



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**RODRIGO MIGUEL
ALVES BELO**

**AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA E
IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTA DE APOIO À
DECISÃO: UMA IMPLEMENTAÇÃO COM VISTA A
INDÚSTRIA 4.0 NUMA FÁBRICA DE QUEIJO**



**RODRIGO MIGUEL
ALVES BELO**

**AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA E
IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTA DE APOIO A
DECISÃO: UMA IMPLEMENTAÇÃO COM VISTA À
INDÚSTRIA 4.0 NUMA FÁBRICA DE QUEIJO**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família.
(Avô, consegui)

o júri

presidente

Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Elsa Silva
Professor Auxiliar, Universidade do Minho

agradecimentos

Deixar nesta página nomes e obrigados sabe a pouco, comparado com o contributo que estas pessoas tiveram durante este percurso. No entanto, neste trabalho fica o reflexo das influências e mensagens que passaram. Acima de tudo obrigado pelos sorrisos e pela partilha do vosso conhecimento.

Agradecer aos meus pais por me terem dado a oportunidade de ter a educação que tenho hoje. Por me terem ajudado a caminhar rumo ao sucesso de cada conquista. por me terem passado sempre os melhores ideais e valores. Por nunca terem deixado de acreditar em mim. Tudo o que sou hoje, devo a vocês.

Telmo Coutinho, obrigado pela forma como liderou o projeto. Obrigado pelo apoio incansável. Por conseguir de forma profissional, mas acima de tudo motivadora, transmitir todo o conhecimento possível. Obrigado pelas oportunidades que criou e por ter sempre acreditado no projeto.

Aos meus amigos, por terem sido fundamentais em tornar cada experiência nestes cinco anos única. Sem vocês não tinha sido a mesma coisa. Obrigado por estarem presentes em cada metro que alcançamos juntos.

À Lactogal e ao Eng. Rui Castro pela colaboração e oportunidade de adquirir todo o conhecimento possível sobre a indústria alimentar e não só.

Aos colaboradores da receção e concentração, Castro e Hugo, por terem sido fundamentais para a minha integração na Lactogal, e pela forma apaixonante com que explicaram cada detalhe do coração da fábrica. Aos colaboradores da sala de controlo do queijo, Sofia, Elói, Sérgio, Rui e Sónia por terem sido extraordinários em várias etapas fundamentais do projeto e por me incluírem em todos os testes de qualidade de mozzarella possível.

E por fim um obrigado à Professora Ana Moura pela disponibilidade, sugestões e conselhos pertinentes. E à Universidade de Aveiro pela academia que é hoje e por ter dado as oportunidades para me tornar a pessoa sou hoje (Um obrigado especial à AEGIA).

palavras-chave

Produção Queijo, Relatório A3, Apoio à Decisão, *Business Intelligence*, Indústria 4.0, Power BI, Sistemas de Informação, Lean

resumo

Nos últimos 50 anos, registaram-se mudanças dramáticas na indústria dos laticínios. Em média estamos a produzir 60 por cento mais leite a partir de 30 por cento menos vacas do que em 1967. Isto acontece porque cada vaca produz mais de 2,5 vezes mais leite do que há 50 anos. Deste modo é esperado que nos próximos 50 anos a evolução seja igualmente notável devido a evolução das tecnologias que estão à disposição de toda a cadeia de produção. O aumento da produção de leite em conjunto com o aumento da competitividade do mercado, exige que a capacidade produtiva seja adaptada a um estilo de produção mais eficiente, com zero desperdícios.

O presente projeto foi elaborado numa equipa de projeto no âmbito da melhoria continua na empresa Lactogal Produtos Alimentares S.A., na unidade fabril de Oliveira de Azeméis. Com base no que foi mencionado anteriormente é importante adaptar a capacidade de produção das unidades fabris para as exigências dos produtores e do mercado. Deste modo, um dos principais objetivos deste projeto passa por devolver à unidade fabril a capacidade produtiva para a qual esta tinha sido inicialmente projetada. Por conseguinte e de forma a estruturar a análise e resolução desta incapacidade foi recorrido a uma ferramenta LEAN, o relatório A3. A incapacidade produtiva foi então decomposta através de um relatório A3 para que fosse analisada a causa-raiz da mesma e analisar as possíveis contramedidas para as mesmas. A partir das conclusões retiradas as contra medidas foram implementadas e os resultados medidos.

Com a necessidade da análise de dados para avaliar a eficácia das medidas implementadas foi desenvolvida uma ferramenta de apoio à decisão utilizando o Microsoft Power BI. Planeando a arquitetura da ferramenta para obter os resultados pretendidos, as variáveis até então registadas em papel, passaram a ser registadas informaticamente e analisadas através de relatórios e *dashboards*. As implementações destas medidas permitiram não só aumentar a capacidade produtiva da fábrica, mas também através da ferramenta criada em Power BI ter uma análise mais precisa e detalhada do estado da produção. O impacto positivo desta ferramenta contribuiu assim para a tomada de decisão com base em factos reais, bem como para a conscientização do poder que os dados certos tratados da forma correta têm.

keywords

Cheese Production, A3 Report, *Business Intelligence*, Industry 4.0, Power BI, Information Technology, Lean

abstract

The past 50 years have seen dramatic changes in the dairy industry. On average we are producing 60 percent more milk from 30 percent fewer cows than in 1967. This is because each cow produces more than 2.5 times as much milk as 50 years ago. Thus, it is expected that the next 50 years will see equally remarkable developments due to the evolution of technologies that are available to the entire production chain. The increase in milk production together with the increase in market competitiveness requires that the production capacity be adapted to a more efficient production style, with zero waste.

This project was developed in a project team in the scope of continuous improvement in the company Lactogal Produtos Alimentares S.A., in the factory unit of Oliveira de Azeméis. Based on what was previously mentioned, it is important to adapt the production capacity of manufacturing units to the demands of producers and the market. Thus, one of the main objectives of this project is to return the factory unit to the production capacity for which it was initially designed. Therefore, and in order to structure the analysis and resolution of this inability, a LEAN tool, the A3 report, was used. The production incapacity was then decomposed through an A3 report in order to analyze its root cause and analyze possible countermeasures.

From the conclusions drawn the countermeasures were implemented and the results measured. With the need for data analysis to evaluate the effectiveness of the implemented measures, a decision support tool was developed using Microsoft Power BI. Planning the architecture of the tool to obtain the desired results, the variables that were previously recorded on paper were now recorded and analyzed through reports and dashboards. The implementation of these measures allowed not only to increase the productive capacity of the factory, but also through the tool created in Power BI to have a more accurate and detailed analysis of the production status. The positive impact of this tool has thus contributed to decision making based on facts, as well as to awareness of the power of the right data processed in the right way.

Índice

1. Introdução	2
1.1 Motivação e Contextualização do trabalho	2
1.2 Objetivos e Metodologia.....	3
2. Revisão da Literatura	7
2.1 Dados, informação e gestão do conhecimento.....	7
2.2 Implementação da Indústria 4.0 na indústria dos laticínios.....	9
2.3 Power BI.....	11
2.4 ACCEPT.....	14
2.5 Lean Thinking	15
2.5.1 Ferramentas Lean.....	17
3. Caso de estudo - A Organização e os Problemas apresentados	19
3.1 A Organização	19
3.1.1 Lactogal.....	19
3.1.2 A fábrica do Queijo	21
3.1.3 Produtos Lactogal.....	21
3.1.4 Processo de produção do queijo.....	22
3.2 Contextualização do problema.....	27
3.2.1 Desenvolvimento de microrganismos.....	27
3.2.2 Incapacidade e inatividade do processo produtivo	31
3.2.3 Recolha e análise de dados	32
4. Aumento da Capacidade Produtiva do fabrico do Queijo.....	37
4.1 Background – contextualização do problema.....	37
4.2 Estado Atual	37
4.3 Objetivo	39
4.4 Análise da Causa Raiz.....	39
4.5 Contra medidas	41
4.6 Confirmação das medidas aplicadas	44

4.7	Follow Up Actions – Ações a desenvolver	45
4.8	Análise dos Resultados	46
5.	<i>Ferramenta de controlo do processo e apoio à decisão com base no Microsoft Power BI ...</i>	49
5.1	Desenho do Sistema	49
5.2	Implementação em ACCEPT	50
5.3	Preparação dos dados - <i>Power Query</i>	55
5.4	Criação do Modelo de Dados.....	57
5.5	Construção do relatório de dados.....	58
5.6	Atualização e Manutenção.....	58
5.7	Realização de formações para a utilização da ferramenta implementada	59
5.8	Apresentação de Resultados	59
5.9	Análise de Resultados	70
6.	<i>Considerações Finais</i>	73
6.1	Considerações Finais.....	73
6.2	Limitações	74
6.3	Trabalho Futuro.....	74
	<i>Referências</i>	76
	<i>ANEXOS</i>	81

Índice de Figuras

Figura 1- Fluxo da ferramenta Power BI (fonte: portal da gestão, ANO).....	13
Figura 2 – Power BI desktop.....	14
Figura 3 - Mapa das Instalações da Lactogal.....	19
Figura 4 – Unidade Fabril de Oliveira de Azeméis.....	20
Figura 5 – Planta da fábrica do Queijo.....	21
Figura 6 – Marcas Lactogal.....	22
Figura 7 – Formato dos queijos produzidos na organização.....	22
Figura 8 – Desnate e normalização da gordura do leite (Bylund, 1995).	24
Figura 9 – Fluxo de uma desnatadeira (Bylund, 1995).	25
Figura 10 – Gráfico do impacto que uma contaminação fágica pode ter no processo de produção de queijo.....	28
Figura 11 - Evolução fágica com somente com rotação de culturas.....	29
Figura 12 – Operadores a lavar queijo.....	30
Figura 13 – Gráfico da evolução fágica com rotação de culturas de fermento.....	31
Figura 14 – Exemplo de folha onde são feitos os registos dos dados do processo.....	34
Figura 15 – Numero de fabricos por ciclo de produção antes da LIA.....	38
Figura 16 – Gráfico do indicador de queijo lavado em 2020.....	38
Figura 17 – Análise 5 porquês.....	40
Figura 18 - Curva de Acidez Temporal Ensaio Manual.....	41
Figura 19 - Curva de Acidez Temporal em Produção de 8 Fabricos por ciclo de produção.....	42
Figura 20 - Curva de Acidez Temporal em Produção de 11 Fabricos por ciclo de produção.....	43
Figura 21 - Numero de fabricos por ciclo de produção 2020 e 2021.....	44
Figura 22 – Indicador de Queijo Lavado em 2020 e 2021.....	45
Figure 23 - Indicador do consumo de água por lavagem.....	46
Figura 24 - Indicador da LIA.....	47
Figura 25 – Pontos críticos de registo do pH.....	50
Figura 26 – Postos de autocontrolo antes.....	52
Figura 27 - Postos de auto-controlo depois.....	53
Figura 29 – Dispositivo de leitura das características do leite, FT1.....	54
Figura 30 – Formação sobre o programa ACCEPT aos operadores.....	55
Figura 30 – Transformação dos ficheiros.....	56
Figura 31 - Modelo Relacional.....	57
Figura 32 - Linhagem dos ficheiros do sistema.....	60
Figura 33 – Menu Principal.....	61
Figura 34 – Zonas dos relatórios.....	62

Figura 35 - Relatório pH na desmoldagem.....	63
Figura 36 – Relatório da conformidade das variáveis	64
Figura 37 – Pesquisa do desempenho do fabrico por ordem de produção	65
Figura 38 – Relatório controlo de pesos no arranque de produção.....	66
Figura 39 – Relatório do Queijo Lavado	67
Figura 40 – Relatório do consumo de água na fabrica do queijo	68
Figura 41 – Relatório do indicador de eficiência da LIA.....	68
Figura 42 – Versão mobile do Power BI	69
Figura 43 – Notificações via APP e email.....	70

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Indústria 3.0 vs Indústria 4.0 (retirado de (Aziz et al., 2019)).....	9
Tabela 2 - Adaptado de (Arromba et al., 2019).....	16
Tabela 3 – Capacidade do Fabrico Atual	32
Tabela 4 - Capacidade do Fabrico depois da implementação da LIA	45

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

PBI – Power BI

BI – *Business Intelligence*

BPMN – *Business Process Model and Notation*

SQL – Structured Query Language

DAX – *Data Analysis Expressions*

KPI – *Key Performance Indicator*

SAP – *Systems Applications and Products in Data Processing*

CIP – Cleaning in place

LADO B/B – Lado de produção tipo de queijo bola e barra

LIA – Lavagem intermédia com solução de ácido

TCP – Tanque de Colhada Prato

TCB – Tanque de Colhada Prato

PM – Tipo de Queijo Prato Médio

PP – Tipo de Queijo Prato Pequeno

1. Introdução

O presente relatório tem como objetivo introduzir o trabalho realizado no âmbito da melhoria contínua por uma equipa de projeto. Esta equipa tem como objetivo a poupança de água, matéria-prima e o aumento da capacidade produtiva, sem nunca comprometer a qualidade dos produtos produzidos. O projeto é desenvolvido na Lactogal - Produtos Alimentares S.A, mais especificamente na unidade de Oliveira de Azeméis. Ao longo deste relatório será feita uma contextualização do trabalho desenvolvido, sendo também apresentados os seus objetivos e a metodologia seguida para os alcançar.

