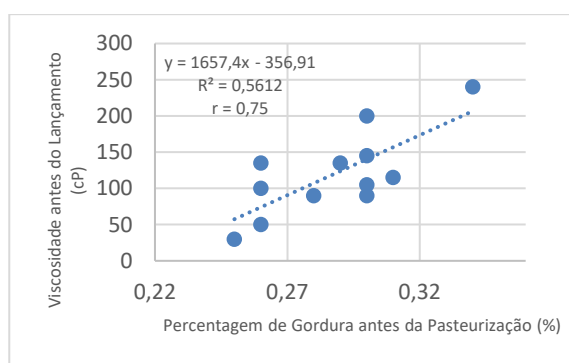


Figura 18 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Banana.

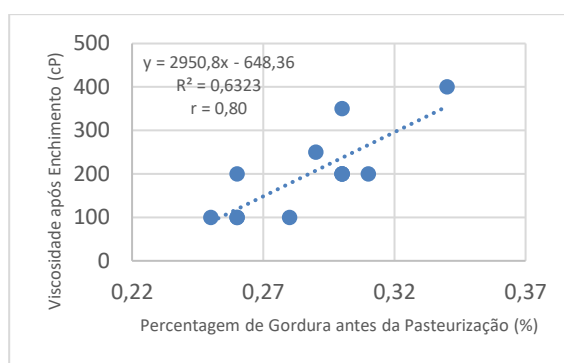


Figura 19 - Relação entre a "Percentagem de Gordura antes da Pasteurização (%)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no Iogurte HP de Banana.

Esta relação sugere que o teor de gordura contribui diretamente para a textura final do produto, em que um aumento na gordura leva a uma viscosidade mais elevada. Embora o teor de gordura seja mínimo (até 0,40%), devido à natureza de um iogurte com 0% de matéria gorda, a correlação observada com a viscosidade sublinha a importância de controlar até mesmo pequenas quantidades de gordura ao longo do processo.

Estudos indicam que a gordura é um componente fundamental nos aspetos sensoriais dos alimentos, contribuindo para o sabor, cremosidade, aparência, aroma e odor. Quando removida, é geralmente substituída por outros ingredientes para reproduzir as propriedades desejadas no alimento, mantendo o sabor e a textura agradável e um menor aporte calórico. Sabe-se que nenhum substituto consegue replicar completamente as funções da gordura. Por exemplo, as gomas, muito utilizadas para esse fim, no nosso caso goma gelana, contribuem apenas para efeitos secundários de textura e corpo. Já os amidos proporcionam uma sensação semelhante

de lubrificação à das gorduras e conferem várias propriedades desejáveis aos produtos, como viscosidade, textura, sensação no paladar e estabilidade (Pinheiro & Penna, 2010).

### 6.3. Correlações entre Diferentes Medições de Viscosidade

#### Interligação entre a viscosidade antes do lançamento e a viscosidade após o arrefecimento:

A análise da viscosidade dos diferentes iogurtes ao longo do processo de produção revelou correlações elevadas entre a viscosidade antes do lançamento e a viscosidade após o arrefecimento.

A correlação entre a viscosidade antes do lançamento e após o arrefecimento foi de  $r=0,92$  para o iogurte líquido hiperproteico de frutos silvestres (variedade A), de  $r=0,95$  (Figura 20) para o iogurte líquido hiperproteico de banana, de  $r=0,935$  para o iogurte líquido hiperproteico de morango. No iogurte líquido hiperproteico de coco, a correlação foi  $r=0,90$ , e nos frutos silvestres (variedade B) chegou a  $r=0,954$  (Figura 21).

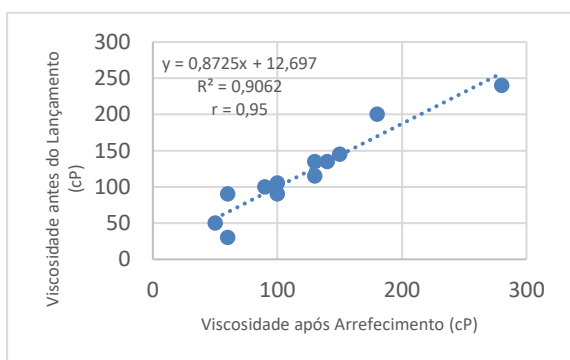


Figura 20 - Relação entre a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de de Banana.

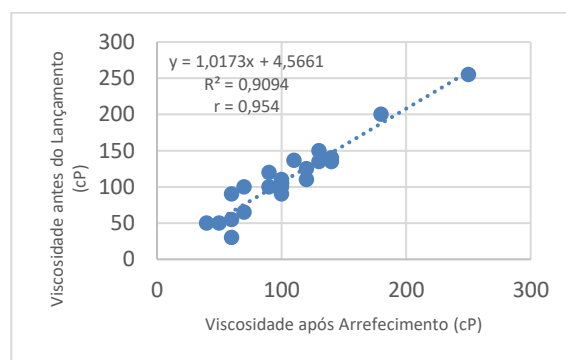


Figura 21 - Relação entre a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)" e a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)", no Iogurte HP de Frutos Silvestres (Variedade B).

Em todos os iogurtes analisados, a viscosidade após o arrefecimento foi um bom indicador da viscosidade final. Esse comportamento sugere que a estrutura do produto formada após o arrefecimento se mantém estável até o lançamento e que a consistência final do produto pode ser prevista com base na consistência após o arrefecimento, o que facilita o controlo da produção nas fases iniciais. Esta estabilidade reológica indica que o tempo de espera até ao lançamento não afeta significativamente a viscosidade.

### Interligação entre a viscosidade após o enchimento e as viscosidades antes do lançamento e após arrefecimento:

Observou-se uma correlação positiva entre a viscosidade após o arrefecimento e a viscosidade após o enchimento no caso do iogurte líquido hiperproteico de morango ( $r=0,65$ ) (Figura 22). Observou-se ainda que a viscosidade antes do lançamento também se correlaciona com a viscosidade após o enchimento para o iogurte líquido hiperproteico de banana ( $r=0,87$ ) (Figura 23), stracciatella ( $r=0,69$ ) (Figura 24) e morango ( $r=0,736$ ) (Figura 25).

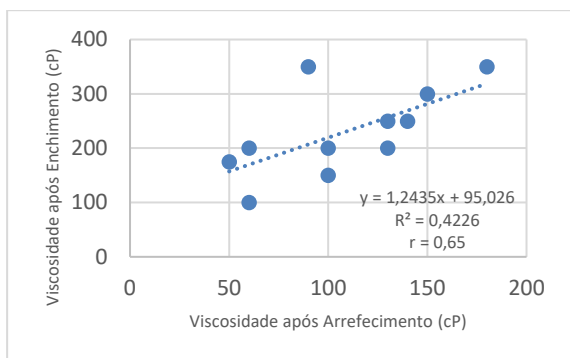


Figura 22 - Relação entre a "Viscosidade após Arrefecimento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no iogurte HP de Morango.

