



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

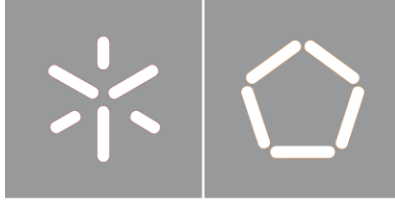
Ana Francisca Martins | Identificação e avaliação de perdas no processamento de leite

Ana Francisca Martins

Identificação e avaliação de perdas no
processamento de leite

UMinho | 2022

março de 2022



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Francisca Martins

**Identificação e avaliação de perdas no
processamento de leite**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar aos meus orientadores, Prof. Eusébio Nunes e Eng. Maria José Ramos, pelo apoio dado ao longo desta jornada. Estarei sempre grata por toda a vossa dedicação, disponibilidade e conhecimento transmitido, que não só tornou esta dissertação possível como contribuiu para o meu crescimento a nível pessoal e profissional.

Quero ainda agradecer a todas as pessoas com quem tive o prazer de trabalhar na Lactogal, unidade de Modivas. Ao Eng. André Oliveira pela confiança e pela disponibilidade demonstrada sempre que necessitava de ajuda. Às técnicas de laboratório, em especial à Sofia e à Isilda por toda a ajuda incansável e por todas as gargalhadas e momentos de descontração. Aos meus colegas de estágio, Carolina e Luís, por partilharem esta experiência comigo e pela sua amizade e apoio.

Aos meus pais, Henrique e Lurdes, irmãs Rita e Teresa, e à minha avó Lúcia, obrigada por serem o meu maior suporte e apoio e por me apoiarem ao longo do meu percurso académico. Sem vocês nada disto teria sido possível, espero deixar-vos orgulhosos.

Aos meus colegas de licenciatura, Vanessa e Leandro, por rirem e chorarem comigo, por todos os jantares em casa da avó Zézinha, piadas e momentos icónicos passados ao longo dos últimos 5 anos. Vocês foram e sempre serão a minha segunda família e a minha definição de faculdade.

Um especial obrigado a ti, Eliandro, pela motivação, cumplicidade e companheirismo ao longo dos últimos 6 anos e durante esta dissertação. Obrigada pelo apoio, por todos '*don't worry, you got this!*' e por todos os momentos de reconforto.

A todos, um muito, muito obrigada!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Identificação e avaliação de perdas no processamento de leite

RESUMO

O leite é cada vez mais um produto de grande procura, pelo que a sua produção, transformação e comercialização vêm aumentando a cada ano. A indústria de laticínios tem que assegurar não só a qualidade do produto, como também uma otimização do processo produtivo, tendo como principal foco a identificação e avaliação das operações unitárias que envolvam perdas significativas de produto. Assim, o objetivo desta dissertação foi identificar e avaliar perdas de leite ao longo do seu processamento, envolvendo cada uma das suas fases de transformação. Foi ainda realizada uma avaliação microbiológica às embalagens rejeitadas nas linhas de enchimento para se apurar se estariam a ser rejeitadas embalagens por excesso. Desta forma, após uma avaliação da situação atual a cada fase do processo produtivo de leite, verificou-se que havia uma perda média de 99,45% de leite num empurro inicial às linhas da receção. Na termização, obteve-se uma perda de leite maioritariamente relacionada com o termizador 2 que apresenta valores elevados de crioscopia à saída do painel e válvulas da termização. Já no tratamento UHT foram identificadas perdas que remetiam para um total de 95% de leite presente nas amostras recolhidas no dreno e ainda percentagem de cerca 89% de leite nas amostras colhidas nos tanques de leite recuperado. Na fase de enchimento foi possível observar que o pior não conforme obtido era o excesso de pacotes rejeitados nas máquinas de enchimento e que a sua carga microbiológica era sempre negativa, pelo que há possibilidade de reduzir o número de embalagens rejeitadas. Por último, numa avaliação às linhas de despacho verificou-se uma média de 36,16% de matéria gorda à entrada do camião de expedição de nata e ainda valores elevados de M/M% na mangueira, cerca de 33,42%. Refira-se que apenas se realiza expedição de nata a 40% de matéria gorda, pelo que uma média de 36,16% indica a ocorrência de perdas de nata. Para a situação atual do processo, os resultados dos tempos de empurro obtidos em cada uma das fases apresentam valores elevados, o que pressupõe uma desatualização do programa industrial dos tempos de empurro. Com a alteração a cada um dos programas industriais verificou-se uma redução total de 760L e de 300L, aos volumes de empurro do programa industrial da receção e das linhas de despacho, respetivamente, o que corresponde a uma poupança total anual de cerca de 501 108,50€.

Palavras-Chave: Ferramentas da Qualidade, Indústria de Laticínios, Melhoria Contínua, Perdas Alimentares

Identification and evaluation of losses in milk processing

ABSTRACT

Milk is a product in great demand, so its production, processing and marketing are increasing every year. The dairy industry has to ensure not only product quality, but also an optimization of the production process, with the main focus on identifying and evaluating unit operations that involve significant product losses. Thus, the objective of this dissertation was to identify and evaluate milk losses during its processing, involving each of its transformation phases. A microbiological evaluation was also carried out on the rejected packages in the filling lines to find out if excess packaging was being rejected. Thus, after an assessment of the current situation at each stage of the milk production process, it was found that there was an average loss of 99,45% of milk in an initial push to the reception lines. During thermization, a loss of milk was obtained, mainly related to thermizer 2, which presents high cryoscopy values at the exit of the panel and thermization valves. In the UHT treatment, losses were identified that refer to a total of 95% of milk present in samples collected from the drain and a percentage of approximately 89% of milk in samples collected from the recovered milk tanks. In the filling phase, it was possible to observe that the worst non-conformity obtained was the excess of packages rejected in the filling machines and that their microbiological load was always negative, so there is a possibility of reducing the number of rejected packages. Finally, in an evaluation of the dispatch lines, there was an average of 36,16% of fat at the entrance of the cream shipping truck and still high values of M/M% in the hose, around 33,42%. It should be noted that only 40% cream is shipped, so that an average of 36.16% indicates the occurrence of loss of cream. For the current situation of the process, the results of the push times obtained in each of the phases present high values, which presupposes an outdated industrial program for the push times. With the change to each of the industrial programs, there was a total reduction of 760L and 300L in the push volumes of the industrial reception program and the dispatch lines, respectively, which corresponds to a total annual savings of around 501 108 .50€.

Keywords: Quality Tools, Dairy Industry, Continuous Improvement, Food Losses

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	2
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 CONCEITOS E IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE	4
2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	5
2.2.1 Ferramentas básicas	5
2.2.2 Ciclo PDCA	8
2.2.3 5W1H	9
2.2.4 Controlo estatístico	10
2.3 A INDÚSTRIA ALIMENTAR	14
2.4 ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO	15
2.4.1 Caso 1	15
2.4.2 Caso 2	17
2.4.3 Caso 3	19
2.4.4 Caso 4	21
2.5 O LEITE	22
2.5.1 Composição do Leite de Vaca	23
2.5.2 Índice Crioscópico do Leite	24
2.5.3 Microbiologia vs Tratamento UHT do Leite	25
2.6 LIMPEZA DE EQUIPAMENTOS	28
3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL	31
3.1 BREVE DESCRIÇÃO DA EMPRESA	31
3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	31

3.3	ANÁLISE DO PROCESSO	33
3.3.1	<i>Receção</i>	34
3.3.2	<i>Termização</i>	39
3.3.3	<i>Tratamento UHT</i>	44
3.3.4	<i>Enchimento</i>	51
3.3.5	<i>Linhas de Despacho</i>	57
4.	PROPOSTAS DE MELHORIA	64
4.1	RECEÇÃO	64
4.2	TERMIZAÇÃO	65
4.3	TRATAMENTO UHT	65
4.4	ENCHIMENTO.....	67
4.5	LINHAS DE DESPACHO	68
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	70
5.1	FASE DA RECEÇÃO.....	70
5.1.1	<i>Análise dos desperdícios</i>	70
5.1.2	<i>Análise da qualidade do leite nos tanques da receção</i>	72
5.1.3	<i>Controlo estatístico do processo</i>	73
5.1.4	<i>Testes de comparação de variâncias e de médias</i>	76
5.2	AVALIAÇÃO DAS LINHAS DE DESPACHO	78
5.3	SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	80
6.	CONCLUSÃO.....	82
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
6.2	TRABALHOS FUTUROS	84
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	APÊNDICE I – REGISTO DE RECOLHA DE AMOSTRAS DA FASE DE RECEÇÃO	88
	APÊNDICE II – REGISTO DE RECOLHA DE AMOSTRAS RELATIVA DA FASE DE TERMIZAÇÃO ..	91
	APÊNDICE III – REGISTO DE RECOLHA DE AMOSTRAS DA FASE DE TRATAMENTO UHT	93
	APÊNDICE IV – REGISTO DE RECOLHA DE AMOSTRAS DA FASE DE ENCHIMENTO.....	96
	APÊNDICE V – REGISTO DE RECOLHA DE AMOSTRAS NAS LINHAS DE DESPACHO.....	100
	APÊNDICE VI – REGISTO DE RECOLHA DE AMOSTRAS NA RECEÇÃO E LINHAS DE DESPACHO COM MELHORIAS.....	101
	APÊNDICE VII – CONTROLO ESTATÍSTICO AOS TANQUES DA RECEÇÃO ANTES E APÓS MELHORIAS	103

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CIP – *Cleaning-inPlace*

DDB – Índice Desvio de Base

Dept. – Departamento

Eng. – Engenheiro

FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*

IBC – *Individual Bacterial Count* (células viáveis totais)

IC – Índice Crioscópico

IDF – *International Dairy Federation*

IFS – *International Featured Standards*

ISO – *International Organization for Standardization*

LG – lavagem geral

LI – lavagem intermédia

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

QFD – *Quality Function Deployment*

rpm – rotações por minuto

RPN – *Risk Priority Number*

SIK – *Swedish Institute for Food and Biotechnology*

SNF – *Solids-not-fat* (extrato seco)

Th – Termizador

TQ - Tanque

UFC – Unidades Formadoras de Colónias

UHT – *Ultra-High Temperature*

VSM – *Value Stream Mapping*

4P's – Políticas, Procedimentos, Pessoal, Planta

5W1H – *What, Who, Where, When, Why e How*

6M's – Máquina, Método, Mão-de-obra, Materiais, Meio Envolvente (Ambiente) e Medição

CEP – Controlo Estatístico de Processo

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: AS SETE FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE (ADAPTADO DE TAGUE, 2005).....	6
FIGURA 2: O CICLO PDCA (ADAPTADO DE PAIVA, 2013).....	9
FIGURA 3: RELAÇÃO ENTRE O EFEITO DE ESTERILIZAÇÃO E O ESCURECIMENTO. A LINHA A REPRESENTA O LIMITE INFERIOR DE COMBINAÇÕES DE TEMPO/TEMPERATURA QUE FAZ COM QUE O LEITE FIQUE ESCURECIDO. A LINHA B É O LIMITE INFERIOR DE COMBINAÇÕES PARA ESTERILIZAÇÃO COMPLETA (ADAPTADO DE BYLUND, 1995)	27
FIGURA 4: PROCESSO PRODUTIVO DO LEITE UHT (ADAPTADO DE BYLUND,1995)	32
FIGURA 5: PERCURSO SEQUENCIAL DE AMOSTRAGEM DA RECEÇÃO	35
FIGURA 6: PERCENTAGEM MÉDIA DE LEITE NA AMOSTRA COLHIDA NO EMPURRO INICIAL NO DRENO DO PAINEL DE VÁLVULAS	35
FIGURA 7: PERCENTAGEM MÉDIA DE LEITE NA AMOSTRA COLHIDA NO EMPURRO FINAL NO DRENO DO PAINEL DE VÁLVULAS	36
FIGURA 8: QUANTIDADE MÉDIA DE ÁGUA QUE ENTRA NOS TANQUES DE LEITE CRU AQUANDO DO EMPURRO FINAL DAS LINHAS	37
FIGURA 9: PROCESSO SEQUENCIAL DE AMOSTRA DA FASE DA TERMIZAÇÃO	39
FIGURA 10: – ÍNDICE CRIOSCÓPICO MÉDIO DOS TERMIZADORES 1,2 E 3 NO LOCAL DE COLHEITA C NO INÍCIO DE PRODUÇÃO DA TERMIZAÇÃO	40
FIGURA 11: IC MÉDIO DO TERMIZADOR 2 NO PONTO DE COLHEITA C NO INÍCIO DE PRODUÇÃO DA TERMIZAÇÃO	41
FIGURA 12: – IC MÉDIO DOS TANQUES DO TERMIZADOR 2 NO PONTO DE COLHEITA C NO INÍCIO DE PRODUÇÃO DA TERMIZAÇÃO	42
FIGURA 13: IC MÉDIO DOS TERMIZADORES 1, 2 E 3 NOS PONTOS DE COLHEITA B, C E D NO FIM DE PRODUÇÃO DA TERMIZAÇÃO	43
FIGURA 14: IC MÉDIO DO TERMIZADOR 2 NOS PONTOS DE COLHEITA B E C NO FIM DE PRODUÇÃO DA TERMIZAÇÃO	43
FIGURA 15: PROCESSO SEQUENCIAL DE AMOSTRAGEM DA FASE DO TRATAMENTO UHT DO LEITE.....	44
FIGURA 16: : IC MÉDIO NO LOCAL DE AMOSTRA B POR UHT APÓS LG E APÓS LI	45
FIGURA 17: IC MÉDIO NO LOCAL DE AMOSTRA B POR UHT ANTES DA LG E ANTES DA LI.....	46
FIGURA 18: IC MÉDIO (MC) E DA PERDA DE LEITE MÉDIA (%) NO INÍCIO E NO FIM DE PRODUÇÃO	47
FIGURA 19: IC MÉDIO (MC) DE LEITE NO INÍCIO DE PRODUÇÃO APÓS UMA LAVAGEM GERAL NO LOCAL DE COLHEITA C.....	49
FIGURA 20: IC MÉDIO (MC) DE LEITE NO INÍCIO DE PRODUÇÃO APÓS UMA LAVAGEM INTERMÉDIA NO LOCAL DE	

COLHEITA C	49
FIGURA 21: IC MÉDIO (MC) DE LEITE NO FIM DE PRODUÇÃO APÓS UMA LAVAGEM GERAL NO LOCAL DE COLHEITA C	50
FIGURA 22: IC MÉDIO (MC) DE LEITE NO FIM DE PRODUÇÃO APÓS UMA LAVAGEM INTERMÉDIA NO LOCAL DE COLHEITA C	51
FIGURA 23: DISTRIBUIÇÃO TOTAL DE EMPALMES RECOLHIDOS E ANALISADOS NAS MÁQUINAS DE ENCHIMENTO EDGE	53
FIGURA 24: DIAGRAMA DE PARETO POR EFEITOS REFERENTE AOS TRÊS TIPOS DE NÃO CONFORMES	54
FIGURA 25: DIAGRAMA DE PARETO POR CAUSAS REFERENTE À PIOR MÁQUINA COM O TIPO A.....	54
FIGURA 26: RELAÇÃO ENTRE OS EMPALMES ESPERADOS COM OS EMPALMES REJEITADOS NAS MÁQUINAS DE ENCHIMENTO ESTUDADAS, DANDO ÊNFASE À PERCENTAGEM DE EMBALAGEM REJEITADAS POR EXCESSO .	55
FIGURA 27: PROCESSO SEQUENCIAL DE AMOSTRAGEM DO DESPACHO DO LEITE.....	58
FIGURA 28: IC MÉDIO E DE LEITE (%) NO LOCAL DE AMOSTRA A, B E C DAS LINHAS DE DESPACHO DO LEITE...	59
FIGURA 29: PROCESSO SEQUENCIAL DE AMOSTRAGEM DO DESPACHO DA NATA	60
FIGURA 30: TEOR DE MATÉRIA GORDA (M/M%) NO INÍCIO DO DESPACHO DA NATA NO DRENO E A ENTRADA DO CAMIÃO.....	60
FIGURA 31: EVOLUÇÃO DA MATÉRIA GORDA (M/M%) NO DESPACHO DE NATA QUANDO A LINHA ESTÁ DE EMPURRO	62
FIGURA 32: TEOR MÉDIO DE GORDURA (M/M%) NO FIM DE PRODUÇÃO NOS LOCAIS A, B, C E D DE COLHEITA	63
FIGURA 33: IC (MC) MÉDIO OBTIDO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NA RECEÇÃO	71
FIGURA 34: GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL DOS DADOS DE IC DO TANQUE 1: A) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL ANTIGO; B) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL NOVO	73
FIGURA 35: CARTAS DE CONTROLO DE VALORES INDIVIDUAIS DO IC DOS TANQUES I (I=1, 2,..6), ANTES (TQIA) E APÓS (TQID) A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	75
FIGURA 36: ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DOS 6 TANQUES DA RECEÇÃO: A) ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS; B) APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	77
FIGURA 37: MATÉRIA GORDA NO INÍCIO DE PRODUÇÃO NO DRENO, CAMIÃO E TANQUE, APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA 1 E 3	78
FIGURA 38: MATÉRIA GORDA NO FIM DE PRODUÇÃO NO DRENO, MANGUEIRA, CAMIÃO E TANQUE, APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE MELHORIA 4.....	79
FIGURA 39: GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL DOS DADOS DE IC DO TANQUE 1: A) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL ANTIGO; B) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL NOVO	103

FIGURA 40: GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL DOS DADOS DE IC DO TANQUE 2: A) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL ANTIGO; B) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL NOVO	103
FIGURA 41: GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL DOS DADOS DE IC DO TANQUE 3: A) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL ANTIGO; B) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL NOVO	103
FIGURA 42: GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL DOS DADOS DE IC DO TANQUE 4: A) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL ANTIGO; B) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL NOVO	104
FIGURA 43: GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL DOS DADOS DE IC DO TANQUE 5: A) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL ANTIGO; B) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL NOVO	104
FIGURA 44: GRÁFICOS DE PROBABILIDADE NORMAL DOS DADOS DE IC DO TANQUE 6: A) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL ANTIGO; B) COM OS DADOS DO PROGRAMA INDUSTRIAL NOVO	104
FIGURA 45: TESTE-F PARA DUAS VARIÂNCIAS DOS TANQUES I (I=1, 2,..6), ANTES (TQiA) E APÓS (TQiD) A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS.....	105
FIGURA 46: TESTE-T PARA DUAS AMOSTRAS DOS TANQUES I (I=1, 2,..6), ANTES (TQiA) E APÓS (TQiD) A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS.....	106
FIGURA 47: ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DOS 6 TANQUES DA RECEÇÃO: A) ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS; B) APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS.....	106

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: COMPOSIÇÃO QUANTITATIVA DO LEITE DE VACA (ADAPTADO DE BYLUND, 1995)	23
TABELA 2: QUANTIDADE MÉDIA DE ÁGUA QUE ENTRA NOS TANQUES DE LEITE CRU AQUANDO DO EMPURRO FINAL DAS LINHAS	37
TABELA 3: CRIOSCOPIA E ÍNDICE DDB MÉDIOS DOS TANQUES DA RECEÇÃO	37
TABELA 4: – VOLUMES DAS LINHAS DA RECEÇÃO	38
TABELA 5: – PARÂMETROS DE EMPURRO DAS LINHAS DA RECEÇÃO	38
TABELA 6: VALORES MÉDIOS DE DIMINUIÇÃO DA CRIOSCOPIA NOS TANQUES DE LEITE TERMIZADO (EM PERCENTAGEM E EM VOLUME)	42
TABELA 7: VALORES DO IC MÉDIO NO LOCAL DE COLHEITA B POR UHT APÓS LG E APÓS LI NO INÍCIO DE PRODUÇÃO	45
TABELA 8: VALORES DO IC MÉDIO NO LOCAL DE AMOSTRA B POR UHT ANTES LG E ANTES LI NO FIM DE PRODUÇÃO	46
TABELA 9: TEMPOS DE EMPURRO DAS LINHAS DOS UHT RELATIVAS AO INÍCIO E AO FIM DE PRODUÇÃO NA ZONA DO DRENO E NA ZONA DOS TANQUES DE LEITE RECUPERADO	48
TABELA 10: PROGRAMA INDUSTRIAL REFERENTE AO NÚMERO DE EMBALAGENS REJEITADAS NAS MÁQUINAS DE ENCHIMENTO EDGE AQUANDO DE UM EMPALME	52
TABELA 11: DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE EMBALAGENS NÃO CONFORMES OBTIDAS NOS EMPALMES ANALISADOS	53
TABELA 12: NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE EMBALAGENS REJEITADAS NAS 4 MÁQUINAS DE ENCHIMENTO	55
TABELA 13: DISTRIBUIÇÃO DE AMOSTRAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO BACTERIANA NAS MÁQUINAS DE ENCHIMENTO EDGE.....	57
TABELA 14: PARÂMETROS DE EMPURROS DAS LINHAS DE DESPACHO DE LEITE E NATA	58
TABELA 15: EVOLUÇÃO DA MATÉRIA GORDA (M/M%) NO DO DESPACHO DE NATA QUANDO A LINHA ESTÁ DE EMPURRO	61
TABELA 16: 5W1H E PROPOSTAS DE MELHORIA DA RECEÇÃO.....	64
TABELA 17: 5W1H E PROPOSTA DE MELHORIA DA TERMIZAÇÃO	65
TABELA 18: 5W1H E PROPOSTAS DE MELHORIA DO TRATAMENTO UHT	66
TABELA 19: 5W1H E PROPOSTAS DE MELHORIA DO ENCHIMENTO	67
TABELA 20: 5W1H E PROPOSTAS DE MELHORIA D DESPACHO DE LEITE E NATA.....	68
TABELA 21: PARÂMETROS DE EMPURRO DA RECEÇÃO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	70
TABELA 22: VALORES RELATIVOS AO HISTÓRICO DE CRIOSCOPIA DOS 6 TANQUES DA RECEÇÃO	72

TABELA 23: SÍNTESE DOS RESULTADOS DOS TESTES DE COMPARAÇÃO DE VARIÂNCIAS	76
TABELA 24: SÍNTESE DOS RESULTADOS DOS TESTES DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS	77
TABELA 25: PARÂMETROS DE EMPURRO DAS LINHAS DE DESPACHO APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS ..	79
TABELA 26: NÚMERO TOTAL DE PERDAS REDUZIDAS ATRAVÉS DAS PROPOSTAS IMPLEMENTADAS NA RECEÇÃO E NO DESPACHO DE LEITE E NATA	80
TABELA 27: NÚMERO TOTAL DE PERDAS REDUZIDAS ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO DE TODAS AS PROPOSTAS DE MELHORIA PRESENTES NO CAPÍTULO 4	80
TABELA 28: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO EMPURRO INICIAL NO DRENO NO PAINEL DE VÁLVULAS	88
TABELA 29: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO EMPURRO FINAL NO DRENO NO PAINEL DE VÁLVULAS	88
TABELA 30: AMOSTRAS COLHIDAS AOS 6 TANQUES DE LOTE FECHADO (VOLUME MÁXIMO) DA RECEÇÃO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS.....	89
TABELA 31: REGISTO DE AMOSTRAS RELATIVAS À QUANTIDADE MÉDIA DE ÁGUA QUE ENTRA NOS TANQUES DE LEITE CRU NO EMPURRO FINAL DAS LINHAS DA RECEÇÃO	90
TABELA 32: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO EMPURRO INICIAL NO CIP 142 E NOS TANQUES DE LEITE TERMIZADO	91
TABELA 33: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO EMPURRO FINAL NO CIP 142, PAINEL DE VÁLVULAS E NOS TANQUES DE LEITE TERMIZADO	92
TABELA 34: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO INÍCIO DE PRODUÇÃO EM CADA UHT APÓS UMA LAVAGEM GERAL E APÓS UMA LAVAGEM INTERMÉDIA.....	93
TABELA 35: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO FIM DE PRODUÇÃO EM CADA UHT ANTES DE UMA LAVAGEM GERAL E ANTES DE UMA LAVAGEM INTERMÉDIA.....	93
TABELA 36: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO INÍCIO DE PRODUÇÃO AOS TANQUES DE LEITE RECUPERADO EM CADA UHT APÓS UMA LAVAGEM GERAL E APÓS UMA LAVAGEM INTERMÉDIA	94
TABELA 37: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO FIM DE PRODUÇÃO AOS TANQUES DE ELITE RECUPERADO EM CADA UHT ANTES DE UMA LAVAGEM GERAL E ANTES DE UMA LAVAGEM INTERMÉDIA ...	95
TABELA 38: ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS EMBALAGENS REJEITADAS A MÁQUINA DE ENCHIMENTO 604	96
TABELA 39: ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS EMBALAGENS REJEITADAS A MÁQUINA DE ENCHIMENTO 607	97
TABELA 40: ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS EMBALAGENS REJEITADAS A MÁQUINA DE ENCHIMENTO 619	98
TABELA 41: ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS EMBALAGENS REJEITADAS A MÁQUINA DE ENCHIMENTO 620	99
TABELA 42: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NA LINHA DE DESPACHO DE LEITE NO DRENO E NO	

CAMIÃO.....	100
TABELA 43: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO INÍCIO DO DESPACHO DE NATA NO DRENO E NO CAMIÃO	100
TABELA 44: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO FIM DO DESPACHO DE NATA NO DRENO, MANGUEIRA, CAMIÃO E TANQUE DE NATA TERMIZADA	100
TABELA 45: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO EMPURRO INICIAL NO DRENO NO PAINEL DE VÁLVULAS DA RECEÇÃO APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	101
TABELA 46: VALORES DE IC (MC) DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS NO FIM DO DESPACHO DE NATA NO DRENO, MANGUEIRA, CAMIÃO E TANQUE DE NATA TERMIZADA APOS A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	101
TABELA 47: AMOSTRAS COLHIDAS AOS 6 TANQUES DE LOTE FECHADO (VOLUME MÁXIMO) DA RECEÇÃO APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS.....	102

1. Introdução

Neste capítulo é apresentado um breve enquadramento e descrição do tema que será objeto de estudo desta dissertação, seguido dos principais objetivos a atingir, bem como a apresentação da metodologia de investigação utilizada e uma descrição da estrutura desta dissertação.

1.1 Enquadramento

O setor dos laticínios é um dos primeiros setores da indústria alimentar a introduzir etapas de processamento e métodos químicos e microbiológicos ao longo da cadeia produtiva para proteger e monitorizar a qualidade dos produtos lácteos processados (Heyndrickx, 2010).

No seu estado natural o leite é considerado um produto altamente perecível e suscetível a uma rápida deterioração devido à atividade enzimática de microrganismos contaminantes. Ao longo dos anos foram desenvolvidos diversos processos de modo a atrasar, ou até mesmo evitar, esta perda da qualidade do leite, levando assim a um aumento da sua vida útil (Spreer, 2017).

Assim, é necessário aplicar métodos analíticos em todo o processo produtivo, desde a matéria-prima até ao produto final (Nielsen, 2006). O processamento do leite consiste essencialmente em quatro fases produtivas: a receção da matéria-prima (leite cru), a termização, o tratamento e o enchimento (Berk, 2018). As duas principais fases deste processo são a termização e o tratamento, podendo esta última ser realizada através da pasteurização ou da esterilização do leite (Hilton, 2017), tendo como principal objetivo tratar termicamente o leite cru, a fim de reduzir a população microbiana, inativar enzimas e minimizar reações químicas e alterações físicas que possam ocorrer durante o seu armazenamento (Robinson, 2002).

O leite pode ainda ser convertido através de processos tecnológicos específicos, numa grande variedade de produtos lácteos, como o queijo, os iogurtes, a manteiga e o kefir.

Durante todo o seu processo produtivo podem ocorrer perdas significativas de leite e de eficiência, assim como, perdas a nível microbiológico e físico-químico na composição nutricional do produto.

1.2 Objetivos

Pretende-se com este projeto de dissertação reduzir perdas de qualidade e de desempenho no processo produtivo do leite UHT de uma empresa de laticínios e, concomitantemente, realizar a minha dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade. Desta forma, enumeram-

se os seguintes objetivos específicos:

1. Identificação e redução de perdas quantitativas de leite nas fases/equipamentos do processo de transformação de leite;
2. Avaliação físico-química e microbiológica do leite nas embalagens rejeitadas (provenientes dos arranques de máquina) durante a fase de enchimento;
3. Desenvolvimento de competências profissionais e relacionais em contexto empresarial.

1.3 Metodologia de Investigação

A realização deste projeto de dissertação seguiu uma filosofia de investigação positivista, pois o trabalho foi realizado a partir de uma realidade observável da qual se obtiveram dados fiáveis. Seguiu-se uma abordagem dedutiva, pois a partir da teoria existente foi testada uma hipótese e, posteriormente, examinados os resultados obtidos. A estratégia de investigação utilizada foi a Investigação-Ação, na qual um grupo de pessoas se envolve na resolução de um problema, verificam se o que realizaram foi bem sucedido e, caso não se tenha traduzido em resultados satisfatórios, tentam novamente resolver o problema. Esta estratégia envolveu um ciclo de quatro fases: (i) diagnóstico, (ii) planeamento de ações, (iii) implementação da ação, (iv) avaliação e, por último, (v) especificação da aprendizagem (Coughlan & Coghlan, 2002).

Este projeto foi iniciado com um diagnóstico da situação atual. Nesta fase procedeu-se à recolha de dados que permitiram retratar o estado atual e assim melhor entender a dinâmica do processo produtivo do leite. Este diagnóstico passou por analisar as amostras recolhidas em cada fase e em cada equipamento crítico do processo produtivo. Estas amostras tiveram como objetivo final a determinação da quantidade de leite que se estava a desperdiçar. Foram ainda testadas as embalagens de leite rejeitadas na fase de enchimento (provenientes dos arranques de máquina) por contaminações microbianas. A identificação e avaliação destas perdas suportaram as ações a propor/implementar para a melhoria da qualidade do produto e do desempenho do processo produtivo da empresa de laticínios onde decorre este estudo.

Posteriormente, a fase da avaliação dos resultados teve como principal objetivo comparar o diagnóstico inicial com o estado atual, de forma a verificar se os objetivos foram, ou não, alcançados.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. No primeiro capítulo é apresentado um enquadramento ao tema, bem como os objetivos e metodologia de investigação utilizada.

No segundo capítulo é realizada uma revisão bibliográfica relativamente ao tema em questão, sendo abordados alguns conceitos fundamentais para a realização desta dissertação, nomeadamente, um estudo a diversos aspetos inerentes ao leite e uma análise a diferentes casos de estudo relacionados com o tema desta dissertação.

Podemos encontrar no capítulo três o diagnóstico da situação atual das perdas em estudo onde é feita uma descrição e análise, e ainda, identificados os principais problemas existentes, bem como uma descrição do processo produtivo do leite UHT utilizado na Lactogal. Por sua vez, no capítulo quatro, são apresentadas propostas de melhoria que pretendem reduzir ou eliminar os problemas identificados no capítulo anterior.

No capítulo cinco apresenta-se uma discussão e análise dos resultados obtidos com as propostas de melhoria. Por último, o capítulo seis inclui as conclusões obtidas com a realização deste projeto de dissertação, sendo também apresentadas as dificuldades sentidas e propostas para trabalhos futuros.

2. Revisão da Literatura

Neste capítulo serão abordados conceitos base e fundamentais relacionados com o processamento de leite, nomeadamente conceitos chave da qualidade e melhoria de processo, como também conceitos teóricos inerentes ao processamento de leite. É ainda elaborada uma análise a casos de estudos relacionados com o tema da presente dissertação.

2.1 Conceitos e importância da Qualidade

A definição de qualidade é relativa, sendo, de um modo geral, baseada essencialmente nas preferências do cliente, como, exigências, necessidades e expectativas. Essas preferências podem ser dinâmicas, diferenciadas, fluentes e contextualizadas num determinado período de tempo e espaço (Duffy, 2013).

Para Philip Crosby o conceito qualidade é visto como a “ausência de deficiências”, ou seja, quanto menor for a quantidade de defeitos presentes num determinado produto ou processo produtivo, melhor é a qualidade do mesmo. Crosby acredita que a qualidade deve ser medida pelo custo da não conformidade fazendo o standard de desempenho ser o “*zero defeitos*”, e a estratégia ideal ser a prevenção (Duffy, 2013). Já Deming, considera que a qualidade representa a capacidade que um determinado produto possui de satisfazer as necessidades do cliente, podendo o foco no cliente ser visto como o fator determinante do sucesso ou insucesso de uma organização. Juran e Godfrey (1998) definem a qualidade como a “adequação ao uso através da perceção das necessidades dos clientes”.

Segundo Anderson, Rungtusanatham e Schroeder (1994), a execução de um produto ou processo só faz sentido se for capaz de chamar a atenção dos consumidores. Para se obter um nível elevado de qualidade, as características dos produtos têm que satisfazer as necessidades dos clientes com ausência de defeitos. Para o efeito, Juran e Godfrey (1998) propõem uma metodologia conhecida por Trilogia de Juran, constituída por três atividades:

- Planeamento da Qualidade: necessidade de desenvolver produtos, serviços e processos para atender a novas metas/necessidades dos clientes. O planeamento deve envolver vários colaboradores e responsáveis por etapas para que seja obtido o melhor resultado;
- Controlo da Qualidade: minimizar falhas e prejuízos, mantendo a capacidade de atingir as metas inicialmente estabelecidas. Assim, no controlo da qualidade é feita uma avaliação

do desempenho da qualidade real, uma comparação com as metas operacionais definidas e atuação nas diferenças encontradas;

- Melhoria da Qualidade: inovação e desenvolvimento de novos avanços no nível de desempenho da qualidade, tanto nas características de um produto, como na ausência de defeitos.

A evolução do conceito e das práticas da qualidade levou a um desenvolvimento de normas pela Organização Internacional de Normalização (do inglês “International Organization for Standardization”, ISO). Segundo a ISO 9000, Qualidade define-se como sendo “o grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas de um objeto, esses requisitos podem ser as necessidades ou expectativas expressas, e geralmente são implícitas ou obrigatórias” (NP EN ISO 9000, 2015).

Cada vez mais, as empresas reconhecem a importância da estratégia e gestão da qualidade e concluem que uma eficaz gestão da qualidade oferece uma vantagem competitiva no mercado e leva a um aumento da capacidade estratégica (Anderson, Rungtusanatham & Schroeder, 1994). Assim, com vista à melhoria da qualidade, as empresas apostam cada vez mais num aperfeiçoamento dos processos, produtos e serviços e na satisfação dos seus clientes e *stakeholders*. Para que tal aconteça, é fundamental eliminar desperdícios; investir em novas tecnologias e no desenvolvimento de novos produtos; envolver colaboradores criando uma cultura organizacional saudável; e, melhorar continuamente os processos de produção, controlar e monitorizar os mesmos (Duffy, 2013).

A gestão da qualidade aplica ferramentas que têm como principal objetivo auxiliar a implementação de melhorias do produto e processo aumentando o nível de qualidade e garantindo assim a satisfação do cliente.

2.2 Ferramentas da Qualidade

2.2.1 Ferramentas básicas

Segundo Kaoru Ishikawa, cerca de 95% dos problemas de uma organização podem ser resolvidos utilizando apenas as sete ferramentas da qualidade, desenvolvidas para simplificar e permitir uma melhor análise de informação (Juran, 2010). Estas ferramentas, apresentadas na Figura 1, são utilizadas essencialmente na melhoria de processos e na resolução de problemas relacionados

com a qualidade dos produtos. O seu uso tem como principal objetivo obter uma maior clareza no trabalho realizado e dar apoio na tomada de decisões com base em dados e factos obtidos (Tague, 2005).