1.1 Motivação e Contextualização do trabalho

Todos os dias nascem novas empresas, exploram-se novos mercados e procura-se satisfazer novas necessidades da humanidade. Por outro lado, todos os dias encerram empresas que terminam a sua atividade por não acompanharem o ritmo exigente que caracteriza o mundo do trabalho. Ter sucesso hoje é muito diferente do que há umas décadas atrás. O mundo globalizado em que vivemos hoje, em conjunto com a ascensão das novas tecnologias, traz consigo um infundável número de benefícios e oportunidades para a vida quotidiana das pessoas, bem como um largo número de produtos e serviços que são imprescindíveis e sem os quais seria possível ter a mesma qualidade de vida. A todo o momento criam-se novos produtos e a verdade é que estes se tornam obsoletos muito mais depressa (Suzaki, 2013). A maioria das empresas acaba por ter de disputar os mesmos consumidores oferecendo produtos e serviços semelhantes, e é neste contexto que nasce a competição. Ora, à medida que o ambiente de negócios muda, torna-se cada vez mais difícil manter a competitividade. Neste sentido, as empresas têm-se focado na inovação para que possam ter espaço num ambiente volátil, incerto, complexo e ambíguo (Sousa et al., 2018). No entanto, não é suficiente ser a empresa mais inovadora do segmento, mas é necessário abandonar práticas de gestão tradicionais e antiquadas, incompatíveis com o mundo em que vivemos atualmente. Nesta perspetiva, a Lactogal está em processo contínuo de melhoria, não só dos processos como também dos próprios produtos, para que se possa manter uma empresa competitiva.

A Lactogal é uma empresa que tem como um dos principais objetivos trabalhar para o bem alimentar e como tal dá finalidade a todo o leite que advém das suas cooperativas agrícolas, no entanto esta é conhecida pela qualidade superior dos seus produtos tradicionais e pela criação de produtos inovadores, colocando-a assim no topo das preferências dos consumidores e líder de mercado. É uma empresa com bastantes contrastes ao nível de informação e do processo. É possível encontrar contrastes como, um armazém a funcionar de forma autónoma desde o fim de linha até a preparação de encomendas e expedição, e por exemplo, uma fábrica onde os registos do controlo do processo é realizado quase na totalidade recorrendo ao papel.

Com vista a reduzir estes contrastes, a organização está neste momento a sofrer uma revolução digital com vista ao aproveitamento do potencial das ferramentas que a Microsoft disponibiliza às empresas para digitalização de processos. Através de uma equipa de projeto coordenada pelo departamento de sistemas de informação e constituída por engenheiros conhecedores do processo produtivo e engenheiros da equipa de SI, complementam assim uma equipa onde o conhecimento técnico das ferramentas no âmbito Microsoft Office 365, se alia com o conhecimento técnico da produção. Isto demonstra por parte da organização ambição em querer que a transição para a nova era digital ocorra da forma menos invasiva possível, quer para os desenvolvedores, quer para os utilizadores, podendo todos beneficiar com as mesmas.

Este projeto serve assim como uma alavanca embrionária da ligação entre o conhecimento técnico e o conhecimento da realidade produtiva para que em conjunto estes consigam os melhores resultados algumas vez alcançados.

1.2 Objetivos e Metodologia

Um dos principais objetivos do trabalho é aumentar a capacidade produtiva do fabrico de queijo (mantendo os padrões de qualidade), anular atividades que não acrescentem valor ao processo de produção, conseguir controlar o processo através de indicadores exibidos numa ferramenta de apoio à decisão e promover a digitalização fabril. Assim, para alcançar todos os objetivos mencionados, é essencial fazer o mapeamento do processo, analisar o mesmo desde a sua origem até à expedição, analisar os fluxos de informação e perceber os desperdícios existentes no processo. Para isso os objetivos principais serão:

- Obter o máximo de conhecimento do processo de produção do queijo. Conhecer as condições a que o leite é submetido desde o produtor até ser produto acabado. Entender os tratamentos a que o leite é sujeito, os tempos de processamento e os parâmetros mais importantes para assegurar a qualidade do produto final;
- Compreender como é realizado o controlo de parâmetros e testes ao produto. Identificar as fontes de dados existentes através do mapeamento do sistema produtivo e perceber como é feito o aproveitamento dos dados.
- Criar uma ferramenta de apoio à decisão autónoma, rápida e iterativa que consiga traduzir o estado do queijo durante a sua produção em (quase) tempo real. Transmitir através de indicadores se a produção está a conseguir criar produtos conformes, de modo a auxiliar os responsáveis de produção, o departamento da qualidade e o departamento de ID (Investigação e Desenvolvimento);
- Criação de novos indicadores, caso seja necessário, através da transformação de dados que não estejam a ser seguidos, mas que sejam importantes e relevantes.

Para se cumprir os objetivos mencionados, é necessário seguir uma metodologia para desenvolvimento e implementação das soluções. O primeiro passo após a revisão bibliográfica, para fundamentar uma contextualização teórica, é fazer uma descrição da situação atual da capacidade produtiva do fabrico de queijo, perceber a forma como é recolhida informação e em que ferramentas é que se suportam para fundamentar decisões, através dos seguintes passos:

- Observação do dia-a-dia dos responsáveis de produção e da equipa do departamento da qualidade para distinguir que tipo de análises são feitos e por quem;
- Acompanhamento dos operadores no processo de fabrico de forma entender o processo;
- Identificação da capacidade produtiva da secção do fabrico;
- Identificação dos parâmetros que levam às limitações produtivas;
- Identificação das origens dos dados e dos registos existentes;
- Identificação de ferramentas usadas para validar parâmetros de produção;
- Identificação dos maiores problemas do processo de produção;
- Recolha de indicadores usados para a validação do processo.

O segundo passo, tem como objetivo a descrição da situação futura ideal, isto é, os objetivos a alcançar:

- Implementação e uniformização da recolha de dados do processo através de meios digitais;
- Aumento da capacidade produtiva da secção do fabrico através da implementação de anuladores de desenvolvimentos de microrganismos prejudiciais à produção;
- Aproveitamento dos dados existentes para criar um histórico de relações que permita criar gamas de controlo para os indicadores;
- Normalização das curvas de acidificação;
- Perceber o porquê de a capacidade produtiva do fabrico de queijo ter diminuído;
- Introdução de novos indicadores, se estes forem relevantes para os departamentos responsáveis acompanharem e retirarem conclusões;
- Aperfeiçoamento da atualização de alguns indicadores;
- Comparação das situações atuais e futuras para compreender o impacto das melhorias sobre os resultados;
- Recolha da informação importante para a conceção de relatórios.

O último passo, o principal objetivo, é desenvolver uma ferramenta visual de indicadores do processo (relatórios interativos e *dashboards*) de apoio à decisão que irá ajudar a reduzir os desperdícios e identificar variáveis podem causar inconformidades nos produtos durante o fabrico. A arquitetura desta ferramenta vai se basear em:

- Certificar que a recolha de dados é feita em formato digital;
- Fazer a triagem dos dados e ficheiros pertinentes a serem utilizados;
- Reunir as informações na mesma fonte;
- Definir e desenvolver relatórios com o apoio do software Microsoft Power BI;
- Compreender a visualização desejada da informação;
- Realizar testes de funcionamento ao protótipo desenvolvido;
- Implementar a ferramenta e dar formação aos utilizadores.

2. Revisão da Literatura

Este capítulo tem como objetivo dar suporte à implementação prática relacionada com o trabalho desenvolvido. Primeiramente é abordada a temática dos dados, a sua importância e novas áreas onde a análise dos mesmos tem um papel cada vez mais relevante. Posteriormente é realizado um enquadramento com os programas utilizados e como estes auxiliam a recolha, tratamento e análise dos dados. Por fim, a temática Lean é introduzida com o objetivo de facilitar a compreensão de conceitos e ferramentas usadas ao longo do trabalho.

2.1 Dados, informação e gestão do conhecimento

As inovações revolucionárias estão a mudar a conjuntura de muitas indústrias e os seus modelos de negócio. Em virtude dos processos que são cada vez mais digitalizados estes obrigam a um crescimento da quantidade de dados sensíveis armazenados e analisados por cada organização.

Dados são definidos como "um símbolo, um sinal, ou um facto em estado bruto" (Mingers, 2006), enquanto informação "são dados com significado" (Checkland & Scholes, 1990). A sociedade necessita cada vez mais de decisões rápidas e corretas, por isso, cada vez mais dados não estruturados, podem criar obstáculos e bloquear qualquer tipo de processo de tomada de decisão fluida devido a falta de conhecimento. Portanto, Stair e Reynolds consideram que o conhecimento é a consciência e a compreensão de um conjunto de informações e de formas que a informação pode ser útil para apoiar uma tarefa necessária ou para chegar a uma decisão específica (Stair & Reynolds, 2010).

Deste modo, os conceitos de Qualidade da Informação e Gestão da Informação são também fundamentais. Por um lado, Kenett e Shmueli veem a qualidade da informação como "o potencial de um conjunto de dados para atingir um objetivo específico utilizando um determinado método de análise de dados" (Kenett & Shmueli, 2016; Teixeira et al., 2019). Por outro lado, Teixeira et al. definem a gestão da informação como "uma atividade em que a informação é partilhada para apoiar o processo de tomada de decisão, sendo transversal a qualquer organização, independentemente da dimensão ou ramo da atividade" (Teixeira et al., 2019).

Conjugando estas duas perspetivas, Oh & Pinsonneault e Peppard et al. defendem que o valor da informação (como parte da qualidade e gestão de informação) está diretamente relacionado com a realização de objetivos da organização, o que significa que este ajuda a executar tarefas de forma mais eficiente e eficaz. Biga Data, *Business Intelligence* e *Power BI*, a simbiose perfeita (Oh & Pinsonneault, 2007; Peppard et al., 2007)

A ascensão da Indústria 4.0 veio agregada a uma enorme e complexa quantidade de dados, os chamados Grandes Dados. Conforme expresso por Merendino et al., os *Big Data* perturbam a gestão de topo das organizações, pressionando os diretores a tomarem decisões o mais rapidamente possível e a ajustarem as suas capacidades para lidar com mudanças inesperadas (Merendino et al., 2018). Estes tipos de dados vêm em grandes quantidades, não são estruturados, devem ser recolhidos muito rapidamente e analisados num intervalo temporal curto para que estes consigam criar valor (Teixeira et al., 2019). O termo “*Big Data*” caracteriza principalmente dados que apresentem:

- Volume (quantidade de dados)
- Variedade (tipo de dados)
- Velocidade (velocidade a que os dados são gerados e precisam de ser processados)
- Variabilidade (estrutura variável dos dados)
- Veracidade (qualidade dos dados capturados) (Argus, 2020).