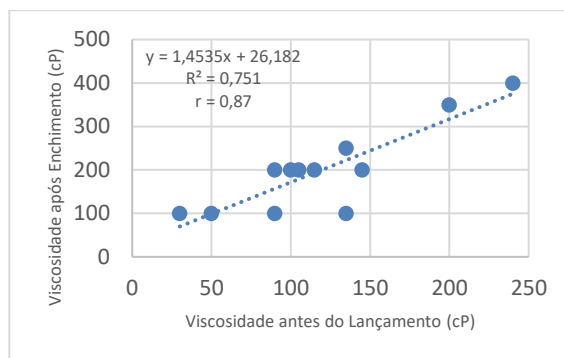


Figura 23 - Relação entre a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no iogurte HP de Banana.

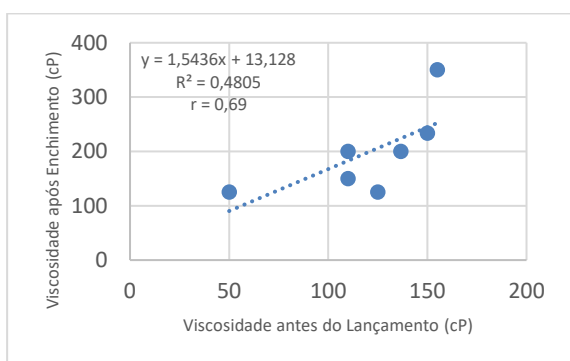


Figura 24 - Relação entre a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no iogurte HP de Stracciatella.

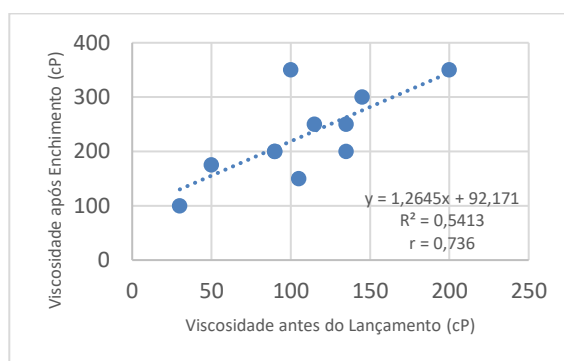


Figura 25 - Relação entre a "Viscosidade antes do Lançamento (cP)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no iogurte HP de Morango.

Esta análise mostra que as viscosidades em diferentes etapas do processo estão interligadas e ajudam a prever, em parte, a textura final do produto, especialmente quando consideramos a viscosidade após o enchimento como referência.

Estes resultados sugerem que, em alguns produtos, a estrutura e consistência desenvolvidas durante o arrefecimento e mantidas até o lançamento são indicadores razoáveis da textura final, permitindo previsibilidade no controlo de qualidade em produtos como o iogurte líquido hiperproteico de banana, morango e stracciatella.

Observou-se também que os iogurtes líquidos hiperproteicos de frutos silvestres (categoria A), frutos silvestres (categoria B) e coco não apresentaram uma correlação significativa entre a viscosidade após o enchimento e a viscosidade das etapas

anteriores, sugerindo que o processo de enchimento pode introduzir uma variabilidade adicional nesses produtos. Esta variabilidade pode ser atribuída à ação mecânica e ao cisalhamento aplicados durante o enchimento, que podem impactar a estrutura e a consistência final do produto. A ausência de correlação nestes iogurtes, que contêm preparados, pode também sugerir que a interação com esses preparados específicos pode afetar a reologia de forma inconsistente após o enchimento, assunto que vai ser discutido seguidamente.

#### 6.4. Correlação entre a % de Fruta e a Viscosidade após o Enchimento

No caso do iogurte líquido hiperproteico de frutos silvestres (Variedade A), observou-se uma correlação negativa entre a percentagem de preparado aromatizado e a viscosidade após o enchimento ( $r = -0,67$ ) (Figura 26), sugerindo que a adição de preparado afeta a textura final do produto. Tal influência destaca a necessidade de ajustar a formulação para assegurar uma consistência uniforme, uma vez que esta adição tem influência no comportamento reológico do produto e na sua estabilidade.

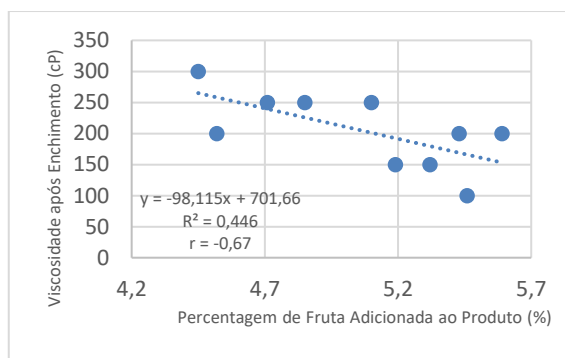


Figura 26 - Relação entre a "Percentagem de Fruta Adicionada ao Produto (%)" e a "Viscosidade após Enchimento (cP)", no iogurte HP de Frutos Silvestres (Variedade A).

Uma adição inicial de preparado aumenta a viscosidade, mas quantidades maiores levam a uma diminuição da viscosidade, justificando a correlação negativa. Explicar este padrão observado no iogurte líquido hiperproteico de frutos silvestres (Variedade A) pode ser um ponto de estudo futuro.

Por exemplo, estudos indicam que, inicialmente, a adição de preparados de frutas pode aumentar a viscosidade do iogurte devido à incorporação de sólidos e fibras presentes, que se integram na matriz do iogurte e criam uma textura mais espessa. No entanto, uma quantidade excessiva de fruta reduz a viscosidade, o que pode ser atribuído a uma combinação de fatores. Um desses fatores é a interferência dos ácidos

naturais da fruta. Conforme demonstrado num estudo sobre o maracujá, a acidez da fruta pode alterar a estabilidade da rede proteica do iogurte. O maracujá, devido ao seu perfil ácido, aumenta a sinérese e compromete a coesão da matriz do gel, o que resulta numa textura menos firme e mais propensa à separação de soro. Esse efeito ocorre porque os ácidos presentes na fruta reduzem o pH do iogurte, desestabilizando a estrutura do gel formada pelas proteínas ((Dannenberg et al., n.d.).

Nos outros tipos de iogurtes, embora tenha ocorrido um aumento na viscosidade após a adição do preparado, não se observou uma correlação forte entre a percentagem e a viscosidade final. Esse comportamento pode ser explicado pela variabilidade natural entre lotes de preparados, como diferenças na maturação da fruta, consistência e concentração de sólidos.