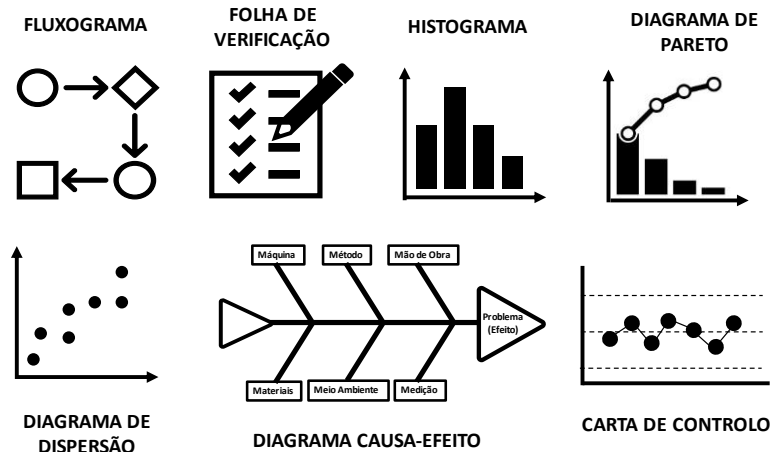


Figura 1: As sete ferramentas básicas da qualidade (adaptado de Tague, 2005)

As sete ferramentas abordam essencialmente mecanismos de análise de dados da situação existente, atuando de forma corretiva (Tague, 2005), e são elas:

- Fluxograma: oferece um conhecimento mais detalhado do fluxo do processo. É uma representação gráfica de um determinado processo com recurso a símbolos e formas geométricas cujo significado é universalmente compreendido;
- Folha de Verificação: é uma forma estruturada e preparada de recolha e análise de dados. Permite uma recolha direta e objetiva de fatores do processo, dando a conhecer a sua recorrência;
- Histograma: é um gráfico semelhante a um gráfico de barras, usado principalmente na representação de distribuições de frequência. Este tipo de representação está maioritariamente associado à contagem de defeitos e é normalmente usado em três situações: com dados numéricos; quando se pretende verificar a forma da distribuição dos dados, principalmente para avaliar se existem alguma distribuição normal; e, quando se pretende determinar se um processo consegue atingir as necessidades do cliente;
- Diagrama de Pareto: é uma representação gráfica sob a forma de um gráfico de barras. As barras, organizadas por ordem decrescente permitem uma melhor identificação visual dos elementos de maior frequência ou valor. Este tipo de diagramas é utilizado quando se

pretende obter e analisar os problemas ou causas mais relevantes de um determinado processo;

- Diagrama de Causa-efeito: também conhecido como Diagrama de Ishikawa, identifica possíveis causas para um determinado efeito ou problema e classifica as ideias em categorias úteis. As causas são posicionadas nas setas que convergem para o efeito selecionado no topo ou extremidade direita da representação esquemática. O efeito é definido como o problema central, ou vários relacionados, e representa o resultado a que as causas dão origem. Se necessário, é possível decompor as causas em fatores mais específicos e detalhados ao nível da análise dos processos. As causas podem, então, ser agrupados segundo a política dos 6M's (Máquina, Método, Mão-de-obra, Materiais, Meio Envolvente (Ambiente) e Medição) ou a dos 4 P's (Políticas, Procedimentos, Pessoal, Planta). Na maioria das vezes, esta ferramenta serve apenas de apoio a outras ferramentas, como por exemplo, o brainstorming;
- Diagrama de dispersão: Representação gráfica que permite a correlação de dados. Este diagrama é utilizado quando se pretender emparelhar dados e identificar a existência de variáveis relacionadas como possíveis causas de problemas ou efeitos comuns;
- Cartas de Controlo: é um gráfico utilizado para estudar a variação de um determinado processo ao longo de um período de tempo. Este tipo de gráfico apresenta uma linha central correspondente à média das amostras, um limite superior e um limite inferior de controlo. As cartas de controlo servem para: monitorizar os processos atuais de modo a verificar ou corrigir problemas que possam ocorrer; prever resultados obtidos a partir de um processo; determinar a estabilidade de um processo; e, analisar os padrões de variação do processo, com causas comuns ou especiais.

A maioria dos problemas relacionados com a qualidade são eficazmente resolvidos quando utilizadas estas ferramentas. Não obstante, é importante salientar que essa resolução dependerá do problema a ser resolvido, das informações recolhidas, do historial de dados e do conhecimento do processo em estudo. Assim, com a sua utilização é possível (Tague, 2005): (a) aumentar o nível da qualidade da organização; (b) diminuir custos; (c) executar projetos com maior qualidade; (d) melhorar a cultura organizacional; (e) identificar e avaliar possíveis problemas e respetivas causas raízes no processo, produtos e fornecedores.

2.2.2 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) é uma ferramenta desenvolvida por Shewhart, sendo divulgada posteriormente por Deming na sua utilização na análise e resolução de problemas relacionados com melhorias de processos, produtos ou serviços (Júnior & Broday, 2019). Cada letra do ciclo está associada a uma ação diferente:

Plan (Planeamento)

Esta etapa consiste na localização do foco do problema e na definição das causas de raiz, das deficiências do processo e da análise de possíveis soluções (Júnior & Broday, 2019). O problema em causa é definido com uma meta ou objetivo de interesse e são estabelecidos os métodos, procedimentos e ações para alcançá-lo. Uma boa meta é definida como a que vem de estratégias para melhorar o processo e que satisfaça as necessidades do cliente. Contrariamente, um fraco objetivo é aquele que surge de problemas no processo e que é utilizado como forma de correção. Nesta etapa são utilizadas diversas ferramentas da qualidade, como a ferramenta 5W1H, o diagrama de Pareto, gráficos de dispersão, histogramas e cartas de controlo, tanto para a recolha e visualização de dados como também para a identificação das causas raiz, e é ainda elaborado um plano de ação com as diversas ações a serem executadas (Júnior & Broday, 2019).

Do (Implementação)

Aqui é seguido e executado o plano de ações definido na etapa anterior. São realizadas as tarefas do plano e recolhidos os dados necessários para a seguinte etapa. É essencial fazer um acompanhamento da sua execução de forma a garantir que as ações definidas estão a ser seguidas e cumpridas (Júnior & Broday, 2019).

Check (Verificação)

Esta etapa consiste na verificação e comparação dos resultados obtidos após as execuções das tarefas, com as metas definidas na primeira etapa, bem como uma avaliação da sua eficácia. Caso essa avaliação seja insatisfatória deve-se retornar à fase inicial (Plan) para identificar quais metas não foram alcançadas. O retorno a esta fase é de rápida execução uma vez que todas as análises ao problema e ao processo já foram realizadas (Júnior & Broday, 2019).

Act (Ação)

A fase final do ciclo consiste na padronização de medidas implementadas no processo, levando assim a uma garantia da correta execução das atividades através de procedimentos já

estabelecidos. Depois de concluídas estas ações, é possível concluir o ciclo PDCA. Sempre que houver necessidade de correções ou melhorias no processo, é fundamental iniciar um novo ciclo facilitando assim a melhoria contínua do processo (Júnior & Broday, 2019).

Como observado na Figura 2, a melhoria contínua ocorre quanto mais vezes se executar o ciclo PDCA, o que leva a uma otimização dos processos, a uma redução de custos e a um aumento da produtividade. Simultaneamente, a obtenção de melhorias graduais gera valor e garante a satisfação do cliente.

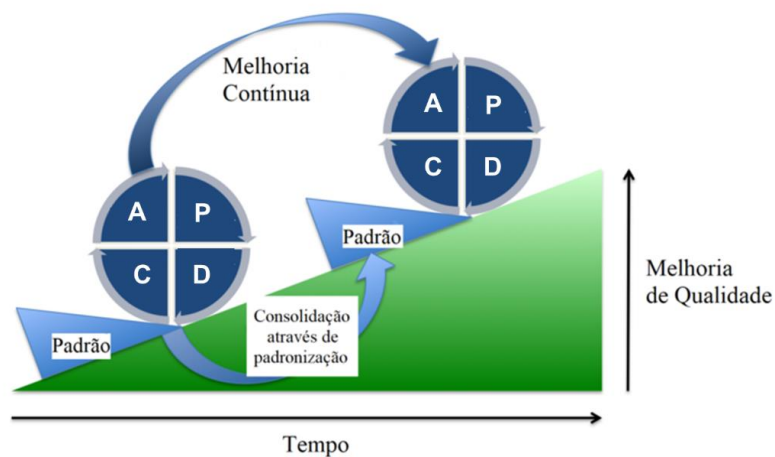


Figura 2: O ciclo PDCA (adaptado de Paiva, 2013)

Na indústria alimentar, o ciclo PDCA pode ser utilizado na padronização ou melhoria de qualquer produto, processo ou atividade de suporte à produção. Como por exemplo, nos procedimentos de higienização, nos processos produtivos, no aumento de equipamentos, e, na redução de perdas na produção (Paiva, 2013).

2.2.3 5W1H

O 5W1H foi inicialmente idealizado para a indústria automobilística japonesa como ferramenta chave para a qualidade. Atualmente é utilizada em diferentes contextos e indústrias como ferramenta de auxílio ao planeamento estratégico. Serve para organizar e planear a execução de ações de melhoria permitindo uma verificação rápida e estruturada na identificação dos elementos necessários à implementação de um projeto (Sunadi, Purba & Hasiban, 2020).

A ferramenta consiste numa série de resposta a seis perguntas originadas de cada inicial da sigla '5W1H': *What, Who, Where, When, Why* e *How*, e que significam:

- *What?* (O quê?) – a primeira pergunta define o que se pretende realizar. A proposta de melhoria deverá ser apresentada e descrita.
- *Who?* (Quem?) – Deve-se definir quem será o responsável pela execução do que foi definido.
- *Where?* (Onde?) – A terceira pergunta destina-se à definição do local de atuação da proposta de melhoria apresentada. O local pode ser físico ou até mesmo num determinado departamento ou setor.
- *When?* (Quando?) – Aqui é determinado o tempo de execução e ou cronograma. É também estabelecida a urgência de atuação de acordo com a severidade do problema.
- *Why?* (Porquê?) – Trata-se de justificar o porquê da proposta de melhoria. Na maioria das vezes é aqui descrito o problema encontrado que se pretende resolver.
- *How?* (Como?) – Indica o modo de atuação e implementação da proposta de melhoria. São ainda indicados os métodos e estratégias de atuação.

O 5W1H atua como uma *checklist* e auxilia na identificação de problemas e na elaboração de planos de ação para a implementação de melhorias (Sunadi, Purba & Hasiban, 2020). É conjuntamente utilizada no ciclo PDCA na primeira etapa, *Plan*, para ajudar na definição e elaboração do plano de ações.

2.2.4 Controlo estatístico

O controlo estatístico de processo (CEP) ficou popularizado na década de 50 na indústria transformadora japonesa por W. E. Deming, que desenvolveu os princípios inicialmente descritos por W. Shewart em 1920 (Lim & Albliwi, 2014). A filosofia de Deming afirma que a qualidade e a produtividade aumentam quando a variabilidade do processo diminui, sendo necessário recorrer a métodos estatísticos para medir e entender as causas dessa variação (Montgomery, 2013).

O CEP é considerado uma metodologia padronizada em qualquer indústria para medir e controlar a qualidade durante o processo e ainda de o melhorar através da análise estatística. Caracteriza-se, então, pela sua atuação preventiva no processo produtivo, utilizando técnicas e análises estatísticas para avaliar o comportamento do processo, permitindo assim a implementação de ações corretivas e de melhoria (Lim & Albliwi, 2014). A implementação desta metodologia acarreta benefícios tanto na avaliação precisa da capacidade do processo, como ainda no controlo preditivo

e preventivo do mesmo, bem como a deteção de algum desvio na variação (Montgomery, 2013).

Cartas de controlo de valores individuais

As ferramentas da qualidade mais utilizadas no controlo estatístico de processo são as cartas de controlo, também conhecidas como cartas de Shewart, pois foram inicialmente propostos por W. Shewart (Lim & Albliwi, 2014; Montgomery, 2013). Como foi mencionado na sub-secção 2.2.1, as cartas de controlo são utilizadas para estudar a variação de um processo durante um período de tempo. Consiste num gráfico constituído por uma linha central correspondente à média das amostras, um limite superior e um limite inferior de controlo.

Existem muitas situações em que o tamanho da amostra recolhida do processo é $n = 1$, ou seja, a amostras consiste apenas num valor individual. Algumas dessas situações podem ser (Montgomery, 2013):

- Utilização de tecnologia automatizada em que cada unidade fabricada é analisada para que não haja base para subagrupamento racional.
- Demora no armazenamento de dados pelo que é inconveniente permitir que tamanhos de amostra de $n > 1$ se acumulem antes da análise. Um longo intervalo entre as observações causará problemas com subagrupamento das amostras.
- Medições de alguns parâmetros de determinados produtos que podem diferir muito pouco levando a um desvio padrão muito pequeno.
- Medições repetidas no processo podem diferir apenas devido a erros de laboratório ou de análise, frequentemente presente na indústria alimentar.

Nestas situações, a utilização de uma carta de controlo de valores individuais é bastante útil, pelo que é utilizada a amplitude móvel (MR) de duas observações sucessivas como base para estimar a variabilidade do processo. A MR é definida como:

$$MR_i = | x_i - x_{i-1} |$$

Para o gráfico de controlo para medições individuais, os parâmetros são:

$$LSC = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LIC = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

Por vezes é possível observar um ou mais pontos fora dos limites de controlo, tanto no gráfico dos valores individuais como no gráfico da amplitude móvel. Este é um comportamento típico das cartas de controlo individuais e de amplitude móvel (Montgomery, 2013). Tal poderá indicar que apenas a média está fora de controlo e não, necessariamente, a variância do processo.

É ainda necessário salientar a importância de verificar a normalidade do processo, através de um teste de normalidade aos dados, quando se recorrer às cartas de controlo (Lim & Albliwi, 2014; Montgomery, 2013). Uma maneira simples de fazer essa verificação é através de um teste de normalidade aos dados, onde as duas hipóteses em confronto são:

- H_0 : os dados seguem uma distribuição normal.
- H_1 : os dados não seguem uma distribuição normal.

Para um nível de significância α , que indica um risco α de concluir que os dados não seguem a distribuição normal quando na realidade seguem, ocorrerá uma de duas situações distintas no teste de normalidade:

- $p\text{-value} \leq \alpha$: rejeita-se H_0 (os dados não seguem uma distribuição normal) ou;
- $p\text{-value} > \alpha$: não se rejeita H_0 (não é possível concluir que os dados não seguem uma distribuição normal).

Um outro método simples muito utilizado para testar a normalidade dos dados que suportam a construção de uma carta de controlo é gráfico de probabilidade normal (Montgomery, 2013). Estes gráficos são facilmente obtidos recorrendo a muitos softwares disponíveis.

No entanto, as cartas de controlo de valores individuais são bastantes sensíveis à não normalidade (Lim & Albliwi, 2014). Desta forma, uma alteração na média pode afetar significativamente a normalidade do processo, sendo necessário obter uma estabilidade do mesmo para se interpretar corretamente o gráfico de probabilidade normal (Montgomery, 2013).

Desta forma, recorre-se ao Teste-t para duas amostras a fim de testar se a diferença entre as médias das duas populações é igual a um valor alvo. Assim, para o Teste-t com 2 amostras, as hipóteses são (Minitab, 19):

- $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$, a diferença entre as médias da população ($\mu_1 - \mu_2$) é igual a 0, logo as médias são iguais.
- $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$, a diferença entre as médias da população ($\mu_1 - \mu_2$) não é igual a 0, logo as médias são diferentes.

Para um nível de significância $\alpha=0,05$, poderá ocorrer uma de duas situações distintas no teste t:

- $p\text{-value} \leq \alpha$: rejeita-se H_0 (as médias das populações μ_1 e μ_2 diferem) ou;
- $p\text{-value} > \alpha$: não se rejeita H_0 (as médias das populações μ_1 e μ_2 são iguais).

CEP na indústria alimentar

A indústria alimentar é conhecida pelos seus produtos altamente perecíveis, pela existência de variabilidade na qualidade da matéria-prima, diversidade de técnicas de processamento, efeitos de sazonalidade e ainda condições de colheita (Lim & Albliwi, 2014). No entanto, nos últimos anos, a importância da qualidade na indústria aumentou significativamente, devido, principalmente, às exigências e expectativas dos consumidores, às regulamentações governamentais e à concorrência de mercado. Como resposta a este crescimento, a indústria alimentar começou a apostar cada vez mais no controlo do processo produtivo e na qualidade e segurança dos produtos (Lim & Albliwi, 2014).

Embora não seja requisito obrigatório na indústria alimentar, o controlo estatístico da qualidade pode ser benéfico para as organizações do setor, independentemente da sua área de atuação e tamanho. São utilizadas ferramentas estatísticas para monitorizar e garantir a qualidade de um produto ou processo, como por exemplo, técnicas de amostragem, cartas de controlo, estatísticas descritivas, análise da capacidade do processo (Paiva, 2013). O controlo da qualidade na indústria alimentar está diretamente relacionado com a tecnologia, aspetos físicos e sensoriais do produto (sabor, cor, textura e cheiro), segurança microbiológica, composição química, e ainda, com o valor nutricional (Edith & Ochubiojo, 2012).

A indústria alimentar foi uma das indústrias pioneiras na implementação de métodos de controlo estatísticos de processos. Através da recolha e interpretação dos dados este controlo atua como ferramenta fundamental na melhoria dos produtos e processos críticos. Garante ainda a conformidade do produto com as especificações definidas, e as informações necessárias para o controlo efetivo dos processos e para a tomada de decisões nas diferentes operações unitárias (Paiva, 2013). Esta identificação de informações ajuda no desenvolvimento de novos produtos e na monitorização de produtos do mercado concorrente.

2.3 A indústria alimentar

A integridade e segurança dos produtos alimentares devem ser asseguradas através da identificação e avaliação de todas as operações unitárias do processo a ser estudado. Deste modo é possível prevenir qualquer tipo de contaminação e adulteração do produto que comprometa a saúde do consumidor (Paiva, 2013). Consequentemente é seguido um controlo às propriedades físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais da matéria-prima. É ainda realizado um controlo e avaliação dos processos tendo sempre em especial atenção aos requisitos de segurança alimentar e demais especificações operacionais. Este controlo utiliza técnicas desenvolvidas para fins específicos dentro do processo de produção, para desenvolvimento de novos produtos e/ou para solução de problemas e padrões de otimização (Paiva, 2013).

Perdas Alimentares

O termo “perda alimentar” pode ser definido como a diminuição da quantidade de alimento durante o processo produtivo de um produto alimentar, nomeadamente, nas fases de produção, colheita e processamento. Por outro lado, o termo “desperdício alimentar” está destinado às perdas alimentares presentes nas cadeias de distribuição e no consumidor final (Parfitt et al., 2010). Para o leite, as perdas alimentares estão maioritariamente relacionadas com: a diminuição da produção de leite devido à doença das vacas leiteiras (mastite); o derramamento e degradação do leite durante o transporte até à empresa transformadora; e com o derramamento de leite durante o seu processo produtivo. Globalmente, a segurança alimentar pode ser melhorada através da mitigação da perda e desperdício alimentar. Além disso, uma redução das perdas e desperdício seria benéfica tanto para o meio ambiente como para os recursos naturais (Bilska, 2019). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estima que a cada ano, aproximadamente um terço de todos os alimentos produzidos para consumo humano

no mundo são perdidos ou desperdiçados (FAO, 2011).

As perdas alimentares têm grande impacto na qualidade e segurança alimentar, dos países menos desenvolvidos, bem como no desenvolvimento económico e no meio ambiente. As causas exatas destas perdas variam e dependem muito das condições específicas e da situação local num determinado país. De um modo geral, as perdas alimentares são influenciadas pelas produções agrícolas; infraestrutura e capacidade interna de uma empresa da indústria alimentar; cadeias de marketing e canais de distribuição e práticas de compra e consumo pelos consumidores. Independentemente do nível de desenvolvimento económico e do avanço dos sistemas de um país, as perdas alimentares devem sempre ser mínimas (Blackney, 2019).

As perdas alimentares representam o conjunto de desperdícios e recursos inerentes à indústria alimentar, como a quantidade de produto, o consumo de água e energia, etc. Melhorar a eficiência do processo produtivo de um produto alimentar pode levar a uma redução de custos tanto para a empresa transformadora como para o consumidor final, facilitando assim o acesso aos mais carenciados. Dada a magnitude das perdas alimentares, fazer investimentos lucrativos na redução das perdas pode ser uma forma de reduzir o custo dos produtos alimentares (Blackney, 2019).

2.4 Análise de casos de estudo

Nesta secção são abordados e analisados quatro casos de estudo. A análise destes casos teve como principal objetivo identificar as principais causas de perdas durante o processo produtivo de produtos alimentares, nomeadamente, do leite, e assim, correlacionar com o tema desta dissertação.

2.4.1 Caso 1

GLOBAL FOOD LOSSES AND FOOD WASTE: EXTENT, CAUSES AND PREVENTION – de Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK)

Este caso de estudo foi conduzido pela *Swedish Institute for Food and Biotechnology* (SIK) entre agosto de 2010 e janeiro de 2011, a pedido da Organização das Nações Unidas, para a Alimentação e a Agricultura (FAO). O estudo destaca e avalia a magnitude das perdas ocorridas ao longo de toda a cadeia alimentar, principalmente das perdas quantitativas. Identifica, compila, analisa e reúne dados e relatórios produzidos sobre o tema da perda e desperdício global de alimentos nos últimos anos (FAO, 2011).

- **Metodologia utilizada**

As perdas alimentares foram quantificadas a partir da utilização de dados disponíveis, resultados da literatura sobre o desperdício alimentar no mundo. Foi elaborado um modelo de fluxos de massa para contabilizar as perdas e desperdícios em cada etapa da cadeia de abastecimento alimentar, desde a produção ao consumidor final. Em cada etapa da Cadeia de Abastecimento Alimentar, as perdas e desperdícios foram estimados usando as Folhas de Balanço Alimentar da FAO, referentes ao ano de 2007, e os resultados de uma pesquisa bibliográfica completa sobre o tópico de desperdício alimentar global.

- **Resultados e conclusões**

Através deste estudo foi possível concluir que na maioria dos países industrializados, os produtos alimentares são desperdiçados quando a produção excede a demanda. No caso de haver mais produto do que o necessário, este pode ser vendido não como o produto a que estava destinado, mas como um subproduto. No caso do leite, este pode ser transformado em soro e assim utilizado na produção de queijo e iogurtes (FAO, 2011).

A falta de instalações de processamento causa grandes perdas alimentares nos países em desenvolvimento. Na maioria das situações, a indústria alimentar não tem capacidade de processar e preservar produtos agrícolas frescos para poder atender à procura. Parte do problema decorre da sazonalidade da produção e do custo de investimento em instalações de processamento que não serão utilizadas o ano todo (FAO, 2011).

Existem soluções eficientes ao longo de toda a cadeia alimentar para reduzir a quantidade total de alimentos perdidos e desperdiçados. As ações não devem estar apenas direcionadas para partes isoladas da cadeia, pois todas as fases da cadeia alimentar são afetadas (FAO, 2011).

Aproximadamente um terço da produção alimentar para consumo humano são desperdiçadas globalmente, o que corresponde a 1,3 mil milhões de toneladas por ano. Esta quantidade corresponde a toda a cadeia de abastecimento alimento, desde a produção até ao consumidor final. Os países desenvolvidos apresentam uma maior percentagem de comida desperdiçada, o que significa que a maioria do desperdício alimentar está no consumidor final. O mesmo não significa que não existem perdas durante a produção e o processamento de um alimento, apenas que nestas fases as perdas são menores. Já nos países em desenvolvimento o mesmo não

acontece. Podemos encontrar uma grande parte das perdas e desperdícios ainda na produção e no processo produtivo de um alimento, enquanto no consumidor final o desperdício já é menor.

Relativamente às perdas e desperdício de leite, ao nível do consumidor final o desperdício de leite representa cerca de 40-65% do desperdício total alimentar. As perdas são significativas na etapa da produção, pois, estão maioritariamente associadas às infeções (mastites) nas vacas leiteiras, levando a uma diminuição de aproximadamente 3-4% na produção de leite.

- **Dificuldades Sentidas**

Devido à falta de informação e conhecimento das perdas e desperdícios alimentares, o SIK fez as suas próprias suposições e estimativas, com base nos níveis de desperdício de alimentos em regiões comparáveis, grupos de produtos e/ou etapas da cadeia de abastecimento alimentar. As fontes e suposições por trás dessas estimativas são descritas em detalhes nos relatórios de estudo da SIK (FAO, 2011).

2.4.2 Caso 2

FACTORS INFLUENCING PRODUCT QUALITY IN MILK PROCESSING INDUSTRY – de M. Dachyar e Galuh Paramitha Rachmadhani

Este estudo visa determinar quais os principais fatores que têm uma influência direta na qualidade do leite engarrafado na indústria de laticínios em Jakarta (Dachyar, 2019).

- **Metodologia utilizada**

Neste estudo, é utilizado o QFD para encontrar os requisitos de qualidade, isto é, os fatores que afetam a qualidade, e como atingir esses mesmos requisitos. As etapas na preparação do QFD consistem em: determinar os requisitos de qualidade; determinar os requisitos técnicos; construir a matriz da relação entre os requisitos de qualidade e os requisitos técnicos; construir dependências internas entre os requisitos técnicos e calcular as prioridades gerais dos requisitos técnicos (Dachyar, 2019). A matriz QFD foi criada com três números que são 9 (forte), 3 (moderado), 1 (fraco), para representar o efeito dos requisitos técnicos nos requisitos da qualidade. Os resultados do QFD são os fatores de ponderação mais altos que serão usados no método FMEA (Dachyar, 2019).

Foi ainda necessário recorrer a uma análise FMEA para determinar as causas, os impactos e modos de falha que podem ocorrer a partir desses fatores e sugerir ações corretivas para reduzir

o risco de falha. As etapas para o processamento de dados usando FMEA são as seguintes (Susanti, Dachyar, & Yadrifi, 2015):

- Identificar as funções dos diversos componentes;
- Determinar possíveis falhas;
- Determinar os efeitos de cada falha;
- Determinar as causas de cada falha;
- Identificar os meios de detecção;
- Atribuir valores à severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D);
- Calcular o RPN ($S \times O \times D$).

O QFD e o FMEA apresentam estruturas diferentes fazendo com que complementem as limitações um do outro. Se por um lado o QFD ajuda a compreender e priorizar quais fatores são mais importantes para influenciar a qualidade do produto, o FMEA é uma forma eficaz de ajudar a analisar os riscos, causas e efeitos de quaisquer falhas de qualidade que possam ocorrer (Susanti, Dachyar, & Yadrifi, 2015). O cliente, no método QFD, neste estudo é a própria empresa.

• **Resultados e conclusões**

Com base na análise, os fatores operador, processo produtivo e ferramentas de produção são os que mais afetam a qualidade do processamento de leite, com base no QFD. Não obstante, a complexidade do processo produtivo; a separação de materiais de alto risco durante o armazenamento e respectivo manuseamento; e a condução do processo produtivo de acordo com os protocolos da empresa são também fatores que apresentam uma grande influência na qualidade do produto final. Através de uma análise mais aprofundada com recurso a um FMEA é possível concluir que os fatores: operador, equipamentos de produção e processos de produção têm influência na qualidade do produto na indústria de laticínios. Os resultados mostram ainda que o processo de enchimento e esterilização tem o maior risco de causar defeitos com um RPN acima de 100.

No presente caso de estudo, os fatores de cultura organizacional e gestão do trabalho não têm grande influência na qualidade dos produtos (Dachyar, 2019). Este resultado é contrário ao que (Lombard et al., 2014) afirma que a cultura organizacional e a gestão do trabalho são fatores

importantes que afetam a qualidade dos produtos.

Deste modo, é possível concluir que é necessário melhorar tanto o processo de esterilização, a fim de reduzir o risco de superaquecimento, como também, fornecer formação adequada aos operadores. Esta formação serve para aprimorarem as suas habilidades de atuação perante imprevistos, bem como aumentar a sua contribuição no processo produtivo.

2.4.3 Caso 3

MEASURING FOOD AND NUTRITIONAL LOSSES THROUGH VALUE STREAM MAPPING ALONG THE DAIRY VALUE CHAIN IN UGANDA – de Oshua Wesana, Xavier Gellynck, Manoj K Dora, Darian Pearce e Hans De Steur

O presente caso de estudo teve como objetivo aplicar a análise VSM ao nível da cadeia alimentar do leite, uma vez que há uma necessidade de traduzir a compreensão das perdas da teoria para a prática. Como tal, foi estudada a magnitude das perdas que ocorrem nas linhas de produção de iogurte e leite UHT.

- **Metodologia utilizada**

Foram recolhidos dados em agosto de 2017, usando uma abordagem de estudo de caso numa cadeia alimentar de laticínios, localizada na região oeste de Uganda. Presente na cadeia alimentar está a produção, o processamento e a distribuição de leite, tendo sido adequado a aplicação da metodologia VSM para uma avaliação holística das perdas alimentares e nutricionais (Wesana et al., 2019).

Este estudo foi efetuado recorrendo à metodologia VSM, sendo apresentado em três seções. A primeira incluía informações gerais sobre cada etapa da cadeia alimentar, desde o nome do processo à etapa constituinte. A segunda incorporava informações sobre os tempos de ciclo, tempos de espera ou sem valor agregado e o número de operadores presentes num processo. A terceira seção foi utilizada para detalhar as perdas e desperdícios observados ao longo das diferentes etapas da cadeia alimentar e incluiu tipos de perda e desperdício com base nos sete desperdícios de *Lean* (transporte, inventário, movimentação, espera, produção excessiva, processamento excessivo e defeitos) (Hines e Rich, 1997; Womack, 2006).

- **Resultados e conclusões**

Durante a receção do leite foram observados derramamentos de leite ao redor do camião apesar de não haver qualquer tipo de folga entre a mangueira e a entrada da válvula na linha de receção.

Foi possível apurar que uma proporção de leite nos tanques de armazenamento de leite cru permaneceu no sistema após se ter dado início à pasteurização do leite desses tanques. Este leite foi empurrado para fora da linha de recepção para o sistema de drenagem usando uma força fornecida pela água que é bombeada automaticamente para o sistema assim que o leite pasteurizado é armazenado. Não obstante, havia ainda leite nos caminhões porque não podia ser bombeado para o processo produtivo. Este leite é rejeitado e drenado enquanto se efetua uma limpeza aos caminhões (Wesana et al., 2019).

Na etapa de esterilização e homogeneização, o processo de retirar a água retirada do sistema usando o leite de entrada era a principal fonte de perda, pois o operador teve de esperar e garantir que toda a água tivesse sido drenada. Isso exigia que alguma quantidade de leite fosse simultaneamente eliminada no processo. Observou-se que quase 400 litros de leite foram perdidos para drenagem neste ponto. Além disso, uma exposição do leite a um segundo tratamento, aumenta a probabilidade de perda de micronutrientes, afetando o valor nutricional do produto final (Wesana et al., 2019).

Foram ainda identificadas perdas de leite nas máquinas de enchimento, pois as primeiras unidades, após a reposição do material de embalagem, eram rejeitadas e foram necessárias muitas tentativas para chegar a um produto devidamente embalado (Wesana et al., 2019). Havia 8.532 embalagens tetra devidamente embaladas. Isso era equivalente a 8.532 litros de leite, pois cada embalagem continha 1 litro. Quando comparado para 9.900 litros canalizados dos tanques de armazenamento, uma perda de 1.368 litros de leite ou 13,8% foi identificado (Wesana et al., 2019). Não se verificou nenhum tipo de perda durante o armazenamento do leite. No entanto, verificou-se um atraso na libertação do produto no mercado que estava associado a uma acumulação de inventário. Tal deu a indicação de que estava a ser produzido mais do que se conseguia libertar no mercado.

Este caso de estudo reafirma a fase do processo produtivo da cadeia alimentar como o principal ponto de acesso para perdas de iogurte e de leite UHT. Durante o processamento do leite, do início ao fim, as perdas alimentares são estimadas até 14%. Este valor inclui a perda quantitativa de leite e a perda nutricional.

2.4.4 Caso 4

QUANTIFYING FOOD LOSS DURING PRIMARY PRODUCTION AND PROCESSING IN FRANCE – de Barbara Redlingshöfer, Bernard Coudurier, Martine Georget

Neste caso de estudo teve como objetivo responder a questões-chave sobre: i) a extensão da perda e desperdício alimentar na cadeia alimentar dos países desenvolvidos; ii) como pode ser feita essa medição nas diferentes fases; e iii) o papel que a reutilização e a reciclagem desempenham na redução da perda e do desperdício alimentar. Fornece respostas a essas perguntas e discute ainda questões metodológicas de quantificação de perda de alimentos relevantes para cada fase da cadeia alimentar (Redlingshöfer et al., 2017).

- **Metodologia utilizada**

A presente análise cobriu a produção primária, o processamento e a distribuição de produtos alimentares. As perdas na fase de distribuição foram tratadas de forma mínima, como tal os dados quantitativos estão disponíveis apenas para a produção primária e processamento. Estes dados vieram de diversas fontes, mas principalmente de relatórios técnicos e entrevistas a especialistas académicos e profissionais. Alguns dos dados podem ser usados diretamente como dados de perda alimentares, enquanto alguns deles tiveram de ser convertidos ou recalculados usando diferentes suposições. De um modo geral, havia pouca disponibilidade de dados para utilizar no presente estudo (Redlingshöfer et al., 2017).

- **Resultados e conclusões**

Os resultados indicam que existiram entre 3% e 12% de perdas alimentares nos diferentes setores, e cerca de 3,4% do leite foi desperdiçado sem ser possível recorrer a um reaproveitamento. De um modo geral, este estudo mostra que todos os setores alimentares estão preocupados com a perda alimentar, apesar de existir uma variação na extensão de cada fase da cadeia alimentar (Redlingshöfer et al., 2017).

A taxa de perdas durante a produção primária é maior no setor das plantas (por exemplo, 9% no setor de frutas e vegetais, 6% em leguminosas e oleaginosas), que no setor animal. Já as perdas alimentares durante o armazenamento, processamento e embalamento de produtos vegetais são inferiores às do setor animal (Redlingshöfer et al., 2017). Foi ainda demonstrado que a reutilização e/ou reciclagem dos alimentos descartados desempenha um papel moderado na redução do desperdício alimentar durante a produção primária e o processamento. De acordo com este

estudo, os setores que mais reciclam os seus alimentos descartados incluem os setores de laticínios e cereais, juntamente com os setores de leguminosas, batatas e peixes, que têm menores volumes de produção.

Os resultados obtidos mostram que a perda de alimentos é um problema nas fases a montante da cadeia de abastecimento alimentar, com taxas que variam de 3 a 12%, dependendo do setor. De um modo geral, confirmam os resultados das poucas avaliações anteriores realizadas nos setores de animais, estando um pouco abaixo dos restantes setores. Os resultados obtidos apontam para a necessidade de uma estrutura de quantificação mais prática e robusta (Redlingshöfer et al., 2017).

Não obstante, mostram ainda que as situações e as causas das perdas alimentares são complexas e muito diferentes umas das outras, sendo necessário um estudo específico de cada setor para uma análise mais profunda (Redlingshöfer et al., 2017).

- **Dificuldades Sentidas**

Além da escassez e pouca disponibilidade de dados e resultados quantitativos, este caso de estudo revelou limitações que são geralmente relevantes para a análise de perdas alimentares nas fases da cadeia alimentar (Redlingshöfer et al., 2017). Estas limitações estão maioritariamente associadas:

- À saúde dos animais e ao desempenho económico de cada setor;
- À perda de dados no processo produtivo obtidos de especialistas profissionais;
- À fraca qualidade dos dados da indústria de laticínios devido a uma ampla variedade de processos, produtos e de reciclagem interna.

2.5 O Leite

O leite é a secreção da glândula mamária das fêmeas de mamíferos (mais de 4000 espécies), e muitas vezes é o único alimento do jovem mamífero durante o seu primeiro período de vida (Bylund, 1995). As substâncias presentes no leite fornecem energia necessário para o seu crescimento. O leite contém ainda anticorpos que protegem o jovem mamífero contra infeções. Assim, o principal papel do leite é nutrir e fornecer proteção imunológica (Singh, 2002).

O leite produzido por vacas, búfalos, ovelhas, cabras e camelos é destinado, em várias partes do mundo, para consumo humano. No entanto, grande parte da população mundial, considera o leite

de vaca o principal tipo de leite processado para consumo humano (Singh, 2002).

O leite é um fluido biológico complexo, em que a maioria dos seus componentes - proteínas, lactose, gordura e minerais - podem ser separados e isolados com relativa facilidade. Consequentemente, os principais componentes do leite foram exaustivamente estudados e as principais características de vários constituintes são bem conhecidas (Singh, 2002).

No seu estado natural é um material altamente perecível porque é suscetível à rápida deterioração pela ação de enzimas de ocorrência natural e microrganismos contaminantes. Muitos processos foram desenvolvidos ao longo dos anos - em particular, durante o século passado, para conservar o leite por longos períodos e aumentar sua utilização e segurança. O leite é convertido numa ampla variedade de produtos lácteos usando uma gama de tecnologias de processamento avançadas. Entre eles estão os produtos tradicionais, como a variedade de queijos, iogurtes, manteigas e pastas para barrar, gelados e sobremesas lácteas, mas também novos produtos lácteos com teor reduzido de gordura e componentes que promovem a saúde.

2.5.1 Composição do Leite de Vaca

A composição exata do leite de vaca pode variar consideravelmente com a raça, com cada animal dentro de uma mesma raça, com a estação do ano, com a alimentação e com a fase de lactação (Nickerson, 1960). Como tal, podem ser apenas definidos valores limites para estes constituintes, como é possível observar na Tabela 1.