O termo também se pode referir ao tipo de tecnologia que é necessária para tratar as grandes quantidades de dados. O crescimento exponencial dos dados tem tornado cada vez mais difícil para as organizações validar informação e criar valor através da informação derivada. É aqui que a área de *Business Intelligence* ganha espaço. Fruto do nascimento de uma nova era direcionada para grandes quantidades de dados e decisões orientadas pelos mesmos, os benefícios resultantes da implementação de ferramentas com recurso *Business Intelligence* pode trazer uma vantagem competitiva enorme para as organizações (Argus, 2020).

Business Intelligence (BI) é um conceito que pode parecer novo, no entanto já nasceu há algum tempo e tem vindo a evoluir desde então. Luhn utilizou o conceito para descrever um sistema automático que distribui informação e apoia o processo de tomada de decisão (Luhn, 1958). Vitt et al. também referiram *Business Intelligence* como um conceito complexo que abrange quatro fases: análise, perceção, ação e medição de desempenho (Vitt et al., 2003). À medida que o conceito foi evoluindo, abrangeu novas áreas como: armazenamento de dados, recolha de dados, previsão de dados e análise de negócios (Turban et al., 2010). Wanda & Stian fortalecem o argumento transmitindo que BI engloba diversas "atividades, processos e tecnologias de recolha, armazenamento, análise e disseminação de informação para melhorar a tomada de decisões" (Wanda & Stian, 2015). Mais recentemente, Caseiro & Coelho declaram que "*Business Intelligence* está a atrair atenção porque há um aumento na disponibilidade de informação através de meios eletrónicos de aquisição, processamento e comunicação" (Caseiro & Coelho, 2019).

Vitt et al. afirmam que a *Business Intelligence* inclui três perceções básicas: "tomar melhores e mais rápidas decisões, converter dados em informação, e utilizar uma abordagem racional de

gestão"(Vitt et al., 2003). De acordo com Nasri e Dishman & Calof, há também vários fatores que obrigam as empresas a melhorar a sua utilização da informação, caso contrário a sua sobrevivência pode ser comprometida: mudanças políticas e sociais, aumento da concorrência global de uma concorrência nova ou mais agressiva, crescente incerteza e rápidas mudanças tecnológicas (Dishman & Calof, 2008; Nemutanzhela, et al., 2016). Caseiro & Coelho também estudaram BI, mas em *startups*. Estes consideram que o *Business Intelligence* pode ser utilizado para adquirir informação e contribuir para aumentar a disponibilidade do conhecimento para os gestores. Os resultados mostram que as capacidades de *Business Intelligence* têm um impacto positivo em três aspetos, considerando a dimensão das *start-ups*: aprendizagem em rede, capacidade de inovação e desempenho (Caseiro & Coelho, 2019).

Na perspetiva de Liu & Liang, o *Business Intelligence* fornece grandes recursos e metodologias poderosas para realizar análises de dados e gerar informação significativa para apoiar os processos de tomada de decisão orientados para os dados empresariais, uma vez que se está a tornar uma área importante nos dias de hoje. Este conceito é transversal a várias áreas: "por exemplo, as aplicações empresariais são orientadas para a obtenção de lucros, enquanto as aplicações médicas podem concentrar-se mais na precisão ou eficiência de cálculo" (Liang & Liu, 2018; Luhn, 1958).

2.2 Implementação da Indústria 4.0 na indústria dos lacticínios

Os tipos de produção têm vindo a evoluir desde a sua criação, vários autores reconhecem que houve 4 grandes revoluções neste processo evolutivo da indústria. Em primeiro lugar, o desenvolvimento de máquinas a vapor alterou drasticamente o processo de produção. Motores elétricos, motores a combustão e os revolucionários sistemas de produção em linha de montagem deram início à então segunda revolução industrial. A terceira revolução industrial foi caracterizada principalmente pela enorme automatização dos processos de produção, que é a base para a quarta revolução industrial, onde enfrentamos sistemas complexos de hardware, centros de dados e componentes de *software* numa simbiose única (Pfohl et al., 2015) (Keller et al., 2014).

De um modo sumário daquilo que foi a última revolução industrial e o que se espera com a quarta, a tabela 1 compara a evolução esperada de um nível já autónomo em relação a um nível em que a conexão entre equipamentos e decisões baseadas em *machine learning* e inteligência artificial é uma realidade.

Tabela 1 - Indústria 3.0 vs Indústria 4.0 (retirado de (Aziz et al., 2019))

<i>Tech evolution</i> \ <i>Industry</i>	3.0	4.0
Sensors	Isolated and different standards	Smarter and more flexible for connection
Connectivity	Connected using wired or wireless communication standards	Intelligent networking from single sensors to the cloud-enabled system
Data usage	Data used for visualisation and statistics report	Data used for pattern recognition, machine deep learning, etc
System integration	Isolated systems with limited information sharing	Seamlessly integrated with real-time data communication
Security	Traditional firewalls, encryption methods, and authority control	Advanced cybersecurity methodology, vigilant and resilient approaches
Automation	Robots-assistant production system	Smart robotics for autonomous manufacturing
Decision-making	Data-driven decision-making models	AI-based intelligent models using big data analytics

Tortorella & Fettermann caracterizam a indústria 4.0 como sendo a quarta revolução industrial (Tortorella & Fettermann, 2018). No entanto segundo Pfohl et al. a definição de indústria 4.0 é a combinação de todas as inovações revolucionárias derivadas e implementadas numa cadeia de valor para fazer face às tendências da digitalização, da autonomização, da transparência, da mobilidade, da modularização, colaboração em rede e socialização de produtos e processos (Pfohl et al., 2015).

A indústria 4.0 como revolução industrial utiliza várias tecnologias avançadas como cyber-physical system (CPS), *Internet of Things* (IoT), e computação em nuvem para automação e inteligência artificial (Jazdi, 2014). A indústria 4.0 foi inicialmente proposta na Alemanha e tem vindo a atrair cada vez mais atenções mundiais. Em 2012, foi introduzido o conceito de *Industrial Internet of Things* (IIoT), sugerindo que máquinas inteligentes, análises avançadas, e pessoas sejam elementos-chave do futuro do fabrico, a fim de permitir uma tomada de decisão mais inteligente por parte dos seres humanos e das máquinas (Aziz et al., 2019).

A fim de implementar com sucesso o conceito de Indústria 4.0, três características chave devem ser consideradas:

- Integração horizontal através de redes de valor;
- Integração vertical e sistemas de produção em rede;
- Integração digital end-to-end da engenharia em toda a cadeia de valor.

O âmbito da integração vertical são as fábricas, por isso, a integração vertical significa implementar uma *smart factory* que seja altamente flexível e reconfigurável. Deste modo, acredita-

se que a fábrica inteligente seja capaz de produzir produtos personalizados e lotes de pequenos de forma eficiente e rentável (Wang et al., 2016).

A indústria 4.0 promete um elevado potencial na indústria dos laticínios, e esta poderá ter um dos maiores impactos na evolução da mesma (Doupbrate et al., 2013). Existem várias razões para que esta transformação aconteça o mais rápido possível, em primeiro lugar, torna-se complicado de satisfazer o aumento da procura de produtos lácteos utilizando apenas sistemas tradicionais que advêm de elevados custos de mão-de-obra e baixa eficiência. Tais sistemas de produção não são suficientes para garantir a qualidade dos produtos lácteos, tais como a sua frescura e segurança, uma vez que são produtos perecíveis. Em segundo lugar, os laticínios estão a tornar-se cada vez mais diversificados. Devido ao grande número de diversidade, os sistemas típicos de trabalho manual não são capazes de alcançar os requisitos personalizados de diferentes clientes. Finalmente, a produção de laticínios é atualmente responsabilizada pelos seus impactos ambientais como é o caso do efeito que a produção de laticínios tem na qualidade da água. Assim, a indústria de laticínios sustentável poderá ser impulsionada através de tecnologias mais avançadas. (Aziz et al., 2019)

A implementação da indústria 4.0 na indústria dos laticínios pode trazer dificuldades e limitações que já eram conhecidos aquando da implementação da terceira revolução. Aziz et al. nomeiam que a escassez de recursos monetários para aumentar a mão de obra, o facto de já terem atingido a produção máxima com os recursos disponíveis e não ser possível expandir as pastagens refletem algumas das dificuldades já existentes. No caso do chão de fábrica, a instalação de máquinas de diferentes fornecedores complica a sua iteração e conectividade na recolha de dados. Os autores realçam ainda o facto de as cooperativas agrícolas não possuírem sistemas de informação que lhes permita mudar os parâmetros de imediato e terem de recorrer a ajustes manuais é outro fator para que limita as implementações da quarta revolução (Aziz et al., 2019; Veile et al., 2020).

2.3 Power BI

Hoje em dia, dados que são transformados em informação têm um elevado potencial para qualquer empresa, no entanto as grandes quantidades de dados podem representar um problema para as mesmas (Chen et al., 2012). A forma como os dados são organizados, geridos e utilizados pode definir o potencial da informação, dados importantes se não forem tratados da forma correta deixam de ser úteis e poderosos, assim, nos dias de hoje onde conceitos como o *Big Data* ganham relevância, o tratamento e acesso a esses dados de forma correta é essencial para ganhar vantagem competitiva.

Fazendo a ligação com as ferramentas capazes de tratar estas grandes quantidades de dados surgem várias ferramentas de BI disponíveis no mercado. Apesar de existirem muitas, a ferramenta da Microsoft, Power BI é uma das mais completas no mercado (Ulagaratchagan, 2021). Com esta ferramenta as organizações conseguem visualizar e analisar os seus dados. Isto confere uma maior perceção das operações e desempenhos das mesmas, o que permite tomar decisões informadas com base em dados reais. Através da capacidade de processar grandes volumes de dados, o Power BI pode tirar partido dos mesmos, com os quais a maioria das outras plataformas têm dificuldades, por exemplo em Excel. O Power BI permite ainda que todos os subfactores dos dados sejam analisados através de hierarquias.

Transformar e preparar dados para análise pode ser uma tarefa realizada usando o Power BI que inclui ferramentas para alterar formatos de dados, adicionar e apagar linhas e colunas, transpor, girar e desenrolar tabelas, criar medidas calculadas, colunas e tabelas. E ainda a criação de relações entre múltiplas tabelas. Este programa suporta ainda análise avançada de dados através de características de *machine learning* incorporadas que podem analisar dados e ajudar os utilizadores a detetar tendências valiosas e a fazer previsões. O Power BI tem uma funcionalidade de previsão baseada em dados históricos.

O Power BI é “uma coleção de serviços de software, aplicações e conectores que funcionam em conjunto para transformar as origens de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas” (Michele, 2021). É usado para extrair dados quer sejam de uma folha de Excel ou de uma base dados SQL ou de múltiplas origens de dados. Permite, basicamente, ligar a uma origem de dados para que qualquer pessoa possa visualizar ou detetar aquilo que lhe é importante analisar e também partilhar esses mesmo dados com o número de pessoas que quiser.

Neste sentido o Microsoft Power BI (PBI), uma das ferramentas de BI existente no mercado e mais utilizada, pode permitir a análise de processos e negócios em tempo real através de uma das suas grandes características, a compatibilidade (Nanua Roshan, 2020). O PBI permite que diferentes colaboradores das organizações visualizem, analisem e partilhem a informação analisada da sua empresa. Além disso, uma das principais vantagens do PBI, face aos seus concorrentes, é o facto de este ser compatível com as ferramentas do office 365 o que permite uma forte integração com certos programas, tal como o Excel, e também bastante fluidez de trabalho.