Diferenças na maturação dos frutos influenciam diretamente a composição química dos preparados, incluindo o teor de sólidos solúveis, acidez e pH, que, por sua vez, afetam a textura e a consistência do iogurte (Dantas et al., 2016). Frutos mais maduros, por exemplo, apresentam maior concentração de açúcares e menor acidez, o que pode resultar em alterações na viscosidade do produto final (Dantas et al., 2016). A adição de preparados de frutas com diferentes teores de sólidos pode modificar a estrutura do gel do iogurte, alterando sua textura e estabilidade (Santana et al., 2016).

Estas variações entre preparados dificultam a obtenção de uma correlação consistente entre a percentagem de preparado adicionado e a viscosidade final do iogurte. Para mitigar esses efeitos e assegurar uma consistência uniforme no produto final, seria essencial padronizar as características dos preparados utilizados (Dantas et al., 2016). Este pode ser, inclusive, um ponto relevante para estudos futuros.

No entanto, é de referir que, para o iogurte líquido hiperproteico de frutos silvestres (Variedade A) e para os restantes analisados, seria sempre necessária uma base de dados maior para que se pudesse efetuar uma análise mais robusta.

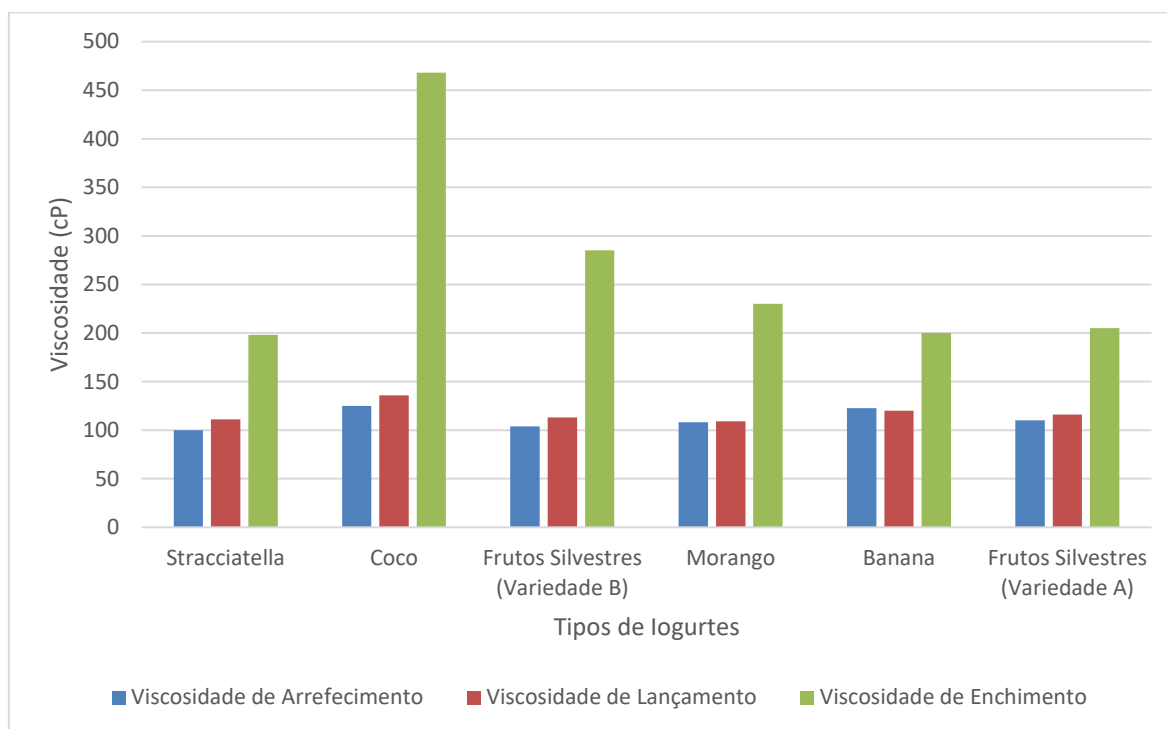
## **6.5. Evolução da Viscosidade nos Iogurtes**

Em todos os iogurtes hiperproteicos, a viscosidade aumenta progressivamente ao longo do processo de fabrico, com os valores mais elevados observados após o enchimento. Esta tendência reflete o impacto das etapas de processamento e da adição do preparado, que modifica a textura final de cada produto. Cada tipo de preparado afeta a viscosidade de maneira única, isso sugere que as características específicas de cada preparado (como a textura ou concentração de sólidos do preparado de frutas ou sabor) influenciam a consistência final.

Essas variações podem ser explicadas pelo conceito de interação entre sólidos e fase líquida, discutido na reologia de produtos lácteos. Segundo Lee e Lucey (2010), fatores como o teor de sólidos e a estrutura das partículas nos preparados afetam a formação da rede proteica durante o processamento, o que pode resultar em diferentes padrões de viscosidade no produto final. Esta interação é crucial para produtos como iogurtes,

onde o equilíbrio entre sólidos e líquido influencia diretamente a textura percebida pelo consumidor.

Tabela 3 - Viscosidades médias (cP) de diferentes tipos de iogurtes (Stracciatella, Coco, Frutos Silvestres (Variedade B), Morango, Banana, Frutos Silvestres (Variedade A)) ao longo das etapas de arrefecimento, lançamento e enchimento.



De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, os iogurtes líquidos hiperproteicos de Frutos Silvestres (Variedade A), Banana, Morango e Stracciatella apresentam uma evolução moderada e contida na viscosidade ao longo do processo. Os de Frutos Silvestres (Variedade A) e Banana começam com valores próximos (110 e 122,5 cP, respetivamente) e alcançam viscosidades finais semelhantes (205 e 200 cP), mostrando uma consistência estável e controlada. Os de Morango e Stracciatella também seguem este padrão de evolução contida, com Morango a começar em 108 cP e terminar em 230 cP, e Stracciatella a iniciar em 100 cP e a finalizar em 198 cP. Estes iogurtes tendem a manter uma textura mais suave e previsível, sugerindo uma menor interação do preparado com a matriz do iogurte, o que resulta numa consistência mais uniforme e adequada para perfis sensoriais delicados.

Os iogurtes líquidos hiperproteicos de Frutos Silvestres (Variedade B) e Coco apresentam um aumento acentuado de viscosidade ao longo do processo. Frutos silvestres (Variedade B) começa com uma viscosidade inicial moderada (104 cP), mas atinge um valor final significativamente elevado (285 cP). O Coco, por outro lado, destaca-se com o aumento mais pronunciado, indo de 125 cP para uma viscosidade final de 468 cP. Estes preparados parecem ter uma interação mais forte com a estrutura

do iogurte, provavelmente devido à concentração de sólidos ou à composição do próprio preparado, o que resulta numa textura mais densa e robusta.