Tabela 1: Composição quantitativa do leite de vaca (adaptado de Bylund, 1995)

COMPONENTE	LIMITES DE VARIAÇÃO (%)			VALOR MÉDIO (%)
Água	85,5	-	89,5	87,5
Sólidos Totais:	10,5	-	14,5	12,5
Matéria Gorda	2,5	-	6	3,9
Proteína	2,9	-	5	3,4
Lactose	3,6	-	5,5	4,8
Minerais	0,6	-	0,9	0,8

O leite de vaca é composto essencialmente por 87,5% de água e 12,5% de sólidos totais, dos quais 3,9% correspondem a lípidos, 3,4% a proteínas, 4,8% a açúcares e 0,8 % a minerais (Bylund, 1995). Além dos sólidos totais, é utilizado o termo SNF (teor de sólidos totais sem o teor de gordura) para analisar a composição do leite. Segundo a Figura 1, o valor médio de SNF presente no leite de vaca é 9,1% (Bylund, 1995). Normalmente, a percentagem de lactose e proteína não

varia substancialmente entre ordenhas, no entanto, sendo a gordura do leite um constituinte mais variável, é mais suscetível a variações.

2.5.2 Índice Crioscópico do Leite

O índice crioscópico (IC) do leite é um tema que gera sempre grande controvérsia, por ser um parâmetro várias vezes mal interpretado (Chen, 1996). As implicações económicas poderão ser significativas, sendo que há quem saia bonificado ou penalizado nas diferentes interpretações. (Chen, 1996).

O índice crioscópico é um parâmetro utilizado para determinar a diminuição do ponto de congelação de um líquido, provocado pela adição de um soluto não volátil. Relacionando este conceito com o leite, o índice crioscópico indica o seu ponto de congelação e conseguimos, então, perceber a que temperatura esta substância passa do seu estado líquido ao estado sólido. É ainda um importante indicador da qualidade do leite. Desde há alguns anos que tem sido, na indústria de lacticínios, um dos parâmetros mais importantes na deteção de adição de água ao leite (deliberadamente ou acidentalmente), e em caso afirmativo permitir determinar qual a quantidade adicionada (Chen, 1996).

O ponto de congelação do leite de vaca varia de $-0,54\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-0,59\text{ }^{\circ}\text{C}$. Deste modo, o seu IC pode ser determinado através da medição da temperatura a que a amostra de leite congela. Este valor é comparado com o valor do ponto de congelação padrão, normalmente $-0,520^{\circ}\text{C}$ (Chen, 1996). Resultados acima deste valor e próximos de 0°C conduzem a penalizações no preço do leite, pois parte-se do pressuposto que existe uma adição de água para diluição do leite (Chen, 1996). Sendo o ponto de congelação da água pura $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, no caso de lhe ser adicionado algum sólido solúvel não volátil (ex. sal), a sua temperatura baixa para valores negativos.

Vimos anteriormente que o leite é constituído por 87,5% de água e 12,5% de constituintes sólidos (gordura, proteína, lactose e minerais), logo, quanto maior for a quantidade destes constituintes sólidos, mais negativa será a sua temperatura de congelação. Consequentemente, um aumento da água no leite leva a uma diluição dos seus constituintes sólidos (gordura, proteína, lactose e minerais), aproximando o ponto de congelação do leite ao da água (Chen, 1996). Por outro lado, valores muito negativos do ponto de congelação do leite poderão indicar uma contaminação por produtos não autorizados como detergentes, antibióticos, conservantes, etc. (Chen, 1996).

Não obstante, é necessário ter em conta que quando o leite é exposto a um tratamento de alta

temperatura (UHT), pode ocorrer a precipitação de alguns fosfatos, o que fará com que o ponto de congelação aumente (Bylund, 1995).

2.5.3 Microbiologia vs Tratamento UHT do Leite

Devido ao elevado valor nutricional, o leite é extremamente suscetível à contaminação microbiológica que pode variar quanto ao tipo e quantidade de microrganismos (Barros et al., 2011). Outros fatores determinantes são a atividade da água, luz, acidez e a presença de oxigénio (Bylund, 1995). Após a saída pelo úbere da vaca, o leite fica suscetível à contaminação de microrganismos provenientes de diversas fontes como: infeções (por exemplo mastite), a dieta do animal, procedimentos e práticas de ordenha, superfícies de equipamentos em contato com o leite, práticas de saneamento, práticas de refrigeração, tempo e condições de armazenamento e processamento, estações do ano e ainda fatores climáticos e geográficos (Ramesh et al., 2015).

Quanto à necessidade de oxigénio, os microrganismos podem se dividir entre microrganismos aeróbicos obrigatórios, que só podem viver na presença de oxigénio molecular, e microrganismos anaeróbicos obrigatórios, que vivem através de uma reação interna envolvendo oxidação e libertação de energia. A maioria dos microrganismos tolera a presença e a ausência de oxigénio, por isso são chamados de anaeróbicos facultativos. As bactérias associadas ao leite e produtos lácteos são geralmente classificadas como bactérias não formadoras de esporos ou formadoras de esporos (ou esporulantes). Uma classificação adicional faz referência às características de resistência ao calor (por exemplo, termorresistentes e não-termorresistentes) e de refrigeração (por exemplo, psicrófilos) (Ramesh et al., 2015).

Segundo a *International Dairy Federation* (IDF), a qualidade do leite cru pode ser definida através carga microbiana, sendo que a produção de leite com contagem de placas inferior a 10⁴ unidades formadoras de colónias (UFC) por ml reflete boas práticas de higiene, enquanto uma contagem inicial superior a 10⁴ UFC/ml demonstra falhas na higiene na produção (IDF, 1990).

O impacto dos microrganismos varia consoante os diferentes tipos de leite e produtos lácteos, devido a diferentes práticas e fatores como a produção, formulação do produto, embalagem, armazenamento e distribuição. Como a maioria é destruída através da pasteurização, a deterioração do leite e respetivos produtos lácteos é, geralmente, causada por uma contaminação pós-pasteurização. No entanto, alguns dos microrganismos deteriorantes são resistentes ao calor (esporulantes) e produzem enzimas termoestáveis que transitam para o produto final (Ramesh et

al., 2015). Os esporos (endósporos) de algumas bactérias termorresistentes, devido à sua estrutura, toleram altas temperaturas, podendo sobreviver aos processos de calor aplicados. Além disso, possuem propriedades hidrofóbicas e uma resistência à desinfecção que lhes permite uma maior aderência ao equipamento de processamento sobrevivendo aos procedimentos de limpeza. Os endósporos constituem, assim, uma grande preocupação no processamento de laticínios, pois podem afetar significativamente a qualidade e a segurança dos alimentos (Lücking et al., 2013).

A temperatura é um dos maiores fatores que afetam diretamente o crescimento e multiplicação microbiana, e a deterioração dos alimentos. Assim, o tratamento térmico surgiu da necessidade de eliminar organismos indesejáveis, reduzir significativamente a carga bacteriana total, destruir lipases e outras enzimas nos laticínios e, simultaneamente, garantir a qualidade dos produtos, a segurança para o consumidor e aumentar a longevidade do produto (Ramesh et al., 2015). Contudo, o tratamento térmico não garante a ausência de microrganismos no produto final. A sua intensidade e consequente eliminação de microrganismos no leite, está diretamente relacionada com as condições de temperatura/duração escolhidas. A qualidade do leite cru é também considerada um fator essencial relativamente à sua carga microbiana e, conseqüentemente, à qualidade do produto no final (Durazzo, 2018).

O tratamento térmico é considerado a técnica de conservação e processamento alimentar mais utilizada na indústria de laticínios e que se divide essencialmente na termização, processo de exposição dos produtos a temperaturas entre 57 e 68 °C durante 5 a 30 segundos, e na ultrapasteurização, mais conhecida por *Ultra High Temperature* (UHT). Destaca-se esta última que veio revolucionar a preservação do leite através de uma breve e intensa exposição ao calor, geralmente, entre 135 e 150 °C durante 1s a 10s, destruindo os microrganismos do produto e tornando-o comercialmente estéril (Bylund, 1995; Deeth & Smithers, 2018). Este tratamento é um processo contínuo que decorre em sistema fechado, impedindo assim a contaminação do produto com microrganismos presentes no ar (Bylund, 1995). O leite passa por diversas fases de aquecimento e arrefecimento em rápida sucessão. Este choque térmico elimina bactérias patogénicas, assim como outros organismos, que poderiam levar à deterioração do leite, permitindo a sua conservação em segurança durante mais tempo, sem alterar a sua composição ou prejudicar as suas qualidades nutricionais (Mimoso, 2019).

Segundo a IDF, o tratamento UHT visa à eliminação de todas as bactérias não formadoras de esporos e à eliminação de esporos, com exceção aos que possuem resistência ao calor (Deeth &

Smithers, 2018). Não obstante, uma combinação do calor e temperatura de aquecimento influencia diretamente a eliminação dos microrganismos, bem como, alterações às características organolépticas e químicas do leite. Um maior tempo de exposição do leite a altas temperaturas traduz-se no escurecimento do produto, garantindo-lhe um sabor caramelizado (Bylund, 1995).

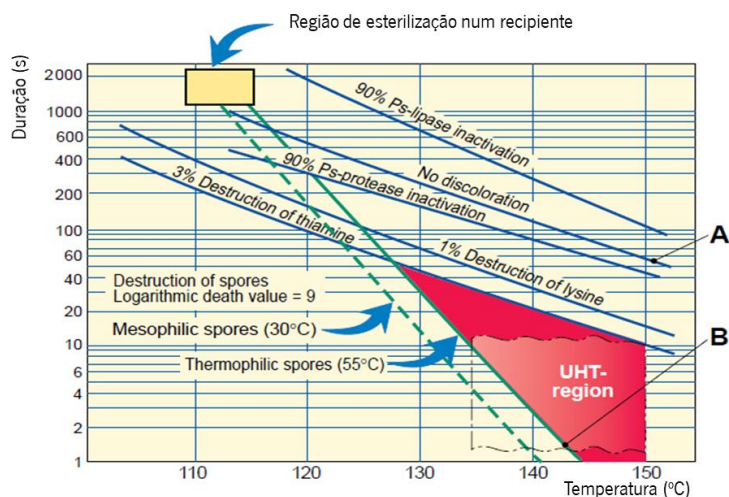


Figura 3: Relação entre o efeito de esterilização e o escurecimento. A linha A representa o limite inferior de combinações de tempo/temperatura que faz com que o leite fique escurecido. A linha B é o limite inferior de combinações para esterilização completa (adaptado de Bylund, 1995)

A Figura 3 compara o método de esterilização com o UHT, verificando-se uma diferença notória na reação de escurecimento e destruição de vitaminas e aminoácidos para gamas de temperatura elevada. Esta é a principal razão pela qual o leite UHT tem melhor sabor e alto valor nutritivo comparativamente ao leite esterilizado (Bylund, 1995).

Leite cru de má qualidade (> 300.000 UFC / ml) e com um pH inferior a 6,65 a 20 °C apresenta uma estabilidade térmica reduzida causando problemas a nível do processamento, como por exemplo, diminuição dos tempos de execução, e a nível de limpeza e desinfeção, como o aumento da sedimentação de proteínas no fundo dos pacotes durante o armazenamento. Deste modo, a qualidade microbiológica do leite cru deve ser elevada, não só em relação à contagem bacteriana total, como também à contagem de bactérias formadoras de esporos que influenciam diretamente a taxa de esterilidade (Bylund, 1995).

De acordo com a *Codex Alimentarius Commission* (FAO, 2004) a esterilidade comercial dos alimentos é definida como sendo “A condição alcançada pela aplicação de calor, suficiente, isoladamente ou em combinação com outros tratamentos apropriados, para processar o alimento livre de microrganismos capazes de crescer nos alimentos em condições normais não refrigeradas

nas quais os alimentos provavelmente serão mantidos durante a distribuição e armazenamento”.

Para prevenir a reinfecção do produto todo o processo após o tratamento UHT deve ser realizado sob condições assépticas, incluindo a esterilização ao material de embalagem (Bylund, 1995).

2.6 Limpeza de Equipamentos

A limpeza dos equipamentos que entram em contato com produtos é uma parte essencial na indústria alimentar. É importante ter em conta que este tipo de indústria é sempre obrigado a manter altos padrões de higiene, que se aplica não só ao equipamento como, naturalmente, ao pessoal envolvido na produção (Bylund, 1995). No que diz respeito aos resultados de limpeza, estes são definidos segundo o grau de limpeza. Uma limpeza física implica a remoção de todo o tipo de partículas solidas e visíveis da superfície; uma limpeza química remove não só partículas visíveis, como também qualquer tipo de resíduo microscópico que possa ser detetado pelo gosto ou cheiro, mas que não é visível a olho nu. Uma limpeza bacteriológica e esterilizada tem o seu foco na desinfecção e consequente esterilização do material, levando a uma destruição de microrganismos (Bylund, 1995).

Na indústria alimentar, o objetivo das operações de limpeza é alcançar a limpeza química e bacteriológica. As superfícies do equipamento são, portanto, primeiro cuidadosamente limpas com detergentes químicos e seguidamente desinfetadas (Thomas, 2014). Antigamente, a limpeza dos equipamentos na indústria de laticínios era feita, e ainda é em alguns locais, manualmente com recurso a escovas e soluções detergentes. Estes equipamentos eram desmontados para se poder entrar nos tanques e assim chegar às superfícies. Não só era trabalhoso, como também ineficaz, pois os produtos eram frequentemente reinfetados através dos equipamentos limpos incorretamente. (Bylund, 1995).

Desta forma, foram criados os sistemas circulatórios de limpeza no local e adaptados às várias partes de um processo produtivo de forma a alcançar bons resultados de limpeza e de saneamento (Thomas, 2014).

O sistema *Cleaning-in-Place*

O *Cleaning-in-Place* (CIP) significa que a água de enxaguamento e as soluções de detergente circulam por tanques, tubos e linhas de processo sem que o equipamento precise ser desmontado (Bylund, 1995). O CIP pode ser definido como a circulação de líquidos de limpeza através de máquinas e outros equipamentos num circuito de limpeza. A passagem do fluxo a alta velocidade

e pressão de líquidos sobre as superfícies do equipamento gera um efeito de lavagem mecânica que retira os resíduos sólidos e visíveis. Isso aplica-se apenas ao fluxo em tubos, permutadores de calor, bombas, válvulas, separadores, etc. (Bylund, 1995).

O CIP presente na indústria de laticínios apresenta algumas características específicas. É necessário remover tanto a contaminação orgânica remanescente, como quantidades de água e leite, que poderá levar a um crescimento e acumulação de populações microbianas. A eficácia da limpeza encontra-se preconditionada por determinados fatores como agentes químicos, potência mecânica, temperatura e tempo do procedimento (Wirtanen & Salo, 2003). A decisão do tipo de equipamento que pode ser limpo no mesmo circuito é determinada de acordo com os seguintes fatores:

- Os depósitos de resíduos do produto devem ser do mesmo tipo, para que possam ser usados os mesmos detergentes e desinfetantes;
- As superfícies dos equipamentos devem ser do mesmo material ou, pelo menos, de materiais compatíveis com o mesmo detergente e desinfetante;
- Todos os componentes do circuito devem estar disponíveis para limpeza ao mesmo tempo.

As instalações de laticínios são, portanto, divididas em vários circuitos que podem ser limpos em momentos diferentes. Esta divisão é feita de acordo cada fase do processo produtivo do leite (Thomas, 2014). Estas operações de limpeza devem ser rigorosamente realizadas seguindo um procedimento cuidadosamente elaborado para atingir o grau de limpeza necessário. Tal significa que a sequência deve ser exatamente a mesma todas as vezes. Este ciclo de limpeza compreende as seguintes etapas:

- Recuperação de resíduos do produto por raspagem, drenagem e expulsão com água ou ar comprimido;
- Pré-enxaguamento com água para remover os resíduos sólidos e visíveis;
- Limpeza com detergente;
- Enxaguamento com água limpa;
- Desinfecção por aquecimento ou por ação de agentes químicos (opcional).

Se esta etapa for incluída, o ciclo termina com um enxaguamento final. Cada estágio requer um

certo período para alcançar um resultado aceitável. Este tempo deve ser suficiente para que o produto seja drenado das paredes e tubos do tanque (Bylund, 1995).

Dependendo da periodicidade do processamento e do nível de higiene requerido no equipamento de processo, as soluções e ciclos de limpeza podem se realizar em tempo único ou múltiplo de utilização (Loeffler, 2006).

É ainda de elevada importância que todos os resíduos do produto sejam recuperados da linha de produção no final da execução. Isto é importante por três motivos: (a) minimizar perdas de produto; (b) facilitar a limpeza; (c) reduzir a carga no sistema de esgoto, o que muitas vezes significa uma economia considerável nos custos de tratamento de esgoto (Bylund, 1995).

Os sistemas CIP ao utilizarem detergentes e desinfetantes com concentrações e temperaturas mais elevadas reduzem o tempo de limpeza (Englezos, 2019). A automatização destes sistemas também permite a obtenção de resultados seguros e reproduzíveis e uma otimização do processo (Gracia e Diaz, 2011). No entanto se estes tempos não tiverem devidamente ajustados e programados, poderão levar a perdas significativas de leite e a uma contaminação do produto.

Antes de iniciar o ciclo de limpeza diário, o leite restante é expulso das linhas de produção com água. Uma má percepção do tamanho das tubagens presentes pode levar a um incorreto ajustamento dos tempos de empurro, quer no início, quer no fim de produção. Um incorreto ajustamento destes tempos leva a perdas quantitativas e qualitativas de leite, pois poderá estar a ir leite para o esgoto e poderá estar a entrar água do enxaguamento para os tanques.

3. Diagnóstico da situação atual

Neste capítulo serão abordadas as diferentes avaliações realizadas a cada uma das fases do processamento de leite, passando desde a fase da receção até à fase de enchimento do produto final. Serão ainda identificadas as diferentes perdas encontradas através de uma análise ao processo e de uma revisão ao programa industrial de cada fase.

3.1 Breve descrição da empresa

A Lactogal – Produtos Alimentares S.A foi fundada a 1996 com a fusão de três grandes empresas de laticínios, a Cooperativa Agros, a Cooperativa Lacticoop e a Proleite/Mimosa S.A., com o principal objetivo de produzir e comercializar leite e seus derivados (Lactogal, 2021). Neste momento, a Lactogal conta com três unidades fabris localizadas na Tocha, em Modivas e em Oliveira de Azeméis, bem como oito delegações comerciais ao longo do país. Atualmente a empresa produz bens alimentares com os mais altos padrões de qualidade, desde leite e seus derivados, como manteigas, queijos, iogurtes, natas e leites fermentados e aromatizados (Lactogal, 2021). É ainda responsável pela produção de águas, bebidas e sumos, contando com diversas marcas patentes como a Mimosa, Agros, Gresso, Vigor, Matinal, Castelões, Primor, Serra Dourada, Serra da Penhas, Fresky, entre outros (Lactogal, 2021).

A empresa preza por um equilíbrio e segurança alimentar para com os consumidores, comprometendo-se com o desenvolvimento e máxima qualidade dos seus produtos (Lactogal, 2021). A Lactogal é certificada ao nível da Qualidade pela ISO 9001 e pela IFS ao nível da qualidade e segurança alimentar. Importa referir que um dos principais compromissos da Lactogal assenta na sustentabilidade económica, social e ambiental (Lactogal, 2021)

3.2 Descrição do Processo Produtivo

O consumo de leite cru caiu consideravelmente em todo mundo nos últimos 30 anos, chegando o seu consumo a ser ilegal em alguns países (Hilton, 2017). Como tal, foi imperativo adotar processos de tratamento térmico no leite para que o seu consumo fosse seguro para o ser humano (March et al, 2019). Os dois principais tipos de tratamento térmico do leite são a pasteurização e a esterilização. Ao esterilizar um produto, este é submetido a elevadas temperaturas levando à inativação de certos microrganismos e respetivas atividades enzimáticas que possam prejudicar a qualidade do leite (Bylund, 1995). Esse aquecimento pode ainda provocar alterações nas

características sensoriais do leite, por exemplo, na sua cor, no seu sabor e textura, bem como no seu valor nutricional. Para garantir e manter a qualidade do leite, a Lactogal adotou um processo produtivo, demonstrado na Figura 4, baseando-se na tecnologia da Tetra Pak apresentada em Bylund, 1995.

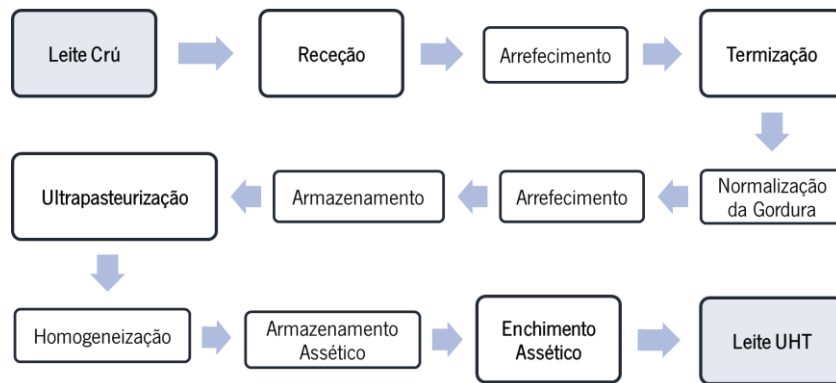


Figura 4: Processo produtivo do leite UHT (adaptado de Bylund,1995)

O processo é iniciado através da receção do leite cru na unidade fabril. Este é transportado até à fábrica em camiões-cisterna isotérmicos a uma temperatura entre os 2°C e os 4°C de forma a manter o leite refrigerado e livre de qualquer contacto com o ar.

Após a sua chegada à unidade fabril, são realizadas análises microbiológicas e físico-químicas, às amostras recolhidas, de forma a garantir que todo o leite rececionado apresenta características dentro dos parâmetros estabelecidos. Uma vez analisada e verificada a qualidade do produto, este é descarregado e mantido refrigerado a uma temperatura entre os 2 °C e os 6 °C. É, posteriormente, armazenado em tanques de aço inoxidável isotérmicos e equipados com agitadores de maneira a evitar a separação de glóbulos de gordura.

De seguida, o leite sofre um processo de termização. Este é realizado essencialmente quando é necessário que o leite seja mantido arrefecido por algum tempo antes de ser processado, melhorando assim a qualidade de conservação do leite cru (Hilton, 2017). Este processo decorre a uma temperatura de aproximadamente 64°C durante cerca de 15 segundos. Simultaneamente, ocorre a normalização da matéria gorda. Desta forma, o leite é desnatado na centrífuga a uma velocidade de 4500 rotações por minuto (rpm), e, é imediatamente arrefecido a uma temperatura inferior a 6 °C e armazenado no tanque de leite termizado (leite já normalizado). De seguida são novamente recolhidas e realizadas amostras de forma a verificar que não houve alterações

significativas a nível físico-químico e organolético do produto. É ainda analisado o índice crioscópico onde se deve obter um valor igual ou superior a 517 em valor absoluto.

Antes de ser armazenado no tanque termizado é feito um ajuste do teor de matéria gorda ao leite consoante a sua finalidade. O leite gordo apresenta um teor de matéria gorda mínimo de 3,50% (m/m), o leite meio gordo entre 1,50% (m/m) e 1,80% (m/m) e o leite magro um teor de matéria gorda máximo de 0,50% (m/m) (Mimosa, 2019). Os processos de separação e normalização da gordura geralmente provocam o aumento da temperatura do leite, pelo que se segue uma etapa de arrefecimento previamente ao seu armazenamento (Bylund, 1995).

Seguidamente, o leite é submetido a um tratamento UHT. Na Lactogal, o aquecimento ocorre a uma temperatura de 141 °C durante 6s, sob condições de assepsia. Este processo visa eliminar todas as bactérias designadas “viáveis”, ou seja, todas as bactérias passíveis de desenvolvimento, possibilitando assim a estabilidade do leite ao longo do seu tempo de vida (Hilton, 2017).

Logo após o processo UHT, o leite é homogeneizado asepticamente, com o principal objetivo de evitar a formação de nata destruindo finamente os glóbulos de gordura ou até mesmo desintegrando-os (Bylund, 1995). O leite ultrapasteurizado é armazenado e, seguidamente embalado em condições assépticas e em embalagens próprias destinadas a fins alimentares garantindo estabilidade, resistência e suavidade à superfície (Tetra Pak International S.A., n.d.). As embalagens desempenham um papel importante na conservação da qualidade e segurança dos alimentos, mas o seu design está maioritariamente relacionado com o desperdício alimentar (Meurer *et al*, 2017).

Estas embalagens foram desenhadas com o objetivo de facilitar a distribuição do alimento, manter a sua higiene, proteger os nutrientes e sabor, reduzir a deterioração e o desperdício e transmitir informações do produto. Após o enchimento, as embalagens de leite são dispostas em paletes e armazenadas. O produto só é libertado no mercado após a saída dos resultados das análises físico-químicas, microbiológicas e organoléticas.

3.3 Análise do processo

O presente trabalho apenas reflete a situação atual destes processos, desconhecendo-se a realidade no passado que pode ter sofrido alterações ao longo do tempo devido a determinadas modificações, como o desgaste de equipamentos. Por se tratar de processos distintos, as alterações efetuadas neste projeto em nada condicionaram a qualidade do leite rececionado.

Este projeto teve como principal objetivo avaliar as diferentes fases de processamento do leite, tendo como objeto de estudo as diferentes linhas e processos e em função dos resultados obtidos verificar potenciais pontos de melhoria traduzidos por uma diminuição de perdas. Para se determinar as perdas de leite que estavam a ocorrer, foi calculado a percentagem de água através do índice DDB nas amostras colhidas no dreno do painel de válvulas (amostras B da Figura 5). Esta percentagem é determinada através do índice crioscópico (IC), sendo 520 o valor padrão:

$$\%DDB = \frac{(520 - IC \text{ amostra})}{520} \times 100$$

Sendo, então a percentagem de leite:

$$\%Leite = 100 - \%DDB$$

Quanto maior for o índice crioscópico, maior será o teor de leite e menor o índice DDB.

3.3.1 Receção

Como se mostra na Figura 4, a primeira fase do processo de transformação do leite é a receção. A análise da situação atual nesta fase divide-se em duas etapas: na primeira etapa pretende-se determinar a quantidade de mistura água-leite que entra nos tanques de leite cru aquando de um empurro final; na segunda etapa, pretende-se avaliar o efeito dessa mesma quantidade na qualidade dos lotes dos tanques de leite cru.

Para analisar a situação atual desta fase do processo foram estudadas as 4 linhas da receção de leite e todo o seu percurso desde a zona de descarga até aos 6 tanques de leite cru, incluindo assim um total de 24 possíveis circuitos. Para tal, recolheram-se amostras nas linhas e nos tanques, seguindo o percurso sequencial de amostragem representado na Figura 5. Nesse percurso teve-se em conta três possíveis zonas de colheita de amostras. No camião (amostras A), no dreno junto ao painel de válvulas da receção (amostras B) e nos tanques de leite cru (amostras C). Cada amostra foi colhida num frasco de 100 ml e para todas as amostras foram feitas análises físico-químicas para determinar a composição e crioscopia das amostras. A colheita das amostras foi realizada cada vez que se fazia um empurro inicial ou final. Estes empurros dependiam inteiramente da produção e do estado das linhas. No total foram colhidas e analisadas 879 amostras.

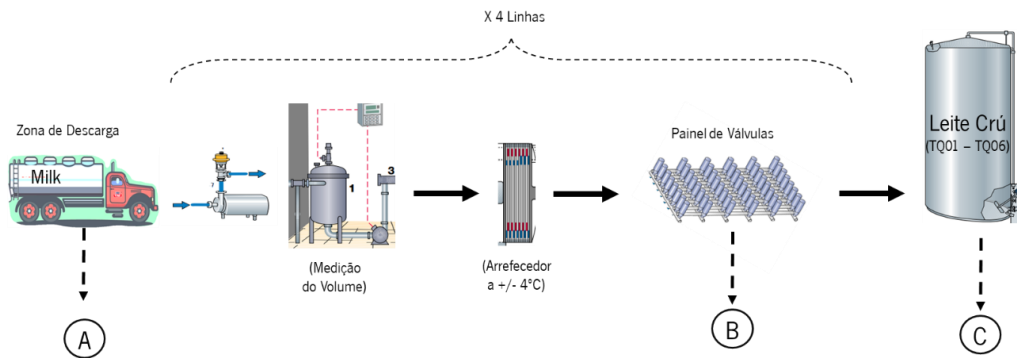


Figura 5: Percurso sequencial de amostragem da recepção

No processo de recolha das amostras teve-se também em atenção dois momentos: o início de produção, ou seja, quando o CIP termina e temos leite a empurrar a água presente nas tubagens; e o fim de produção, quando se inicia o CIP e temos a água a empurrar o leite restante.

É necessário ter em atenção que os momentos de recolha diferem entre início e fim de produção. No início, a amostra foi colhida apenas quando o programa industrial terminava de desviar a água restante do CIP para o dreno. No fim, o leite restante das linhas era aproveitado para o tanque até se dar início ao CIP, a amostra era colhida nesse momento de transição.

Na Figura 6 temos os resultados obtidos (IC e %DDB) das amostras recolhidas no início da produção no dreno junto ao painel de válvulas da recepção (amostras B) para as 4 linhas.

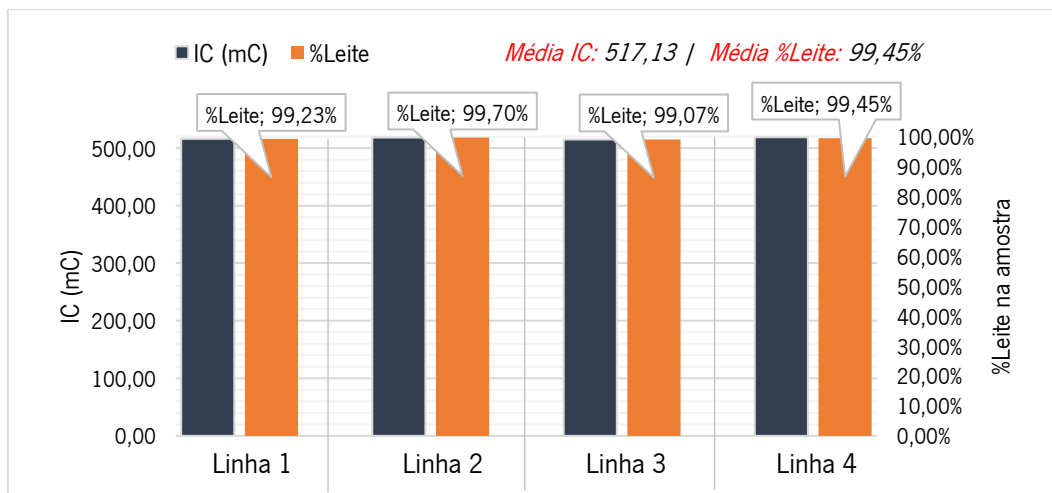


Figura 6: Percentagem média de leite na amostra colhida no empurro inicial no dreno do painel de válvulas

Deste modo, obteve-se uma percentagem de leite superior a 99% em cada uma das 4 linhas de recepção e uma média de 99,45% nestas 4 linhas. A linha 4 foi a que apresentou maior perda de leite, seguida da linha 2, da linha 1 e finalmente, da linha 3. Isto significa que toda a água das

tubagens foi drenada e temos leite puro a ir para o esgoto. Este resultado pode indicar que os volumes de empurro estão grandes para o tamanho das linhas da receção, necessitando de uma atualização.

Contrariamente aos resultados obtidos no início de produção, o fim de produção apresenta valores com grande índice DDB, como é possível observar na Figura 7. Nesta análise teve-se em atenção apenas o local de colheita de amostra B.

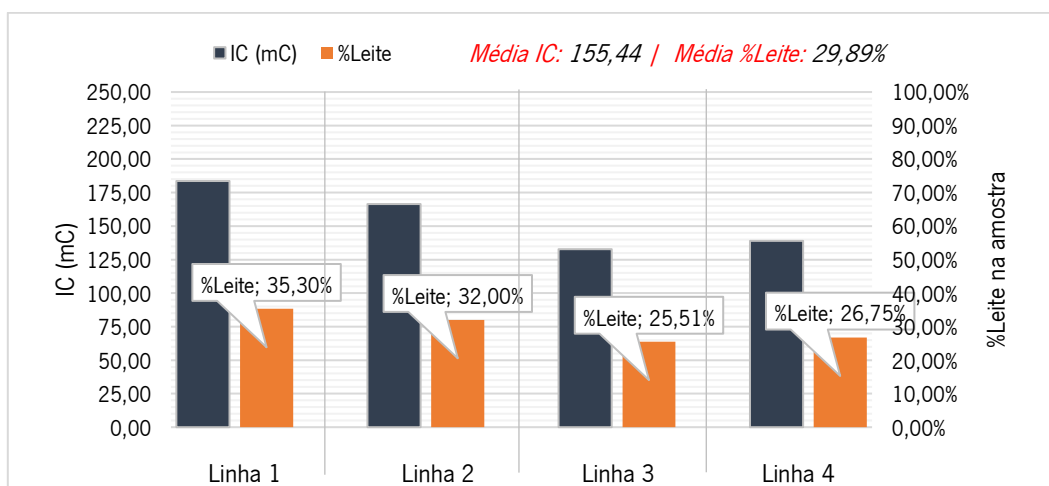


Figura 7: Percentagem média de leite na amostra colhida no empurro final no dreno do painel de válvulas

No final da produção, a mistura rejeitada possui baixas percentagens de leite, sendo a linha 1 a que mais rejeita leite na sua mistura, cerca de 35,30% e a linha 3 a que menos rejeita leite, correspondendo a 25,51% da mistura. Com estes resultados surgiu a preocupação com a possibilidade de estar a entrar água para os tanques, diminuindo assim a qualidade do produto.

Deste modo, passamos a uma segunda fase do diagnóstico da situação atual, constituída por duas etapas para se avaliar o efeito da água nos tanques. Na etapa A pretendeu-se determinar que quantidade de mistura água-leite estava a entrar para os tanques de leite cru aquando de um empurro final. Para o efeito, descarregou-se num tanque vazio a última volta antes de iniciar o CIP, juntamente com o volume de empurro final, e recolheu-se uma amostra do tanque (local de amostra C) para comparar com a amostra recolhida no camião (local de amostra A) anteriormente à descarga. Na etapa B, avaliou-se o efeito dessa mesma quantidade na qualidade dos lotes dos tanques de leite cru.

Ao analisarmos a Tabela 2 e a Figura 8, percebemos que existe uma pequena quantidade de água a entrar para os tanques aquando de um empurro final, sendo a linha quatro a que mais está a empurrar água, correspondendo a 967,69 litros.

Tabela 2: Quantidade média de água que entra nos tanques de leite cru aquando do empurro final das linhas

Linha	Volume Leite Descarregado (dm ³)	Água Acrescida	
		Volume (L)	%DDB
1	19.665	176,48	0,90%
2	23.408	247,58	1,06%
3	19.003	261,90	1,38%
4	18.298	967,69	5,29%

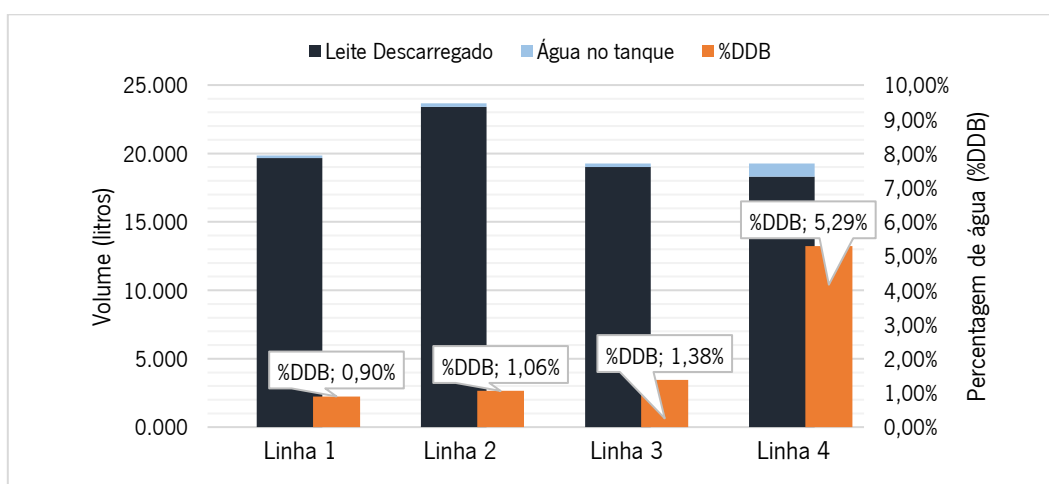


Figura 8: Quantidade média de água que entra nos tanques de leite cru aquando do empurro final das linhas

Assim, para a etapa B, foram recolhidas amostras nos 6 tanques da receção (local de amostra C) com lote fechado, ou seja, com volume de tanque total. Foi elaborado um histórico da crioscopia dos lotes para verificar o efeito da entrada dessa quantidade de água nos tanques da receção, presente na Tabela 3. Verificamos que os valores médios de IC obtidos se encontram com uma crioscopia média acima dos 520, o que significa que a quantidade de água que entra nos tanques não é suficiente para afetar a crioscopia do produto final.