O PBI é composto por três grandes áreas de trabalho, O Microsoft Power BI Desktop, o serviço de Power BI, e o Power BI Mobile. Estes três elementos funcionam em conjunto para permitir uma experiência de utilização única e fluida. Resumidamente o Power BI Desktop é usado para estabelecer as ligações às origens de dados, transformá-los e tratá-los para posteriormente apresentar os dados em formato de elementos visuais nos relatórios que são depois publicados no

Serviço Power BI. Este serviço é um serviço de *cloud* que permite o armazenamento, visualização, partilha e criação de novas formas de visualização dos relatórios criados anteriormente. Por fim, o Power BI Mobile é a uma transformação do serviço PBI online para dispositivos moveis facilitando assim o acesso dos utilizadores aos elementos visuais presentes nos relatórios e permitindo uma interação mais fluida em dispositivos mobile. A figura 1 mostra o fluxo de funcionamento do Power BI desde a incorporação dos dados de diferentes bases até a disponibilização da informação em formatos *user-friendly* que permitam análises e conclusões (Nogueira Vasco, 2018).

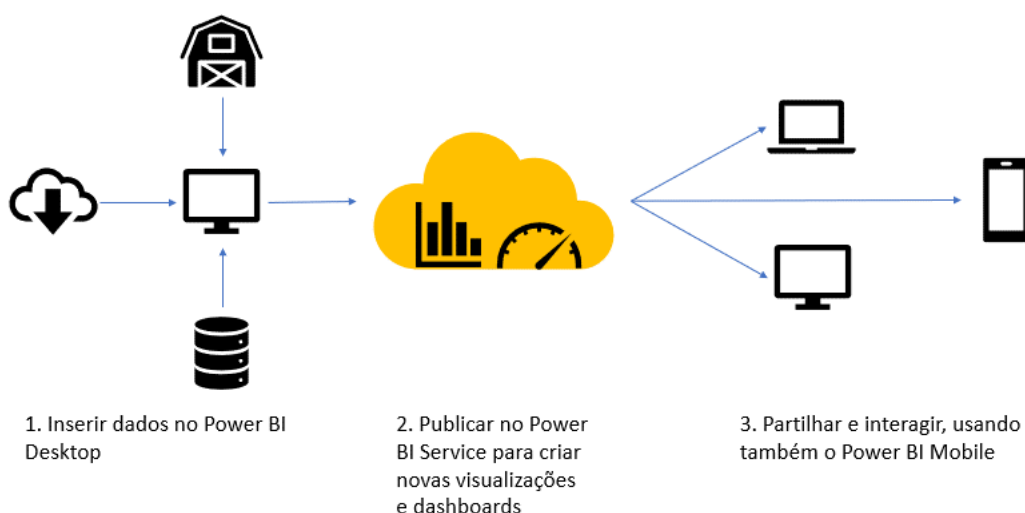


Figura 1- Fluxo da ferramenta Power BI (fonte: portal da gestão, ANO)

O PBI Desktop e o serviço de PBI online, como referido anteriormente, funcionam em conjunto para promoverem a criação de relatórios para serem publicados online e, posteriormente, qualquer pessoa que tenha acesso, consultar. Assim para o desenvolvimento do software é necessário perceber certas áreas do mesmo. Deste modo, para facilitar a interpretação deste trabalho aquando da explicação da elaboração dos relatórios é importante ter em consideração as 3 principais áreas de trabalho no PBI desktop. A figura 2 mostra as 3 principais áreas de trabalho e onde se localiza o menu para aceder às mesmas.

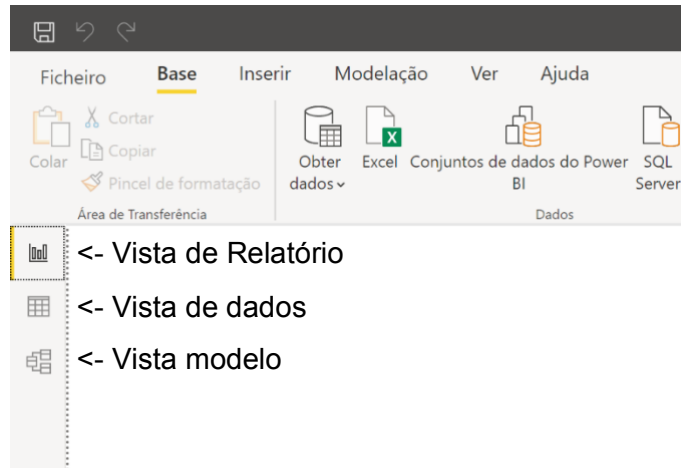


Figura 2 – Power BI desktop

O primeiro passo quando o PBI *desktop* é usado pela primeira vez é o separador “dados” e assim fazer a ligação à base de dados que queremos, quer essa seja o ficheiro de Excel ou uma base SQL (*Structured Query Language*). Posteriormente transformamos os dados no editor de *Power Query*, um sistema de transformação e preparação de dados incluindo no PBI *desktop*. Após esta primeira triagem e transformação de dados estes são armazenados na “Vista de Dados”. Nesta vista é onde são exibidas as tabelas de dados já importadas e é possível fazer um tratamento dos dados recorrendo à linguagem DAX (*Data Analysis Expressions*). Na vista de modelo é onde as tabelas importadas vão ser relacionados, sendo este o local onde se cria o modelo de dados do sistema. Por fim na vista relatório é onde os relatórios finais vão ser desenvolvidos através de elementos visuais (gráficos, tabelas, mapas, etc.), que iram fazer parte do relatório onde o utilizador vai poder navegar. Esta última vista é uma representação *user friendly* da informação obtida através dos dados tratados anteriormente.

2.4 ACCEPT

Sendo a Lactogal uma empresa da indústria alimentar esta tem um controlo bastante restrito do processo por parte de empresas auditoras e entidades reguladoras. Para um maior controlo do processo, por todas as fábricas existem instruções de trabalho de forma a garantir que os operadores cumprem as tarefas da forma padrão e sem dúvidas sobre o procedimento a seguir. Além disso, existem também outras formas de controlar os parâmetros de produção. O registo e controlo, em algumas situações, é realizado através de um programa de qualidade, o ACCEPT. Os operadores abrem a página respetiva ao produto que querem validar a produção e de acordo com as gamas de controlo o programa retorna ao operador se o determinado lote está em condições para ser produzido ou não.

O programa ACCEPT é uma *suite* de *software* para controlo da qualidade industrial, que lhe confere uma visão global sobre parâmetros críticos e análises estatísticas da qualidade, permitindo

reagir prontamente a qualquer evento, de forma a assegurar a eficiência dos processos produtivos, o cumprimento de especificações e a qualidade do seu produto (*Conheça o Mundo ACCEPT*, n.d.).

O ACCEPT é um programa que já está implementado na Lactogal há vários anos, por isso é uma ferramenta para a qual os operadores já dominam e que já foram formados para a sua utilização. Tendo este programa os seus registos em SQL e possibilidade de extrair os dados inseridos para um documento Excel, torna-se uma ferramenta perfeita para ser usada com o Power BI.

Um dos objetivos do ACCEPT enquanto programa, é ser uma ferramenta para registos organizados e validados dos testes de qualidade que são feitos aos produtos enquanto estão a ser produzidos, a fim de conseguirem ter uma ferramenta única que centrasse todos os tipos de dados relativos ao controlo do processo. Assim, considerando que a ideologia desta ferramenta é a recolha e o armazenamento de dados de vários testes e variáveis do processo de fabrico, o principal objetivo é a aquisição de dados do ACCEPT para depois alimentar o Power BI. Assim este software vai possibilitar a obtenção de dados relativos à produção, permitindo depois fazer um acompanhamento muito mais detalhado da área do fabrico e suportar a tomada de decisões baseadas em dados reais. Isto é, o ACCEPT pretende armazenar e fornecer os dados que depois serão tratados para gerar informação e conhecimento agregado.

2.5 Lean Thinking

A filosofia Lean tem já várias décadas e várias fábricas implementam atualmente esta filosofia como forma de melhorar o seu método de trabalho de modo que a fábrica possa continuar a funcionar e a acompanhar a evolução dos mercados através da implementação de várias melhorias ao longo do tempo. No entanto, a filosofia de gestão Lean foi desenvolvida por Taiichi Ohno na Toyota Motor Corporation no Japão e constitui a base do Sistema de Produção Toyota (TPM) (Bateman et al., 2016; Ohno, 1988). Esta é basicamente definida por considerar como desperdício toda a prática, seja qual for a sua finalidade, onde sejam alocados recursos e que não se crie valor para o cliente final. A Toyota utilizou a produção Lean para alterar a natureza da produção automóvel (Carrasqueira & Cruz-Machado, 2008).

As técnicas de fabrico Lean são um conjunto de ferramentas e métodos que permitem eliminar os desperdícios nas operações de produção. Assim, é preciso primeiro entender o que os clientes valorizam e direcionar uma organização em prol da satisfação dos clientes e das suas necessidades. Posteriormente a implementação e utilização da filosofia Lean deve ser guiada por 5 grandes princípios, são eles (Lolli et al., 2016):

- *Value* - especifica o que é valor do ponto de vista do consumidor;

- *Value Chain/Stream* - identificar a cadeia de valor;
- *Flow* - minimizar as paragens do processo;
- *Pull* - toda a produção é apenas iniciada por encomenda do consumidor;
- *Perfection* - o objetivo é haver zero desperdício.

Para muitos, a produção Lean é o conjunto de ferramentas que ajudam a identificar e eliminar os desperdícios (Kumar & Abuthakeer, 2012).

Inicialmente foram criadas 7 categorias de desperdício: produção excessiva; inventário; defeitos; transporte, movimentação; tempo de espera e processamento excessivo (Arromba et al., 2019). Contudo, o não aproveitamento das capacidades e conhecimento de um colaborador passou a ser reconhecido como o oitavo desperdício. Este conceito de desperdício parte do pressuposto das ideias, conhecimento implícito e soluções de melhoria provenientes dos funcionários, mas que não são aproveitadas pelas organizações por falta de oportunidade dada aos mesmos no envolvimento em projetos de melhoria contínua. Visto que os desperdícios lean podem ser encontrados em todas as atividades desempenhadas, a gestão da informação não é exceção. Assim a tabela seguinte, é demonstrada como os 8 desperdícios podem ser considerados na análise de um fluxo de informação:

Tabela 2 - Adaptado de (Arromba et al., 2019)

Tipo de desperdício	Impacto no fluxo de informação
Defeitos	O excesso de fontes de informação provoca por vezes a fiabilidade da mesma.
Produção excessiva	O excesso de informação sem valor acrescentado provoca um excesso de fluxo de informação sem valor acrescentado.
Espera	Gestores de planeamento acabam por ter de esperar pela informação correta por causa da disponibilidade dos recursos.
Recursos humanos (Capacidade e conhecimento)	Gestores de planeamento não inovam ou criam novas formas de eficiência na partilha de informação.
Transporte	Excesso de etapas até chegar à informação correta e excesso de movimentação de informação sem valor acrescentado.
Inventário	Excesso de ficheiros que fornecem a mesma informação, provocando redundância na informação criada.
Movimentação	Descentralização da informação que, por sua vez, provoca dispersão por falta de organização da informação.
Processamento excessivo	Como os ficheiros contêm a informação confusa, há a necessidade de criar nova informação na elaboração de um novo ficheiro.

2.5.1 Ferramentas Lean

A palavra japonesa para desperdício é “muda”, esta traduzida significa "inútil". As ferramentas Lean são concebidas para reduzir o “muda” nas organizações e melhorar o controlo de qualidade. Por outras palavras, as ferramentas Lean procuram eliminar processos que não acrescentam valor.

As ferramentas Lean são utilizadas em muitas indústrias (desde a produção à engenharia, e até aos níveis de gestão e contabilidade) e as organizações muitas vezes utilizam-nas em conjunto com ferramentas Six Sigma. Embora existam algumas diferenças entre as duas filosofias subjacentes, o Lean e o Six Sigma complementam-se excepcionalmente bem. As ferramentas Lean são concebidas para eliminar processos que não acrescentam valor, enquanto o Six Sigma concentra-se em diminuir a variação dentro de um processo. Quando utilizadas em conjunto, as duas são referidas como Lean Six Sigma, um processo que reduz diferentes tipos de desperdício nas organizações.