A análise mostra que, mesmo com ingredientes base idênticos, o tipo de preparado afeta significativamente a viscosidade final. Frutos silvestres (Variedade A), Banana, Morango e Stracciatella apresentam um comportamento mais controlado e estável, enquanto Frutos Silvestres (Variedade B) e Coco conferem uma textura mais espessa. Esses padrões de viscosidade ajudam a orientar ajustes no processo para alcançar a consistência desejada para cada tipo de iogurte. Essa observação é consistente com a teoria reológica aplicada a produtos lácteos, onde as interações entre sólidos (como o preparado de frutas) e a matriz líquida desempenham um papel importante na textura final do produto (Lee & Lucey, 2010).

## 7. Conclusão

Para concluir este trabalho, que explora os fatores que influenciam a viscosidade em iogurtes hiperproteicos líquidos, é essencial sintetizar as descobertas alcançadas, destacando o impacto prático das correlações observadas entre os parâmetros estudados. O estudo demonstrou que a composição do iogurte e as etapas do processo de fabricação influenciam diretamente a viscosidade, fator que impacta a experiência sensorial e estabilidade do produto final.

Observou-se que componentes como o extrato seco, proteína e gordura exercem um papel determinante na textura ao longo do processo. Contudo, deve-se considerar que, para alguns tipos de iogurte, o número de amostras foi limitado, o que pode ter influenciado a robustez das correlações observadas. Com um maior número de amostras, poderíamos obter relações mais consistentes e fiáveis, permitindo conclusões mais abrangentes.

A investigação confirma a importância de monitorizar cuidadosamente a viscosidade após o arrefecimento e ajustar os níveis de gordura e extrato seco para assegurar uma textura uniforme e previsível. As correlações identificadas servem como base para otimizações no processo de produção, contribuindo para a manutenção da qualidade e consistência do iogurte hiperproteico líquido, alinhando-o às expectativas do consumidor.

Outro ponto relevante é a influência dos preparados adicionados, que apresentam a sua própria viscosidade e podem variar entre lotes. Assim, a viscosidade final do produto pode estar influenciada não só pelos parâmetros de composição, mas também pelas propriedades intrínsecas dos preparados. Este fator constitui uma variável importante e poderia ser um foco interessante para estudos futuros, explorando como a composição dos preparados impacta a textura do iogurte final e possibilitando ajustes mais precisos na formulação.

## Referências Bibliográficas

Alpine Dairy Solutions, 2024. Equipamentos de pasteurização para laticínios. <https://www.alpinedairysolutions.com/products> (acedido em 25/10/2024)

AMETEK Brookfield. (2023, 13 de fevereiro). What is viscosity? Why is it important for fluids characterization? AMETEK Brookfield North America. <https://store.brookfieldengineering.com/blog/what-is-viscosity-why-is-it-important-for-fluids-characterization/>

Arab, M., Yousefi, M., Khanniri, E., Azari, M., Ghasemzadeh-Mohammadi, V., & Mollakhalili-Meybodi, N. (2023). A comprehensive review on yogurt syneresis: effect of processing conditions and added additives. *Journal of Food Science and Technology*, 60, 1656–1665. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05403-6>

Bermo, 2024. Soluções avançadas - Resfriadores a placas para leite. <https://blog.bermo.com.br/solucoes-avancadas-resfriadores-a-placas-leite/> (acedido em 25/10/2024)

Brookfield, 2024. Viscosímetro DV2T para medição de gel e viscosidade. <https://www.brookfieldengineering.com/products/viscometers/gel-timer-instruments/gel-timer-dv2t-viscometer> (acedido em 25/10/2024)

Cifelli, C. J., Agarwal, S., & Fulgoni III, V. L. (2020). Association of yogurt consumption with nutrient intakes, nutrient adequacy, and diet quality in American children and adults. *Nutrients*, 12(11), 3435. <https://doi.org/10.3390/nu12113435>

Dannenber, G. S., Mattei, F. J., Nogueira, M. B., Iglesias, M. A., Silva, W. P., & Fiorentini, Â. M. (n.d.). Influência da adição de polpa de maracujá sobre a sinérese no iogurte durante o período de armazenamento. Universidade Federal de Pelotas. [https://www.ufpel.edu.br/enpos/2012/anais/pdf/CA/CA\\_00328.pdf](https://www.ufpel.edu.br/enpos/2012/anais/pdf/CA/CA_00328.pdf)

Dantas, A. L., Silva, S. M., Dantas, R. L., Sousa, A. S. B., & Schunemann, A. P. P. (2016). Desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de colheita de frutos da umbugueira (*Spondias* sp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(1), 33-42. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-271/14>

Douglas, S. M., Ortinau, L. C., Hoertel, H. A., & Leidy, H. J. (2013). Low, moderate, or high protein yogurt snacks on appetite control and subsequent eating in healthy women. *Appetite*, 60, 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.09.012>

Euromonitor International. (2022). Protein meeting lifestyle demand: The rise of high-protein yogurt in Europe and North America. Euromonitor International. <https://www.euromonitor.com/protein-meeting-lifestyle-demand/report>

FAO. (2024). Dairy Market Review: Overview of global market developments in 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <https://openknowledge.fao.org/bitstreams/10d58506-df7b-467d-b5f6-c868b2ee6fa3/download>

Fitzgerald, M. P., & Sweeney, T. (2014). Milk Pasteurization: A Review. In Dairy Processing and Quality Assurance (pp. 50-68). Wiley-Blackwell.

Fonseca, O. (2018). Estudo da variação da flora específica e de características físico-químicas de dois tipos de iogurtes conservados a 10 e 25°C. [Relatório de Estágio em Nutrição Humana e Qualidade Alimentar, Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Instituto Politécnico de Castelo Branco].