Tabela 3: Crioscopia e índice DDB médios dos tanques da receção

Tanque	Nº Amostras	IC Mínimo (mC)	IC Máximo (mC)	IC Médio (mC)	DDB (%)
1	69	513	535	526,61	-1,27%
2	73	512	537	526,79	-1,31%
3	64	518	539	527,17	-1,38%
4	71	516	539	527,55	-1,45%
5	51	519	542	528,35	-1,61%
6	59	521	536	527,05	-1,36%

Deste modo, efetuou-se uma medição de volume às linhas, cujos resultados se apresentam na Tabela 4, para se perceber a dinâmica do processo. Verifica-se que a linha 1 apresenta um maior volume relativamente às restantes linhas, sendo a linha 3 a que apresenta o menor volume total

(Volume entre a zona de descarga e o Arrefecedor + Volume entre o Arrefecedor e o Painel de Válvulas). No entanto, em relação ao volume da linha, a linha 4 possui uma maior distância entre o arrefecedor e o painel de válvulas, uma vez que pode ser utilizada não só para a receção e despacho do leite, como também para o despacho de nata, tornando-a assim com um volume total superior à linha 3.

Tabela 4: – Volumes das linhas da receção

Parâmetros de linha					
Volume entre a zona de descarga e o Arrefecedor			Volume entre o Arrefecedor e o Painel de Válvulas		TOTAL (dm ³)
Linha	Distância (m)	Volume (Descarga -> Arrefecedor) (dm ³)	Distância (m)	Volume (Arrefecedor -> Painel válvulas) (dm ³)	
1	129,25	1056,14	32,70	267,20	1323,34
2	117,80	962,58	31,45	256,99	1219,56
3	104,65	855,12	27,75	226,75	1081,88
4	103,85	848,59	29,05	237,38	1085,96

Consequentemente, analisaram-se os tempos de empurro de produção das linhas, que se encontram na Tabela 5. Estes tempos estão predefinidos num programa industrial e são conduzidos por volume de linha, desde a zona de descarga até ao arrefecedor correspondente. Por outras palavras, o programa deixa escorrer no dreno do painel de válvulas o volume de empurro predefinido, quando esse volume termina começa a desviar o produto para os tanques.

Tabela 5: – Parâmetros de empurro das linhas da receção

Parâmetros de empurro			
Linha Receção Leite Cru	Item	Arrefecedor	Volume (dm ³)
1	L080	R001	840
2	L081	R002	1020
3	L082	R003	750
4	L083	R004	880

Analisando a Tabela 5, verifica-se que a linha 2 apresenta um maior volume de empurro comparativamente à linha 1, apesar desta possuir maior volume de linha, como vimos anteriormente na Tabela 4. Entre as linhas 3 e 4 verifica-se uma diferença de 130 litros de volume de empurro, quando estas apresentam apenas uma diferença de 4,08 litros de volume de linha.

Posto isto, é possível concluir que existe uma maior perda de leite nos empurros iniciais das linhas, representando cerca de 99% do todo o leite que vai para o esgoto, sendo fundamental reduzir estas perdas. É também importante fazer uma revisão e atualização ao programa industrial uma

vez que os valores obtidos e apresentados na Tabela 5 não vão ao encontro aos valores esperados na Tabela 4. Através da 2ª fase, verificamos uma entrada de mistura água e leite para os tanques de leite cru no final de produção. No entanto, esta quantidade não afeta a qualidade do leite pelo que não será necessário fazer qualquer tipo de alteração, apenas ter em conta o comportamento da linha quatro que apresenta, relativamente às restantes, os piores resultados.

3.3.2 Termização

Na fase da termização foram estudadas as linhas de processo dos termizadores 1, 2 e 3 e todo o seu percurso, desde os tanques da receção, passando pela termização e seguindo para os 10 tanques de armazenamento de leite já termizado. Na Figura 9 encontra-se representado o processo sequencial da amostragem. Neste percurso teve-se em atenção quatro possíveis zonas de colheita de amostras. Nos tanques de leite cru da receção (local de amostra A), no painel de válvulas da termização (local de amostra B), na zona CIP 142 (local de amostra C) e nos tanques de leite termizado (local de amostra D). Cada amostra foi colhida em frascos de 100 mL e foram realizadas análises físico-químicas para determinar a sua composição e crioscopia. A colheita das amostras foi realizada cada vez que se fazia um empurro inicial ou final. Estes empurros dependiam inteiramente da produção e do estado das linhas. No total foram colhidas 92 amostras.

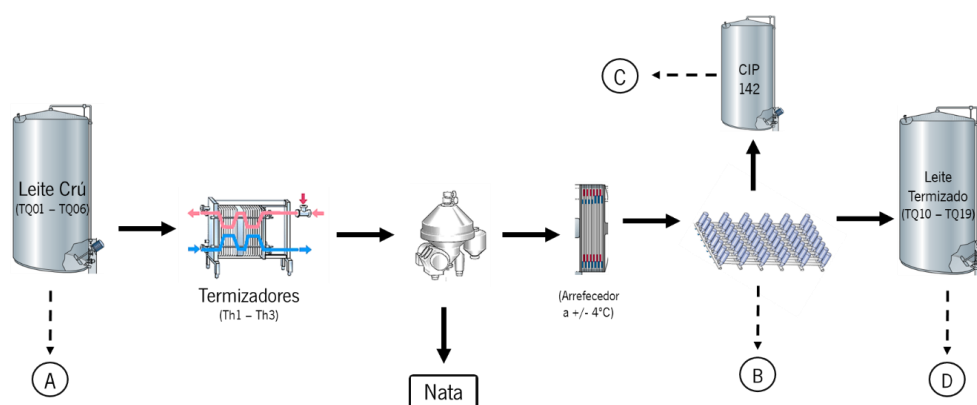


Figura 9: Processo sequencial de amostra da fase da termização

Não obstante, teve-se em conta dois momentos de recolha da amostra, no início e fim de produção. É necessário referir que os locais de recolha de amostras variam consoante o tipo de empurro. Num empurro inicial, quando termina o CIP, a linha não faz nenhuma descarga no painel de válvulas (local de amostra B), passando diretamente para o CIP 142 (local de amostra C), antes de prosseguir para a entrada nos tanques (local de amostra D). Já no fim de produção, iniciando o CIP, é primeiramente feita uma descarga da linha no painel de válvulas (local de amostra B)

antes de seguir para a zona de descarga do CIP 142 (local de amostra C).

Desta forma, temos representados na Figura 10 os dados obtidos na colheita de amostras no início de produção. Nesta análise foi estudado apenas o local de amostra C.

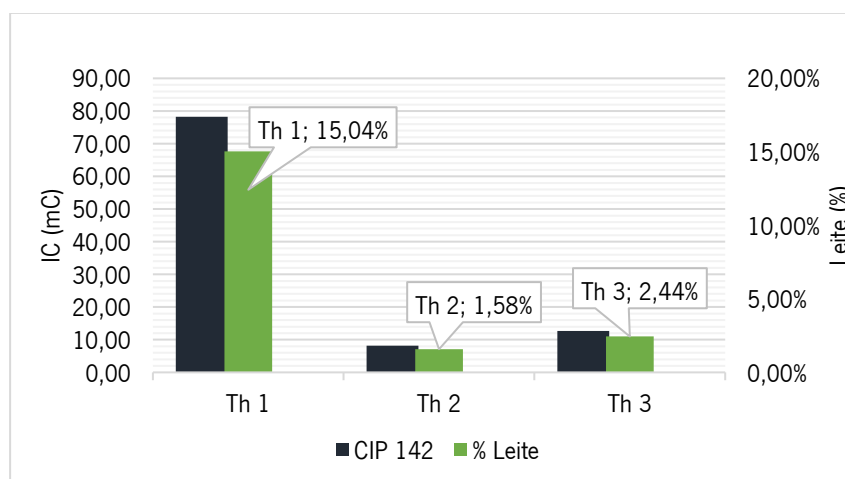


Figura 10: – Índice Crioscópico médio dos Termizadores 1,2 e 3 no local de colheita C no início de produção da termização

Conseguimos observar que a percentagem de leite nas amostras colhidas é bastante inferior aos resultados obtidos na receção. O termizador 1 rejeita uma média de 15,04% de leite, enquanto os termizadores 2 e 3 rejeitam 1,58% e 2,44%, respetivamente. Tais resultados indicam que o índice DDB encontra-se bastante elevado, superior a 50% das amostras e que poderá estar a entrar água nos tanques de leite termizado e a danificar as propriedades do produto.

Assim, analisou-se com mais profundidade o termizador 2, por ser o que menos leite (cerca de 1,58% de leite) está a desviar para o CIP 142 (local de amostra C), o que significa que poderá estar a enviar água para os tanques. Na Figura 11 é possível observar os valores obtidos de IC médio do termizador 2 no ponto de colheita C no início de produção da termização.

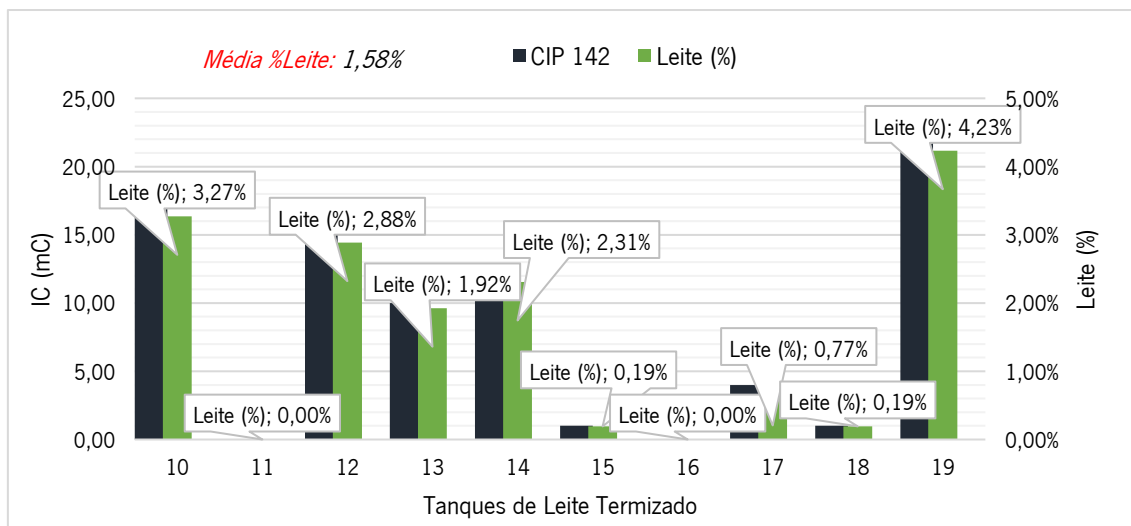


Figura 11: IC médio do termizador 2 no ponto de colheita C no início de produção da termização

De salientar que as amostras colhidas apresentam um valor médio de 1,58% de leite, e que o valor máximo de 4,23% é obtido no tanque 19. Como tal, recorreu-se a uma segunda parte da análise da termização para se avaliar esta entrada de água nos tanques de leite termizado. Para o efeito, foram recolhidas amostras dos tanques de leite termizado (local de amostra D) que continham apenas a primeira volta do início de produção proveniente dos tanques da receção (local de amostra A), analisou-se a crioscopia e avaliou-se o efeito da entrada de água nos tanques.

Na Figura 12 temos a comparação do IC dos tanques da termização com o IC dos tanques da receção. É importante salientar que o volume dos tanques de armazenamento difere da receção para a termização. Cada tanque da receção tem um volume de 100.000 dm³, enquanto os tanques da termização possuem o dobro do volume (200.000 dm³).

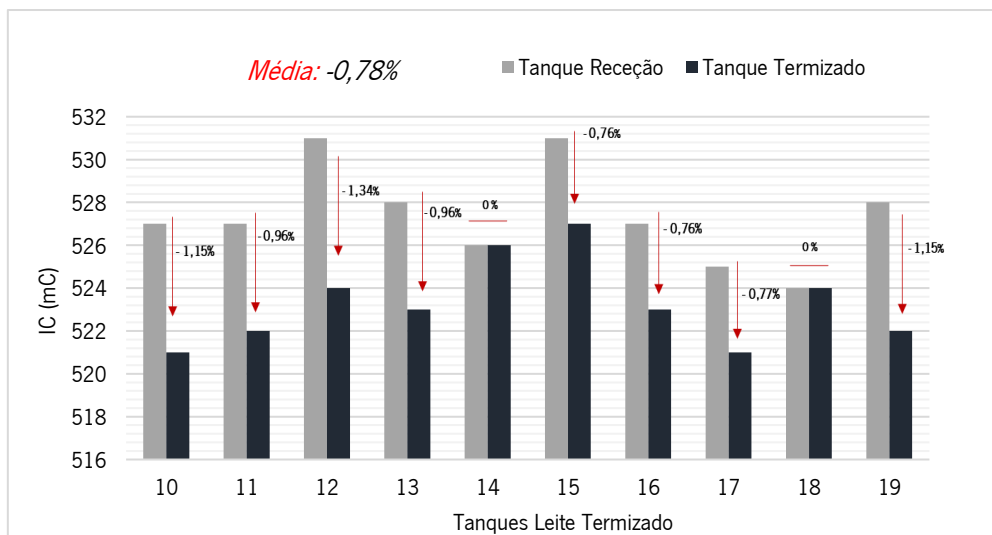


Figura 12: – IC médio dos tanques do termizador 2 no ponto de colheita C no início de produção da termização

Pela análise da Figura 12 verifica-se que os tanques 14 e 18 não tiveram qualquer alteração no índice de crioscopia; os restantes tanques sofreram uma oscilação negativa na crioscopia, resultando numa redução média de 0,78% da receção para a termização. Na Tabela 6 encontram-se os valores médios relativos à perda associada à entrada de água nos tanques da termização.

Tabela 6: Valores médios da diminuição da crioscopia nos tanques de leite termizado (em percentagem e em volume)

Nº TQ Termizado	IC (mC)	Nº TQ Correspondente	IC (mC)	Diminuição da Crioscopia	
				%	Volume (litros)
10	521	6	527	-1,15%	2 303,26
11	522	5	527	-0,96%	1 915,71
12	524	1	531	-1,34%	2 671,76
13	523	4	528	-0,96%	1 912,05
14	526	6	526	0,00%	0,00
15	527	1	531	-0,76%	1 518,03
16	523	1	527	-0,76%	1 529,64
17	521	1	525	-0,77%	1 535,51
18	524	2	524	0,00%	0,00
19	522	4	528	-1,15%	2 298,85
MÉDIA	523,3	—	527,4	-0,78%	1 568,48

Uma redução média da crioscopia de 0,78% entre os tanques corresponde a uma redução média de 1 568,48 litros. Sendo os tanques 10, 12 e 19 os que apresentam reduções no IC médio do termizador 2 no ponto de colheita C no início de produção da termização da crioscopia superiores a 2 000 litros. Como se mostra na Figura 12, os tanques 14 e 18, não apresentam qualquer diferença na crioscopia.

Relativamente à avaliação do empurro final da termização, foram colhidas amostras nos locais B e C do processo sequencial de amostragem da termização para avaliação do IC e os resultados obtidos para os três termizadores encontram-se na Figura 13.

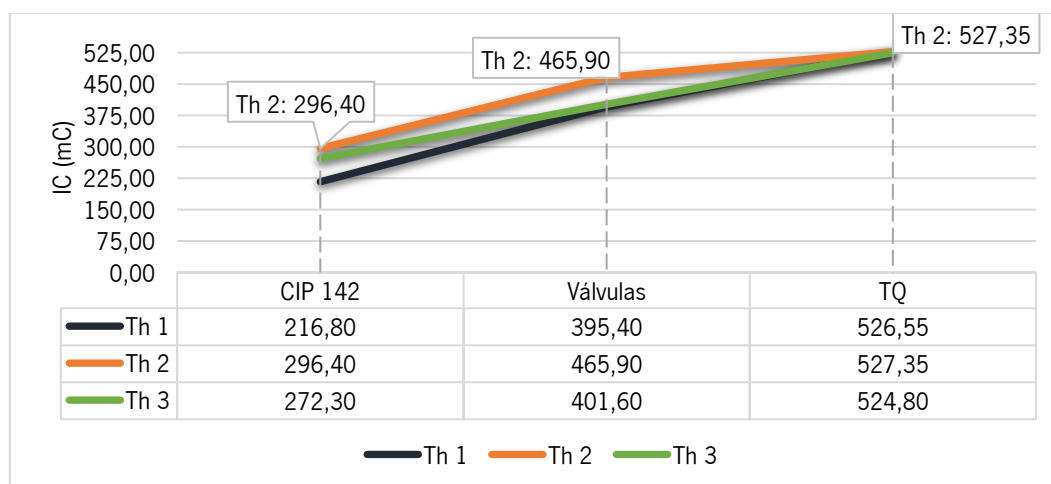


Figura 13: IC médio dos termizadores 1, 2 e 3 nos pontos de colheita B, C e D no fim de produção da termização

Comparando os valores obtidos para os três termizadores, o termizador 2 é o mais crítico, sendo o que apresenta o IC maior. No entanto, apesar de o IC médio obtido se encontrar dentro do esperado, foi feita uma análise ao termizador 2 e obtiveram-se resultados na colheita de amostras no local B e C de amostragem relativamente ao tanque de leite termizado proveniente, apresentados na Figura 14.

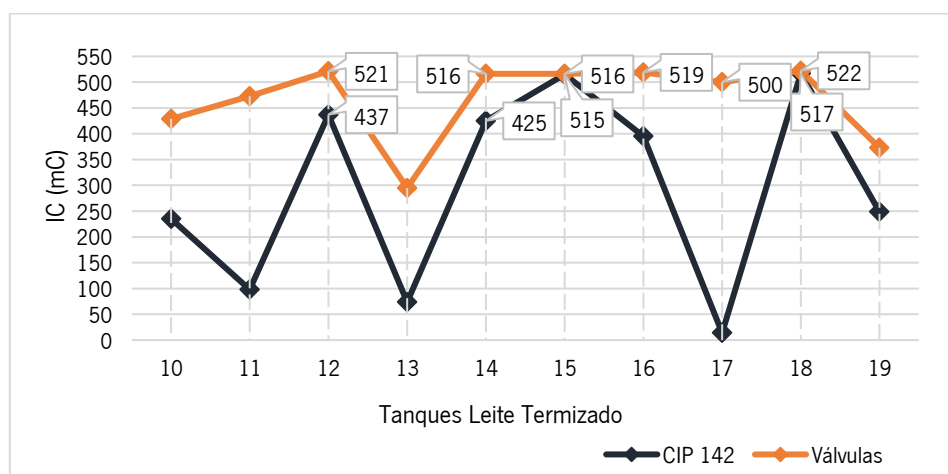


Figura 14: IC médio do termizador 2 nos pontos de colheita B e C no fim de produção da termização

É possível observar que as amostras colhidas no painel de válvulas apresentam um maior IC relativamente às amostras colhidas no CIP, chegando as amostras que seguem para os tanques 12, 16 e 18 a ser apenas leite. Isto deve-se ao facto de a linha do termizador fazer uma primeira

descarga no painel de válvulas seguida da descarga no CIP. Como tal, os valores de IC obtidos no local de amostra B estão mais próximos ao IC do tanque.

Posto isto, para a fase de diagnóstico da termização é possível afirmar que existe um contraste entre a quantidade de leite perdido entre os dois tipos de empurro e também entre locais de recolha de amostras. No início de produção não é desperdiçado leite quase nenhum, no entanto, apesar de os valores obtidos nos tanques de leite termizado indicarem uma possível entrada de água, esta pouco afeta o índice crioscópico. O mesmo não se verifica no final da produção, uma vez que os índices crioscópicos no painel de válvulas rondam o 520 mC. Deste modo, é fundamental que seja realizado um estudo mais aprofundado no empurro final, dando mais ênfase ao termizador 2. O início da produção, de momento, não sofrerá alterações, no entanto é fundamental que seja realizada uma revisão mais profunda desta avaliação.

3.3.3 Tratamento UHT

Iniciando a avaliação à fase do tratamento UHT do leite foram estudadas as linhas de processo dos UHT 1, 2, 3 e 4 e todo o seu percurso, desde os tanques da termização, passando pela ultrapasteurização, homogeneização e seguindo para o tanque e enchimento assético. Na Figura 15 encontra-se representado o processo sequencial da amostragem do tratamento UHT do leite.

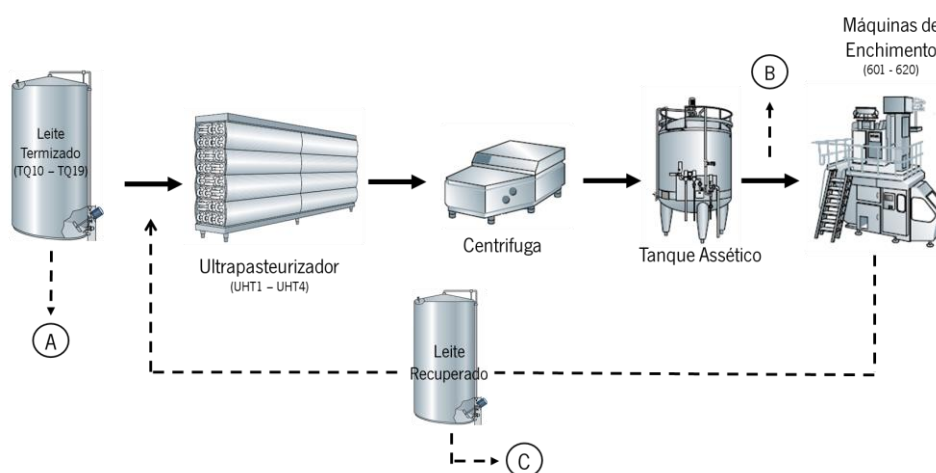


Figura 15: Processo sequencial de amostragem da fase do tratamento UHT do leite

Neste percurso teve-se em atenção três possíveis zonas de colheita de amostras. Nos tanques de leite termizado (local de amostra A), numa zona de descarga da linha entre a homogeneização e o tanque assético (local de amostra B) e nos tanques de leite recuperado (local de amostra C).

Cada amostra foi colhida em frascos de 100 ml e foram realizadas análises físico-químicas para determinar a sua composição e crioscopia. A colheita das amostras foi realizada cada vez que se fazia um empurro inicial ou final. Estes empurros dependiam inteiramente da produção e do estado das linhas. Foram colhidas um total de 80 amostras. Teve-se ainda em atenção quatro momentos de recolha de amostras: no início de produção, após uma lavagem geral (LG), depois de uma lavagem intermedia (LI), e no fim de produção (antes de uma lavagem geral e antes de uma lavagem intermédia).

Avaliação do início de produção

Iniciando a avaliação ao início de produção do tratamento UHT, na Tabela 7 apresentam-se os valores obtidos através da colheita de amostras no início de produção. Os valores de IC para as quatro UHT estão representados na Figura 16.

Tabela 7: Valores do IC médio no local de colheita B por UHT após LG e após LI no início de produção

<i>Início Produção</i>				
	<i>Após LG</i>		<i>Após LI</i>	
	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>
UHT 1	503,00	96,73%	504,40	97,00%
UHT 2	516,00	99,23%	455,00	87,50%
UHT 3	503,80	96,88%	497,20	95,62%
UHT 4	447,80	86,12%	267,20	51,38%
<i>Média</i>	<i>492,65</i>	<i>94,74%</i>	<i>430,95</i>	<i>82,88%</i>

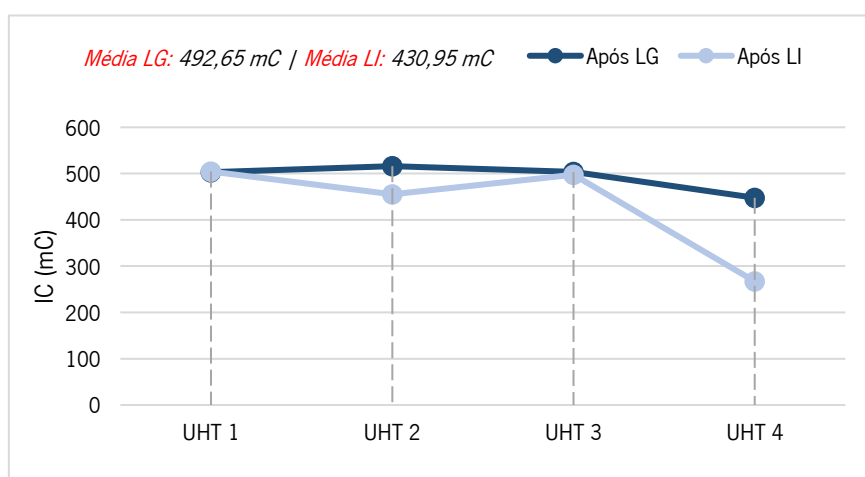


Figura 16: : IC médio no local de amostra B por UHT após LG e após LI

Na Figura 16 são perceptíveis as diferenças de IC nos diferentes momentos de recolha de amostras e entre UHT. Nos UHT 1 e 3, as amostras colhidas após uma lavagem geral e após uma lavagem intermédia assemelham-se bastante. O mesmo não acontece com o UHT 2, uma vez que após LG

apresenta um IC médio de 516 mC e após LI um IC médio de 455 mC. No UHT 4 regista-se um IC médio de apenas 267,2 mC após a LI e um IC médio de 447,8 mC após a LG. No geral, independentemente do UHT, as amostras colhidas após uma lavagem geral apresentam um IC superior às amostras colhidas após uma lavagem intermédia, (última linha da Tabela 7).

Avaliação do fim de produção

Passando à análise do fim de produção, foram estudados os momentos de recolha antes de uma lavagem geral e antes de uma lavagem intermédia. Os resultados obtidos encontram-se representados na Tabela 8.

Tabela 8: Valores do IC médio no local de amostra B por UHT antes LG e antes LI no fim de produção

<i>Fim Produção</i>				
	<i>LG</i>		<i>LI</i>	
	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>
UHT 1	372,20	71,58%	205,80	39,58%
UHT 2	76,60	14,73%	76,40	14,69%
UHT 3	181,60	34,92%	184,10	35,40%
UHT 4	330,40	63,54%	514,60	98,96%
<i>Média</i>	<i>240,20</i>	<i>46,19%</i>	<i>245,23</i>	<i>47,16%</i>

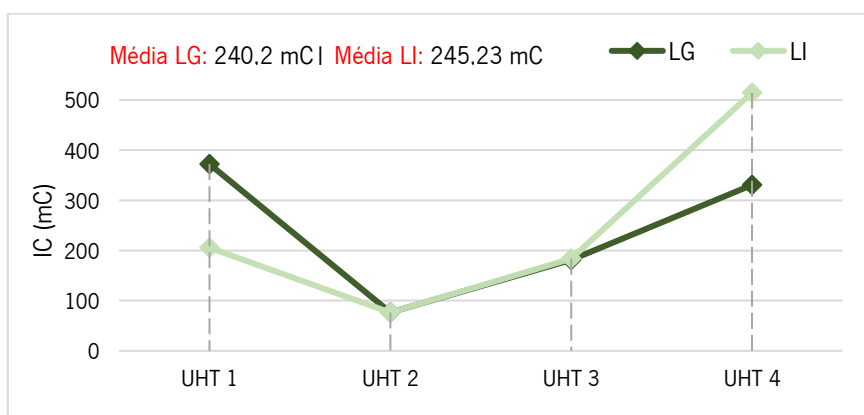


Figura 17: IC médio no local de amostra B por UHT antes da LG e antes da LI

Através da Tabela 8 e da Figura 17, é possível observar uma diferença no IC nos diferentes momentos de recolha de amostra e entre UHT, principalmente, no UHT 4. Nos UHT 2 e 3, as amostras colhidas após uma lavagem geral e após uma lavagem intermédia apresentam valores semelhantes. O mesmo não acontece com o UHT 1, uma vez que a LG apresenta um IC médio de 372,2 mC e a LI de 205,8 mC. No entanto, no UHT 4 consegue-se observar que a LG apresenta um IC médio de apenas 330,4mC, 63,54% de leite, e a LI um IC médio de 514,6 mC, cerca de 98,96% de leite. Apenas no UHT 4, as amostras colhidas na lavagem intermédia apresentam um IC superior as amostras colhidas no LG. Nos restantes UHT, as amostras colhidas após uma

lavagem geral apresentam um IC superior às amostras colhidas no LI. No entanto, na lavagem geral temos uma média de 240,20 mC e na intermédia 245,23 mC, cerca de 46,19% e 47,16% respetivamente.

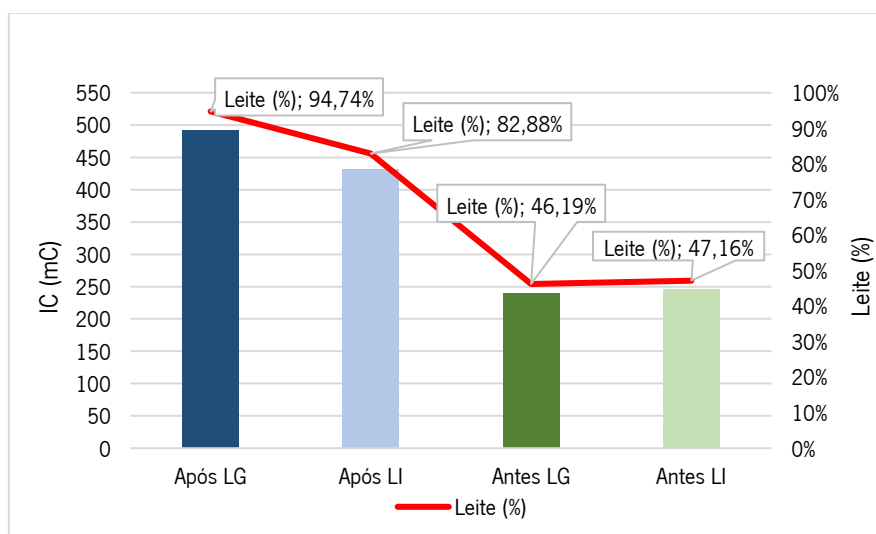


Figura 18: IC médio (mC) e da perda de leite média (%) no início e no fim de produção

Comparando as médias dos valores obtidos nos diferentes momentos de recolhas e nos 4 UHT, é possível concluir que após uma lavagem geral e após uma lavagem intermédia, ou seja, no início de produção, existe uma maior perda de leite relativamente ao fim de produção. Cerca de 95% das amostras colhidas após uma lavagem geral correspondem a apenas leite.

Avaliação do recuperado

A Lactogal possui uma estratégia de reaproveitamento de leite para evitar que este seja desperdiçado na fase de enchimento. A zona do leite recuperado inclui dois tanques de armazenamento de volume 25.000L, e o leite é originado dos pacotes rejeitados durante o enchimento e ainda das linhas dos UHT. Este leite passa novamente pelo tratamento UHT e destina-se apenas à produção de leite com chocolate.

No início de produção, após uma lavagem geral e após uma intermédia, o processo envia primeiramente o conteúdo das linhas para a zona de descarga (local de amostra B da Figura 15) durante um determinado volume de empurro. Depois deste volume, o sistema começa a desviar o produto para os tanques de leite recuperado (local de amostra C da Figura 15) durante um determinado volume de empurro. Tal acontece de modo a garantir que o produto que chega às máquinas de enchimento possua uma crioscopia superior a 520 mC, pois se o IC for inferior a esse valor, o produto final poderá sofrer alterações a nível da longevidade e características organoléticas e físico-químicas.

No fim de produção, temos uma situação contrária ao início. O sistema desvia o produto restante das linhas para os tanques de leite recuperado (local de amostra C da Figura 15) durante um determinado volume de empurro. Após este tempo, começa a fazer a descarga na zona de colheita B. Como tal, é necessário que os valores obtidos no início de produção apresentem um IC a rondar os 520 mC uma vez que representam o IC do produto que se encontra a ir para as máquinas de enchimento.

Recorrendo o Gráfico 16 e a Tabela 7 é possível afirmar que os resultados obtidos no início de produção não poderão ser alterados uma vez que se encontram no limite do valor aceitável e que a sua alteração poderá levar a uma instabilidade do tempo de vida útil do produto final. No fim de produção, as amostras apresentam quase 50% de leite, mesmo após já se ter enviado o leite restante das linhas para os tanques do leite recuperado. Não obstante, é fundamental estudar e avaliar as linhas do recuperado de forma a garantir um menor IC no fim de produção da zona de recolha B e de forma a suportar o que foi concluído no início de produção.

Foram analisados quatro momentos de recolha de amostras, no início de produção após uma lavagem geral e após uma lavagem intermedia, e no fim de produção antes de se dar início a uma lavagem geral e uma lavagem intermédia. Na Tabela 9 encontram-se descritos os tempos de empurro de cada UHT referentes ao início e fim de produção bem como nos locais de colheita B (dreno) e C (recuperado).

Tabela 9: Tempos de empurro das linhas dos UHT relativas ao início e ao fim de produção na zona do dreno e na zona dos tanques de leite recuperado

<i>UHT's vs. Capacidade</i>			<i>Tempo de Envio (s)</i>			
			<i>Inicio produção</i>		<i>Fim Produção</i>	
<i>Nº</i>	<i>L/h</i>	<i>L/s</i>	<i>Dreno</i>	<i>Recuperado</i>	<i>Dreno</i>	<i>Recuperado</i>
UHT 1	21.000	5,83	247	60	182	60
UHT 2	23.000	6,39	312	60	232	60
UHT 3	23.000	6,39	292	60	212	60
UHT 4	24.000	6,67	312	60	231	60

Analisando a Tabela, percebemos que cada UHT apresenta uma capacidade de arranque diferente variando entre 21 000 - 24 000 L/h. No entanto, apresentam o mesmo tempo de empurro de 60s na zona do recuperado, quer seja no início, quer seja no fim de produção.

No início de produção, foram colhidas amostras de 100mL a cada 30s da entrada do leite para o tanque de recuperado, para se avaliar a evolução da crioscopia à medida que o leite das linhas estava a ser descartado para o local de colheita C. No total foram estudados 6 tempos de colheita,

sendo eles 0s, 30s, 60s, 90s, 120 e 180s (últimos pingos). Nas Figuras 19 e 20 encontram-se representados os resultados obtidos do IC médio (mc) de leite no início de produção após uma lavagem geral e após uma lavagem intermédia no local de colheita C.