Apesar de existirem diferentes tipos de ferramentas Lean, apenas vão ser abordadas as utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

Relatório A3

O relatório A3 é uma ferramenta baseada no ciclo PDCA. Este tem como objetivo criar um relatório de todo o processo dentro de uma folha A3 (Sobek II. & Smalley, 2020). Esta ferramenta é composta por uma sequência de 6 secções inseridas num template e dentro de cada secção o objetivo é:

- Contextualização – Onde é feita uma breve descrição do problema, salientando a importância do mesmo para a organização e as medidas até agora utilizadas.
- Situação atual - Representações visuais do problema em consideração.
- Análise da causa raiz – É realizado um estudo através de ferramentas (Diagrama de *Ishikawa*, 5 Porquês) para analisar e determinar a(s) causa(s) raiz(s).
- Objetivo - Uma descrição visual de qual seria a situação a considerar para que o problema não ocorresse.
- Contramedidas - A solução que será implementada. E descrição de tarefas, datas de início, duração, responsabilidades, e estado de conclusão.
- Acompanhamento e confirmação das contramedidas aplicadas - Tarefas pós-implementação para assegurar a manutenção dos benefícios da solução.

- Resultados e ações a seguir - Progresso cartografado para planejar com implementação e medidas (este relatório é também opcional quando o Relatório A3 é utilizado como um relatório de acompanhamento do progresso) (Shook, 2009).

Este relatório deve caber facilmente numa página A3. É caracterizado como uma ferramenta *Lean* mais adequada para resolver atividades de melhoria *kaizen* de duração relativamente curta.

5 Porquês

Os 5 porquês são um método investigativo derivado do pensamento científico que serve de apoio à investigação da causa raiz de um problema. Os 5 porquês é uma ferramenta que consiste em perguntar 5 vezes o porquê de um problema ou defeito ter ocorrido, a fim de descobrir a sua causa real, isto é, a causa raiz. Um facto interessante à cerca desta ferramenta é que na prática o número de vezes que é perguntado “porquê”, está relacionado com o contexto da situação da empresa apesar de o autor da ferramenta defender que 5 é o número ideal de vezes. Perguntar 5 vezes não é regra, mas muito dificilmente é possível encontrar a causa raiz com menos do que 5 (Ohno, 1988). No entanto saber quando parar é uma mistura de conhecimento adquirido com o tempo, fundamenta por (Leanstart, 2021):

1. Resolver o problema observando os fatos no gemba;
2. Focar em causas que estão ao alcance;
3. O comportamento das pessoas é reflexo das falhas dos processos. Por isso, nunca devem ser aceites causas relacionadas com pessoas.

3. Caso de estudo - A Organização e os Problemas apresentados

Uma vez que o processo de produção do queijo é um bastante singular e que este está enquadrado na complexidade de uma organização multinacional, é também importante compreender os problemas que se pretende solucionar com este trabalho e explicar o contexto dos mesmos. Assim neste capítulo será feita uma apresentação breve da empresa e em seguida a contextualização dos problemas que estão na origem deste trabalho.

3.1 A Organização

3.1.1 Lactogal

Como referido anteriormente o presente trabalho foi realizado na empresa Lactogal – Produtos Alimentares S.A, mais especificamente na unidade de Oliveira de Azeméis. A Lactogal, fundada em 1996 é, atualmente, a maior empresa agroalimentar portuguesa e situa-se no top 20 das maiores empresas agroalimentares europeias. Especializada em produzir e comercializar laticínios e seus derivados a Lactogal nasceu da junção de três grandes empresas, Cooperativa Agros, Cooperativa Lacticoop e Proleite/Mimosa S.A., herdou os seus ativos industriais e as principais marcas que constituem, ainda hoje, o maior património da Lactogal. Atualmente, emprega mais de 1500 pessoas e detém unidades fabris, plataformas logísticas e delegações comerciais, localizados em Portugal continental, ilhas e também em Espanha, representadas na figura 3.

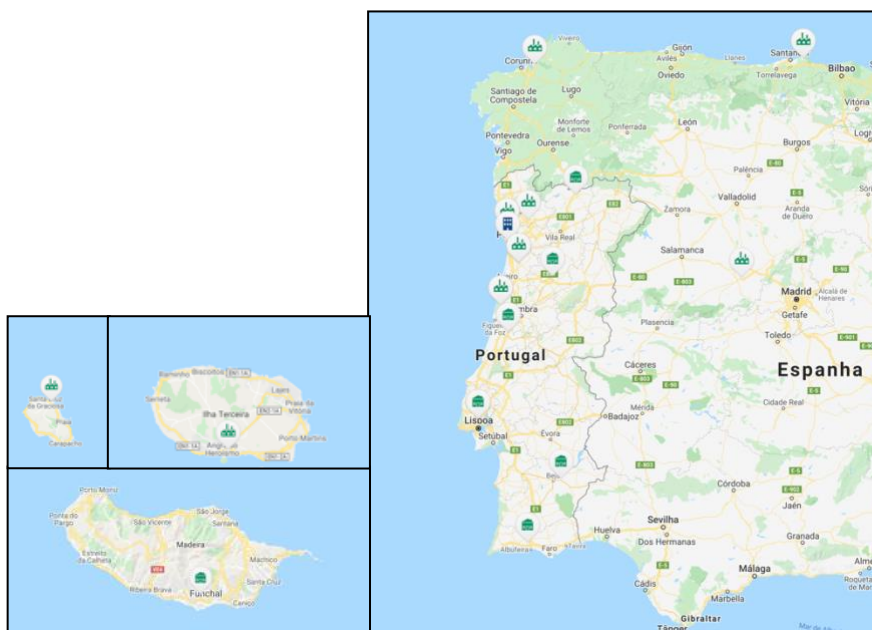


Figura 3 - Mapa das Instalações da Lactogal

Após a junção das três grandes cooperativas a Lactogal herdou não só uma experiência inestimável, mas também uma forte tradição de padrões de excelência em termos de qualidade, que lhe permite continuar a assegurar uma liderança tecnológica e comercial, decorrente da capacidade de satisfazer, de modo superior, as necessidades e expectativas dos seus clientes e dos seus consumidores.

A Lactogal, devido à sua vasta experiência e ao reconhecimento como possuidora de elevados padrões de excelência em termos de qualidade, assegura uma liderança tecnológica e comercial. A organização incorpora o Sistema Integrado de Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar, sendo certificada ao nível da Qualidade pela norma ISO 9001 – Sistema de Gestão de Qualidade e pela IFS - *International Food Standard*.

Este trabalho foi realizado na unidade fabril de oliveira de Azeméis (apresentada na figura 4), uma das maiores da Lactogal, mais concretamente na fábrica do queijo. Dentro desta unidade fabril estão localizados 9 grandes setores, a área administrativa, a receção do leite e concentração, a fábrica do leite (leite fresco), a fábrica da manteiga, fábrica dos iogurtes, fábrica do queijo, logística e a torre de secagem e a ETEI.

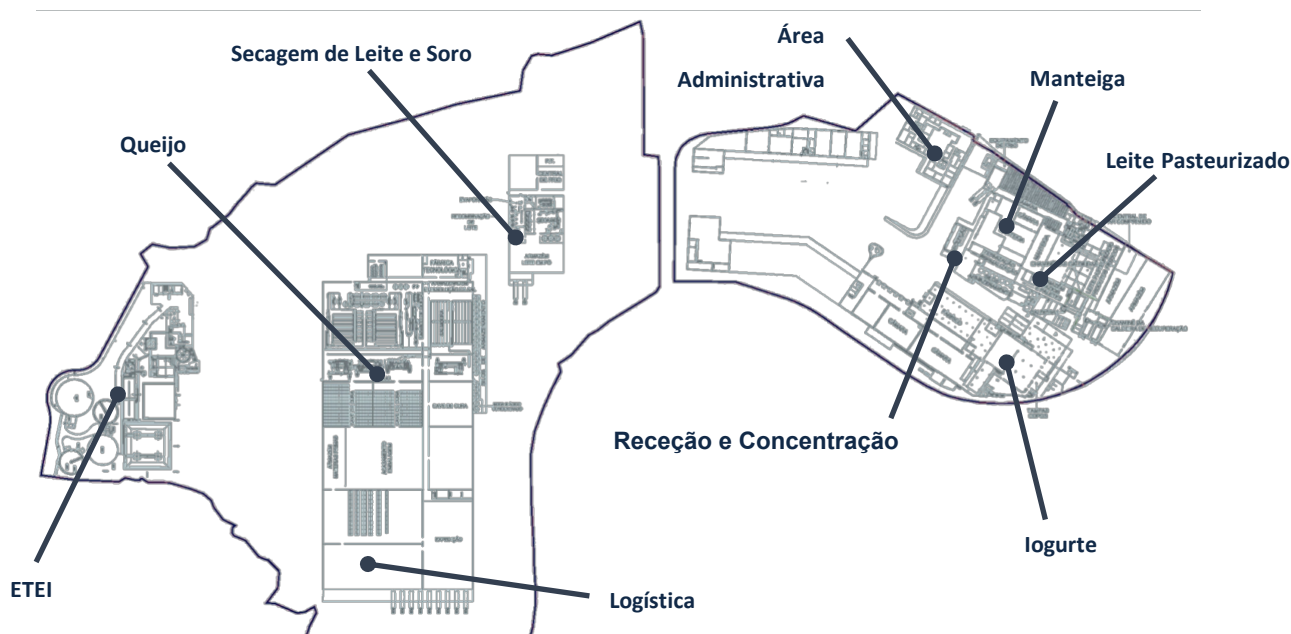


Figura 4 – Unidade Fabril de Oliveira de Azeméis

O trabalho desenvolvido foi enquadrado numa equipa de projeto de nome “Projeto OÁSIS” que é constituída por um Engenheiro com 13 anos de casa e por 3 estagiários, esta equipa reporta

diretamente ao diretor industrial. Um dos principais objetivos do projeto OÁSIS é a poupança de água e de matéria-prima através do estudo do processo e implementação de melhorias.

3.1.2 A fábrica do Queijo

O edifício da fábrica do queijo está dividido em vários setores tais como, o fabrico, palatização e tratamento, camaras de cura do produto semiacabado e por fim o embalamento do produto. Visto que a principal influência deste projeto é na área do fabrico, esta vai passar a ser explicada mais em detalhe. O setor de fabrico do queijo esta dividido em dois lados. O lado da produção do queijo tipo prato e o lado da produção do queijo tipo bola e tipo barra, representados na figura 5 a verde e a azul respetivamente.

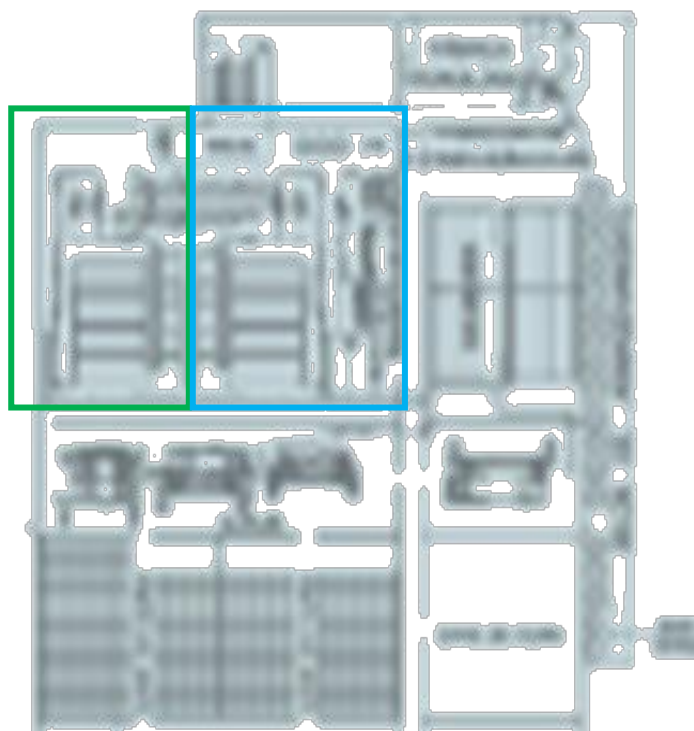


Figura 5 – Planta da fábrica do Queijo

3.1.3 Produtos Lactogal

O universo de produtos da Lactogal tem vindo a crescer, sendo que este é constituído por leite, iogurtes, queijos, manteigas, natas, águas e sumos. Estes são produzidos nas instalações da Lactogal, mas com a imagem de marcas já há muito conhecidas dos portugueses. Na figura 6 estão representadas as marcas da Lactogal.