GuiaLat, 2024. Centrífuga Desnatadeira para Leite e Soro. [https://www.guiaLat.com.br/?p=detalhar\\_produto&idproduto=831&idcategoria=193](https://www.guiaLat.com.br/?p=detalhar_produto&idproduto=831&idcategoria=193) (acedido em 25/10/2024)

Han, M., Wu, Y., Guo, X., Jiang, L., Wang, X., & Gai, Z. (2022). Milk fermentation by monocultures or co-cultures of *Streptococcus thermophilus* strains. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 1097013. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1097013>

IndiaMART, 2024. Homogeneizadores de leite - Modelos e especificações. <https://www.indiamart.com/proddetail/milk-homogenizers-14376528530.html?mTd=1> (acedido em 25/10/2024)

LabSystem, 2024. MilkScan FT3 - Analisador para produtos lácteos. <https://www.labsystem.com.ua/product/milkoscan-ft3/> (acedido em 25/10/2024)

Lee, W. J., & Lucey, J. A. (2010). Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127-1136. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r05>

Leidy, H. J., Clifton, P. M., Astrup, A., Wycherley, T. P., Westerterp-Plantenga, M. S., Luscombe-Marsh, N. D., Woods, S. C., & Mattes, R. D. (2015). The role of protein in weight loss and maintenance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 101(6), 1320S-1329S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.084038>

Lima, S. C. G., Oliveira, P. D., Lourenço Júnior, J. B., Rodrigues, L. S., & Neres, L. S. (2011). Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 66(383), 32-39. [https://www.academia.edu/60472648/Efeito\\_Da\\_Adi%C3%A7%C3%A3o\\_De\\_Diferentes\\_S%C3%B3lidos\\_Na\\_Textura\\_Sin%C3%A9rese\\_e\\_Caracter%C3%ADstica\\_Sensorial\\_De\\_Iogurte\\_Firme](https://www.academia.edu/60472648/Efeito_Da_Adi%C3%A7%C3%A3o_De_Diferentes_S%C3%B3lidos_Na_Textura_Sin%C3%A9rese_e_Caracter%C3%ADstica_Sensorial_De_Iogurte_Firme)

Mettler Toledo, 2024. Calibração de medidor de pH e condutividade. <https://gioehqhx.blob.core.windows.net/spx1lizin/mettler-toledo-ph-conductivity-meter-calibration.html> (acedido em 25/10/2024)

Ministério da Agricultura e do Comércio e Turismo. (1992). Portaria nº 742/92, pp. 3462-3465. Disponível em <https://dre.pt/application/conteudo/292747>

Mater, D. D., Bretigny, L., Firmesse, O., Flores, M. J., Mogenet, A., Bresson, J. L., & Corthier, G. (2005). *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* survive gastrointestinal transit of healthy volunteers consuming yogurt. *FEMS Microbiology Letters*, 250(2), 185-187. <https://doi.org/10.1016/j.femsle.2005.07.006>

Negrete-Romero, B., Valencia-Olivares, C., Baños-Dossetti, G. A., Pérez-Armendáriz, B., & Cardoso-Ugarte, G. A. (2021). Nutritional contributions and health associations of traditional fermented foods. *Fermentation*, 7(4), 289. <https://doi.org/10.3390/fermentation7040289>

Phillips, S.M. A Brief Review of Higher Dietary Protein Diets in Weight Loss: A Focus on Athletes. *Sports Med* 44 (Suppl 2), 149–153 (2014). <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0254-y>

Sadighbathi, S., Shafiee, G., Jalali, M., & Ehsani, M. R. (2023). Development and properties of functional yoghurt enriched with postbiotic produced by yoghurt cultures using cheese whey and skim milk. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1276268. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1276268>

Santana, K. T. C., Souza, H. F., Ferreira, F. L., Borges, L. F. F., Santos, F. R., Santana, L. G. M., & Pinto, M. S. (2016). Influência da adição de polpa de frutas em iogurtes sobre suas características físico-químicas durante armazenamento. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/40460>

Santos, E. M. S., Barbosa, M. B. C., & Vasconcelos, J. (2013). *Avaliação das Características Físico-Químicas de Iogurtes Comercializados na Região Metropolitana do Recife*. Faculdade Pernambucana de Saúde. Disponível em <http://tcc.fps.edu.br/jspui/handle/fpsrepo/1428>

Schreiber Foods. (2021). Apresentando a Schreiber Logistics. Disponível em <https://test.schreiberfoods.com/whats-happening/food-industry-can-say-goodbye-to-logistical-nightmares>

Schreiber Foods. (2024). Sobre nós. Disponível em <https://www.schreiberfoods.com/about-us/>

Sequeira, A. (2014). Efeito da utilização de diferentes fontes proteicas no enriquecimento do iogurte batido [Dissertação de Mestrado, Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Instituto Politécnico de Castelo Branco].

Soustre, Y., Le Révérend, B., & Bodot, V. (2013). Best of 2013: Yogurt special. French National Dairy Council (CNIEL), Scientific and Technical Affairs Division. Disponível em [https://fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/06/EXE-EN\\_BofYogurt-1.pdf](https://fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/06/EXE-EN_BofYogurt-1.pdf)

Pinheiro, M. V. S., & Penna, A. L. B. (2010). Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/49599674\\_Substitutos\\_de\\_gordura\\_Tipos\\_e\\_aplicacoes\\_em\\_produtos\\_lacteos](https://www.researchgate.net/publication/49599674_Substitutos_de_gordura_Tipos_e_aplicacoes_em_produtos_lacteos)

Tarrega, A., Marcano, J., & Fiszman, S. (2016). Yogurt viscosity and fruit pieces affect satiating capacity expectations. *Food Research International*, 89(1), 574-581. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.09.011>

Tian, J., He, B., Tai, J., & He, Y. (2023). Influence of different ratios of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on fermentation characteristics of yogurt. *Molecules*, 28(5), 2123. <https://doi.org/10.3390/molecules28052123>

Walstra, P., Wouters, J. T., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes*. John Wiley & Sons.

## Anexo A

### Trabalhos realizados no laboratório durante o período de estágio:

#### 1. Microbiologia

- **Teste de Conservação a 25 °C e 30 °C:** Teste de estabilidade microbiológica a temperaturas elevadas, monitorando o desenvolvimento de contaminações ao longo do armazenamento.
  - **Pesquisa de Enterobactérias em Placas Petrifilm:** Diluição, inoculação e incubação para detetar e quantificar enterobactérias no iogurte.
  - **Contagem de Bactérias Aeróbicas em Placas Compact-Dry:** Contagem total de germes aeróbicos em iogurtes, com colônias coloridas.
  - **Pesquisa de Bolores e Leveduras em Placas Petrifilm:** Quantificação de bolores e leveduras incubadas em placas a 25 °C.
  - **Bifidus DLC+2:** Avaliação de *Bifidobacterium* após o prazo de validade, garantindo a presença de flora benéfica.
  - **Flora Específica:** Avaliação da flora bacteriana específica desejada no iogurte.
- 

#### 2. Análises Organolépticas e de Apresentação

- **Prova Organoléptica D+24H e DLC+2:** Avaliação de aspeto, consistência, sabor e odor em diferentes fases do ciclo de vida do iogurte.
  - **Teste de Apresentação:** Avaliação da aparência visual do produto e da embalagem, verificando integridade e posicionamento de rótulos.
- 

#### 3. Análises Físico-Químicas e de Composição

- **Pesquisa de Glúten em Iogurte:** Teste com tiras indicadoras para confirmar a ausência de glúten.
- **Gordura e Proteína:** Determinação do teor de gordura e proteína para confirmar a conformidade nutricional.
- **Extrato Seco com Balança HB43:** Medição do teor de sólidos no iogurte, importante para a consistência e valor nutricional.
- **Viscosidade:** Medição da consistência do iogurte ao longo do processo de produção usando viscosímetros.