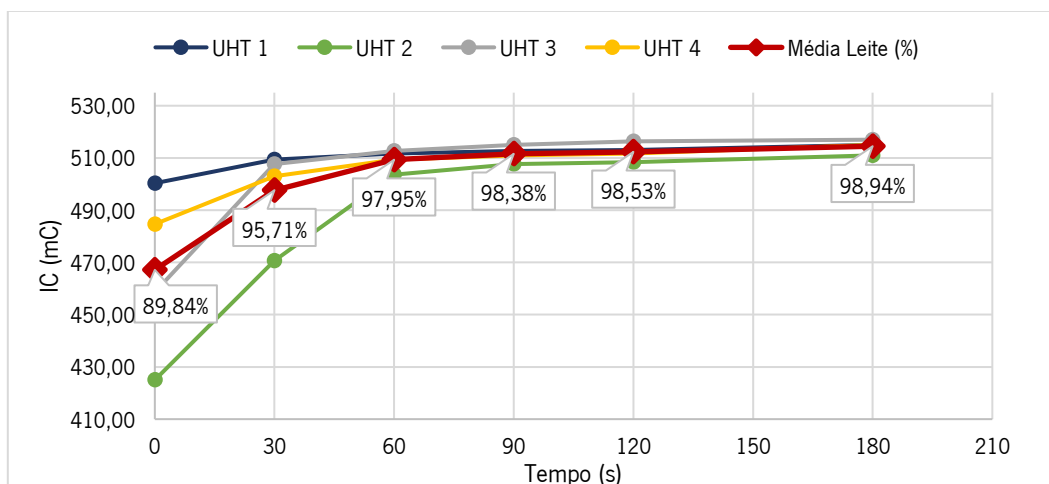


Figura 19: IC médio (mc) de leite no início de produção após uma lavagem geral no local de colheita C

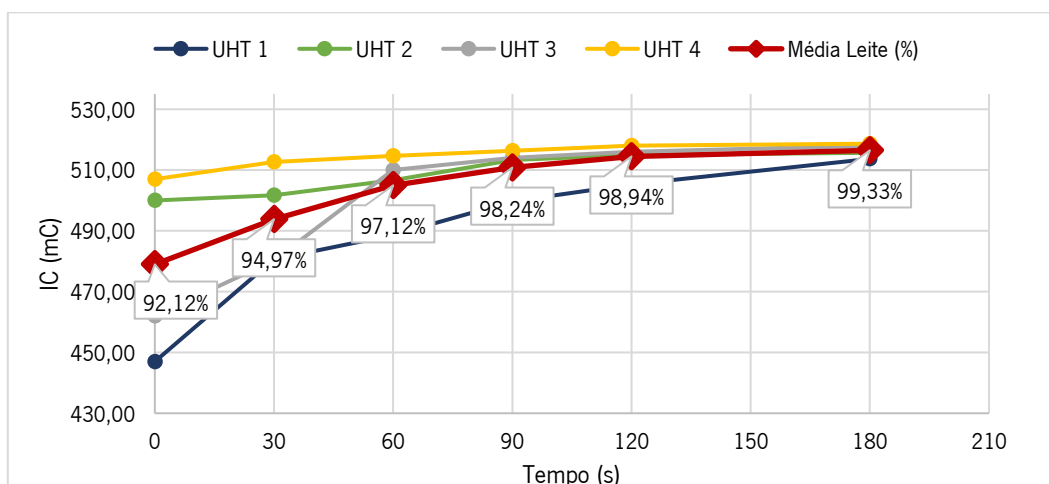


Figura 20: IC médio (mc) de leite no início de produção após uma lavagem intermédia no local de colheita C

É possível observar, na Figura 19, que no início da descarga (0s) após uma lavagem geral as amostras obtidas apresentam uma média de 89,84% de leite, o que significa que a última descarga colhida no local de colheita B apresentava uma grande percentagem de leite. Aos 60s, tempo máximo de descarga indicado na Tabela de empurros (apresentada mais a frente), temos uma média de 97,95% de leite a sair no recuperado. No fim do tempo obtido (180s), a percentagem de leite está nos 98,94%, quase não alterou, pelo que temos 120s a mais de descarga desnecessária que pode levar a uma sobrecarga do processo do leite recuperado e a um aumento de produto excessivo de leite com chocolate.

Após uma lavagem intermédia, observando a Figura 20 temos uma média de 92,12% de leite no

início da descarga (0s), o que pode significar que quando termina o tempo de empurro no local B já se desperdiçou leite que podia ter sido enviado para os tanques de recuperado. Aos 60s, tempo esperado de descarga no recuperado segundo a Tabela 9, os valores aumentam para 94,97% de leite na amostra. Após os 180s obtidos, as amostras colhidas apresentavam uma média de 99,33% de leite, pelo que houve um ligeiro aumento na crioscopia de leite nas amostras colhidas entre os tempos de 60s e de 180s. Não obstante, esta diferença de leite não é significativa dado que pode ser reduzida de modo a não sobrecarregar o processo do leite recuperado e não levar a um aumento de produção excessiva de chocolate.

Os resultados obtidos nos tanques de leite recuperado suportam os resultados das amostras colhidas no local de colheita B, relativamente ao início de produção. Ambos apresentam elevados valores de crioscopia, pelo que dada a fragilidade do processo relativamente à entrada de água nos pacotes embalados, deverão permanecer inalterados. No entanto, observando a Tabela 9 dos tempos de empurro, percebemos que no início de produção no recuperado o tempo de empurro esperado (60s) é inferior ao tempo de empurro obtido (180s), dado que é imperativo realizar uma atualização ao programa industrial antes de fazer qualquer alteração.

No fim de produção foram igualmente colhidas amostras de 100 mL durante 60s, no momento inicial (0s) e no momento final da descarga (60s) das linhas para os tanques do leite recuperado. Nas Figuras 21 e 22 encontram-se representados os resultados obtidos do IC médio (mc) de leite no fim de produção após uma lavagem geral e após uma lavagem intermédia no local de colheita C.

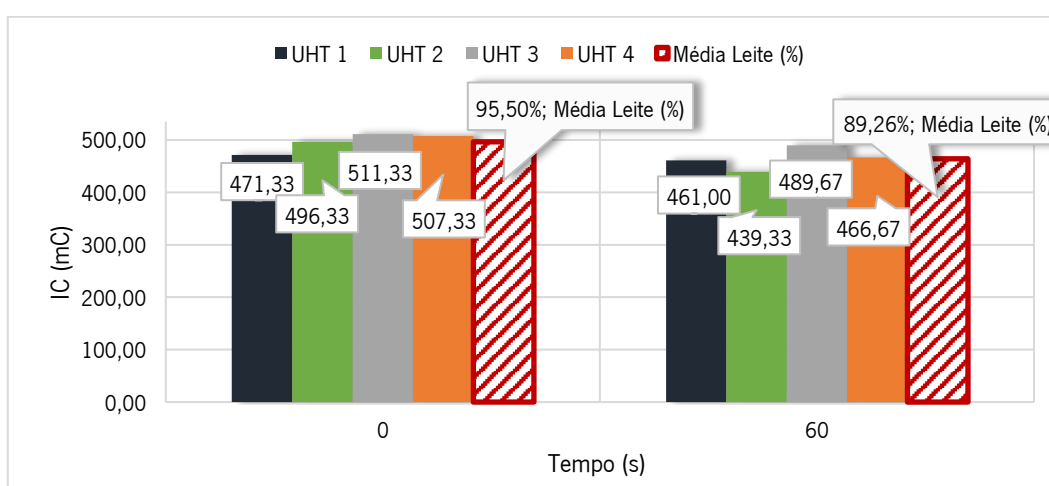


Figura 21: IC médio (mc) de leite no fim de produção após uma lavagem geral no local de colheita C

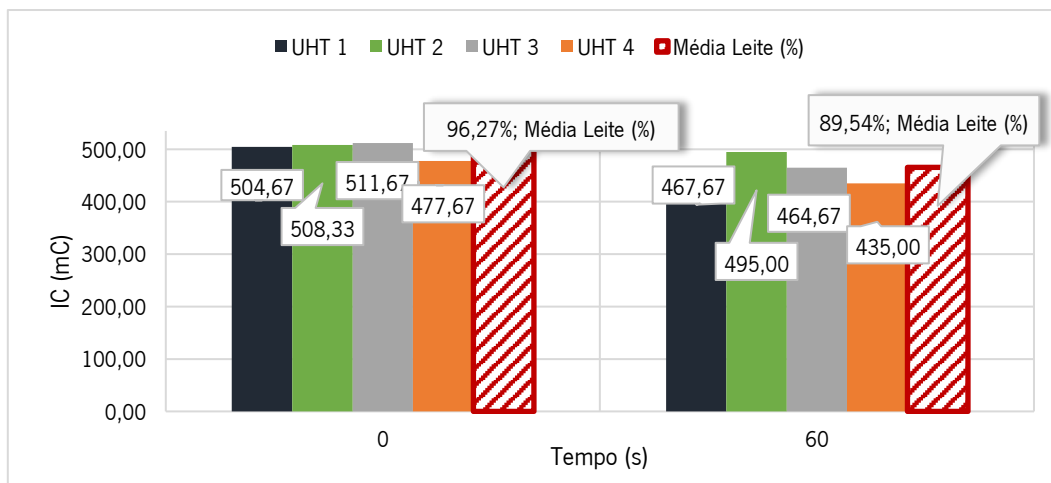


Figura 22: IC médio (mc) de leite no fim de produção após uma lavagem intermédia no local de colheita C

Analisando as Figuras 21 e 22, no momento inicial de descarga ambas as lavagens apresentam valores semelhantes de crioscopia, o que significa que o último produto a ser embalado apresentava uma percentagem de leite a rondar os 96%, pois a descarga inicial é representativa do último produto presente nas linhas após terminar a produção. Observa-se ainda uma média de 89,26% e de 89,54% de leite nas últimas amostras retiradas aos 60s no fim de produção antes de uma lavagem geral e de uma lavagem intermédia. Como foi referido anteriormente, após esta descarga nos tanques de leite recuperado, é realizada uma descarga final das linhas no local de colheita B. Deste modo, uma percentagem de cerca 89% de leite nas amostras colhidas, no local de colheita C, indicam a possibilidade de aumentar o tempo de descarga e evitar que seja desperdiçado leite no local de colheita B.

3.3.4 Enchimento

A análise à fase de enchimento subdividiu-se em diferentes avaliações: a primeira baseou-se numa avaliação do processo, nomeadamente às máquinas de enchimento Edge de embalagens de 1,0L e aos produtos não conformes; e, a segunda a uma avaliação à carga microbiológica das embalagens rejeitadas após um empalme.

Avaliação do processo

Foi realizada uma avaliação aos empalmes de papel das quatro máquinas de enchimento Edge de 1,0L (máquinas de enchimento 604, 607, 619 e 620). Um empalme de papel ocorre quando o material da embalagem está a terminar e é necessário unir um novo rolo para dar continuidade ao processo. A troca de material é feita manualmente, o que pode levar à contaminação do material quando não existe uma correta higienização do operador. Como tal, para garantir uma

qualidade microbiológica do produto, alguns pacotes são rejeitados antes e depois do empalme, como observado na Tabela 10.

Segundo o programa industrial, as máquinas rejeitam no máximo 10 embalagens de papel por cada empalme realizado. Dessas 10 rejeitadas, duas ocorrem antes do empalme, 1 com o empalme e os restantes 5 após o empalme, de modo a garantir a segurança alimentar. É importante salientar que o número de embalagens rejeitadas é definido pelo sistema das máquinas de enchimento, o que pode levar a uma alteração no número de rejeitados no caso de embalagens mal formadas. Isto é, a máquina continua a rejeitar pacotes se encontrar embalagens mal formadas até que estas estejam corretas.

Tabela 10: Programa industrial referente ao número de embalagens rejeitadas nas máquinas de enchimento Edge aquando de um empalme

<i>Programa Industrial (EDGE)</i>						
<i>Máquina de enchimento</i>		<i>Embalagens rejeitadas (unid.)</i>			<i>Software</i>	
<i>Nº</i>	<i>Tipo</i>	<i>Antes</i>	<i>Empalme papel</i>	<i>Após</i>	<i>PM</i>	<i>Tira</i>
604	A3F 1000E	2	1	5	10*	6
607	A3F 1000E	2	1	5	10*	6
619	A3F 1000E	2	1	5	10*	6
620	A3F 1000E	2	1	5	10*	6

*O número de embalagens pode variar devido ao *transient filling*, a máquina altera a velocidade durante a rejeição da emenda e o número pode variar de acordo com o enchimento.

Na Figura 23, encontra-se representado o número de empalmes analisados nas 4 máquinas de enchimento. Foram estudados um total de 31 empalmes, sendo 9 correspondentes à máquina 604, 10 à máquina 607, 6 à máquina 619 e 6 à máquina 620. Esta variação de empalmes obtidos deve-se ao número máximo de máquinas (3) que pode estar a trabalhar em simultâneo de forma a não sobrecarregar a capacidade do processo.

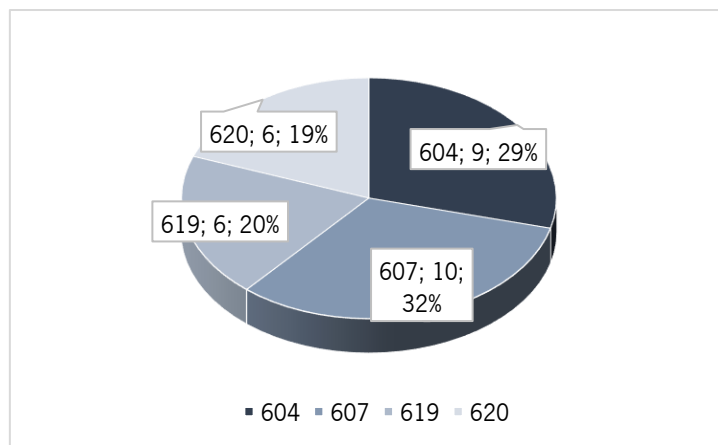


Figura 23: Distribuição total de empalmes recolhidos e analisados nas máquinas de enchimento Edge

Com uma avaliação inicial aos empalmes recolhidos foi possível identificar três tipos de não conformidades nas embalagens:

- *Tipo A* – embalagens rejeitadas por excesso;
- *Tipo B* – embalagens opadas e embalagens danificadas à saída das máquinas de enchimento;
- *Tipo C* – amostras positivas no D-Count, (BioMérieux, 2021), (sem dano aparente na embalagem).

Observando a Tabela 11 verifica-se que foram recolhidas um total de 383 embalagens dos 31 empalmes analisados na Figura 23, correspondendo cerca de 81 embalagens a não conformidades.

Tabela 11: Distribuição do número de embalagens não conformes obtidas nos empalmes analisados

		<i>Máquina</i>				<i>TOTAL</i>
		<i>604</i>	<i>607</i>	<i>619</i>	<i>620</i>	
<i>Não conformes</i>	<i>Tipo a</i>	31	28	0	14	73
	<i>Tipo b</i>	2	3	0	0	5
	<i>Tipo c</i>	1	0	1	1	3
	<i>TOTAL</i>	34	31	1	15	81
<i>Conformes</i>		87	97	59	59	302
TOTAL EMBALAGENS		121	128	60	74	383

Deste modo, para se identificar qual o tipo de não conformes mais crítico nas máquinas da fase de enchimento recorreu-se ao Diagrama de Pareto por efeitos, apresentado na Figura 24.

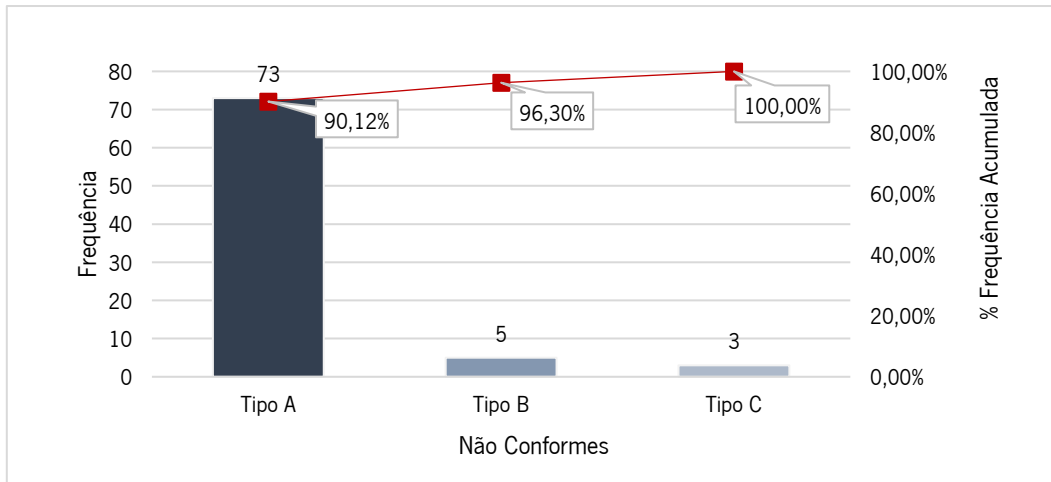


Figura 24: Diagrama de Pareto por efeitos referente aos três tipos de não conformes

Analisando a Figura 24, é perceptível que o tipo A apresenta uma grande frequência de ocorrência comparativamente aos tipos B e C, correspondendo a cerca de 73 embalagens rejeitadas por excesso pelas máquinas de enchimento aquando de um empalme. Podemos ainda observar que o tipo B apresenta uma frequência de 5 ocorrências e o tipo C de apenas 3 ocorrências.

Posto isto, foi elaborado um Diagrama de Pareto por causas, representado na Figura 25, para se determinar qual das quatro máquinas estaria a provocar um maior número de defeitos do tipo A (identificado na Figura 24 como sendo o mais crítico no processo de enchimento).

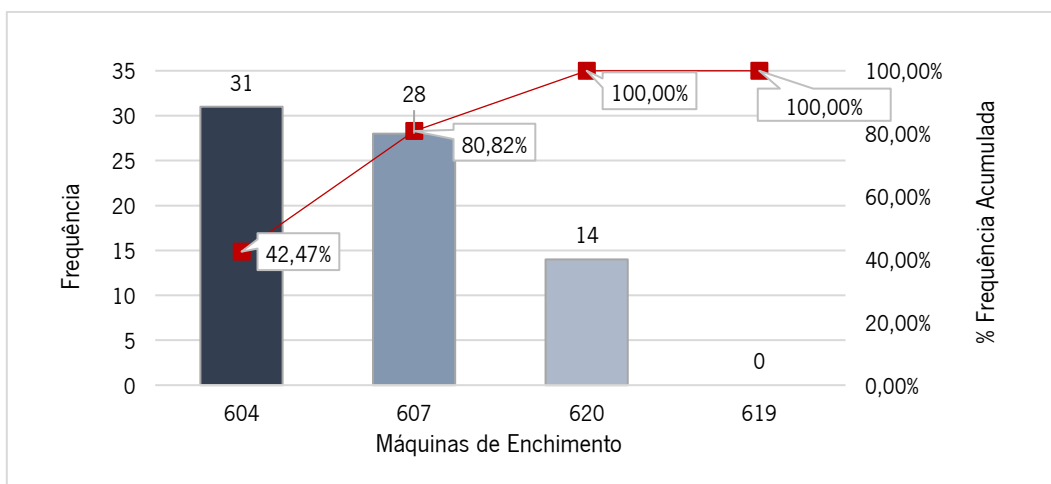


Figura 25: Diagrama de Pareto por causas referente à pior máquina com o tipo A

Da Figura 25 e a Tabela 11 verifica-se que, das quatro máquinas de enchimento, a 604 e a 607 foram as que mais produziram não conformes do tipo A, com um total de 31 e 28 embalagens respetivamente. Já a máquina 620 descartou 14 nas 74 embalagens recolhidas e a máquina 609 não descartou nenhuma embalagem por excesso, nas 60 embalagens recolhidas.

Dado os resultados obtidos foi essencial analisar melhor a relação entre as embalagens esperadas

e as embalagens obtidas nas quatro máquinas de enchimento. Percebemos através da Tabela 12 que houve uma variação no número de rejeitados nas máquinas.

Tabela 12: Número de ocorrências de embalagens rejeitadas nas 4 máquinas de enchimento

<i>Máquina</i>	Ocorrências de Embalagens Rejeitadas				<i>Total Empalmes</i>
	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	
604	0	0	5	4	9
607	0	6	0	4	10
619	6	0	0	0	6
620	0	5	0	1	6
TOTAL	6	11	5	9	31

Em vez das 10 embalagens esperadas, a máquina 604 rejeitou 13 embalagens em 5 dos 9 empalmes recolhidos, e rejeitou 14 embalagens em 4 empalmes. Já a máquina 607, rejeitou 13 embalagens em 6 empalmes e 14 embalagens em 4 dos 10 empalmes analisados. Na máquina 620 obtiveram-se 5 empalmes a rejeitar 12 embalagens e apenas 1 a rejeitar 14 pacotes. A máquina 619 descartou sempre 10 embalagens nos 6 empalmes avaliados.

Continuando com a análise, na Figura 26 podemos encontrar representada a relação entre os empalmes esperados com os empalmes rejeitados nas máquinas de enchimento estudadas, dando ênfase à percentagem de embalagem rejeitadas por excesso, isso é, número de embalagens rejeitadas superior ao valor descrito no programa industrial da Tabela 10.

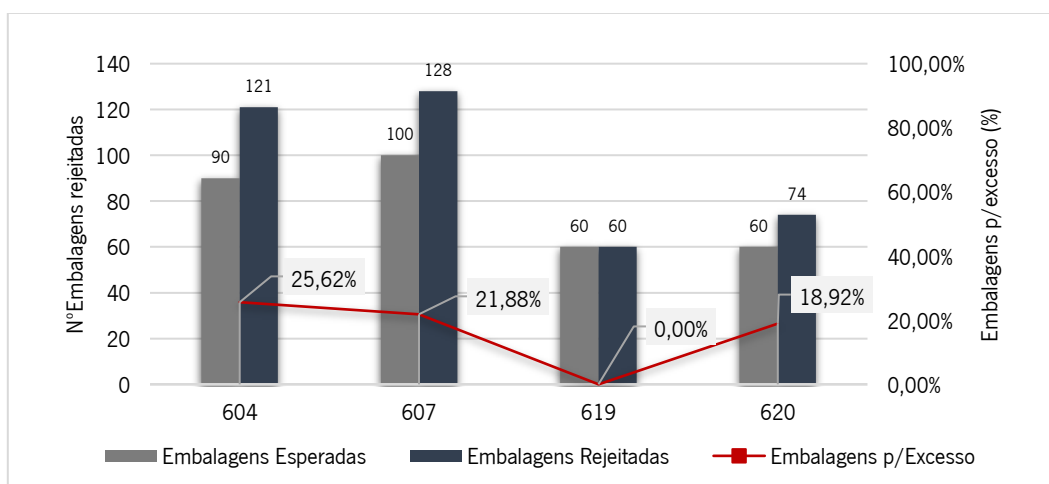


Figura 26: Relação entre os empalmes esperados com os empalmes rejeitados nas máquinas de enchimento estudadas, dando ênfase à percentagem de embalagem rejeitadas por excesso

Observamos que a máquina 604 possui uma maior percentagem de rejeitados, cerca de 25,62% das embalagens rejeitadas superaram os 10 pacotes esperados. A 607 rejeitou cerca 21,88% por excesso, seguida da 620 (18,92%). Já a máquina 619 rejeitou o número de pacotes dentro no

limite máximo esperado. Este excesso pode estar associado à calibração da máquina. Se a máquina estiver mal calibrada, o empalme é feito incorretamente (a união dos rolos não está no local adequado). Assim, as embalagens ficam malformadas, o que pode levar a que a máquina reajuste o número de embalagens rejeitadas e descarte mais do que o esperado.

Avaliação microbiológica dos pacotes rejeitados

Com o objetivo de avaliar a carga microbiológica dos empalmes, foram recolhidas as últimas 5 embalagens das máquinas de enchimento, por se tratar das menos prováveis de terem sido contaminadas durante o empalme e que, como tal, podem ser potencialmente introduzidas no mercado. As amostras recolhidas foram incubadas a 30 °C +/- 1 °C durante 3 dias e analisadas através do método de citometria de fluxo no D-Count (BioMérieux, 2021). Segundo a classificação das células viáveis totais (IBC/ml) do D-Count (BioMérieux, 2021), é possível enquadrar os resultados obtidos em três categorias: (a) resultado negativo – valores inferiores a 100 IBC/ml, o que indica que o leite encontra-se dentro dos parâmetro de qualidade pretendidos e pode ser comercializado; (b) resultado suspeito – valores entre 100 e 200 IBC/ml, indicando que as amostras necessitam de ser estudadas para se verificar a sua comercialização; e, (c) resultado positivo – valores superiores a 200 IBC/ml, o leite está contaminado e não pode ser comercializado.

Adicionalmente, nos resultados suspeitos e positivos foi ainda realizada uma análise ao pacote para se verificar se a fonte de contaminação se deveu a danos na embalagem. As amostras foram cortadas transversalmente e foi aplicado um corante, eritrosina, no seu interior. Deixou-se secar a embalagem e removeu-se a camada externa de polietileno para se verificar se o corante penetrou a camada de cartão. Caso se comprovasse a presença de pigmentação na camada, então a embalagem teria sofrido danos à saída da máquina, podendo ser essa a fonte da contaminação. No total foram analisadas 124 embalagens nas quatro máquinas de enchimento do tipo Edge. Na Tabela 13 encontra-se a distribuição de amostras de acordo com o nível de contaminação bacteriana nas máquinas Edge de enchimento.

Tabela 13: Distribuição de amostras de acordo com o nível de contaminação bacteriana nas máquinas de enchimento Edge

Células Viáveis Totais (IBC/mL)	604		607		619		620	
	n	%	n	%	n	%	n	%
0-25	33	76,74%	43	89,58%	27	90,00%	22	73,33%
25-50	9	20,93%	5	10,42%	2	6,67%	4	13,33%
50-100	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	2	6,67%
100-200	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	3,33%
>200	1	2,33%	0	0,00%	1	3,33%	1	3,33%
Total	43	100,00%	48	100,00%	30	100,00%	30	100,00%

Das amostras analisadas, obteve-se três amostras positivas, uma referente à máquina 604 e correspondente à 10ª embalagem rejeitada (voltando à Tabela 12 que mostra que a máquina 604 rejeitou quase sempre entre 13 e 14 embalagens); uma na máquina 619 (10ª embalagem rejeitada, a máquina rejeitou sempre 10 embalagens); e uma na máquina 620, correspondente à 9ª embalagem de um total de 12 rejeitadas. Observou-se ainda um resultado suspeito correspondente à máquina 620 (10ª embalagem de 12 rejeitadas). Após uma análise às embalagens, determinou-se que a fonte de contaminação se deveu a danos sofridos na embalagem à saída da máquina.

Relacionando as Tabelas 12 e 13 podemos afirmar que é possível haver uma redução do número de embalagens rejeitadas, uma vez que as não conformidades do tipo C pertencem apenas à 10ª embalagem do total de rejeitadas. Dado que o número de rejeitados não corresponde ao descrito no programa industrial, é essencial realizar um estudo mais profundo às máquinas de enchimento com o objetivo de determinar se há de facto problemas associados à calibração das máquinas, e depois disso fazer a sua atualização.

Não obstante, através dos resultados obtidos pode afirmar-se que é possível a redução e reaproveitamento de um mínimo de duas embalagens rejeitadas, uma vez que se obteve resultados negativos nas amostras rejeitadas após a 10ª embalagem.

3.3.5 Linhas de Despacho

A análise às linhas de despacho assentou numa avaliação inicial e final do despacho do leite e da nata. Foi ainda estudado e analisado o programa industrial desta fase, que se encontra na Tabela 14.

Tabela 14: Parâmetros de empurros das linhas de despacho de leite e nata

Parâmetros de Empurro			
Linhas Despacho	Item	Volume (dm ³)	
		Início Produção	Fim Produção
Leite	D005	380	500
Nata	D006	780	790

Através da tabela dos parâmetros de empurro das linhas de despacho observa-se que a linha da nata apresenta um maior volume de empurro que a linha do leite. Tal deve-se às características do produto, uma vez que a nata apresenta uma consistência mais espessa que o leite. Observa-se ainda que existe diferenciação entre o início e o fim de produção, ao contrário das tabelas de empurro da receção e do tratamento UHT. No fim de produção o volume de empurro é superior ao do início de produção para se garantir que o produto da linha é escoado ao máximo para os camiões.

Avaliação do despacho de leite

Na Figura 27 mostra-se o processo de amostragem ao despacho do leite. Neste processo é essencial ter em atenção três zonas de colheita de amostra: no tanque de leite termizado antes de ser enviado para o camião (local de colheita A); na zona de descarga da linha (local de colheita B); e no camião (local de colheita C). Cada amostra foi colhida em frascos de 100 ml e foram realizadas análises físico-químicas para determinar a sua composição e crioscopia (anexo). Foram colhidas um total de 18 amostras. Teve-se também atenção a dois momentos de recolha de amostras: no início e no fim de produção.

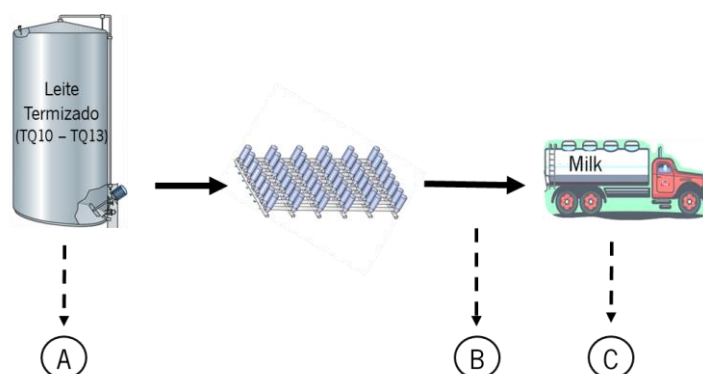


Figura 27: Processo sequencial de amostragem do despacho do leite

No início de produção, é feita uma descarga na zona de colheita B antes do produto ser enviado para o camião. No fim de produção, o escoamento à linha é feito para dentro do camião, pelo que

não é efetuada nenhuma descarga no dreno.

Assim, na Figura 28 encontram-se representados os valores obtidos no início e no fim de produção das linhas de despacho do leite. O valor médio obtido de leite no início de produção no dreno é de apenas 20,06%, pelo que se encontra dentro do valor pretendido. No final de produção, o valor médio de leite obtido no camião apresenta uma crioscopia de 523,67 mC, o que significa que, apesar de ter havido uma redução relativamente ao tanque de leite termizado, encontra-se também dentro do valor pretendido, acima de 520 mC. Assim, constata-se que as linhas de despacho do leite não refletem perda de leite, pelo que deverão permanecer tal como estão.

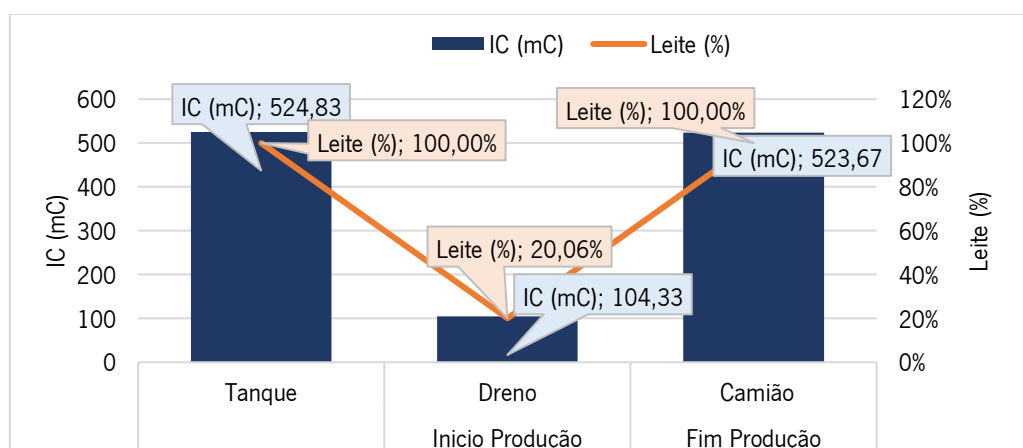


Figura 28: IC médio e de leite (%) no local de amostra A, B e C das linhas de despacho do leite

Avaliação do despacho nata

Passando à linha do despacho da nata, esta difere da de leite uma vez que a nata possui um teor maior de gordura. Sendo a nata um produto mais difícil de manusear é necessário haver CIP mais frequentes que o despacho do leite, de modo a garantir a qualidade do produto. Como tal, existem dois estados da linha: quando a linha vem de CIP e encontra-se vazia; e, quando a linha está de empurro e encontra-se com água. A linha lavada difere da linha de empurro pois no CIP são utilizados produtos químicos de desinfeção da linha e no empurro a linha é apenas passada por água. Deve referir-se que um empurro à linha é feito a seguir a cada despacho da nata, enquanto a linha só entra em CIP se estiver parada e não realizar nenhum despacho em três horas.

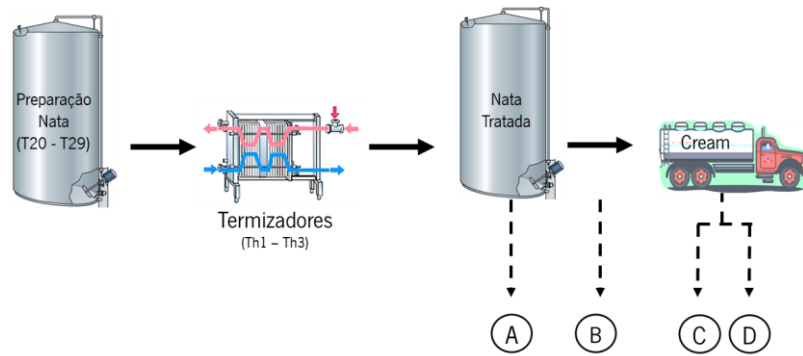


Figura 29: Processo sequencial de amostragem do despacho da nata

Posto isto, na Figura 29 encontra-se representado o processo sequencial de amostragem da linha de despacho de nata. Neste percurso foram estudadas quatro zonas de colheita: no tanque de nata tratada (local de colheita A); na zona de descarga no dreno (local de colheita B); na mangueira à entrada do caminhão (local de colheita C); e no caminhão já cheio (local de colheita D). Cada amostra foi colhida em frascos de 100 ml e foram realizadas análises físico-químicas para determinar a sua composição. Foram colhidas um total de 20 amostras.

Como foi explicado anteriormente, no início de produção, é feita uma descarga no local de colheita B do conteúdo da linha e passado um volume de empurro o produto segue para o seu destino - o caminhão. Iniciou-se então com uma análise ao início do despacho nos locais de colheita B e C da linha de despacho e aos dois estados da linha, quando estava lavada e quando estava de empurro. Na Figura 30 encontra-se representado o teor de matéria gorda (M/M%) no início do despacho da nata com a linha lavada e com a linha de empurro nos locais B e C de colheita.

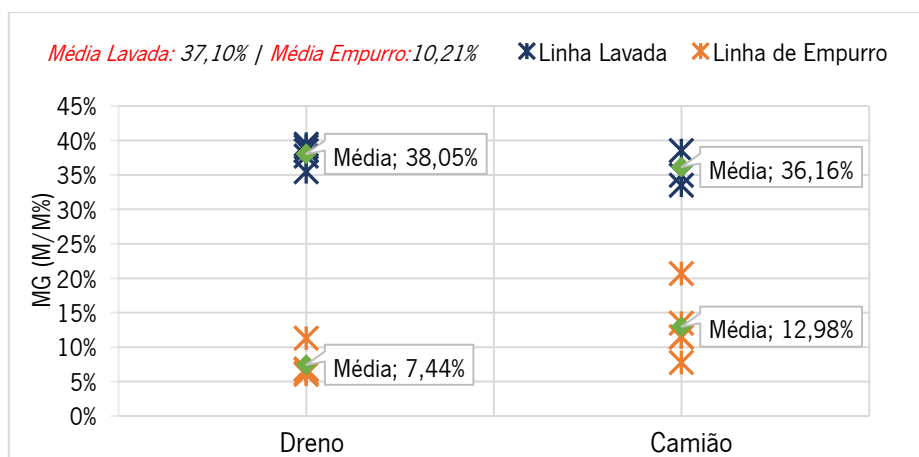


Figura 30: Teor de matéria gorda (M/M%) no início do despacho da nata no dreno e a entrada do caminhão

Através da Figura 30 é possível afirmar que quando a linha está lavada as amostras mostraram um maior teor de gordura comparativamente às amostras colhidas quando a linha estava de empurro. É ainda perceptível uma diferença de matéria gorda entre os dois locais de colheita. Em

média, a linha lavada apresenta um teor de matéria gorda de 37,10% enquanto a linha de empurro apresenta cerca de 10,21%. Tal deve-se ao facto de quando temos a situação da linha lavada, esta encontra-se vazia no momento do início de produção, pelo que os operadores engatam diretamente a mangueira no camião de despacho. Quando a linha está de empurro esta encontra-se com água pelo que a descarga feita no local de colheita B vai possuir um baixo teor de gordura. Os operadores fazem um controlo visual no local de colheita C, ou seja, em vez de colocarem diretamente a mangueira no camião, como fazem quando a linha está lavada, iniciam a produção e esperam que comece a sair nata na mangueira. Assim que têm contacto visual, param o processo, colocam a mangueira no camião e retomam o despacho. Este método de controlo de qualidade é realizado pelo simples facto de que um acréscimo de água no camião, baixa drasticamente o teor de gordura da nata desvalorizando assim a sua qualidade. No entanto, é um controlo subjetivo de cada operador, pelo que a quantidade de produto da linha que é descarregada varia consoante o operador.

Como tal, foi necessário apurar que quantidade de nata se estava a descarregar no local de colheita C no início de despacho quando a linha está de empurro. Recorreu-se a duas bilhas de 50 litros para recolher o produto que saía na mangueira. Foram colhidas amostras, de 100mL cada, no início da primeira bilha (0 litros), no final da primeira bilha (após 50 litros), a metade da segunda bilha (50L da 1ª bilha mais 25L da 2ª) e no final da segunda bilha (100L), e foi medido o teor de matéria gorda. Estes valores foram comparados com os obtidos no camião já cheio (local de colheita D) e no tanque de nata (local de colheita A). Na Tabela 14 e na Figura 31 observa-se a evolução do teor de gordura (m/m%) do despacho de nata quando a linha está de empurro.