Figura 6 – Marcas Lactogal

O grupo tem no seu património marcas muito queridas dos portugueses, no entanto este também produz para outras marcas, frutos de contratos comerciais estabelecidos e qualidade dos produtos reconhecida. Sendo este trabalho realizado na fábrica do queijo é importante transparecer o tipo de produto que é produzido na mesma para que seja mais fácil entender o rumo do trabalho. Fazendo a ligação com o referido anteriormente no que toca à divisão do fabrico podemos ver que o tipo de queijo prato falado encontra-se representado a verde na figura 7 e o tipo de queijo produzido no lado Bola/Barra está representado a azul na mesma figura.



Figura 7 – Formato dos queijos produzidos na organização

3.1.4 Processo de produção do queijo

O Processo de produção de queijo divide-se em quatro etapas principais: o tratamento do leite, o fabrico do queijo, acabamento e expedição. O leite chega à fábrica de Oliveira de Azeméis através de camiões provenientes de cooperativas Lactogal ou das próprias fábricas como

“transferências”. Quer os camiões provenientes das cooperativas quer os provenientes de transferências descarregam a matéria-prima na receção. Visto que Oliveira de Azeméis é a única instalação nacional da Lactogal que tem uma torre de secagem, quando existe excesso de leite para as encomendas existentes nas outras instalações este excesso de produto é direcionado para unidade de Oliveira de Azeméis para ser convertido em pó. Com a secagem do leite o seu prazo de validade passa de poucas horas para vários anos.

Antes de qualquer camião ser descarregado são realizados testes a cada camara do camião que contenha leite. Estes testes têm dois objetivos principais, perceber os parâmetros do leite e a sua qualidade. Estes testes têm elevada importância porque permitem detetar se o leite que está a chegar à fábrica provem de animais doentes a quem lhes tenha sido administrado antibióticos. Isto porque, leite de animais doentes e leite que contenha antibióticos ou sedimentos não deve ser descarregado. Vestígios de antibióticos no leite podem torná-lo impróprio para o fabrico de produtos que são acidificados pela adição de culturas bacterianas (fermentos), como é o caso do iogurte e do queijo. Normalmente, é feita uma avaliação geral da qualidade do leite nas cooperativas (Bylund, 1995).

Após a descarga dos camiões estar completa este é lavado se for a última descarga do dia, e o leite que foi descarregado fica armazenado nos chamados “tanques pulmão” antes de sofrerem o primeiro tratamento. O primeiro tratamento trata-se da termização do leite, onde o mesmo sofre um tratamento térmico a 65°C durante 15 segundos para destruição da maior parte da carga microbiana do leite e inativação de enzimas. Para evitar que as bactérias que formam o esporo aeróbio se multipliquem após a termização, o leite deve ser rapidamente refrigerado a 4°C ou abaixo e não deve ser misturado com leite não tratado. O tratamento térmico faz com que muitas bactérias revertam para o estado vegetativo, o que significa que são destruídos quando o leite é subsequentemente pasteurizado. Segundo Bylund, a termização só deve ser aplicada em casos excecionais visto que o objetivo deve ser a pasteurização de todo o leite que entra nas fábricas, mas como tal não é possível devido aos volumes que chegam todos os dias à fábrica opta-se por fazer a termização do leite primeiro e assim que o processo é terminado o leite é enviado para cada setor onde é pasteurizado (Bylund, 1995).

Ainda no setor da Concentração e após a termização o leite é desnatado, isto é, é feita a separação dos sólidos não lácteos e da gordura do leite (nata) de modo a obter um produto limpo e com a gordura desejada de acordo com o seu destino final. O desnate divide-se então em duas fases, a separação da nata do leite onde surge leite magro com 0,05% de gordura e nata a com 40%. Posteriormente é feita a normalização da gordura do leite para a percentagem desejada através da adição da nata retirada anteriormente como podemos verificar na figura 8.

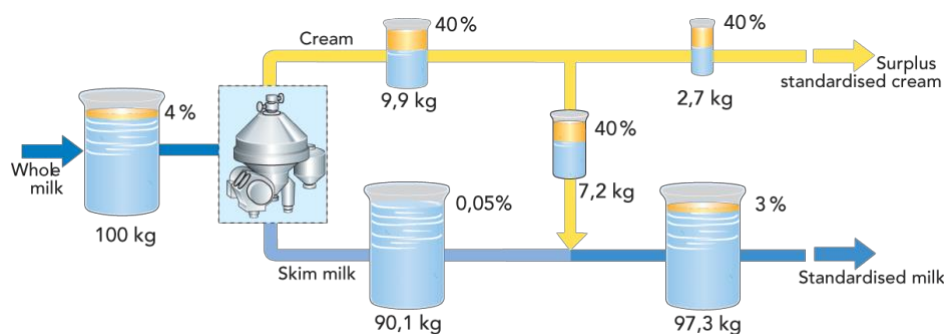


Figura 8 – Desnate e normalização da gordura do leite (Bylund, 1995).

Após o leite estar com a gordura desejada este é armazenado em silos até a próximo tratamento, o mesmo acontece com a nata. Visto que este processo se encontra no setor que distribui leite e nata para toda fábrica, para o contexto deste trabalho será só explicado o processo do leite que tem como destino a fábrica do queijo. Deste modo, após a termização e desnate o leite é filtrado.

A filtração é um processo que tem como objetivo a remoção de bactérias e esporos (Bylund, 1995). Após a filtração do leite magro (0,05% de gordura) este é enviado através de uma linha específica, onde é misturado com uma quantidade de nata necessária para obter a gordura pretendida para o tipo de queijo que irá ser produzido. O leite com as propriedades desejadas é então transferido para a fábrica do queijo através tubos que ligam os tanques do setor da concentração até à queijaria, uma instalação com cerca de 700 metros.

Na fábrica de queijo, quando é iniciado um novo ciclo de produção este ser iniciado com as instalações e equipamentos completamente lavados. A lavagem dos equipamentos pode ser executada com vários níveis de limpeza, no entanto antes do começo do ciclo de produção estes são sempre lavados com o “CIP Total”. Este contempla um enxaguamento com água dos equipamentos, lavagem com desinfetante, lavagem com ácido e por fim outro enxaguamento. Após os processos de limpeza estarem completos e os equipamentos prontos a receber um novo ciclo de produção, o leite armazenado nos silos exteriores da fábrica do queijo é então pasteurizado.

A pasteurização é o tratamento térmico de um produto, neste caso leite, para matar bactérias patogênicas e reduzir a atividade enzimática. Um dos objetivos do pasteurizador, como o que é mostrado na figura 9, é tornar o leite tratado o mais seguro possível para consumo. A pasteurização deve ser suficiente para matar bactérias capazes de afetar a qualidade do queijo, por exemplo, coliformes, que podem causar uma evolução precoce e um sabor desagradável. Deve também matar a maior parte das bactérias patogênicas naturais. A pasteurização do leite é feita entre os 72 a 73 °C durante 15 a 20 segundos (Bylund, 1995).

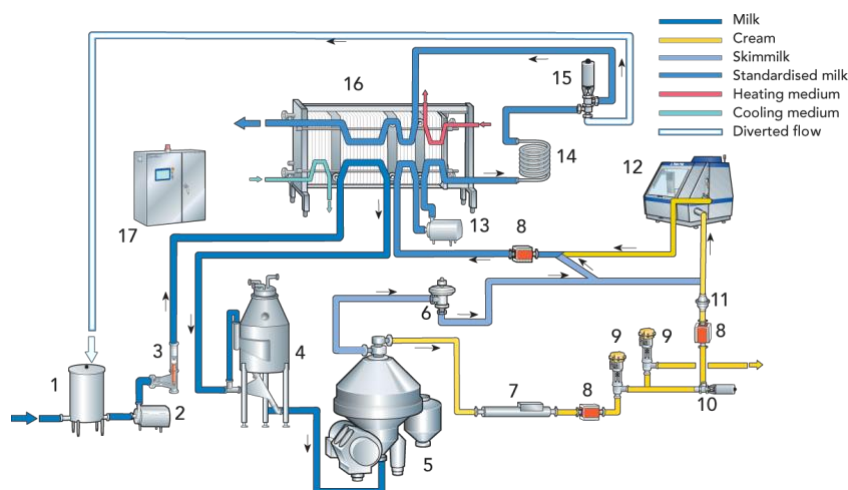


Figura 9 – Fluxo de uma desnatadeira (Bylund, 1995).

O leite pasteurizado segue então para os TPF (Tanque para fermento) onde o fermento é aplicado. Os fermentos aplicados variam de acordo com o tipo de queijo que está a ser produzido e com a matriz de rotação de fermentos. O leite em interação com o fermento é direcionado para a cuba onde são adicionados coalho e cálcio. A principal tarefa do fermento é desenvolver o ácido na coalhada. Quando o leite coagula, as células bacterianas são concentradas no coágulo e a formação de ácido reduz o pH, um fator bastante importante para ajudar a sinérese (contração do coágulo acompanhada pela expulsão do soro do leite). Além disso, são libertados sais do cálcio e fósforo, que influenciam a consistência do queijo e ajudam a aumentar a firmeza da coalhada. Outra função importante desempenhada pelas bactérias produtoras de ácido é suprimir as bactérias sobreviventes da pasteurização (Perry, 2004). Após a coagulação do leite a massa é cortada e o soro extraído para depois ser ultrafiltrado e ser convertido em Lactosoro em pó.

Após a extração do soro a massa é lavada com água pasteurizada e transferida para os tanques da colhada de onde a massa é enviada para a enchedora de moldes. Após os moldes serem cheios com massa estes são colocados em prensas por um certo período de tempo para que a massa unifique e o soro existente seja extraído pelos microfuros dos moldes. Antes do queijo entrar na secção da salmoura, onde o queijo permanecerá várias horas de acordo com a sua receita

para ganhar determinados sabores, estes são desmoldados. Após o tempo de permanência na salmoura o queijo é palatizado e segue para as câmaras de cura onde permanece durante vários dias até ganhar as características desejadas. Cada câmara de cura está preparada atmosféricamente para o tipo de queijo que contém armazenado, visto que diferentes tipos de queijo requerem não só temperaturas e humidades específicas, mas também diferentes tempos de cura. As condições climatéricas são de grande importância para a maturação, perda de peso, formação de crosta e desenvolvimento da flora, por outras palavras, para a formação da natureza e características do queijo (Bylund, 1995).

Tendo o processo de cura terminado, colaboradores do departamento de qualidade vão avaliar se o queijo está em conformidade para avançar para a próxima etapa, o acabamento e expedição. Estes colaboradores através de vários testes organoléticos, avaliam as características do queijo e determinam se é necessário que este passe por algum processo de retrabalho, como por exemplo, lavar o queijo. Após a avaliação ter sido terminada o departamento liberta o queijo que se encontra de acordo com as características de um produto conforme para a próxima etapa onde de acordo com as encomendas do cliente este segue um destino diferente. No caso do queijo tipo bola este pode ser pintado e parafinado e vendido em quartos ou metades. O queijo tipo prato pode ser vendido inteiro ou em metades. O queijo barra pode ser vendido inteiro ou fatiado.

Após o queijo estar embalado de acordo com o pedido este sofre uma quarentena na fábrica com o objetivo de detetar a presença de falhas na embalagem e posterior desenvolvimento de bactérias e só após este período é que o queijo é expedido para o cliente.