- **Textura e Força Gel:** Avaliação da textura e firmeza dos iogurtes gelificados, confirmando a qualidade sensorial e estrutura adequada.
  - **Avaliação do pH:** Controle de pH em diferentes fases da produção para monitorar o processo de fermentação e qualidade do iogurte.
- 

#### 4. Controle de Higiene, Ambiente de Produção e Água

- **Plano de Controle do Ar, Azoto e Higienização de Mãos e Superfícies:** Controle microbiológico do ar, azoto e higienização das mãos e superfícies com testes de ATP e lâmpadas UV.
- **Análise Microbiológica do Ar Ambiente (MAS-100):** Controle microbiológico do ar nas áreas de produção para evitar contaminações.
- **Colheita de Amostras com Esponjas (PEM):** Recolha de amostras de superfícies para análise de *Listeria* e *Salmonella*.
- **Controle das Águas Industriais:** Filtração e análise microbiológica das águas utilizadas no processo, incluindo germes totais e coliformes.
- **Verificação da Higienização por Bioluminescência - ATP:** Medição de ATP em águas e superfícies para verificar a limpeza.
- **Controle de Germes Totais nas Linhas de Ar Estéril e Azoto:** Análise de germes totais nas linhas de ar e azoto para manter a qualidade do ambiente de produção.

## Anexo B

Abaixo, encontram-se listadas as principais abreviaturas utilizadas para encontrar correlações válidas com as viscosidades:

- TDN - Temperatura do Depósito após Recirculação;
- AN - Acidez na Normalização;
- PN - Proteína na Normalização;
- MGN - Matéria Gorda na Normalização;
- ESN - Extrato Seco na Normalização;
- PH - Pressão do Homogeneizador;
- PP - Proteína antes da Pasteurização;
- MGP - Matéria Gorda antes da Pasteurização;
- ESP - Extrato Seco antes da Pasteurização;
- PIA - Pressão Inicial do Arrefecedor;
- PFA - Pressão Final do Arrefecedor;
- TWmA - Temperatura do WhiteMass após Arrefecimento;
- TE - Tempo de Enchimento;
- VA - Viscosidade após Arrefecimento;
- VL - Viscosidade antes do Lançamento;
- TPL - Tempo de Paragem em Linha;
- Hz - Hertz da Bomba da Pasta;
- Fruta - Percentual de Fruta Adicionada;
- Visc - Viscosidade após Enchimento.

**Líquido Hiperproteico Frutos Silvestres (Variedade A)****Tabela B1** - Matriz de correlação para o produto Líquido Hiperproteico Frutos Silvestres (Variedade A), apresentando as relações entre diferentes parâmetros de produção

	TDN	AN	PN	MGN	ESN	PH	PP	MGP	ESP	PIA	PFA	TWmA	TE	VA	VL	TPL	Hz	Fruta	Visc
<b>TDN</b>	1																		
<b>AN</b>	0,16	1																	
<b>PN</b>	-0,54	-0,29	1																
<b>MGN</b>	-0,19	0,49	-0,07	1															
<b>ESN</b>	-0,30	-0,24	0,92	-0,03	1														
<b>PH</b>	-0,32	0,06	-0,01	0,12	-0,21	1													
<b>PP</b>	-0,39	0,29	0,47	0,51	0,43	0,34	1												
<b>MGP</b>	-0,03	0,22	0,01	0,39	0,01	0,61	0,70	1											
<b>ESP</b>	-0,05	0,08	-0,14	0,54	-0,24	0,26	0,34	0,62	1										
<b>PIA</b>	0,09	0,18	-0,09	0,52	0,00	-0,11	0,21	0,35	0,74	1									
<b>PFA</b>	0,14	0,19	-0,08	0,52	0,05	-0,27	0,20	0,22	0,64	0,97	1								
<b>TWmA</b>	-0,67	-0,04	0,46	-0,05	0,36	0,25	0,23	0,18	-0,13	-0,27	-0,38	1							
<b>TE</b>	0,31	0,14	0,31	-0,30	0,50	-0,43	0,18	-0,22	-0,67	-0,35	-0,19	-0,16	1						
<b>VA</b>	-0,30	0,34	0,07	0,45	-0,12	0,69	0,43	0,67	0,61	0,17	-0,01	0,42	-0,58	1					
<b>VL</b>	-0,28	0,44	0,05	0,51	-0,16	0,42	0,31	0,44	0,66	0,32	0,18	0,30	-0,60	0,92	1				
<b>TPL</b>	0,35	0,21	0,23	-0,11	0,43	-0,38	0,38	0,01	-0,45	-0,23	-0,07	-0,23	0,95	-0,46	-0,51	1			
<b>Hz</b>	-0,31	-0,04	0,02	0,50	0,03	0,40	0,02	0,09	0,22	0,40	0,34	0,01	-0,49	0,24	0,20	-0,52	1		
<b>Fruta</b>	-0,19	-0,27	0,51	0,22	0,60	-0,28	0,61	0,18	0,12	0,25	0,37	-0,15	0,41	-0,32	-0,34	0,55	-0,08	1	
<b>Visc</b>	-0,13	0,39	-0,46	0,17	-0,66	0,31	-0,35	-0,24	0,14	0,07	0,02	-0,16	-0,54	0,29	0,44	-0,61	0,38	-0,67	1

## Líquido Hiperproteico de Banana

**Tabela B2** - Matriz de correlação para o produto Líquido Hiperproteico de Banana, apresentando as relações entre diferentes parâmetros de produção