Tabela 15: Evolução da matéria gorda (m/m%) no do despacho de nata quando a linha está de empurro

<i>Local recolha</i>	<i>Volume (L)</i>	<i>Matéria Gorda (M/M%)</i>
Início Bilha 1	0	11,46%
Fim Bilha 1	50	23,70%
Metade Bilha 2	75	37,90%
Final Bilha 2	100	38,49%

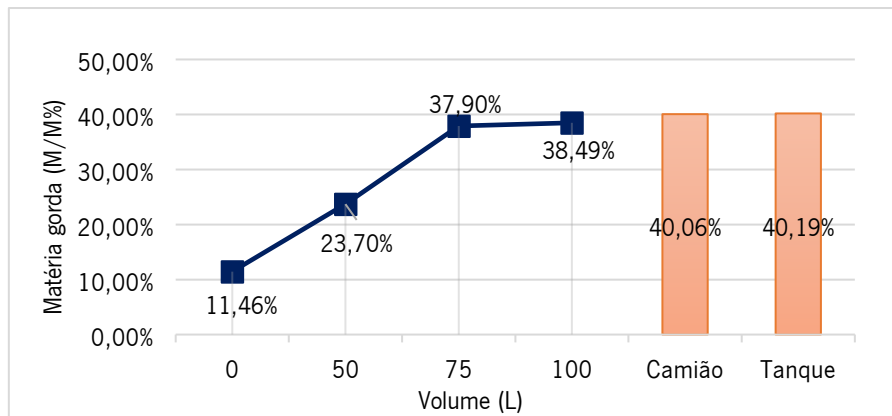


Figura 31: Evolução da matéria gorda (m/m%) no despacho de nata quando a linha está de empurro

Observa-se que o primeiro produto a sair na mangueira possui uma gordura de 11,46%, enquanto apenas após 75L o teor de gordura aumenta para 37,90%. Apesar de no final da segunda bilha o teor de gordura ser apenas 38,49%, o valor obtido no camião não alterou em relação do tanque, cerca de 40,06% e 40,19% respetivamente. Desta forma é possível concluir que o facto de os operadores realizarem um controlo visual à mangueira do despacho, apenas contribui para um desperdício de nata na linha, uma vez que a água na linha é mínima e não afeta o teor de gordura no camião já cheio.

Relativamente ao fim de produção, após o envio da nata para o camião, é feito um empurro à linha (água da lavagem empurra a nata restante da linha) para o camião durante o volume de empurros apresentado na Tabela 14. Este modo de operação não é diferenciado pelo estado da linha como acontecia no início de produção, pelo que é realizado independentemente do estado da linha. Deste modo, foram recolhidas amostras na mangueira após empurro para se comparar com os valores de gordura com os do tanque de nata termizado proveniente e com os do camião de destino. Na Figura 32 encontram-se os valores de teor de matéria gorda obtidos no fim de produção nos locais de colheita A, B, C e D.

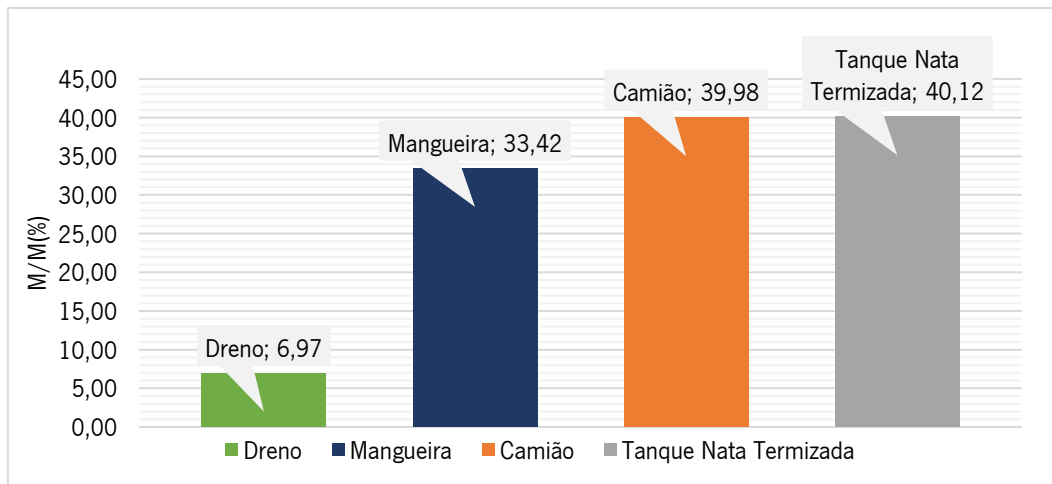


Figura 32: Teor médio de gordura (M/M%) no fim de produção nos locais A, B, C e D de colheita

Analisando a Figura 32, percebe-se que depois do empurro final para o camião a média de gordura à saída da mangueira, ou seja, valor representativo do último produto a entrar para o camião, era de 33,42%. Já comparando o valor médio obtido no camião cheio com o valor médio do tanque correspondente, constata-se que houve de facto um decréscimo no teor de gordura. No entanto, essa diminuição não é significativa e o valor obtido no camião ainda se encontra dentro do esperado, ou seja, entre 38-40%.

4. Propostas de Melhoria

Ao longo deste capítulo são apresentadas algumas propostas de melhoria face aos resultados em cada uma das fases do processamento de leite obtidos no capítulo anterior. Através da ferramenta 5W1H foram elaborados planos para implementar as ações propostas para cada uma destas fases com vista à redução de perdas de leite encontradas ao longo do seu processo.

4.1 Receção

Iniciando a apresentação das propostas de melhoria pela primeira fase do processamento de leite, apresentam-se na Tabela 16 a ferramenta 5W1H as propostas de melhoria para a receção.

Tabela 16: 5W1H e propostas de melhoria da Receção

		Receção	
		Proposta 1	Proposta 2
5W	O quê? (What?)	Revisão e atualização do programa industrial	Redução de perdas de leite
	Quem? (Who?)	Dept. de Manutenção	Eng. Manutenção, Eng. Produção e Eng. Qualidade
	Onde? (Where?)	Nas linhas da receção, entre a zona de descarga e os arrefecedores	Nas quatro linhas da receção no dreno junto ao painel de válvulas
	Quando? (When?)	O mais breve possível com uma revisão a cada 5 anos	Atuar no início de produção o mais breve possível.
	Porquê? (Why?)	Os valores obtidos e apresentados na Tabela 5 não vão de encontro aos valores esperados na Tabela 4	Excesso de leite à saída das linhas (percentagem média de leite de 99%)
1H	Como? (How?)	Atualizar o programa industrial com os valores obtidos na Tabela 5	Reduzir tempos de empurro do programa industrial

Estas duas propostas foram pensadas com o principal objetivo de melhorar o processo produtivo. Recomenda-se que estas propostas sejam implementadas conjuntamente de modo a reduzir as perdas de leite obtidas no início de produção, quantificadas na fase de diagnóstico. Será ainda necessário reunir uma equipa de vários profissionais de cada área para que a atualização do programa industrial vá de encontro aos resultados obtidos. É importante que as propostas apresentadas sejam implementadas o mais breve possível.

4.2 Termização

Seguindo para a fase da termização, encontram-se na Tabela 17 o 5W1H com a proposta de melhoria para esta fase do processamento do leite.

Tabela 17: 5W1H e proposta de melhoria da Termização

		Termização Proposta
5W	O quê? (What?)	Realizar novo estudo mais direcionado a termizador 2
	Quem? (Who?)	Eng. Manutenção, Eng. Produção e Eng. Qualidade
	Onde? (Where?)	Nas linhas do termizador 2 e no painel de válvulas da termização
	Quando? (When?)	Atuar no fim de produção o mais breve possível
	Porquê? (Why?)	O termizador 2 apresenta valores elevados de crioscopia obtidos no painel de válvulas
1H	Como? (How?)	Verificação e possível atualização do programa industrial da termização

Dados os resultados obtidos no diagnóstico da situação atual, sugere-se a realização de um novo estudo às linhas e ao termizador 2 do processo, uma vez que os resultados não foram conclusivos. Será dada mais ênfase ao fim de produção e à zona do painel de válvulas uma vez que os valores aí obtidos apresentam elevados valores de crioscopia. Este novo estudo seguirá e contribuirá para uma atualização ao programa industrial da termização.

4.3 Tratamento UHT

Continuando para a terceira fase do processamento de leite, encontra-se na Tabela 18 o 5W1H com as propostas de melhoria.

Tabela 18: 5W1H e propostas de melhoria do tratamento UHT

		Tratamento UHT		
		Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3
5W	O quê? (What?)	Redução de perdas de leite	Realizar novo estudo mais direcionado aos tanques de leite recuperado	Fazer distinção de LG e LI no programa industrial
	Quem? (Who?)	Eng. Manutenção, Eng. Produção e Eng. Qualidade	Eng. Manutenção, Eng. Produção e Eng. Qualidade	Dept. de Manutenção
	Onde? (Where?)	Nas linhas de envio para os tanques de leite recuperado	No dreno e nas linhas de envio para os tanques de leite recuperado	Em toda a fase de tratamento UHT
	Quando? (When?)	Atuar no início de produção o mais breve possível.	Atuar no início de produção o mais breve possível	No início e fim de produção o mais brevemente possível
	Porquê? (Why?)	Foram obtidos valores elevados de crioscopia na zona de colheita B e C	Os valores obtidos e apresentados nas Figuras 19 e 20 não vão ao encontro aos valores esperados na Tabela 9	Ambas as fases apresentam características diferentes do processo, logo não deverão ser tomadas de igual forma
1H	Como? (How?)	Reduzir até 120s nos tempos de empurro	Atualizar o programa industrial com os valores de tempo (s) obtidos nas Figuras 19 e 20	Alteração do programa industrial dos UHT

Verificou-se no capítulo anterior que é fundamental atuar nos tempos de empurro da zona do leite recuperado. As três propostas apresentadas estão todas diretamente relacionadas com o programa industrial, pelo que a sua atualização é necessária para que sejam implementadas com sucesso. Na proposta 1, o principal objetivo é a redução de perdas de leite através da diminuição de 120s nos tempos de empurro no início de produção. Caso seja possível uma alteração ao programa industrial, esperamos uma redução de 120s nos tempos de empurro inicial. Relacionando com o caudal de cada UHT no início de produção observado na Tabela 9, e com o facto de cada UHT realizar uma lavagem geral e pelo menos duas intermédias diariamente, esta redução traduz-se numa poupança de um total de 9 100,8 litros diários ou ainda de 3 321 792 litros anuais.

Com o preço mínimo de compra aos produtores de leite de 0,32€ por litro, obtemos uma poupança de 2 912,26€ diários ou de 1 062 973,44€ anuais. Com a proposta 2 será realizado um novo estudo ao processo, dando mais atenção aos tempos de empurro no dreno e no recuperado, uma vez que os tempos obtidos não vão ao encontro dos valores esperados na Tabela 9. Uma vez que são realizados dois tipos de lavagens às linhas e que estas apresentam características diferentes

é imperativo que apresentem também tempos de empurros distintos. Assim com a 3ª proposta deverá ser adicionada ao programa industrial a possibilidade de distinguir a lavagem geral da intermédia.

4.4 Enchimento

Na Tabela 19 encontra-se descrito o 5W1H das propostas de melhoria para a fase do enchimento.

Tabela 19: 5W1H e propostas de melhoria do enchimento

		Enchimento		
		Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3
5W	O quê? (What?)	Revisão e atualização do programa industrial	Calibração das máquinas	Reduzir embalagens rejeitadas
	Quem? (Who?)	Dept. Manutenção	Equipa TetraPak	Dept. Manutenção e equipa TetraPak
	Onde? (Where?)	Nas máquinas Edge de enchimento	Nas máquinas Edge de enchimento	Nas máquinas Edge de enchimento
	Quando? (When?)	O mais breve possível com uma revisão a cada 5 anos	O mais brevemente possível	O mais brevemente possível
	Porquê? (Why?)	Número de embalagens rejeitadas não coincide com o número de embalagens esperadas no programa industrial	Existe variação no número de pacotes rejeitados	A partir da 10ª embalagem rejeitada, as embalagens apresentam apenas resultados negativos
1H	Como? (How?)	Estudar mais detalhadamente as máquinas de enchimento, tanto as Edge como todas as restantes	Realizar novo estudo dando ênfase à zona das mandíbulas das máquinas (local onde se realiza o corte entre embalagens)	Reduzir 3 embalagens após a embalagem com o empalme

Dado os valores obtidos na fase de diagnóstico, há uma necessidade de rever e atualizar o programa industrial para as máquinas Edge, uma vez que o número de embalagens que estão a ser rejeitadas é maior que o número previsto. Tal deve-se maioritariamente a uma falta de calibração das mandíbulas das máquinas que permite que haja uma variação no número de pacotes rejeitados. Uma vez que as amostras colhidas a partir da 10ª embalagem rejeitada apresentam apenas resultados negativos, existe a possibilidade de reduzir 2 embalagens após o empalme.

Habitualmente a Lactogal compra o leite aos produtores a um preço mínimo de 0,32€ por litro, dependendo da qualidade do leite. Uma vez que o empalme de papel ocorre a cada hora e a

empresa opera 24h por dia, é possível ocorrer um total de 24 empalmes diários. Com apenas 3 máquinas a operar simultaneamente, um reaproveitamento das últimas 2 embalagens traduzir-se-ia num total de 144 embalagens diárias. Economicamente, seria possível uma poupança de 46,08€ diários ou de 16 819,2€ anuais.

4.5 Linhas de Despacho

Na Tabela 20 apresenta-se o 5W1H referente às propostas de melhoria para as linhas de despacho.

Tabela 20: 5W1H e propostas de melhoria d despacho de leite e nata

		Despacho Leite e Nata			
		Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3	Proposta 4
5W	O quê? (What?)	Engatar diretamente as mangueiras no camião	Revisão e atualização do programa industrial	Alteração ao volume inicial de empurro de nata	Alteração ao volume final de empurro de nata
	Quem? (Who?)	Operadores da Receção	Dept. Manutenção	Dept. Manutenção	Dept. Manutenção
	Onde? (Where?)	Na linha de empurro do despacho de nata	Linhas de despacho	Na linha de despacho de nata	Na linha de despacho de nata nos 2 estados da linha
	Quando? (When?)	No empurro inicial o mais brevemente possível	O mais breve possível com uma revisão a cada 5 anos	No empurro inicial o mais brevemente possível	No empurro final o mais brevemente possível
	Porquê? (Why?)	Havia perda de nata devido ao controlo visual por parte dos operadores	Cada estado da linha apresenta características e necessidades diferentes	Havia desperdício de nata no empurro inicial para o camião	Os valores obtidos na mangueira encontram-se dentro do esperado, pelo que há uma possibilidade de aumentar o volume de empurro
1H	Como? (How?)	Reunir operadores da receção e dar conhecimento da alteração	Fazer distinção do estado da linha, entre linha lavada e linha de empurro, na Tabela de empurros, e atualizar volumes de empurro	Aumentar 100L (correspondente ao volume das bilhas) no volume de empurro inicial	Aumentar 50L no volume de empurro final para o camião antes de se iniciar o CIP

Analisando a Tabela 20, são apresentadas um total de 4 propostas de melhoria. A primeira diz respeito aos valores obtidos no empurro inicial no despacho de nata quando a linha está de empurro. Uma vez que o controlo visual à linha por parte dos operadores estava a levar a um desperdício de nata, é proposto que a mangueira seja engatada diretamente no camião. Na

segunda proposta é sugerido rever e atualizar o programa industrial, fazendo distinção entre os dois estados da linha, tanto para a linha de despacho de leite como para a de nata. Com a proposta 3 será feita uma alteração ao volume de empurro inicial à linha de despacho de nata quando a linha está lavada. Com os resultados obtidos na Tabela 14 e Figura 31, será expectável uma redução de 100L, o equivalente ao volume das duas bilhas. Por fim, para a 4ª proposta de melhoria, dado que os resultados obtidos na Figura 32 encontram-se dentro do esperado, 38-40% de gordura, pelo que se pode efetuar um aumento de 50L ao volume de empurro no fim de produção, tanto para a linha lavada como para a linha de empurro.

Ao longo do presente capítulo foram apresentadas um total de 13 propostas de melhoria relativamente às 4 fases do processamento de leite e ao despacho do leite e nata. Dadas algumas limitações, principalmente de disponibilidade, foram implementadas apenas 5 propostas de melhoria, que serão melhor exploradas ao longo do capítulo seguinte e ainda apresentados os resultados obtidos.

5. Análise e discussão dos resultados obtidos

Neste capítulo apresenta-se uma análise e discussão dos resultados da implementação de algumas das propostas de melhoria apresentadas no capítulo 4. Dadas algumas limitações relacionadas com a falta de disponibilidade de tempo, foram implementadas 5 propostas de melhoria das 13 sugeridas. Estas 5 propostas, listadas nas Tabelas 16 e 20, remetem para as fases da receção e do despacho do leite e nata, por se tratar das fases com maior desperdício de leite. Para verificar a estabilidade do processo na fase de receção do leite, no que se refere ao IC, foram aplicadas cartas de controlo de amostras de dados individuais aos 6 tanques, comparando o desempenho do processo antes e depois da implementação das medidas.

5.1 Fase da receção

5.1.1 Análise dos desperdícios

Dados os resultados obtidos nas Tabelas 4 e 5 e na Figura 6, que indicavam que estava a ocorrer um grande desperdício de leite no início de produção, foi proposta a revisão e atualização do programa industrial. Deste modo, reuniu-se uma equipa constituída por colaboradores dos departamentos da manutenção, da produção e da qualidade para estudar as linhas da receção e atualizar o programa industrial. Esta revisão ao programa assentou num conjunto de várias tentativas de redução dos volumes de empurro, reduzindo 100L de cada vez até se chegar a um valor aceitável de crioscopia nas amostras recolhidas no dreno.

Na Tabela 21 encontra-se descrito o programa industrial atualizado, bem como a quantidade total de litros reduzidos em cada linha.

Tabela 21: Parâmetros de empurro da Receção após implementação de melhorias

Parâmetros de Empurro					
Linha Receção Leite Cru	Item	Arrefecedor	Volume Inicial (dm ³)	Volume Final (dm ³)	Volume Reduzido (dm ³)
1	L080	R001	840	740	100
2	L081	R002	1020	710	310
3	L082	R003	750	630	120
4	L083	R004	880	650	230
TOTAL					760

Analisando a Tabela 21, pode-se observar que houve uma redução total de 760L nas linhas da receção. Na linha 1, foi possível reduzir cerca de 100L, passando de um volume de empurro inicial 840L para 740L. Na linha 2, a redução foi de 310L, passando de 1020L para 710L de volume de empurro final. Na linha 3, houve uma redução de 120L, passando de 750L iniciais para 630L. Por último, na linha 4 conseguiu-se reduzir 230L, passando de 880L de volume inicial para um volume final de 650L.

Feitas as alterações ao programa industrial, foi necessário realizar um novo controlo ao início de produção das linhas da receção. Para o efeito, foram colhidas amostras de 100ml cada no dreno junto ao painel de válvulas (amostras B da Figura 5) e foi medido o seu índice crioscópico para se determinar a percentagem de leite. De seguida, estes resultados foram comparados com resultados obtidos de forma idêntica antes de efetuadas as alterações ao programa industrial. Na Figura 33 encontram-se representados os resultados da percentagem média de leite nas amostras colhidas no dreno antes e após a implementação destas alterações.

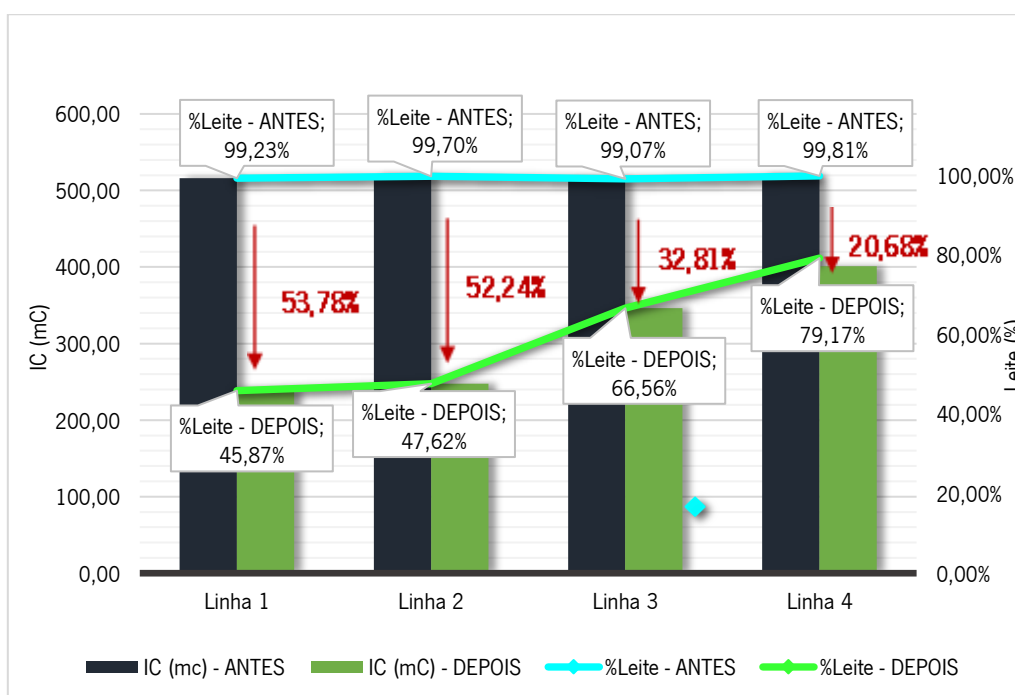


Figura 33: IC (mC) médio obtido após implementação de melhorias na Receção

Analisando os resultados verifica-se uma redução de 53,75% no IC da linha 1, passando de uma percentagem média de leite inicial de 99,23% para 45,87%. Na linha 2, à semelhança da linha 1, reduziu-se cerca de 52,24%, obtendo uma percentagem média de leite final de 47,62%. Na linha 3, a redução foi de 32,81%, obtendo-se assim uma média de 66,65% no dreno. Já a linha 4, como foi referido anteriormente, é utilizada também para os despachos de leite e nata, pelo que, dadas

as suas características, se obteve uma menor redução de perdas de leite. Não obstante, foi possível reduzir 20,68% de leite desperdiçado nesta linha, passando a obter-se uma média de 79,17% de leite no dreno.

5.1.2 Análise da qualidade do leite nos tanques da receção

Feitas as alterações ao programa industrial, foi necessário analisar a qualidade dos lotes de leite fechados nos tanques da receção, para assegurar que as alterações efetuadas não afetaram a qualidade do produto.

Assim, durante um mês foram colhidas amostras de dados individuais de 100ml aos 6 tanques da receção com o lote fechado (tanques com o volume máximo) e foi estudado e analisado o seu IC (ver valores obtidos no Apêndice I).

Na Tabela 22 encontra-se uma síntese dos valores relativos ao histórico de crioscopia dos 6 tanques da receção. Verifica-se assim que os resultados médios obtidos para o IC estão acima dos 520 mC (Limite inferior de especificação), pelo que as alterações nos tempos de empurro do início de produção das linhas não afetaram o IC do leite dos 6 tanques e, conseqüentemente, a sua qualidade. De referir ainda que o número de amostras recolhidas para o tanque 2, bastante abaixo dos restantes tanques, se deve ao facto de este ter estado em manutenção aquando da recolha de amostras.

Tabela 22: Valores relativos ao histórico de crioscopia dos 6 tanques da receção

<i>Tanque</i>	<i>Nº Amostras</i>	<i>IC Mínimo (mC)</i>	<i>IC Máximo (mC)</i>	<i>IC Médio (mC)</i>	<i>DDB (%)</i>
1	45	520	520	526,18	-1,19%
2	19	520	528	524,95	-0,95%
3	39	518	532	525,18	-1,00%
4	38	520	531	525,71	-1,10%
5	39	516	530	525,64	-1,08%
6	42	521	531	525,81	-1,12%

Diariamente, cada uma das 4 linhas da receção realiza um mínimo de dois CIP, ou seja, dois empurros iniciais, pelo que voltando à Tabela 21, pode-se afirmar que o volume de empurro reduzido no programa industrial corresponde ao volume de leite reduzido e poupado. Assim, para a linha 1 foi possível uma redução de 200 L de leite diários, para a linha 2, 620L diários, para a 3 cerca de 240L diários e para a linha 4 uma redução de 460L de leite, correspondendo assim a um total de 1 520 litros de leite diários ou ainda 554 800 litros anuais. Dado que a empresa compra o leite aos produtores de leite a um preço mínimo de 0,32€, estima-se com a

implementação do novo programa industrial na fase da receção do leite uma poupança de 177 536€ anuais.

5.1.3 Controlo estatístico do processo

Neste estudo foram usadas cartas de controlo de dados individuais para medir e controlar a variável IC nos tanques de receção do leite. A utilização desta metodologia permite a avaliação da capacidade e o controlo preventivo desta fase do processo produtivo, e a deteção de eventuais desvios que possam ocorrer.

As amostras de dados individuais do IC dos tanques com o lote fechado (tanques com volume máximo) obtidas com o programa industrial antigo (programa em vigor no início deste projeto de dissertação – Tabela 5) e com o novo programa industrial (programa resultante da implementação de melhoria propostas no Capítulo 4 – Tabela 21), foram testadas relativamente à normalidade dos dados e usadas para construir as cartas de controlo apresentadas abaixo.

Testes à normalidade dos dados amostrais

Para verificar a normalidade dos dados amostrais apresentados nos Apêndices I e VII recorreu-se aos gráficos de probabilidade normal, por se tratar de um método simples e facilmente implementável usando o MINITAB 19. Na Figura 34 mostra-se a título de exemplo os gráficos de probabilidade normal obtidos para os dados do tanque 1 antes e após a implementação do novo programa industrial (Figura 34a e Figura 34b, respetivamente). Efetuada esta verificação para os restantes tanques, constata-se, de um modo geral, que os dados amostrais obtidos para os vários tanques são normalmente distribuídos.

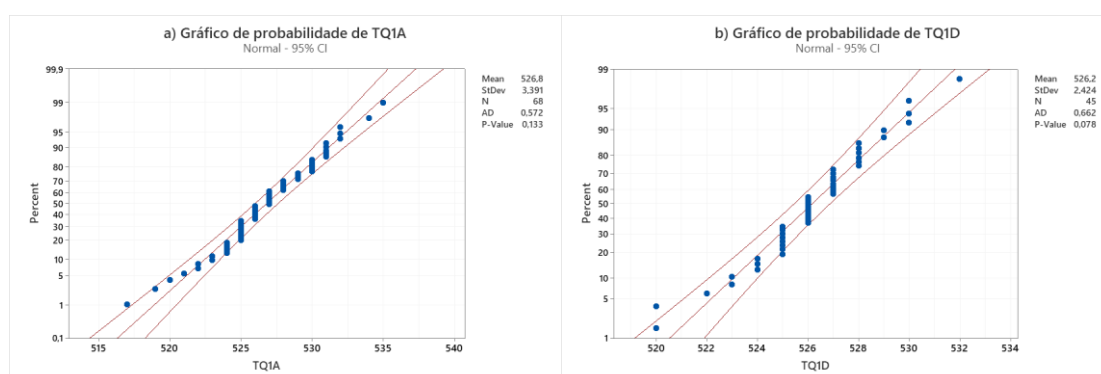


Figura 34: Gráficos de probabilidade normal dos dados de IC do tanque 1: a) com os dados do programa industrial antigo; b) com os dados do programa industrial novo

Tanto pela avaliação qualitativa dos gráficos de probabilidades como pelos *p-values* apresentados nos mesmos gráficos, a decisão relativamente às duas hipóteses em análise (ver subsecção 2.2.4) é de não rejeitar a hipótese nula, ou seja, não é possível concluir que os dados de IC obtidos para o tanque 1 (antes e após a implementação do novo programa industrial) não seguem uma distribuição normal.

Cartas de controlo de amostras individuais

As cartas de controlo de valores individuais apresentadas na Figura 35 foram construídas a partir das amostras de valores individuais do IC dos seis tanques de receção do leite obtidos com o programa industrial antigo (Apêndice I) e com o novo programa industrial novo (Apêndice VII). Deste modo, cada gráfico da Figura 35 apresenta duas cartas de controlo para o mesmo tanque TQi: até à linha vertical a traço interrompido temos a carta de controlo dos IC obtidos com o plano antigo (TQiA para $i=1, 2, \dots, 6$) e à direita desta linha temos a carta de controlo dos IC obtidos com o novo plano industrial (TQiD para $i=1, 2, \dots, 6$).

Da análise destas cartas de controlo pode salientar-se o seguinte:

- i) De um modo geral as cartas de controlo apresentam os valores dentro dos limites de controlo, levando a concluir que os respetivos processos se encontrarão estáveis;
- ii) Com exceção dos tanques 1 e 3, a variabilidade das amostras dos valores de IC obtidas com o novo plano industrial parece apresentar uma menor variabilidade quando comparada com a variabilidade das amostras obtidas com o plano industrial antigo. Tal reflete-se nas cartas de controlo em limites de controlo mais apertados para TQiD ($i=2, 4, 5, 6$). Nos testes de comparação de variância apresentados na subsecção 5.1.4 analisa-se a veracidade desta hipótese;
- iii) Parece existir uma redução na média das amostras quando se comparam as amostras obtidas com o plano industrial antigo com as obtidas com o plano industrial novo. Esta hipótese é analisada na subsecção 5.1.4.

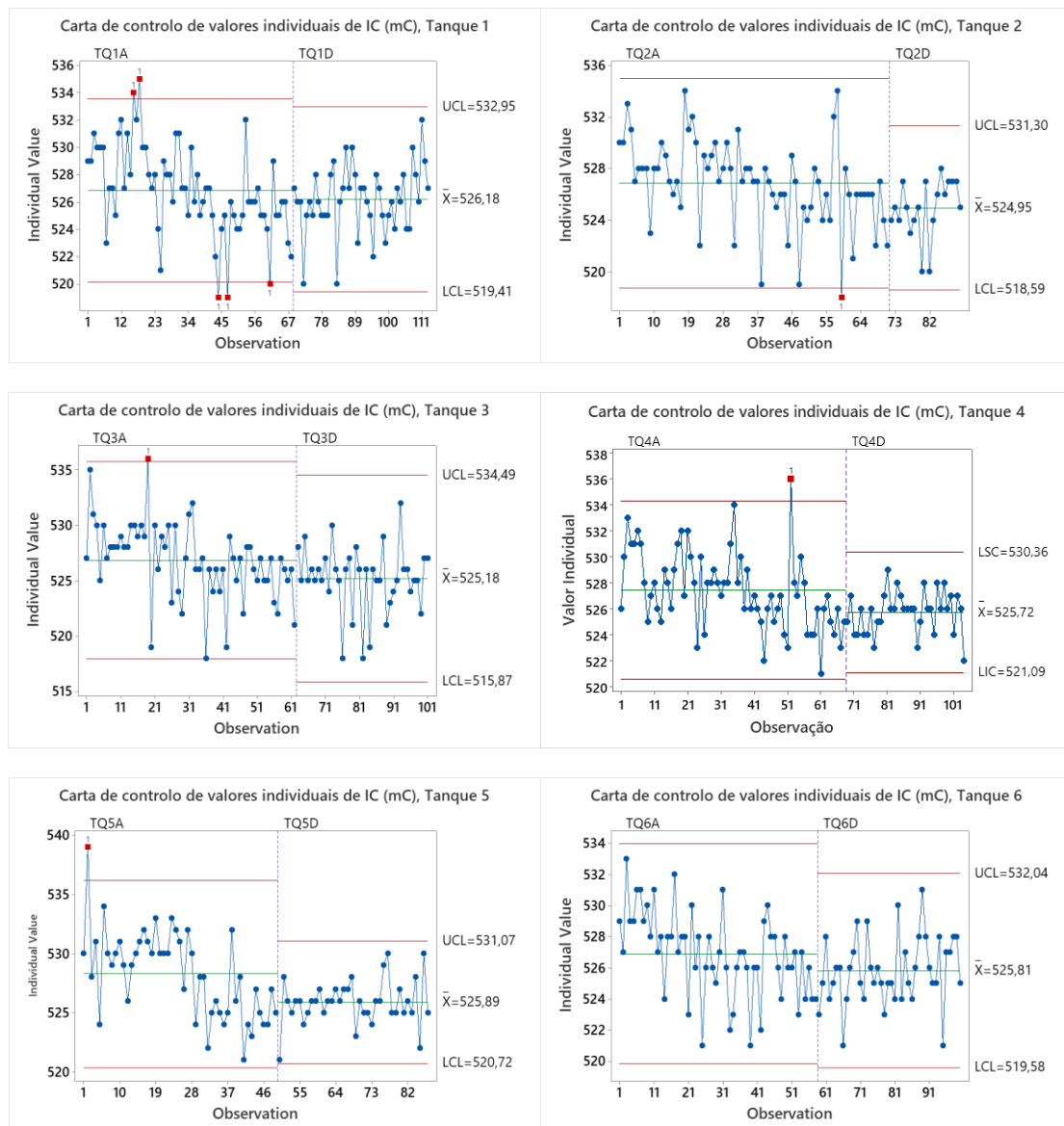


Figura 35: Cartas de controlo de valores individuais do IC dos tanques i ($i=1, 2, \dots, 6$), antes (TQiA) e após (TQiD) a implementação de melhorias

Analisando as cartas de controlo de valores individuais na Figura 35, observa-se que antes das melhorias, o tanque 1 apresentava 5 pontos fora dos limites de controlo e que após a implementação das mesmas houve um estreitamento dos limites e uma ligeira alteração na média do processo. Não se obteve nenhum ponto a mais de 3 desvios padrões após a implementação de melhorias, logo conclui-se que o processo se encontra sob controlo. Os tanques 2, 3, 4 e 5 apresentavam 1 ponto fora dos limites de controlo antes da implementação de melhorias e 0 pontos após as mesmas. Por último, para o tanque 6 não se verificaram pontos fora dos limites de controlo antes da implementação de melhorias e após as mesmas. É possível, ainda, afirmar que em todos os 6 tanques da receção houve um estreitamento nos limites de controlo e uma diminuição da média do processo após a implementação de melhorias.

5.1.4 Testes de comparação de variâncias e de médias

Nesta subsecção apresentam-se os resultados dos testes de comparação de variâncias das amostras de IC recolhidas com o programa industrial antigo e com o programa industrial novo (Apêndice I e Apêndice VII), recorrendo ao software MINITAB 19.

O teste realizado foi o teste F com um nível de significância, $\alpha=0,05$ e as hipóteses em análise são:

$H_0: \sigma^2_{TQIA}/\sigma^2_{TQID} = 1$, (i.e., as amostras de valores de IC do tanque i (com $i=1, 2, \dots, 6$) com o programa industrial antigo e com o programa industrial novo, têm variâncias idênticas);

$H_1: \sigma^2_{TQIA}/\sigma^2_{TQID} > 1$, (i.e., as amostras de valores de IC do tanque i (com $i=1, 2, \dots, 6$) com o programa industrial antigo tem uma variância maior que a variância da amostra de valores de IC do tanque i com o programa industrial novo.

Tabela 23: Síntese dos resultados dos testes de comparação de variâncias

Tanque	Hipótese nula	Hipótese alternativa	<i>p-value</i>	<i>Decisão</i>
1	$\sigma^2_{TQ1A}/\sigma^2_{TQ1D} = 1$	$\sigma^2_{TQ1A}/\sigma^2_{TQ1D} > 1$	0,015	Rejeitar H_0
2	$\sigma^2_{TQ2A}/\sigma^2_{TQ2D} = 1$	$\sigma^2_{TQ2A}/\sigma^2_{TQ2D} > 1$	0,031	Rejeitar H_0
3	$\sigma^2_{TQ3A}/\sigma^2_{TQ3D} = 1$	$\sigma^2_{TQ3A}/\sigma^2_{TQ3D} > 1$	0,166	Não rejeitar H_0
4	$\sigma^2_{TQ4A}/\sigma^2_{TQ4D} = 1$	$\sigma^2_{TQ4A}/\sigma^2_{TQ4D} > 1$	0,001	Rejeitar H_0
5	$\sigma^2_{TQ5A}/\sigma^2_{TQ5D} = 1$	$\sigma^2_{TQ5A}/\sigma^2_{TQ5D} > 1$	0,000	Rejeitar H_0
6	$\sigma^2_{TQ6A}/\sigma^2_{TQ6D} = 1$	$\sigma^2_{TQ6A}/\sigma^2_{TQ6D} > 1$	0,064	Não rejeitar H_0

Na posse dos resultados apresentados na Tabela 23 efetuaram-se testes de comparação das médias das amostras de IC recolhidas com o programa industrial antigo e com o programa industrial novo, recorrendo novamente ao software MINITAB 19. Para o efeito, foi usado o teste t com um nível de significância, $\alpha=0,05$ e com as seguintes hipóteses:

$H_0: \mu_{TQIA} - \mu_{TQID} = 0$ (i.e., as amostras de valores de IC do tanque i (com $i=1, 2, \dots, 6$) com o programa industrial antigo e com o programa industrial novo, têm médias idênticas);

$H_1: \mu_{TQIA} - \mu_{TQID} > 0$ (i.e., a amostra de valores de IC do tanque i (com $i=1, 2, \dots, 6$) com o programa industrial antigo tem uma média superior à média da amostra de valores de IC do tanque i com o programa industrial novo.