3.2 Contextualização do problema

Neste capítulo vai ser desenvolvido uma contextualização sobre a indústria dos laticínios e o porquê das suas características únicas. No entanto para facilitar o entendimento de alguns termos utilizados ficam as seguintes definições:

- Ciclo de Produção – Espaço temporal em que a área de fabrico do queijo está a produzir de acordo com certas condições estabelecidas (instalações completamente lavadas, leite microfiltrado e com gordura certa, o fermento necessário para a produção de certo tipo de queijo e verificações de segurança e higiene de cada equipamento verificadas. Por norma são realizados dois ciclos por dia.
- Fabricos – Um ciclo de Produção é composto por vários fabricos. Cada fabrico é feito numa cuba diferente.
- CIP – Limpeza geral aos equipamentos.

3.2.1 Desenvolvimento de microrganismos

3.2.1.1 Ataques fágicos

Todos os produtos produzidos têm de ser classificados, assim a Organização Mundial de Saúde (OMS), classifica os queijos de acordo com seu teor em gordura, GMS, e seu teor de humidade, HBNG.

Através das fórmulas da equação 1, que representam o teor de gordura e o teor de humidade. m_g , m_u e m_t são, respetivamente, a massa de matéria gorda, a massa húmida e a massa total, em gramas. Tem-se assim escalas que vão de $HBNG < 1$ (queijos extra duros) a $HBNG > 67$ (queijos macios) e $GMS > 60$ (queijos muito gordurosos) a $GMS < 10$ (queijos não-gordurosos).

$$GMS = \frac{m_g}{m_t - m_g} \times 100$$
$$HBNG = \frac{m_u}{m_t - m_g} \times 100$$

Equação 1 – formulas da categorização do queijo

A organização produz queijos macios e gordurosos, o fabrico destes tipos de queijo envolve alguns procedimentos gerais e outros que são específicos de cada tipo como é o caso dos tipos de fermento e coalho aplicados aos mesmos.

Os fermentos lácteos são culturas bacterianas, estes são utilizadas por exemplo, no fabrico de iogurte, kefir, na produção de manteiga e no fabrico de queijo. O fermento é adicionado ao

produto contribuindo assim para o seu desenvolvimento em condições controladas. No decurso da fermentação resultante, as bactérias produzem substâncias que dão ao produto fermentado as suas propriedades características, tais como a acidez (pH), sabor, aroma e consistência. A diminuição do pH, que ocorre quando as bactérias fermentam a lactose em ácido láctico, tem um efeito conservante no produto, ao mesmo tempo que o valor nutricional e a capacidade de digestão são melhorados (Bylund, 1995).

No entanto, a indústria de laticínios é afetada por um grande problema em todo o mundo, a infeção fágica, responsável por grandes perdas econômicas. Esta infeção ocorre quando as bactérias lácticas são atacadas por um vírus, de modo a impedir a produção suficiente de ácido láctico e conseqüente a fermentação do leite falha. Por atacar bactérias estes vírus são chamados de bacteriófagos, ou simplesmente fagos, e muitos deles são resistentes às condições de pasteurização, são pouco afetados por alterações de pH no meio e capazes de sobreviver por longos períodos, em estado de dormência, sob refrigeração, congelamento e mesmo sob forma seca. Cada célula infetada por um fago pode liberar até 200 novas partículas virais, provocando a contaminação das instalações nas grandes indústrias.

De um modo geral esta contaminação resulta na incapacidade de controlo dos tempos de fermentação e posteriormente as curvas de acidificação ficam descontroladas como estão representadas na figura 10 (Torres, 2010).

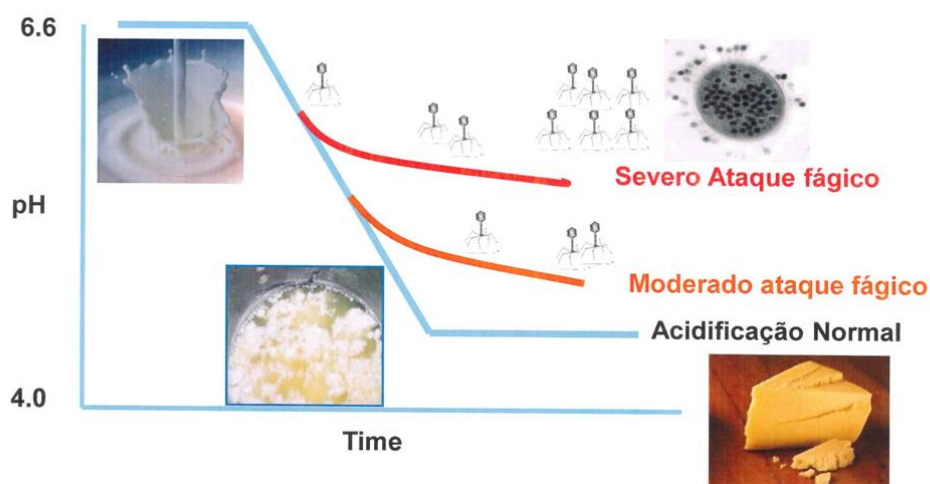


Figura 10 – Gráfico do impacto que uma contaminação fágica pode ter no processo de produção de queijo

Como forma de evitar a evolução fágica, Price&Buyens e Torres sugerem uma higiene rigorosa em todo o processo de fabrico, com salas separadas para a preparação do fermento e do queijo para evitar a dispersão do lactosoro no ambiente de produção (Price & Buyens, 1967) (Torres, 2010). Torres sugere ainda que uma rotação de culturas de fermentos ajuda a diminuir a

evolução fágica visto que, se diferentes culturas forem usadas, diferentes tipos de fagos podem ser criados e por vezes algumas culturas anulam outras. No entanto, Torres realça que os fagos não podem ser eliminados das instalações, estes apenas podem ser controlados, através da rotação de culturas e limpezas sistemáticas e eficazes. No caso de as limpezas não serem eficazes a evolução fágica, devido à sua multiplicação exponencial, vai chegar a níveis críticos, só demora mais tempo. A evolução fágica com a rotação de culturas, mas sem lavagens eficazes resulta no cenário representado na figura 11.

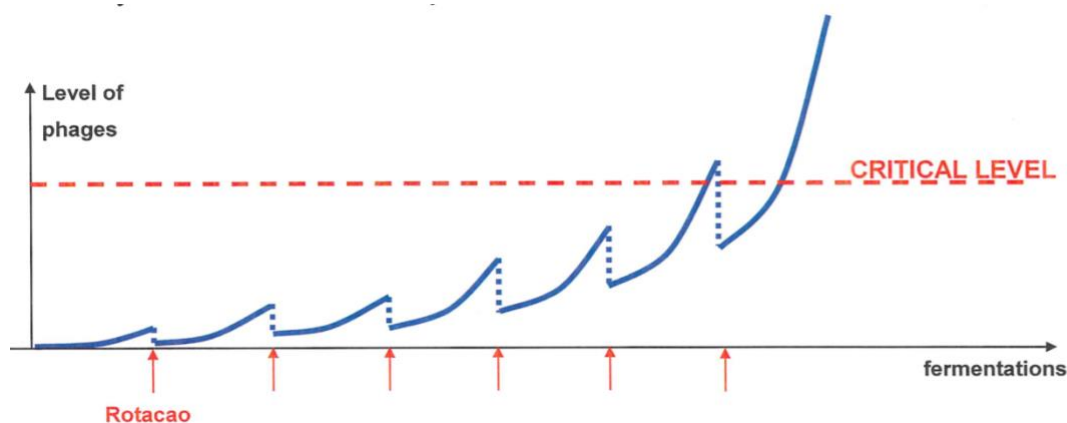


Figura 11 - Evolução fágica com somente com rotação de culturas

A contaminação microbiológica na indústria alimentar pode não só representar perigo para a saúde do consumidor, mas também causar grandes prejuízos económicos. A indústria dos laticínios, pela própria matéria-prima que utiliza e pelo alto teor de humidade nos locais de produção, é particularmente suscetível a essa contaminação. Por este motivo, a necessidade da implantação de boas práticas de fabricação e do controle permanente dos processos e seus pontos críticos é de extrema importância (Torres, 2010).

3.2.1.2 Lavagem de Queijo

Fruto do que foi mencionado anteriormente, a presença de fagos anula o desenvolvimento da fermentação do leite, fazendo com que a acidez (pH) do queijo demore mais tempo a ocorrer, ou nunca chegue a acontecer. Quando isto acontece é muito difícil que o pH do queijo a ser produzido chegue aos valores definidos pelo departamento de qualidade, a fim de assegurar um produto conforme.

Quando esta evolução é inibida, independentemente da acidez do queijo, este tem de avançar para a próxima etapa no processo produtivo, a salmoura (para que o fabrico possa lavar e iniciar o próximo ciclo de produção). O facto de o queijo entrar para esta etapa sem estar com os

níveis de pH correto (maioritariamente com o pH alto) vai obrigar o queijo a acidificar numa etapa mais avançada do processo, isto é, durante o processo de cura. Esta libertação tardia do lactosoro dá origem à reima. A reima é uma substância viscosa e gordurosa que se forma à superfície do queijo. Esta em alguns tipos de queijo é uma característica positiva do processo, no entanto, para o tipo de queijo que a organização produz esta não é vantajosa e obriga à lavagem do mesmo para que a reima seja retirada. A lavagem do queijo garante um produto com o aspeto desejado, pois reduz a probabilidade de ocorrência de bolores ou leveduras que dão ao queijo tonalidades e sabores diferentes do pretendido.

O processo de lavagem do queijo é realizado manualmente na máquina representada na figura 12 e é um processo demorado e trabalhoso. Para além de este ser um retrabalho do produto, uma das categorias de desperdícios enquadrados na filosofia *Lean*, a lavagem do queijo também se enquadra em mais categorias:

- Espera - Operadores deslocam-se até aos supervisores para avisar que é necessário lavar o queijo;
- Transporte - Transporte do queijo até ao sitio da lavagem;
- Retrabalho - A lavagem do queijo é um processo que não deveria existir. O queijo já devia ser produto final;
- Defeitos - Queijo com reima não está dentro dos parâmetros de qualidade da empresa.
- Talento - Os operadores que estão a lavar queijo tiveram formação e são especializados noutras áreas. (Arromba et al., 2019)



Figura 12 – Operadores a lavar queijo

O processo de lavagem do queijo consiste em passar várias vezes o queijo por expressores de água e escovas para retirar por completo a reima libertada. O queijo dependendo do formato e do destino pode voltar a etapas anteriores do processo. Por exemplo se for um queijo do formato bola que tenha reimado já depois de ser pintado, na altura da lavagem este ao ser lavado vai perder a tinta e tem de voltar a esta etapa. A etapa de lavagem é sem dúvida uma atividade que faz aumentar o custo do produto devido à quantidade de desperdícios que gera. Se o queijo fosse produzido dentro dos parâmetros de conformidade estabelecidos, este à partida não necessitaria de passar por estas etapas.

3.2.2 Incapacidade e inatividade do processo produtivo

Fruto das características do processo de produção de queijo, de este lidar constantemente com os microrganismos vivos, o mesmo requer constantes mudanças para que o processo esteja adaptado da melhor forma ao ambiente de produção. Deste modo, devido às adaptações realizadas no passado o processo de fabrico de queijo chegou ao nível realçado a vermelho na figura 13. Este nível é preocupante pelo facto de, como explicado anteriormente, a fermentação do leite não se desenvolve no espaço temporal ideal. É possível continuar a produzir queijo, mas os parâmetros de qualidade de queijo não são garantidos em todos os fabricos.