	TDN	AN	PN	MGN	ESN	PH	PP	MGP	ESP	PIA	PFA	TWmA	TE	VA	VL	TPL	Hz	Fruta	Visc
<b>TDN</b>	1																		
<b>AN</b>	-0,06	1																	
<b>PN</b>	-0,16	0,26	1																
<b>MGN</b>	-0,14	0,26	0,45	1															
<b>ESN</b>	0,10	0,05	0,89	0,39	1														
<b>PH</b>	-0,34	0,00	-0,53	-0,15	-0,66	1													
<b>PP</b>	-0,10	0,41	0,68	0,62	0,56	-0,31	1												
<b>MGP</b>	0,25	0,15	0,42	0,42	0,61	-0,21	0,67	1											
<b>ESP</b>	0,10	0,18	0,04	0,61	0,23	-0,05	0,37	0,68	1										
<b>PIA</b>	0,06	0,09	0,09	0,45	0,13	-0,29	0,19	0,25	0,68	1									
<b>PFA</b>	0,05	0,06	0,07	0,39	0,08	-0,38	0,12	0,07	0,55	0,97	1								
<b>TWmA</b>	-0,66	0,11	0,05	-0,02	-0,14	0,31	-0,17	-0,30	-0,26	-0,26	-0,29	1							
<b>TE</b>	0,31	0,07	0,13	-0,42	-0,01	-0,41	0,02	-0,40	-0,74	-0,41	-0,26	-0,20	1						
<b>VA</b>	0,06	0,28	0,38	0,53	0,55	0,01	0,45	0,79	0,68	0,10	-0,08	-0,03	-0,59	1					
<b>VL</b>	0,09	0,43	0,40	0,60	0,49	-0,05	0,54	0,75	0,70	0,21	0,04	-0,09	-0,49	0,95	1				
<b>TPL</b>	0,35	0,09	0,02	-0,32	-0,11	-0,40	0,08	-0,36	-0,61	-0,36	-0,19	-0,26	0,96	-0,59	-0,48	1			
<b>Hz</b>	-0,37	-0,20	-0,01	0,22	-0,06	0,29	-0,14	-0,07	0,11	0,35	0,31	-0,02	-0,45	-0,05	-0,04	-0,55	1		
<b>Fruta</b>	0,10	0,02	0,22	0,10	0,24	0,11	0,48	0,40	0,04	-0,42	-0,44	-0,16	0,11	0,26	0,13	0,20	-0,48	1	
<b>Visc</b>	0,18	0,48	0,31	0,41	0,48	-0,08	0,48	0,80	0,62	0,07	-0,08	-0,22	-0,40	0,88	0,87	-0,40	-0,02	0,22	1

## Líquido Hiperproteico Morango

**Tabela B3** - Matriz de correlação para o produto Líquido Hiperproteico Morango, apresentando as relações entre diferentes parâmetros de produção

	TDN	AN	PN	MGN	ESN	PH	PP	MGP	ESP	PIA	PFA	TWmA	TE	VA	VL	TPL	Hz	Fruta	Visc
<b>TDN</b>	1																		
<b>AN</b>	-0,05	1																	
<b>PN</b>	-0,26	0,335	1																
<b>MGN</b>	-0,19	0,298	0,386	1															
<b>ESN</b>	-0,03	0,181	0,931	0,305	1														
<b>PH</b>	-0,31	-0,04	-0,45	-0,07	-0,64	1													
<b>PP</b>	-0,15	0,45	0,662	0,594	0,585	-0,25	1												
<b>MGP</b>	0,193	0,267	0,188	0,346	0,261	0,02	0,689	1											
<b>ESP</b>	0,027	0,257	-0,23	0,568	-0,23	0,142	0,297	0,558	1										
<b>PIA</b>	0,061	0,096	0,095	0,461	0,174	-0,3	0,188	0,306	0,762	1									
<b>PFA</b>	0,059	0,059	0,108	0,419	0,194	-0,43	0,139	0,135	0,66	0,97	1								
<b>TWmA</b>	-0,65	0,092	0,164	0,031	0,01	0,257	-0,13	-0,23	-0,2	-0,26	-0,31	1							
<b>TE</b>	0,393	0,045	0,354	-0,36	0,42	-0,62	0,123	-0,24	-0,69	-0,44	-0,3	-0,3	1						
<b>VA</b>	-0,1	0,572	0,049	0,544	-0,1	0,484	0,425	0,609	0,563	0,132	-0,06	0,203	-0,53	1					
<b>VL</b>	-0,02	0,653	0,149	0,592	-0	0,248	0,513	0,576	0,581	0,268	0,106	0,046	-0,36	0,935	1				
<b>TPL</b>	0,453	0,063	0,246	-0,24	0,321	-0,63	0,206	-0,16	-0,52	-0,38	-0,24	-0,37	0,956	-0,48	-0,31	1			
<b>Hz</b>	-0,35	-0,22	0,068	0,267	0,083	0,256	-0,1	0,024	0,204	0,357	0,305	-0,06	-0,55	0,113	0,071	-0,67	1		
<b>Fruta</b>	0,168	-0,29	-0,7	-0,41	-0,65	0,021	-0,8	-0,63	-0,11	-0,12	-0,05	0,212	-0,03	-0,34	-0,34	0,012	-0,32	1	
<b>Visc</b>	-0,1	0,501	-0,12	0,032	-0,28	0,377	0,2	0,328	0,261	-0,03	-0,15	-0,07	-0,21	0,65	0,736	-0,25	0,154	-0,17	1

## Líquido Hiperproteico Frutos Silvestres (Variedade B)

**Tabela B4** - Matriz de correlação para o produto Líquido Hiperproteico Frutos Silvestres (Variedade B), apresentando as relações entre diferentes parâmetros de produção

	TDN	AN	PN	MGN	ESN	PH	PP	MGP	ESP	PIA	PFA	TWmA	TE	VA	VL	TPL	Hz	Fruta	Visc
<b>TDN</b>	1																		
<b>AN</b>	0,062	1																	
<b>PN</b>	0,262	-0,15	1																
<b>MGN</b>	-0,08	0,227	0,078	1															
<b>ESN</b>	0,417	-0,09	0,912	0,017	1														
<b>PH</b>	-0,45	0,036	-0,39	0,164	-0,44	1													
<b>PP</b>	0,232	0,168	0,648	0,24	0,668	-0,5	1												
<b>MGP</b>	0,127	0,075	0,238	0,393	0,099	-0,37	0,302	1											
<b>ESP</b>	0,275	0,059	0,347	0,249	0,453	-0,16	0,576	0,091	1										
<b>PIA</b>	0,301	0,106	0,155	0,012	0,121	-0,22	0,177	-0,02	0,39	1									
<b>PFA</b>	0,295	0,123	0,102	-0,03	0,066	-0,22	0,092	-0,07	0,326	0,981	1								
<b>TWmA</b>	-0,28	-0,02	0,121	0,139	-0,03	0,109	-0,01	0,055	-0,24	-0,15	-0,2	1							
<b>TE</b>	0,226	0,086	0,101	-0,34	0,099	-0,13	-0,26	0,081	-0,5	0,01	0,059	-0,1	1						
<b>VA</b>	0,174	0,194	-0,05	0,055	0,049	-0,01	0,271	0,131	0,324	-0,01	-0,13	-0,13	-0,22	1					
<b>VL</b>	0,115	0,225	0,031	0,133	0,123	-0,08	0,363	0,106	0,387	-0,03	-0,17	-0,06	-0,27	0,954	1				
<b>TPL</b>	0,131	0,127	0,083	-0,2	0,128	-0,17	-0,08	0,109	-0,42	-0,02	-0	0,042	0,947	-0,2	-0,22	1			
<b>Hz</b>	-0,13	-0,02	0,037	0,065	0,077	0,271	-0,11	-0,16	0,17	0,003	0,021	-0,34	-0,07	-0,08	-0,09	-0,13	1		
<b>Fruta</b>	-0,36	-0,1	-0,01	0,096	-0,08	0,393	-0,32	-0,1	-0,36	-0,22	-0,19	0,276	0,302	-0,24	-0,26	0,397	-0,02	1	
<b>Visc</b>	0,002	0,277	0,017	-0,21	0,171	0,139	-0,1	-0,17	-0	-0,15	-0,21	0,195	0,313	0,562	0,624	0,355	-0,19	0,002	1