De referir que para os testes t efetuados com os dados dos tanques 3 e 6 assumiu-se que $\sigma^2_{TQ3A} = \sigma^2_{TQ3D}$ e $\sigma^2_{TQ6A} = \sigma^2_{TQ6D}$, respetivamente. Para os testes t efetuados com os dados dos restantes tanques considera-se $\sigma^2_{TQIA} \neq \sigma^2_{TQID}$ (para $i=1, 2, 4, 5$). Como tal, encontram-se descritos na Tabela 24 os valores obtidos do Teste- t com duas amostras para cada tanque da receção antes e após as propostas de melhorias.

Tabela 24: Síntese dos resultados dos testes de comparação de médias

Tanque	Hipótese nula	Hipótese alternativa	p -value	Decisão
1	$\mu_{TQ1A} - \mu_{TQ1D} = 0$	$\mu_{TQ1A} - \mu_{TQ1D} > 0$	0,112	Não rejeitar H_0
2	$\mu_{TQ2A} - \mu_{TQ2D} = 0$	$\mu_{TQ2A} - \mu_{TQ2D} > 0$	0,002	Rejeitar H_0
3	$\mu_{TQ3A} - \mu_{TQ3D} = 0$	$\mu_{TQ3A} - \mu_{TQ3D} > 0$	0,008	Rejeitar H_0
4	$\mu_{TQ4A} - \mu_{TQ4D} = 0$	$\mu_{TQ4A} - \mu_{TQ4D} > 0$	0,001	Rejeitar H_0
5	$\mu_{TQ5A} - \mu_{TQ5D} = 0$	$\mu_{TQ5A} - \mu_{TQ5D} > 0$	0,000	Rejeitar H_0
6	$\mu_{TQ6A} - \mu_{TQ6D} = 0$	$\mu_{TQ6A} - \mu_{TQ6D} > 0$	0,016	Rejeitar H_0

Analisando a Tabela 24, e Apêndice VII, e assumindo que o valor de α é 0,05 concluímos que apenas o tanque 1 não rejeita H_0 . Ou seja, as médias antes e após a introdução do novo programa industrial são iguais, pelo que não houve alteração na média do processo do tanque 1. Observando os testes t dos restantes tanques da receção é possível afirmar que os valores de p -value obtidos são inferiores ao valor de α , pelo que se rejeita H_0 . Conclui-se que as médias obtidas após a o novo programa industrial são inferiores às médias dos tanques com o programa industrial antigo.

Dado que a recolha das amostras antes das alterações foi feita em novembro (fim outono), e que a recolha das amostras após as melhorias foi realizada em março (início primavera), estes resultados poderão estar influenciados pela estação do ano. Devido à alimentação das vacas, no outono-inverno o leite apresenta uma crioscopia mais alta comparativamente à primavera e verão (Brz-ozowski & Zdziarski, 2005).

5.2 Avaliação das linhas de despacho

Para a fase do despacho do leite e nata foram apresentadas 4 propostas de melhoria e implementadas 3, sendo elas: a proposta 1, a proposta 3 e a proposta 4. Primeiramente, foi pedido aos operados de produção da receção que engatassem diretamente a mangueira no camião aquando de um empurro inicial. Simultaneamente foi estudada a Tabela 14 de volumes de empurro das linhas de despacho, e, ainda, aumentado 100L no volume de empurro inicial, uma vez que se verificava desperdício de nata devido ao controlo visual por parte dos operadores. Foram colhidas amostras de 100mL de nata no dreno e no camião, amostras B e D da Figura 27, e foi medido o seu teor de matéria gorda. Na Figura 36 mostram-se os resultados de matéria gorda obtidos no início de produção após a implementação das propostas de melhoria 1 e 3.

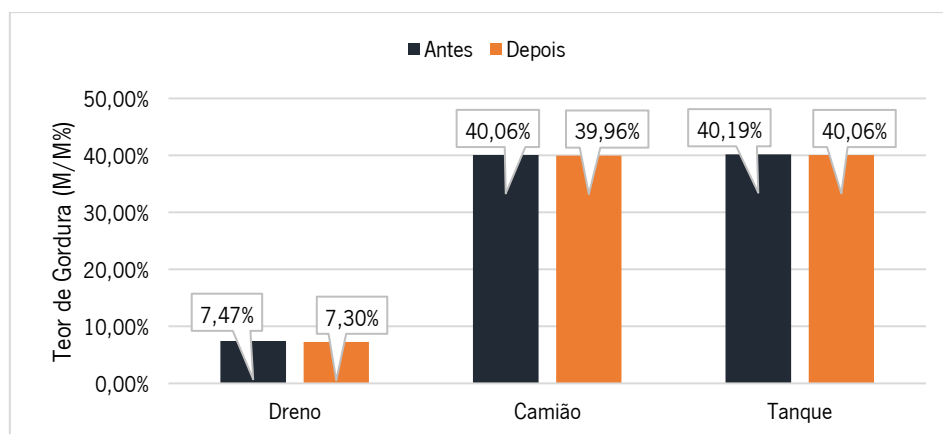


Figura 36: Matéria gorda no início de produção no dreno, camião e tanque, após a implementação das propostas de melhoria 1 e 3

Observa-se no gráfico que houve um ligeiro decréscimo no teor de matéria gorda nos três locais de colheita, o que pode indicar a entrada de água no camião. No entanto, o valor médio obtido no camião após a implementação de melhorias, 39,96%, encontra-se dentro do valor esperado, entre 38% e 40%, pelo que se houve de facto entrada de água no camião, esta foi mínima.

Passando para 4ª proposta de melhoria, esta consistia em aumentar 50L no volume de empurro no fim de produção da linha de despacho de nata, estando a linha lavada ou de empurro. Esta medida foi proposta devido aos resultados obtidos na Figura 32, em que o teor médio de gordura obtida à saída da mangueira, 33,42%, era suficientemente alto para se aumentar o volume de empurro sem afetar significativamente a gordura no camião. Na Figura 37 encontram-se os valores do teor de matéria gorda obtidos no fim de produção no dreno, à saída da mangueira, no camião, e comparados com os resultados do tanque de nata termizada proveniente.

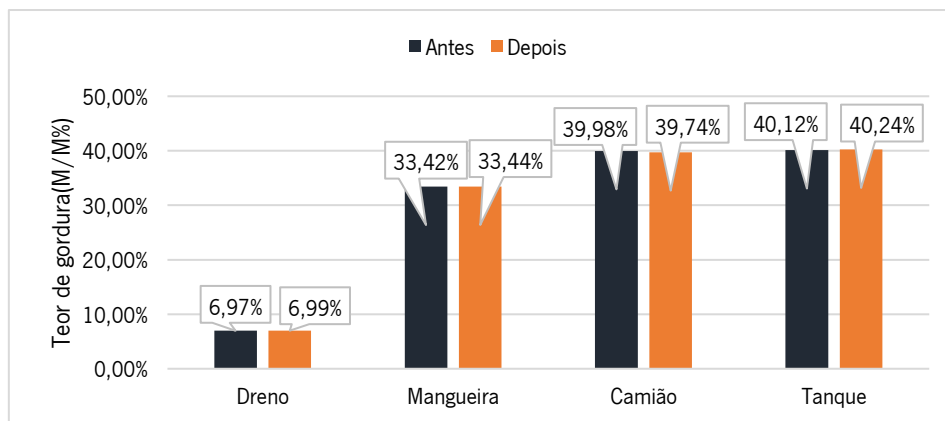


Figura 37: Matéria gorda no fim de produção no dreno, mangueira, camião e tanque, após a implementação da proposta de melhoria 4

Pelos resultados obtidos é possível afirmar que o aumento de 50L no volume de empurro no fim de produção da linha de despacho de nata não introduziu diferenças significativas no teor médio de gordura no camião. Tal significa, que a entrada de água no camião é mínima e que o valor médio no camião, 39,74% encontra-se ainda dentro do valor esperado 38%-40%.

Após a verificação dos resultados obtidos, foi efetuada uma revisão e alteração ao programa industrial das linhas de despacho, presente na Tabela 26.

Tabela 25: Parâmetros de empurro das linhas de despacho após a implementação de melhorias

Parâmetros de Empurro							
Linhas Despacho	Item	Volume Inicial (dm ³)		Volume Final (dm ³)		Volume Reduzido (dm ³)	
		Início Produção	Fim Produção	Início Produção	Fim Produção	Início Produção	Fim Produção
Leite	D005	380	500	280	450	100	50
Nata	D006	780	790	680	740	100	50

Uma vez que a segunda proposta de melhoria não foi ainda implementada, o programa industrial não difere entre linha lavada e linha de empurro, logo as propostas de melhorias 3 e 4 foram aplicadas a ambos os estados da linha. Por se tratar de nata, é realizado um empurro inicial e um final a cada despacho, pois o alto teor de matéria gorda presente nos restos de produto na linha pode aumentar a carga microbiológica do produto no despacho seguinte. A Lactogal realiza em média um mínimo de 3 despachos de nata diários correspondendo a um total de 450L poupados, 100L a cada início e 50L a cada fim de produção. A nata é vendida a um preço mínimo de 2€ por kg, dependendo da sua qualidade, e sendo a sua densidade de 0,985 g/ml, temos cerca de 443,25 kg de nata diários reduzidos e cerca de 886,5€ poupados. Anualmente, é visível uma

poupança de 161 768 kg de nata correspondente a cerca de 323 536€ poupados.

5.3 Síntese dos resultados obtidos

De um modo geral, obtiveram-se muito bons resultados das propostas de melhorias que foram implementadas. Na Tabela 27 apresenta-se uma síntese desses resultados, destacando-se a redução diária de 1970 litros de leite e nata, correspondendo a uma poupança de cerca de 1.372,90€/dia. Anualmente, estes valores são de 719 050 litros, e de 501 108,50€, respetivamente.

Tabela 26: Número total de perdas reduzidas através das propostas implementadas na receção e no despacho de leite e nata

Fase	Perdas reduzidas*			
	Diário		Anual	
	Volume (L)	€	Volume (L)	€
Receção	1 520	486,40	554 800	177 536
Despacho	450	886,50	164 250	323 573
TOTAL	1 970	1 372,90	719 050	501 108,50

**Apenas com as propostas implementadas*

Caso tivesse sido possível implementar as restantes propostas de melhoria das fases de tratamento UHT e de enchimento, ter-se-ia obtido os resultados esperados apresentados na Tabela 28.

Tabela 27: Número total de perdas reduzidas através da implementação de todas as propostas de melhoria presentes no Capítulo 4

Fase	Perdas reduzidas**			
	Diário		Anual	
	Volume (L)	€	Volume (L)	€
Receção	1 520	486,40	554 800	177 536
<i>Tratamento UHT</i>	<i>9 100,80</i>	<i>2 912,26</i>	<i>3 321 792</i>	<i>1 062 973,44</i>
<i>Enchimento*</i>	<i>144</i>	<i>46,08</i>	<i>52 560,00</i>	<i>16 819,20</i>
Despacho	450	886,50	164 250	52 560
TOTAL	11 215	4 331,24	4 093 402	1 309 888,64

** Uma embalagem rejeitada corresponde a um litro de leite*

*** Com todas as propostas de melhoria*

Estima-se, deste modo, que com a implementação das propostas de melhorias apresentada na Tabela 18, será possível reduzir as perdas diárias em 9 100,80L representando uma poupança diária de 2 912,26€ no tratamento de leite UHT. Em termos anuais estes valores correspondem

a cerca de 3.321.792 litros e a 1.062.973,44€, respetivamente.

As poupanças diárias estimadas para a fase de enchimento que resultariam da implementação das medidas propostas seriam de 144 litros, correspondendo a uma poupança de 46,08€. Em termos anuais estes valores seriam de 52 560L e 16 819,20€, respetivamente.

6. Conclusão

Neste capítulo encontram-se as considerações finais face aos resultados abordados e discutidos através da realização desta dissertação. Foram também analisados e comparados os resultados obtidos com os casos estudados na secção 2.4. Por fim, foram apresentadas propostas para trabalhos futuros.

6.1 Considerações finais

A presente dissertação teve como principal objetivo identificar e avaliar eventuais perdas ao longo do processamento de leite, com vista à melhoria do processo produtivo. Para este feito, abordou-se primeiramente a necessidade que a indústria alimentar apresenta em relacionar conceitos chave da qualidade com a melhoria contínua de processos de forma a reduzir perdas ao longo do processo produtivo.

Desta forma, após uma avaliação da situação atual de cada fase pertencente ao processamento de leite foram identificados vários pontos de oportunidade de melhoria. Na fase da receção verificou-se que havia uma perda média de 99,45% de leite num empurro inicial às linhas, relacionada com uma desatualização do programa industrial dos tempos de empurro que se encontravam grandes para a situação atual do processo. Na termização verificou-se um contraste nos valores obtidos de crioscopia entre os dois empurros, sendo o fim de produção com maior perda de leite. Esta perda de leite está maioritariamente relacionada com o termizador 2 que apresenta valores elevados de crioscopia à saída do painel e válvulas da termização. Na análise à fase do tratamento UHT de leite foi possível concluir que estava a ocorrer maior perda de leite no início de produção relativamente ao fim de produção em ambas as lavagens, apresentando a lavagem geral piores resultados que a lavagem intermédia. Estas perdas identificadas remetem a um total de 95% de leite presente nas amostras recolhidas. Ainda na fase do tratamento UHT, com uma análise adicional aos tanques de leite recuperado verificou-se uma desatualização nos tempos de empurro referentes ao início de produção, que apresentavam um tempo de empurro inferior ao obtido, correspondente a 120s de diferença. Uma percentagem de cerca 89% de leite nas amostras colhidas nos tanques indicam a possibilidade de aumentar o tempo de descarga e evitar que seja desperdiçado leite no dreno juntos aos UHT. Uma avaliação ao fim de produção mostrou que em ambas as lavagens os tempos de empurro obtidos estavam coerentes com a tabela de empurros, e ainda, que os valores de crioscopia das amostras colhidas encontravam-se dentro do

pretendido. Na fase de enchimento, através da análise ao processo foi possível identificar que o pior não conforme observado era o excesso de pacotes rejeitados nas máquinas de enchimento. A segunda análise à fase de enchimento veio corroborar os resultados obtidos, uma vez que entre os pacotes rejeitados, a carga microbiológica dos pacotes em excesso (embalagens rejeitadas após a 10ª conforme descrito no programa industrial) era sempre negativa, obtendo-se apenas falsos positivos referentes ao dano físico das embalagens à saída das máquinas.

Por último, num estudo adicional às linhas de despacho verificou-se uma média de 36,16% de matéria gorda à entrada do camião de expedição de nata. Obtiveram-se ainda valores elevados de M/M% na mangueira, cerca de 33,42%, após um empurro final indicando a possibilidade de aumento dos tempos do fim de produção. De relembrar que se realiza apenas expedição de nata a 40% de matéria gorda, pelo que uma média de 36,16% indica que estariam a ocorrer perdas de nata.

Face aos resultados obtidos, foram propostas no capítulo 4 um conjunto de 13 propostas de melhoria com o auxílio da ferramenta 5W1H, sendo implementadas apenas 5 destas propostas relativas à fase da receção e das linhas de despacho. Com a implementação destas propostas verificou-se uma redução total de 760L aos volumes de empurro do programa industrial da receção. Esta diminuição de volumes corresponde a uma redução de 53,78% de perdas de leite na linha 1, 52,24% na linha 2, 32,81% na linha 3 e de 20,68% na linha 4. Tendo em atenção que o número médio de CIP cada linha corresponde a 2 lavagens diárias e que o preço mínimo de compra de leite rondas os 0,32€, verificou-se uma poupança total de 554 800 litros anuais de leite e de 177 536€ anuais, respetivamente. Nas linhas de despacho, após a implementação das propostas de melhoria, foi possível atualizar com sucesso a tabela de empurros, que conduziu a uma redução de 161 768 kg anuais de nata e a cerca de 323 536€ poupados, uma vez que a nata é vendida a 2€/kg. Assim, observou-se uma poupança total anual de 719 050L, cerca de 501 108,50€, nas linhas da recepção e de despacho.

Face aos casos de estudo analisados na secção 2.4, comparando os resultados obtidos com o caso de estudo 2, é possível afirmar que a complexidade do processo produtivo é de facto um fator de grande peso na qualidade do produto final. Não obstante, verifica-se que a fase de tratamento UHT e enchimento asséptico, dada a sua fragilidade relacionada com o risco de elevada carga microbiológica do produto final, são as fases mais complexas de processamento de leite. Uma esterilização inadequada (seja de tempo ou de temperatura excessiva) ou um enchimento

com quebra nas boas práticas de segurança alimentar, podem conduzir ao aparecimento de não conformidades no produto final, e como tal a uma diminuição da qualidade. À semelhança do caso 3, evidencia-se que houve de facto um derramamento de produto na linha da nata, devido a um controlo visual por parte dos operadores. Verificou-se ainda que uma drenagem da linha após o empurro final para o camião levou a uma perda de produto nas linhas de despacho. Segundo o trabalho realizado nesta dissertação, uma formação aos operadores e um aumento dos volumes de empurro das linhas, conduziu a uma redução de 1 970 litros diários de produto. Não obstante, é sempre necessário ter em atenção que as necessidades do processo não são constantes pelo que é fundamental uma revisão anual destas ações.

Os resultados obtidos neste trabalho podem e devem ser expandidos a outro tipo de indústrias relacionadas com produtos alimentares líquidos, uma vez que se baseiam na mesma base de circuito tubular fechado (devido ao risco de contaminação bacteriana) e utilizam a mesma metodologia de limpeza de equipamentos, o CIP.

A elaboração deste projeto evidenciou algumas dificuldades sentidas, como a complexidade do processo produtivo diretamente relacionada com o risco de contaminação microbiológica do produto final e, ainda, a perda de dados no processo produtivo obtidos a partir de operadores na indústria, como por exemplo, uma má colheita de amostras. Sentiram-se ainda certas dificuldades na fase de enchimento face à variabilidade das máquinas de enchimento no que toca à rejeição de embalagens.

6.2 Trabalhos futuros

Como recomendação para trabalhos futuros sugere-se a realização de novos estudos à fase da termização e enchimento, mais focados na dinâmica de processos com vista à melhoria do seu desempenho. Aconselha-se a padronização anual do trabalho que foi desenvolvido nesta dissertação, uma vez que contribui para uma melhoria contínua do processo e a uma redução a perdas de produto. Por último, como trabalho adicional, sugere-se ainda uma avaliação e quantificação de perdas nutricionais de produto no tratamento UHT, uma vez que dada a exposição a altas temperaturas, poderão ocorrer perdas de gordura entre a fase do tratamento UHT e a fase de enchimento.

7. Referências Bibliográficas

- Berk, Z. (2009). Food Process Engineering and Technology. In Food Process Engineering and Technology. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373660-4.X0001-4>
- Bilska, & Koločyn-Krajewska. (2019). Risk Management of Dairy Product Losses as a Tool to Improve the Environment and Food Rescue. *Foods*, 8(10), 481. <https://doi.org/10.3390/foods8100481>
- BioMérieux. (2021). CHEMUNEX® D-COUNT® Ultra-Rapid Microbiology Detection. Accessed may 22, 2021 on <https://www.biomerieux-industry.com/products/chemunex-d-count-ultrarapid-microbiology-detection>
- Blakeney, M. (2019). Food loss and food waste: Causes and solutions. In Food Loss and Food Waste: Causes and Solutions. <https://doi.org/10.4337/9781788975391>
- Bylund, G. (1995). Dairy Processing Handbook. In Tetra Pak Processing Systems. Tetra Pak Processing Systems.
- Chen, P., Chen, X. D., & Free, K. W. (1996). Measurement and data interpretation of the freezing point depression of milks. *Journal of Food Engineering*, 30(1–2), 239–253. [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(96\)00047-7](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(96)00047-7)
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240.
- Dachyar, M., & Rachmadhani, G. P. (2019). Factors influencing product quality in milk processing industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, (July), 98–105. IEOM Society.
- Edith, I. N., & Ochubiojo, E. M. (2012). Food quality control: history, present and future. In Valdez. (Ed.), *Scientific, health and social aspects of the food industry*. InTech, ISBN 978-953-307-916-5. <http://dx.doi.org/10.5772/33151>
- Englezos, V., Rantsiou, K., Cravero, F., Torchio, F., Giacosa, S., Río Segade, S., ... Rolle, L. (2019). Minimizing the environmental impact of cleaning in winemaking industry by using ozone for cleaning-in-place (CIP) of wine bottling machine. *Journal of Cleaner Production*, 233, 582–589. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.097>
- FAO. Code of hygienic practice for milk and milk products,(2004).
- FAO. Global Food Losses and Food Waste. Extent, Causes and Prevention; Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK): Gothenburg, Sweden; FAO: Rome, Italy, 2011; ISBN 978-92-5-107205-9
- Gracia, M and Diaz, M. 2011. Cleaning in place. *Comprehensive Biotechnol.* 2:983-997
- Heyndrickx, M; S. M. (2010). Improving the safety and quality of milk (Vol. 2). (M. W. Griffiths, Ed.) Woodhead Publishing Limited.
- Hilton, C. Deeth, M. J. (2017). *High Temperature Processing of Milk and Milk Products* (1st ed.). Wiley Blackwell.
- Hines, P., Holweg, M., Rich, N., 2004. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *Int. J. Oper. Prod. Manage.* 24 (10), 994–1011.

- Hines, P., Rich, N., 1997. The seven value stream mapping tools. *Int. J. Oper. Prod. Manage.* 17 (1), 46–64.
- Lactogal. (2021). Lactogal. Acedido a 20 de junho, 2021, em <http://www.lactogal.pt/homepage.aspx>
- Lim, S., Antony, J., & Albliwi, S. (2014). Statistical Process Control (SPC) in the food industry - A systematic review and future research agenda. *Trends in Food Science and Technology*, 37(2), 137–151
- Loeffler, D. (2006). Modern brewery sanitation. In *Brewing: New Technologies* (pp. 308–334). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1533/9781845691738.308>
- Lombard, R., Waveren, C. C. Van, & Chan, K. (2014). Factors Affecting Quality in a Manufacturing Environment 104 for a Non- Repairable Product, 137–142.
- March, M. D., Toma, L., Thompson, B., & Haskell, M. J. (2019). Food Waste in Primary Production: Milk Loss With Mitigation Potentials. *Frontiers in Nutrition*, 6, 173. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00173>
- Minitab. (2019). Obtido em 27 janeiro 2022 em <https://support.minitab.com/en-us/minitab/21/>
- Montgomery, D. (2013). Basic Method of Statistical Process Control and Capability Analysis. In *Introduction to Statistical Quality Control*, 185–411
- Nickerson, T. (1960). Chemical Composition of Milk. *Journal of Bylund, 1995 Science*, 10(5), 598–606.
- Nielsen, S. (2006). *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* (Vol. 4). (Y. H. Hui, Ed.) CRC Press.
- Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 3065–3081. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Redlingshöfer, B., Coudurier, B., & Georget, M. (2017). Quantifying food loss during primary production and processing in France. *Journal of Cleaner Production*, 164, 703–714. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.173>
- Robinson RK. *Bylund, 1995 Microbiology Handbook: The Microbiology of Milk and Milk Products*: Wiley; 2005
- Singh, H., & Bennett, R. (2002). *Dairy Microbiology Handbook: The Microbiology of Milk and Milk Products*,. *Milk and Milk Processing*, 1–38.
- Spreer E. *Milk and Bylund, 1995 Product Technology*: CRC Press; 2017.
- Sunadi, S., Purba, H. H., & Hasibuan, S. (2020). Implementation of statistical process control through pdca cycle to improve potential capability index of drop impact resistance: A case study at aluminum beverage and beer cans manufacturing industry in indonesia. *Quality Innovation Prosperity*, 24(1), 104–127. <https://doi.org/10.12776/QIP.V24I1.1401>
- Susanti, Y. S. N., Dachyar, M., & Yadrifi. (2015). Analysis of Factors that Support the Operational Excellence in Telecommunication-Supporting Companies. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(15), 35461–35465

- Thomas, A., & Sathian, C. T. (2014). Cleaning-In-Place (CIP) System in Bylund, 1995 Plant- Review. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(6), 41–44. <https://doi.org/10.9790/2402-08634144>
- Wesana, J., Gellynck, X., Dora, M. K., Pearce, D., & De Steur, H. (2019). Measuring food and nutritional losses through value stream mapping along the dairy value chain in Uganda. *Resources, Conservation and Recycling*, 150, 104416. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104416>
- Womack, J.P., 2006. Value stream mapping. *Open Ind. Manuf. Eng. J.* 136 (5), 145–156.

APÊNDICE I – Registo de recolha de amostras da fase de receção

Tabela 28: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no empurro inicial no dreno no painel de válvulas

% MÉDIA DE LEITE NA AMOSTRA COLHIDA NO EMPURRO INICIAL NO DRENO DO PAINEL DE VÁLVULAS								
<i>Nº Amostra</i>	<i>Linha - 1</i>		<i>Linha - 2</i>		<i>Linha - 3</i>		<i>Linha - 4</i>	
	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)
1	525	100,00%	524	100,00%	526	100,00%	522	100,00%
2	512	98,46%	517	99,42%	516	99,23%	525	100,00%
3	520	100,00%	511	98,27%	519	99,81%	518	99,62%
4	514	98,85%	516	99,23%	521	100,00%	531	100,00%
5	513	98,65%	521	100,00%	519	99,81%	516	99,23%
6	523	100,00%	519	99,81%	524	100,00%	514	98,85%
7	527	100,00%	520	100,00%	513	98,65%	511	98,27%
8	508	97,69%	523	100,00%	499	95,96%	516	99,23%
9	517	99,42%	512	98,46%	511	98,27%	519	99,81%
10	510	98,08%	519	99,81%	491	94,42%	517	99,42%
11	510	98,08%	521	100,00%	527	100,00%	519	99,81%
12	513	98,65%	518	99,62%	516	99,23%	520	100%
MÉDIA	516	99,23%	518,42	99,70%	515,17	99,07%	519,00	99,81%

Tabela 29: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no empurro final no dreno no painel de válvulas

% MÉDIA DE LEITE NA AMOSTRA COLHIDA NO EMPURRO FINAL NO DRENO DO PAINEL DE VÁLVULAS								
<i>Nº Amostra</i>	<i>Linha - 1</i>		<i>Linha - 2</i>		<i>Linha - 3</i>		<i>Linha - 4</i>	
	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)
1	300	42,31%	329	63,27%	369	70,96%	170	32,69%
2	412	79,23%	170	32,69%	147	28,27%	10	1,92%
3	49	9,42%	448	86,15%	424	81,54%	166	31,92%
4	258	49,62%	454	87,31%	224	43,08%	183	35,19%
5	249	47,88%	24	4,62%	195	37,50%	362	69,62%
6	7	1,35%	143	27,50%	5	0,96%	43	8,27%
7	473	90,96%	344	66,15%	97	18,65%	323	62,12%
8	386	74,23%	24	4,62%	39	7,50%	284	54,62%
9	33	6,35%	20	3,85%	25	4,81%	40	7,69%
10	13	2,50%	19	3,65%	4	0,77%	52	10,00%
11	9	1,73%	19	3,65%	9	1,73%	22	4,23%
12	14	2,69%	3	0,58%	54	10,38%	14	2,69%
MÉDIA	184	35,30%	166,42	32,00%	132,67	25,51%	139,08	26,75%

Tabela 30: Valores de IC (mC) das amostras colhidas aos 6 tanques de lote fechado (volume máximo) da recepção antes da implementação de melhorias

Nº amostra	Amostras colhidas antes da implementação de melhorias					
	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4	Tanque 5	Tanque 6
	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)
1	529	530	527	526	530	529
2	529	530	535	530	539	527
3	531	533	531	533	528	533
4	530	531	530	531	531	529
5	530	527	525	531	524	529
6	530	528	530	532	534	531
7	523	528	527	531	530	531
8	527	528	528	528	529	529
9	527	523	528	525	530	530
10	525	528	528	527	531	528
11	531	528	529	528	529	531
12	532	530	528	526	526	527
13	527	529	528	525	529	528
14	531	527	530	529	530	524
15	528	526	530	528	531	528
16	534	527	529	526	532	528
17	532	525	530	529	531	532
18	535	534	529	531	530	527
19	530	531	536	532	533	528
20	530	532	519	527	530	528
21	528	530	530	532	530	523
22	527	522	526	530	530	530
23	528	529	529	528	533	526
24	524	528	528	523	532	528
25	521	529	530	530	531	521
26	529	530	523	524	527	526
27	528	527	530	528	532	528
28	528	528	524	528	530	526
29	526	530	522	529	524	525
30	531	528	527	528	528	527
31	531	522	531	527	528	531
32	527	531	532	528	522	526
33	527	527	526	528	525	522
34	525	528	526	531	526	523
35	530	528	527	534	525	526
36	526	527	518	528	524	527
37	528	527	526	530	525	527
38	525	519	524	526	532	526
39	526	528	526	529	526	521
40	527	527	524	526	528	526
41	527	526	526	527	521	526
42	525	525	519	526	524	522
43	522	526	529	525	523	529
44	519	526	527	522	527	530
45	524	522	525	526	525	528
46	525	529	527	527	524	528
47	519	527	522	525	524	526
48	526	519	528	526	527	524
49	525	525	528	527	525	528
50	524	524	526	524		526
51	524	525	525	523		526
52	525	528	527	536		527
53	532	527	525	528		523
54	526	524	525	527		527
55	526	526	527	530		524
56	526	524	523	528		526
57	527	532	522	524		524
58	525	534	527	524		524
59	525	518	526	524		
60	524	528	525	526		
61	520	526	526	521		
62	529	521	521	526		
63	525	526		527		
64	525	526		525		
65	526	526		524		
66	526	526		526		
67	523	526		523		
68	522	522		525		
69		527				
70		524				
71		522				

Tabela 31: Registo de amostras relativas à quantidade média de água que entra nos tanques de leite cru no empurro final das linhas da receção

QUANTIDADE MÉDIA DE ÁGUA QUE ENTRA NOS TANQUES DE LEITE CRU NO EMPURRO FINAL DAS LINHAS											
<i>Nº Amostra</i>	<i>Linha 1</i>					<i>Nº Amostra</i>	<i>Linha 3</i>				
	<i>IC (mC)</i>		<i>Volume Leite Descarregado (dm3)</i>	<i>Água Acrescida</i>			<i>IC (mC)</i>		<i>Volume Leite Descarregado (dm3)</i>	<i>Água Acrescida</i>	
	<i>Camião</i>	<i>Tanque</i>		<i>%</i>	<i>Litros</i>		<i>Camião</i>	<i>Tanque</i>		<i>%</i>	<i>Litros</i>
1	527	527	22.684	0,00%	0,00	1	526	519	21.458	1,35%	288,86
2	535	533	15.882	0,38%	61,08	2	536	529	14.896	1,35%	200,52
3	532	520	22.816	2,31%	526,52	3	531	518	15.398	2,50%	384,95
4	528	524	16.459	0,77%	126,61	4	526	518	15.842	1,54%	243,72
5	536	529	22.125	1,35%	297,84	5	529	525	24.069	0,77%	185,15
6	524	521	18.025	0,58%	103,99	6	531	527	22.356	0,77%	171,97
<i>MÉDIA</i>	<i>530,33</i>	<i>525,67</i>	<i>19.665</i>	<i>0,90%</i>	<i>176,48</i>	<i>MÉDIA</i>	<i>529,83</i>	<i>522,67</i>	<i>19.003</i>	<i>1,38%</i>	<i>261,90</i>
<i>Nº Amostra</i>	<i>Linha 2</i>					<i>Nº Amostra</i>	<i>Linha 4</i>				
	<i>IC (mC)</i>		<i>Volume Leite Descarregado (dm3)</i>	<i>Água Acrescida</i>			<i>IC (mC)</i>		<i>Volume Leite Descarregado (dm3)</i>	<i>Água Acrescida</i>	
	<i>Camião</i>	<i>Tanque</i>		<i>%</i>	<i>Litros</i>		<i>Camião</i>	<i>Tanque</i>		<i>%</i>	<i>Litros</i>
1	511	505	23.423	1,15%	270,27	1	529	517	23.406	2,31%	540,14
2	526	519	24.123	1,35%	324,73	2	526	505	22.800	4,04%	920,77
3	522	521	23.825	0,19%	45,82	3	524	439	15.379	16,35%	2513,88
4	523	518	22.985	0,96%	221,01	4	526	515	11.534	2,12%	243,99
5	520	516	21.563	0,77%	165,87	5	520	509	23.410	2,12%	495,21
6	519	509	24.526	1,92%	471,65	6	525	500	13.260	4,81%	637,50
<i>MÉDIA</i>	<i>520,17</i>	<i>514,67</i>	<i>23.408</i>	<i>1,06%</i>	<i>247,58</i>	<i>MÉDIA</i>	<i>525,00</i>	<i>497,50</i>	<i>18.298</i>	<i>5,29%</i>	<i>967,69</i>

APÊNDICE II – Registo de recolha de amostras relativa da fase de termização

Tabela 32: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no empurro inicial no CIP 142 e nos tanques de leite termizado

<i>INICIO PRODUÇÃO</i>																	
<i>Termizador 1</i>						<i>Termizador 2</i>						<i>Termizador 3</i>					
<i>Nº Amostra</i>	<i>Nº TQ Termizado</i>	<i>CIP 142</i>		<i>TQ Termizado</i>		<i>Nº Amostra</i>	<i>Nº TQ Termizado</i>	<i>CIP 142</i>		<i>TQ Termizado</i>		<i>Nº Amostra</i>	<i>Nº TQ Termizado</i>	<i>CIP 142</i>		<i>TQ Termizado</i>	
		<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>			<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>			<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>
1	10	207	39,81%	531	102%	1	10	17	3,27%	521	100,19%	1	10	0	0,00%	521	100,19%
2	11	96	18,46%	532	102%	2	11	0	0,00%	522	100,38%	2	11	2	0,38%	520	100,00%
3	12	105	20,19%	525	101%	3	12	15	2,88%	524	100,77%	3	12	1	0,19%	524	100,77%
4	13	76	14,62%	522	100%	4	13	10	1,92%	523	100,58%	4	13	22	4,23%	526	101,15%
5	14	0	0,00%	527	101%	5	14	12	2,31%	526	101,15%	5	14	31	5,96%	528	101,54%
6	15	26	5,00%	521	100%	6	15	1	0,19%	527	101,35%	6	15	21	4,04%	530	101,92%
7	16	12	2,31%	530	102%	7	16	0	0,00%	523	100,58%	7	16	18	3,46%	527	101,35%
8	17	56	10,77%	528	102%	8	17	4	0,77%	521	100,19%	8	17	17	3,27%	528	101,54%
9	18	78	15,00%	527	101%	9	18	1	0,19%	524	100,77%	9	18	7	1,35%	529	101,73%
10	19	126	24,23%	529	102%	10	19	22	4,23%	522	100,38%	10	19	8	1,54%	525	100,96%
<i>MÉDIA</i>		<i>78,20</i>	<i>15,04%</i>	<i>527,20</i>	<i>101,38%</i>	<i>MÉDIA</i>		<i>8,20</i>	<i>1,58%</i>	<i>523,30</i>	<i>100,63%</i>	<i>MÉDIA</i>		<i>12,70</i>	<i>2,44%</i>	<i>525,80</i>	<i>101,12%</i>

Tabela 33: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no empurro final no CIP 142, painel de válvulas e nos tanques de leite termizado

FIM PRODUÇÃO																			
<i>N° Amostra</i>	<i>N° TQ Termizado</i>	Termizador 1						Termizador 2						Termizador 3					
		<i>CIP 142</i>		<i>Painel Válvulas</i>		<i>TQ Termizado</i>		<i>CIP 142</i>		<i>Painel Válvulas</i>		<i>TQ Termizado</i>		<i>CIP 142</i>		<i>Painel Válvulas</i>		<i>TQ Termizado</i>	
		<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>	<i>IC (mC)</i>	<i>Leite (%)</i>
1	10	292	56,15%	436	83,85%	526	101%	235	45,19%	429	82,50%	527	101,35%	256	49,23%	385	74,04%	522	100,38%
2	11	35	6,73%	503	96,73%	522	100%	98	18,85%	473	90,96%	525	100,96%	117	22,50%	309	59,42%	523	100,58%
3	12	200	38,46%	51	9,81%	525	101%	437	84,04%	521	100,19%	531	102,12%	281	54,04%	364	70,00%	524	100,77%
4	13	36	6,92%	494	95,00%	530	102%	74	14,23%	295	56,73%	528	101,54%	120	23,08%	186	35,77%	523	100,58%
5	14	37	7,12%	441	84,81%	530	102%	425	81,73%	516	99,23%	529,5	101,83%	41	7,88%	426	81,92%	528	101,54%
6	15	312	60,00%	462	88,85%	532	102%	515	99,04%	516	99,23%	524	100,77%	448	86,15%	470	90,38%	519	99,81%
7	16	382	73,46%	508	97,69%	526	101%	395	75,96%	519	99,81%	527	101,35%	390	75,00%	513	98,65%	527	101,35%
8	17	483	92,88%	501	96,35%	527	101%	14	2,69%	500	96,15%	526	101,15%	421	80,96%	405	77,88%	525	100,96%
9	18	218	41,92%	205	39,42%	523	101%	517	99,42%	522	100,38%	528	101,54%	498	95,77%	495	95,19%	530	101,92%
10	19	173	33,27%	353	67,88%	525	101%	249	47,88%	373	71,73%	528	101,54%	151	29,04%	463	89,04%	527	101,35%
MÉDIA		216,80	41,69%	395,40	76,04%	526,55	101,26%	295,90	56,90%	466,40	89,69%	527,35	101,41%	272,30	52,37%	401,60	77,23%	524,80	100,92%

APÊNDICE III – Registo de recolha de amostras da fase de tratamento UHT

Tabela 34: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no início de produção em cada UHT após uma lavagem geral e após uma lavagem intermédia

INICIO PRODUÇÃO																
N° Amostra	UHT 1				UHT 2				UHT 3				UHT 4			
	Após LG		Após LI		Após LG		Após LI		Após LG		Após LI		Após LG		Após LI	
	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite
1	510	98,08%	502	96,54%	523	100,58%	430	82,69%	505	97,12%	507	97,50%	518	99,62%	301	57,88%
2	496	95,38%	504	96,92%	510	98,08%	481	92,50%	501	96,35%	485	93,27%	425	81,73%	217	41,73%
3	503	96,73%	503	96,73%	516	99,23%	456	87,69%	503	96,73%	496	95,38%	357	68,65%	275	52,88%
4	508	97,69%	506	97,31%	517	99,42%	462	88,85%	502	96,54%	503	96,73%	433	83,27%	246	47,31%
5	498	95,77%	507	97,50%	514	98,85%	446	85,77%	508	97,69%	495	95,19%	506	97,31%	297	57,12%
Média	503	96,73%	504,4	97,00%	516,00	99,23%	455,00	87,50%	503,8	96,88%	497,2	95,62%	447,8	86,12%	267,2	51,38%

Tabela 35: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no fim de produção em cada UHT antes de uma lavagem geral e antes de uma lavagem intermédia

FIM PRODUÇÃO																
N° Amostra	UHT 1				UHT 2				UHT 3				UHT 4			
	Antes LG		Antes LI		Antes LG		Antes LI		Antes LG		Antes LI		Antes LG		Antes LI	
	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite	IC (mC)	%Leite
1	492	94,62%	243	46,73%	60	11,54%	66	12,69%	196	37,69%	189	36,35%	320	61,54%	517	99,42%
2	280	53,85%	157	30,19%	76	14,62%	85	16,35%	152	29,23%	170	32,69%	278	53,46%	515	99,04%
3	386	74,23%	200	38,46%	68	13,08%	76	14,62%	202	38,85%	179,5	34,52%	399	76,73%	516	99,23%
4	406	78,08%	232	44,62%	95	18,27%	86	16,54%	184	35,38%	195	37,50%	298	57,31%	512	98,46%
5	297	57,12%	197	37,88%	84	16,15%	69	13,27%	174	33,46%	187	35,96%	357	68,65%	513	98,65%
Média	372,2	71,58%	205,8	39,58%	76,60	14,73%	76,40	14,69%	181,6	34,92%	184,1	35,40%	330,4	63,54%	514,6	98,96%

Tabela 36: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no início de produção aos tanques de leite recuperado em cada UHT após uma lavagem geral e após uma lavagem intermédia

<i>início de produção</i>													
<i>UHT 1</i>						<i>UHT 2</i>							
	<i>Tempo (s)</i>	<i>Nº amostra</i>			<i>IC Médio (mC)</i>	<i>Leite Médio (%)</i>	<i>Tempo (s)</i>	<i>Nº amostra</i>			<i>IC Médio (mC)</i>	<i>Leite Médio (%)</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>				<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>			
<i>Após LG</i>	0	506	494	501	500,33	96,22%	<i>Após LG</i>	0	416	427	432	425,00	81,73%
	30	512	507	509	509,33	97,95%		30	464	489	459	470,67	90,51%
	60	513	511	511	511,67	98,40%		60	507	506	498	503,67	96,86%
	90	514	511	513	512,67	98,59%		90	508	510	505	507,67	97,63%
	120	514	511	514	513,00	98,65%		120	508	511	506	508,33	97,76%
	180	515	514	516	515,00	99,04%		180	510	511	512	511,00	98,27%
<i>Após LI</i>	0	462	428	451	447,00	85,96%	<i>Após LI</i>	0	500	499	501	500,00	96,15%
	30	508	468	466	480,67	92,44%		30	502	500	503	501,67	96,47%
	60	516	471	479	488,67	93,97%		60	510	504	506	506,67	97,44%
	90	517	478	504	499,67	96,09%		90	515	512	513	513,33	98,72%
	120	518	487	511	505,33	97,18%		120	516	515	514	515,00	99,04%
	180	518	506	517	513,67	98,78%		180	516	515	516	515,67	99,17%
<i>UHT 3</i>						<i>UHT 4</i>							
	<i>Tempo (s)</i>	<i>Nº amostra</i>			<i>IC Médio (mC)</i>	<i>Leite Médio (%)</i>	<i>Tempo (s)</i>	<i>Nº amostra</i>			<i>IC Médio (mC)</i>	<i>Leite Médio (%)</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>				<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>			
<i>Após LG</i>	0	446	464	466	458,67	88,21%	<i>Após LG</i>	0	498	471	485	484,67	93,21%
	30	505	510	508	507,67	97,63%		30	513	491	505	503,00	96,73%
	60	512	513	513	512,67	98,59%		60	514	508	506	509,33	97,95%
	90	516	515	514	515,00	99,04%		90	514	509	510	511,00	98,27%
	120	516	517	516	516,33	99,29%		120	515	510	510	511,67	98,40%
	180	517	517	517	517,00	99,42%		180	518	513	514	515,00	99,04%
<i>Após LI</i>	0	485	436	465	462,00	88,85%	<i>Após LI</i>	0	505	505	511	507,00	97,50%
	30	499	464	478	480,33	92,37%		30	513	512	513	512,67	98,59%
	60	510	513	507	510,00	98,08%		60	514	514	516	514,67	98,97%
	90	513	517	512	514,00	98,85%		90	515	517	517	516,33	99,29%
	120	517	517	514	516,00	99,23%		120	515	521	518	518,00	99,62%
	180	517	520	517	518,00	99,62%		180	516	522	518	518,67	99,74%

Tabela 37: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no fim de produção aos tanques de elite recuperado em cada UHT antes de uma lavagem geral e antes de uma lavagem intermédia

FIM DE PRODUÇÃO													
UHT 1						UHT 2							
	Tempo (s)	N° amostra			IC Médio (mC)	Leite Médio (%)	Tempo (s)	N° amostra			IC Médio (mC)	Leite Médio (%)	
		1	2	3				1	2	3			
Antes	0	510	504	500	504,67	97,05%	Antes	0	512	503	510	508,33	97,76%
LG	60	440	498	465	467,67	89,94%	LG	60	487	498	500	495,00	95,19%
Antes	0	462	478	474	471,33	90,64%	Antes	0	485	499	505	496,33	95,45%
LI	60	446	468	469	461,00	88,65%	LI	60	410	406	502	439,33	84,49%

UHT 3						UHT 4							
	Tempo (s)	N° amostra			IC Médio (mC)	Leite Médio (%)	Tempo (s)	N° amostra			IC Médio (mC)	Leite Médio (%)	
		1	2	3				1	2	3			
Antes	0	516	515	504	511,67	98,40%	Antes	0	478	486	469	477,67	91,86%
LG	60	501	465	428	464,67	89,36%	LG	60	432	452	421	435,00	83,65%
Antes	0	511	515	508	511,33	98,33%	Antes	0	515	503	504	507,33	97,56%
LI	60	468	512	489	489,67	94,17%	LI	60	467	458	475	466,67	89,74%

APÊNDICE IV – Registo de recolha de amostras da fase de enchimento

Tabela 38: Análise microbiológica das embalagens rejeitadas a máquina de enchimento 604

Data produção	Tipo Produto	Data validade	Lote	Hora colheita	Total Rejeitados	Empalmes Colhidos	Data Análise	Amostras analisadas	pH	Dcount (3º dia a 30°C)	Estría	Aerobios (UFC/mL)		Anaerobios (UFC/mL)		
												1mL	0,1 mL	1mL	0,1mL	
21/05/2021	Meio gordo	02/11/2021	2111023044	15h00	13	5	24/mai	9	6,67	30						
								10	6,67	20						
								11	6,67	0						
								12	6,67	10						
								13	6,67	30						
				9	6,67	10										
				10	6,67	10										
				11	6,67	49										
				12	---	---										
				13*	6,67	10										
24/05/2021	Meio gordo	05/11/2021	2111053036	10h53	13	5	27/mai	9	6,63	0						
								10	6,63	10						
								11	6,63	0						
								12	6,63	0						
								13	6,63	20						
				9	6,65	10										
				10	6,65	10										
				11	6,65	30										
				12	---	---										
				13*	6,65	10										
28/05/2021	Meio gordo	09/11/2021	2111093036	11h19	14	5	31/mai	10	6,62	20						
								11	6,62	20						
								12	6,62	10						
								13	6,62	49						
								14	6,62	20						
				9	6,68	10										
				10	6,68	0										
				11	6,68	0										
				12	6,68	40										
				13	6,68	10										
01/06/2021	Meio Gordo	13/11/2021	2111133061	9h43	13	5	4/jun	10	6,68	20						
								11	6,68	0						
								12	6,68	40						
								13	6,68	10						
								14	6,68	20						
				10	6,68	633	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo					
				11	6,68	10										
				12**	6,68	30										
				13	6,68	30										
				14	6,68	0										
				10	6,68	20										
				11	6,68	40										
				12	6,68	20										
				13	6,68	30										
14	6,68	20														

Tabela 39: Análise microbiológica das embalagens rejeitadas a máquina de enchimento 607

Data produção	Tipo Produto	Data validade	Lote	Hora colheita	Total Rejeitados	Empalmes Colhidos	Data Análise	Amostras analisadas	pH	Dcount (3° dia a 30°C)	Estría	Aeróbios (UFC/mL)		Anaeróbios (UFC/mL)	
												1mL	0,1 mL	1mL	0,1mL
24/05/2021	Meio gordo	05/11/2021	2111053037	11h01	14	5	27/mai	9	6,63	0					
								10	6,63	40					
								11	6,63	20					
								12	6,63	10					
								13	6,63	20					
								14*	---	---					
								8	6,64	20					
				9	6,64	20									
				10	6,64	0									
				11	6,64	10									
				12	6,64	0									
				8	6,68	30									
				9	6,68	10									
				10	6,68	40									
11	6,68	10													
12	6,68	20													
25/05/2021	Magro	02/11/2021	21110223038	10h53	14	5	28/mai	10	6,7	0					
								11	6,69	10					
								12	6,7	10					
								13	6,7	10					
								14	6,7	30					
				10	6,67	0									
				11	6,67	0									
				12**	5,37	OPADO									
				13	6,67	0									
				14	6,67	30									
				8	6,68	0									
				9	6,69	10									
				10	6,68	0									
				11	6,68	20									
12	6,68	0													
8	6,68	0													
9	6,68	0													
10	6,68	10													
11	6,68	10													
12	6,68	10													
28/05/2021	Meio gordo	09/11/2021	2111093041	11h09	14	5	31/mai	10	6,6	10					
								11	6,6	0					
								12***	4,6	OPADO					
								13	6,59	0					
								14	6,59	0					
								8	6,66	0					
								9	6,66	0					
31/05/2021	Meio gordo	12/11/2021	2111123032	11h07	12	5	3/jun	10	6,66	0					
								11	6,66	10					
								12	6,66	10					
								8	6,66	0					
				9	6,66	0									
				10	6,66	0									
				11	6,66	0									
31/05/2021	Meio gordo	12/11/2021	2111123032	13h02	12	5	3/jun	10	6,66	0					
								11	6,66	0					
								12	6,66	10					
								12	6,66	10					

Tabela 40: Análise microbiológica das embalagens rejeitadas a máquina de enchimento 619

Data produção	Tipo Produto	Data validade	Lote	Hora colheita	Total Rejeitados	Empalmes Colhidos	Data Análise	Amostras analisadas	pH	Dcount (3° dia a 30°C)	Estria	Aerobios (UFC/mL)				Anaerobios (UFC/mL)				
												1mL	0,1 mL	1mL	0,1mL					
24/05/2021	Meio gordo	05/11/2021	2111053038	10h08	10	5	27/mai	6	6,64	49										
								7	6,64	20										
								8	6,64	10										
								9	6,64	10										
								10	6,64	10										
				11h04	10	5	27/mai	6	6,64	10										
								7	6,64	10										
								8	6,64	10										
								9	6,64	0										
								10	6,64	0										
14h50	10	5	27/mai	6	6,67	20														
				7	6,67	0														
				8	6,67	10														
				9	6,67	10														
				10	6,67	10														
28/05/2021	Meio gordo	09/11/2021	2111093042	10H19	10	5	31/mai	6	6,6	0										
								7	6,6	10										
								8	6,6	10										
								9	6,6	10										
								10	6,6	0										
				11h15	10	5	31/mai	6	6,6	10										
								7	6,6	20										
								8	6,6	10										
								9	6,6	0										
								10	6,55	2991305!	>300	>300	>300	Negativo	Negativo					
31/05/2021	Meio gordo	12/11/2021	2111123033	10h57	10	5	3/jun	6	6,65	10										
								7	6,65	10										
								8	6,65	10										
								9	6,65	30										
								10	6,65	10										

Tabela 41: Análise microbiológica das embalagens rejeitadas a máquina de enchimento 620

Data produção	Tipo Produto	Data validade	Lote	Hora colheita	Total Rejeitados	Empalmes Colhidos	Data Análise	Amostras analisadas	pH	Dcount (3° dia a 30°C)	Estria	Aerobios (UFC/mL)				Anaerobios (UFC/mL)											
												1mL	0,1 mL	1mL	0,1mL												
21/05/2021	Meio gordo	02/11/2021	2111023047	13h55	12	5	24/mai	8	6,61	20																	
								9	6,63	40																	
								10	6,63	40																	
								11	6,64	10																	
								12	6,64	20																	
								8	6,65	10																	
				15h12	12	5	24/mai	9	6,64	0																	
								10	6,64	30																	
								11	6,64	20																	
								12	6,63	10																	
								10	6,63	10																	
								11	6,63	10																	
24/05/2021	Meio gordo	05/11/2021	2111053039	14h13	14	5	27/mai	12*	6,63	10																	
								13	6,63	10																	
								14	6,63	39																	
								8	6,68	0																	
								9	6,68	1061	Negativo	<30	<30	Negativo	Negativo												
								10**	6,65	109																	
				15h10	12	5	27/mai	11	6,68	59																	
								12	6,68	89																	
								8	6,65	10																	
								9***	6,65	10																	
								10	6,65	0																	
								11	6,65	10																	
31/05/2021	Meio gordo	12/11/2021	2111123031	10h14	12	5	03/jun	12	6,65	10																	
								8	6,66	0																	
								9	6,66	10																	
								10	6,66	10																	
								11	6,66	10																	
								12	6,66	0																	
				13h13	12	5	03/jun	8	6,66	0																	
								9	6,66	10																	
								10	6,66	10																	
								11	6,66	10																	
								12	6,66	0																	
								8	6,66	0																	

APÊNDICE V – Registo de recolha de amostras nas linhas de despacho

Tabela 42: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas na linha de despacho de leite no dreno e no camiã

NºAmostra	Tanque Leite Termizado			Inicio Produção		Fim Produção	
	NºTanque	Tanque	Leite (%)	Dreno	Leite (%)	Camião	Leite (%)
1	11	525	100,96%	118	22,69%	524	100,77%
2	12	525	100,96%	93	17,88%	524	100,77%
3	13	527	101,35%	103	19,81%	524	100,77%
4	11	524	100,77%	105	20,19%	523	100,58%
5	12	523	100,58%	98	18,85%	523	100,58%
6	13	525	100,96%	109	20,96%	524	100,77%
Média		524,83	100,00%	104,33	20,06%	523,67	100,00%

Tabela 43: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no início do despacho de nata no dreno e no camiã

NºAmostra	Estado da linha	Matéria Gorda (M/M%)	
		Dreno	Camião
1		35,45	38,52
2		37,74	33,50
3	lavada	39,47	34,94
4		38,52	36,18
5		39,06	37,65
Média		38,05	36,16
6		6,79	7,76
7		6,04	11,50
8	empurro	6,29	20,70
9		11,30	11,46
10		6,79	13,46
Média		7,44	12,98

Tabela 44: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no fim do despacho de nata no dreno, mangueira, camiã e tanque de nata termizada

Nº Amostra	Local Colheita de Amostra (M/M%)			
	Dreno	Mangueira	Camião	Tanque Nata Termizada
1	6,21%	32,56%	39,26%	40,06%
2	6,79%	33,34%	40,41%	40,26%
3	7,84%	34,02%	39,85%	40,19%
4	6,84%	33,17%	40,32%	39,98%
5	7,16%	34,03%	40,05%	40,11%
Média	6,97%	33,42%	39,98%	40,12%

APÊNDICE VI – Registo de recolha de amostras na Receção e linhas de despacho com melhorias

Tabela 45: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no empurro inicial no dreno no painel de válvulas da receção após a implementação de melhorias

% MÉDIA DE LEITE PRESENTE NA AMOSTRA COLHIDA NO EMPURRO INICIAL NO DRENO DO PAINEL DE VÁLVULAS C/MELHORIAS								
<i>Nº Amostra</i>	<i>Linha - 1</i>		<i>Linha - 2</i>		<i>Linha - 3</i>		<i>Linha - 4</i>	
	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)	IC (mC)	Leite (%)
1	281	54,04%	308	59,20%	299	57,50%	420	80,77%
2	187	35,96%	149	28,65%	402	77,31%	416	80,00%
3	144	27,69%	272	52,31%	360	69,23%	399	76,73%
4	278	53,46%	208	40,00%	315	60,58%	387	74,42%
5	212	40,77%	302	58,08%	328	63,08%	406	78,08%
6	332	63,85%	199	38,27%	326	62,69%	411	79,04%
7	272	52,31%	289	55,58%	376	72,31%	374	71,92%
8	202	38,85%	254	48,85%	363	69,81%	397	76,35%
MÉDIA	238,50	45,87%	247,63	47,62%	346,13	66,56%	401,25	79,17%

Tabela 46: Valores de IC (mC) das amostras recolhidas no fim do despacho de nata no dreno, mangueira, camiã e tanque de nata termizada após a implementação de melhorias

<i>Nº Amostra</i>	<i>Local Colheita de Amostra (M/M%)</i>			
	<i>Dreno</i>	<i>Mangueira</i>	<i>Camiã</i>	<i>Tanque Nata Tratada</i>
1	6,79%	35,26%	38,98%	40,19%
2	7,13%	33,09%	39,56%	39,96%
3	8,56%	33,49%	40,28%	40,44%
4	5,97%	30,08%	40,00%	40,40%
5	6,52%	35,26%	39,89%	40,19%
Média	6,99%	33,44%	39,74%	40,24%

Tabela 47: Valores de IC (mC) das amostras colhidas aos 6 tanques de lote fechado (volume máximo) da recepção após a implementação de melhorias

Nº amostra	Amostras colhidas após a implementação de melhorias					
	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4	Tanque 5	Tanque 6
	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)	IC (mC)
1	527	524	528	525	521	523
2	526	525	525	527	528	525
3	526	524	529	524	526	528
4	520	527	525	524	525	524
5	525	525	526	526	526	525
6	526	523	525	524	526	526
7	525	524	526	524	524	526
8	528	525	525	526	525	521
9	526	520	527	523	526	524
10	525	527	524	525	526	526
11	525	520	530	525	527	527
12	525	524	526	527	525	529
13	528	526	525	529	526	525
14	529	528	518	526	526	524
15	520	526	526	526	527	529
16	526	527	527	528	526	526
17	527	527	521	527	527	525
18	530	527	528	531	527	526
19	527	525	526	526	528	525
20	530		518	526	523	523
21	528		526	526	526	525
22	523		519	526	525	525
23	527		526	523	525	524
24	527		525	525	524	530
25	526		525	528	526	524
26	525		529	526	526	527
27	522		521	526	529	525
28	528		523	524	530	524
29	527		524	528	525	526
30	525		525	526	525	528
31	523		532	528	527	531
32	525		526	526	525	528
33	526		526	527	526	526
34	524		524	524	525	525
35	527		525	527	528	525
36	526		525	526	522	528
37	528		522	522	530	521
38	524		527		525	527
39	524		527			527
40	530					528
41	528					528
42	526					525
43	532					
44	529					
45	527					

APÊNDICE VII – Controlo estatístico aos tanques da receção antes e após melhorias

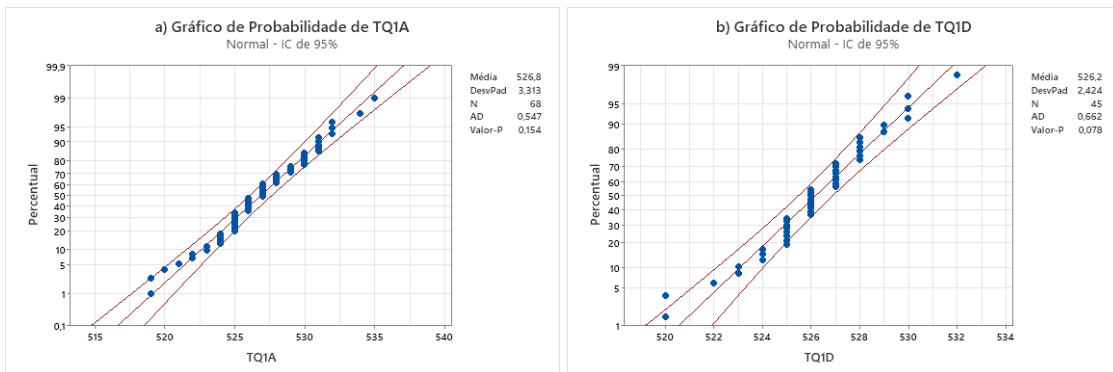


Figura 38: Gráficos de probabilidade normal dos dados de IC do tanque 1: a) com os dados do programa industrial antigo; b) com os dados do programa industrial novo

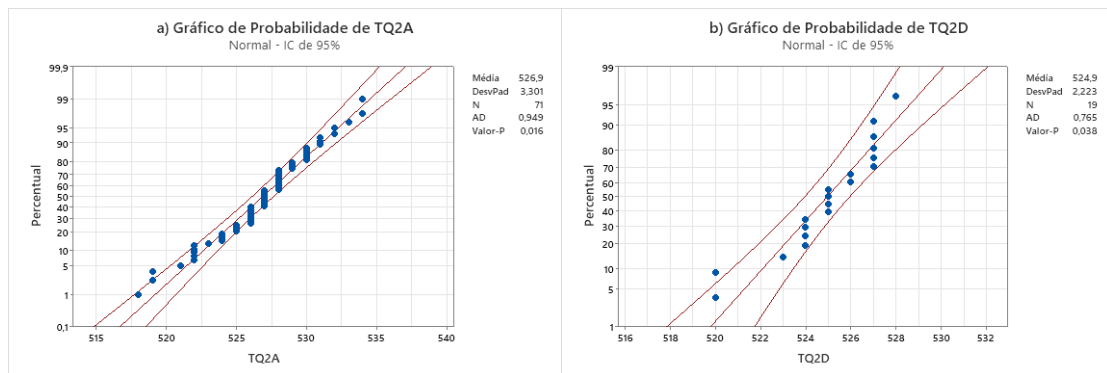


Figura 39: Gráficos de probabilidade normal dos dados de IC do tanque 2: a) com os dados do programa industrial antigo; b) com os dados do programa industrial novo

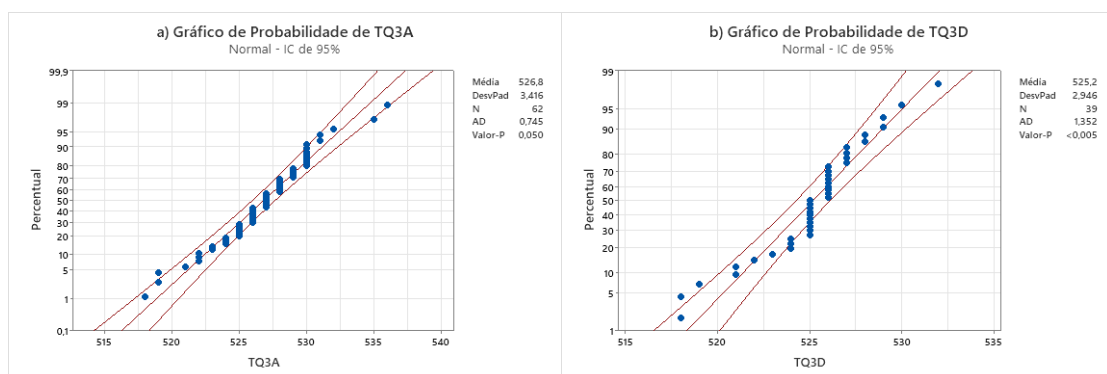


Figura 40: Gráficos de probabilidade normal dos dados de IC do tanque 3: a) com os dados do programa industrial antigo; b) com os dados do programa industrial novo

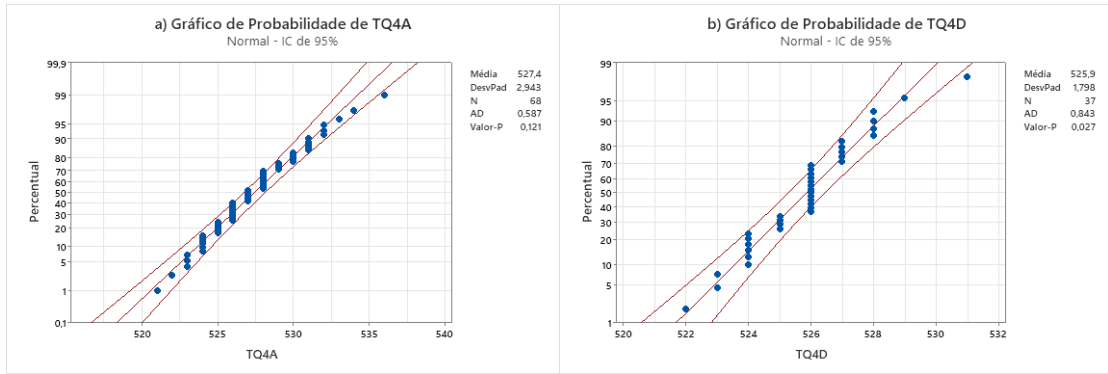


Figura 41: Gráficos de probabilidade normal dos dados de IC do tanque 4: a) com os dados do programa industrial antigo; b) com os dados do programa industrial novo

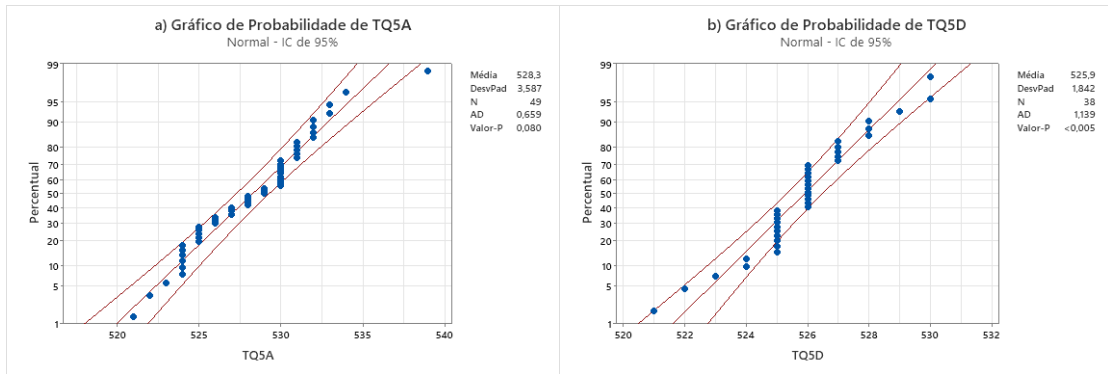


Figura 42: Gráficos de probabilidade normal dos dados de IC do tanque 5: a) com os dados do programa industrial antigo; b) com os dados do programa industrial novo

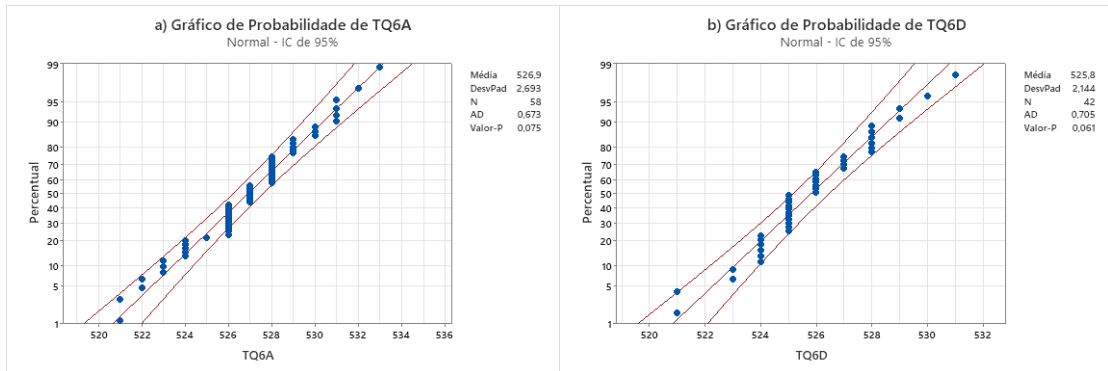


Figura 43: Gráficos de probabilidade normal dos dados de IC do tanque 6: a) com os dados do programa industrial antigo; b) com os dados do programa industrial novo

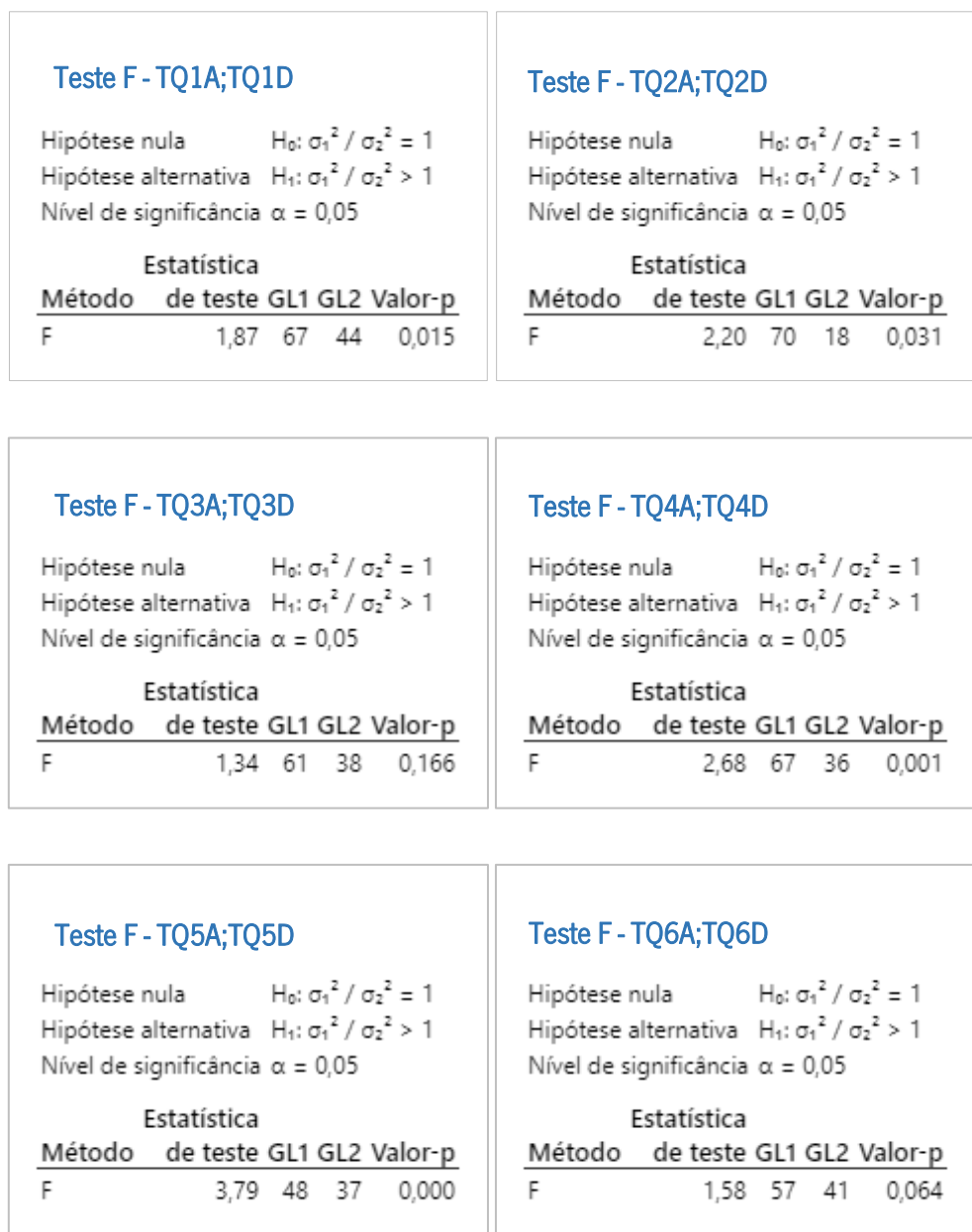


Figura 44: Teste-F para duas variâncias dos tanques i ($i=1, 2, \dots, 6$), antes (TQiA) e após (TQiD) a implementação de melhorias

<p>Teste t - TQ1A;TQ1D</p> <p>$\mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótese alternativa $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$</p> <p><u>Valor-T GL Valor-p</u> 1,22 109 0,112</p>	<p>Teste t – TQ2A;TQ2D</p> <p>$\mu_2 = 0$ Hipótese alternativa $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$</p> <p><u>Valor-T GL Valor-p</u> 2,97 41 0,002</p>
<p>Teste t – TQ3A;TQ3D</p> <p>Hipótese nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótese alternativa $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$</p> <p><u>Valor-T GL Valor-p</u> 2,45 99 0,008</p>	<p>Teste t – TQ4A;TQ4D</p> <p>Hipótese nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótese alternativa $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$</p> <p><u>Valor-T GL Valor-p</u> 3,34 101 0,001</p>
<p>Teste t – TQ5A;TQ5D</p> <p>Hipótese nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótese alternativa $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$</p> <p><u>Valor-T GL Valor-p</u> 4,00 74 0,000</p>	<p>Teste t – TQ6A;TQ6D</p> <p>Hipótese nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótese alternativa $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$</p> <p><u>Valor-T GL Valor-p</u> 2,16 98 0,016</p>

Figura 45: Teste-T para duas amostras dos tanques i ($i=1, 2,..6$), antes (TQiA) e após (TQiD) a implementação de melhorias

<p>Análise da Variância – TQ1A a TQ6A</p> <p><u>Fonte GL SQ (Aj.) QM (Aj.) Valor F Valor-P</u> Fator 5 89,19 17,84 1,73 0,127 Erro 370 3820,89 10,33 Total 375 3910,08</p>	<p>Análise da Variância – TQ1D a TQ6D</p> <p><u>Fonte GL SQ (Aj.) QM (Aj.) Valor F Valor-P</u> Fator 5 34,44 6,888 1,33 0,252 Erro 214 1107,65 5,176 Total 219 1142,09</p>
---	---

Tabela 48: Análise de variância (ANOVA) dos 6 tanques da recepção: a) Antes da implementação de melhorias; b) Após a implementação de melhorias