## Líquido Hiperproteico Coco

**Tabela B5** - Matriz de correlação para o produto Líquido Hiperproteico Coco, apresentando as relações entre diferentes parâmetros de produção

	TDN	AN	PN	MGN	ESN	PH	PP	MGP	ESP	PIA	PFA	TWmA	TE	VA	VL	TPL	Hz	Fruta	Visc
<b>TDN</b>	1																		
<b>AN</b>	0,035	1																	
<b>PN</b>	0,275	0,196	1																
<b>MGN</b>	-0,09	0,316	0,165	1															
<b>ESN</b>	0,328	0,222	0,832	0,069	1														
<b>PH</b>	-0,24	0,089	0,011	0,191	0,002	1													
<b>PP</b>	0,057	0,208	0,619	0,226	0,589	-0,13	1												
<b>MGP</b>	-0,06	0,202	0,284	0,623	0,299	-0,08	0,318	1											
<b>ESP</b>	0,1	0,161	0,489	0,114	0,586	0,038	0,598	0,161	1										
<b>PIA</b>	0,08	0,06	0,217	0,037	0,231	0,051	0,329	-0,06	0,316	1									
<b>PFA</b>	0,089	0,074	0,185	-0,01	0,199	0,063	0,275	-0,09	0,279	0,98	1								
<b>TWmA</b>	-0,27	-0,12	-0,1	0,22	-0,2	0,047	-0,07	0,033	-0,26	0,03	-0,05	1							
<b>TE</b>	0,125	0,112	0,266	-0,02	0,218	-0,03	-0,14	0,161	-0,35	0,06	0,1	0,009	1						
<b>VA</b>	0,163	-0,21	0,058	-0,08	0,253	-0,18	0,387	-0	0,351	0,27	0,181	-0,14	-0,22	1					
<b>VL</b>	0,051	-0,23	0,054	-0,13	0,18	-0,13	0,31	-0,12	0,371	0,26	0,146	0,021	-0,21	0,903	1				
<b>TPL</b>	-0	0,12	0,325	0,031	0,256	-0,08	0,019	0,179	-0,27	0,08	0,094	0,093	0,951	-0,12	-0,09	1			
<b>Hz</b>	-0,03	0,109	0,102	-0,1	0,202	0,359	0,183	-0,09	0,249	0,09	0,11	-0,39	-0,13	0,105	0,205	-0,15	1		
<b>Fruta</b>	-0,19	-0,08	-0,1	0,114	-0,25	0,066	-0,01	0,09	-0	-0	-0,09	0,464	-0,05	0,271	0,394	0,01	-0,21	1	
<b>Visc</b>	-0,04	-0,1	0,281	-0,05	0,308	-0,31	0,166	0,045	0,34	0,06	0,039	-0,17	0,297	0,402	0,549	0,441	-0,1	0,054	1

## Líquido Hiperproteico Stracciatella

**Tabela B5** - Matriz de correlação para o produto Líquido Hiperproteico Stracciatella, apresentando as relações entre diferentes parâmetros de produção

	TDN	AN	PN	MGN	ESN	PH	PP	MGP	ESP	PIA	PFA	TWmA	TE	VA	VL	TPL	Hz	Fruta	Visc
<b>TDN</b>	1																		
<b>AN</b>	0,031	1																	
<b>PN</b>	0,29	-0,36	1																
<b>MGN</b>	-0,09	0,286	0,092	1															
<b>ESN</b>	0,392	-0,12	0,925	0,264	1														
<b>PH</b>	-0,68	-0,08	-0,16	0,382	-0,2	1													
<b>PP</b>	0,318	0,209	0,491	0,557	0,662	-0,43	1												
<b>MGP</b>	0,527	-0,2	0,442	-0,23	0,486	-0,69	0,508	1											
<b>ESP</b>	0,124	-0,01	0,23	0,464	0,373	0,063	0,576	0,189	1										
<b>PIA</b>	0,122	-0,1	0,194	0,135	0,201	-0,19	0,355	0,158	0,5	1									
<b>PFA</b>	0,068	0,027	0,048	0,05	0,027	-0,13	0,192	0,043	0,439	0,959	1								
<b>TWm</b>																			
<b>A</b>	0,207	-0,33	0,495	0,344	0,453	-0,13	0,377	-0,01	-0,15	-0,1	-0,3	1							
<b>TE</b>	0,218	-0,09	0,213	-0,53	0,147	-0,08	-0,47	0,158	-0,7	-0,3	-0,25	0,004	1						
<b>VA</b>	-0,07	-0,27	-0,24	0,24	-0,08	0,113	0,342	0,269	0,853	0,525	0,404	-0,24	-0,42	1					
<b>VL</b>	-0,01	-0,14	0,092	0,551	0,293	0,3	0,483	-0,16	0,895	0,543	0,297	0,149	-0,59	0,894	1				
<b>TPL</b>	-0,16	-0,11	0,309	-0,38	0,254	-0,04	-0,23	0,065	-0,72	-0,27	-0,32	0,335	0,96	-0,39	-0,41	1			
<b>Hz</b>	-0,58	0,164	-0,15	0,252	-0,12	0,764	-0,24	-0,27	0,119	-0,48	-0,4	-0,4	-0,05	-0,01	-0,02	-0,09	1		
<b>Fruta</b>	0,084	0,163	0,014	0,227	-0,13	-0,08	0,184	-0,53	0,076	0,403	0,517	0,105	-0,35	-0,33	-0,2	-0,43	-0,32	1	
<b>Visc</b>	0,444	0,403	0,389	0,696	0,63	-0,06	0,742	0,148	0,776	0,364	0,303	0,103	-0,44	0,488	0,693	-0,53	0,017	0,295	1