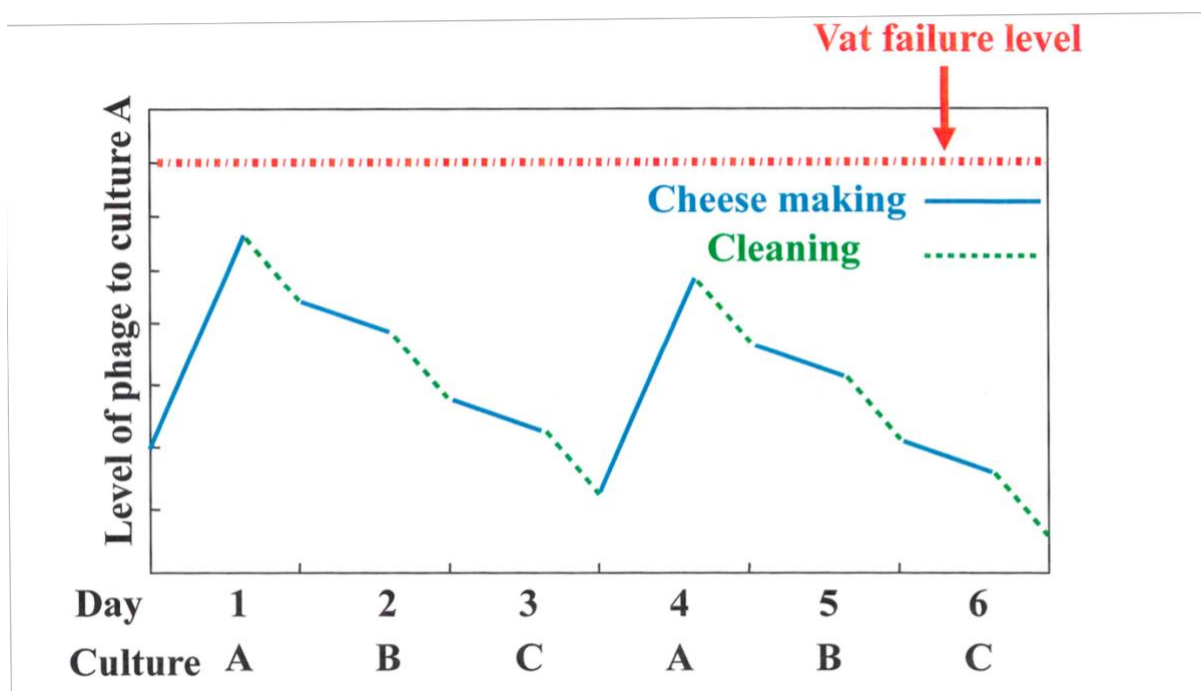


Figura 13 – Gráfico da evolução fágica com rotação de culturas de fermento

Deste modo uma das consequências resultantes desta inibição da evolução do pH refletida através de uma incapacidade produtiva. De modo que o fabrico do queijo não atingisse estados imprevisíveis, o número de fabricos por ciclo de produção (até à lavagem completa dos equipamentos) foi diminuído. Ao invés da produção de 11 fabricos por ciclo de produção, para o qual a fabrica tinha sido projetada, passou-se a realizar apenas 8 fabricos por ciclo de produção. Desta forma quando a evolução fágica estivesse a chegar a níveis que provocassem instabilidade no processo de fabrico os equipamentos já estavam a começar a ser lavados. Assim, a conformidade dos produtos estava à partida garantida.

Em relação as lavagens das instalações, estas só podem acontecer quando nenhum dos lados estiver em produtivo, assim a lavagem de um lado não contamina a produção que está a decorrer do outro. Deste modo, devido aos tempos de produção de cada tipo de queijo e à condicionante mencionada das lavagens, vai resultar em tempos de inatividade das linhas de fabrico. Através da tabela 3 podemos ver representado os tempos de ciclo de cada tipo de queijo e perceber que a linha de produção de queijo de formato bola e formato barra está inativa 175 minutos por cada ciclo de produção.

Tabela 3 – Capacidade do Fabrico Atual

		Atual						
Tipo Queijo	Distribuição	Cubas/ciclo	Ciclos/semana	Leite/Cuba (L)	Litros de Leite por Ano (L)	Tempo de Ciclo (min)	Diferença (min)	Inatividade Semanal Acumulada (Min)
Bola	40%	8	8	15 000	49 920 000	360	175	1400
Barra	60%					400		
PM	20%	8	8	8 500	26 873 600	270		
PP	80%	7,5				555		

De notar que, o tempo de inatividade podia ser usado para produção, no entanto não é possível garantir a produção de um produto conforme. Por esta razão opta-se por não produzir, para evitar as consequências microbiológicas e de retrabalho do queijo que pode acontecer na fase posterior do processo.

3.2.3 Recolha e análise de dados

Fruto das características do trabalho, a análise de dados é fundamental para percebermos se qualquer implementação feita está a ter os resultados pretendidos, assim através da análise do processo produtivo recorrendo a *gemba walks*, questões colocadas aos operadores e acompanhamento do dia-a-dia dos responsáveis de produção, foi possível verificar não só os

parâmetros críticos da secção do fabrico do queijo, mas também como eram feitos os registos do controlo do processo e a sua posterior análise.

Sendo a Lactogal uma empresa da indústria alimentar e sendo as empresas deste ramo caracterizadas pelo forte controlo do processo produtivo e pelas normas a que estão sujeitas devido ao tipo de produto que produzem, o registo dos dados é uma atividade levada com elevado rigor. É essencial garantir que o produto passou por todas as verificações de higiene e segurança e garantir a rastreabilidade do mesmo desde o produto final até à cooperativa de onde o leite teve origem. Assim, existem dois tipos de dados que são registados ao longo do processo:

- Dados para contabilização de produções e consumos;
- Dados para controlo dos parâmetros de qualidade do produto.

A empresa atualmente usa 3 softwares diferentes para fazer o controlo do processo produtivo e rastreio do produto, são eles:

- O SAP - é o software usado para o registo de produções e consumo de matérias-primas, movimentos das mesmas e movimentos dos produtos semiacabados;
- BPCS - é usado para *tracking* dos stocks de produtos semiacabados e produtos acabados e *tracking* de rotas e localizações no armazém logístico.
- ACCEPT - é usado para registo e controlo dos parâmetros de qualidade do produto.

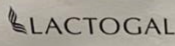
Estes programas são utilizados por toda a estrutura da Lactogal desde os operadores, aos responsáveis de produção e aos membros executivos. Os operadores usam o SAP e o ACCEPT para registar consumos da matéria-prima e registar parâmetros de qualidade dos produtos que estão a ser fabricados, respetivamente. Os responsáveis de produção usam os três programas numa vertente de correção e análise do processo produtivo. Os membros executivos investem na análise dos dados fornecidos por estes programas para retirar conclusões em relação a gastos monetários, fazer previsões e traçar objetivos para a organização.

Na análise dos dados existentes nos programas, estes fornecem em alguns casos uma primeira análise não muito complexa dos dados. Esta análise pode ser uma validação de um dado inserido de acordo com uma gama de controlo ou no caso do ACCEPT, este já coloca certos dados em histogramas e em cartas de controlo.

Os dados são armazenados nos respetivos programas, sendo que a maior parte permite exportação para Excel para posterior análise. Estes documentos extraídos são armazenados na rede central da organização para que dependendo das autorizações às respetivas pastas seja possível aceder aos documentos em vários terminais.

Apesar de a organização possuir vários meios para o registo e *tracking* dos lotes de produção, a maior parte dos dados registados do controlo do processo na queijaria encontram-se em papel, como o exemplo ilustrado na figura 14. O registo de informação em papel em alguns cenários traz vantagens, no entanto este possui inúmeras desvantagens quando falamos da análise dos dados de forma rotineira, visto que estes têm de ser passados primeiramente para uma base informática. Estas são algumas das desvantagens identificadas do registo em papel:

- Perda do registo;
- Danificar o registo (com água ou massa de queijo);
- Letra por vezes ilegível;
- Ocupação de espaço físico com arquivos;
- Custo material e ambiental.



Unidade Fabril de Queijaria de Azeméis
 Fábrica de Queijo
 Controlo Entrada Salmoura
 pH e Humidade

DATA: Quinta 14 e Sexta-feira, 15 de Janeiro de 2021

O. P.	Tipo Queijo	Código	Tipo Fermento 1	Tipo Fermento 2	Hora	pH antes prensagem	Resp.	Hora	pH	Hora	pH	Peso (Kg)	Humid (%)	Observações	Resp.
6452884	Barra Cast	81057	C-301	LH802	00:35	6,46	manhã	02:40	6,00			4,050	51,00	folha de malta	Catobara
6452884	Barra Cast	81057	C-301	LH802	01:30	6,44	manhã	03:30	5,85			4,250	50,18		Catobara
6452884	Barra Cast	81057	C-301	LH802	02:15	6,48	manhã	04:30	5,90			4,207	49,88		Catobara
6452884	Barra Cast	81057	C-301	LH802	03:05	6,47	manhã	05:15	5,77			4,250	48,67		Guimara
6452885	Barra Cast	81057	C-301	LH802	04:00	6,42	manhã	06:05	5,87			4,260	50,33		Guimara
6452885	Barra Cast	81057	C-301	LH802	04:15	6,45	manhã	06:50	5,85			4,315	50,02		Guimara
6452885	Barra Cast	81057	C-301	LH802	05:35	6,47	manhã	09:40	5,82			4,420	49,93		Guimara
6452885	Barra Cast	81057	C-301	LH802	06:20	6,45	manhã	09:55	5,68			4,395	50,34		Anadia
6452885	Barra Cast	81057	C-301	LH802	07:10	6,26	manhã	09:40	5,64			4,385	49,65		Guimara
6452885	Barra Cast	81057	C-301	LH802	08:00	6,44	manhã	10:20	5,69			4,385	48,49	Adria no acumulador de 2 de salmoura	Guimara
6452885	Barra Cast	81057	C-301	LH802	09:05	6,41	manhã	11:35	5,63			4,380	47,92	Intervenção de manuseio	Guimara

= Separar estes 4 fabricos dos restantes. Avisar à salmoura.

Tipo de Queijo	pH	% Hum.	Peso (g)	Tipo de Queijo	pH	% Hum
Bola Flamengo AG/PR (81019)	5,4-5,8	46-52	1600-1850	Barra M (81021)	5,3-5,7	52-57
Bola Flamengo Cura+ (81055)	5,3-5,7			Barra M Fattar (81060)	5,3-5,7	46-50
Bola Flamengo Nitratos (81018)				Barra Castelões (81057)	5,3-5,7	47-51
				Barra Cast. MG (81066)	5,2-5,6	44,5-47
				Barra Fattar (81017)		

Rubrica	Concentração Detergente Tunal (%)	Higienização (1)	Verificação Prensagem
8	1,10	Calixto	✓
Material de corte	Turno	M T N	Verificação
		✓ / / /	✓ / / /

Obs.: (1) Higienização - prensas, estacionadores, tapetes, linhas de moldes e pavimentos

Mod.005.13 QJ.OA 1/1

Figura 14 – Exemplo de folha onde são feitos os registos dos dados do processo

Após análise do processo de registo de dados foi verificado como era feita a análise dos mesmos. No entanto, foi realizado um mapeamento do processo e postos de recolha de dados utilizando a notação BPMN 2.0. Através do mapeamento foi possível espelhar não só o processo produtivo, mas também realçar as áreas onde era feito, o registo do pH (um dos fatores mais

importantes no processo de fabrico do queijo). O mapeamento encontra-se representado no anexo 1 e a área do fabrico encontra-se dentro da caixa vermelha.

Sendo que os dados críticos do processo de fabrico estão registados em papel o processo de análise nunca é imediato. Se o responsável de produção quiser perceber o que aconteceu durante o ciclo de produção de forma gráfica tem de, primeiro deslocar-se até ao *dossiê* onde está a folha do ciclo correspondente, procurar a folha dentro da pasta, deslocar-se até ao local do computador em que vai fazer a análise, transpor os dados manualmente para uma folha de Excel, e analisar as variáveis da forma que pretender. Se este quiser cruzar as variáveis daquele fabrico com dados históricos, este terá de ir ao arquivo da organização procurar o *dossiê* correspondente à etapa do processo, procurar a folha do ciclo com as características que pretende e passar as mesmas para o mesmo ficheiro. Este método de análise, para além de pouco eficiente, é bastante demorado e existe uma grande probabilidade de acontecer erro humano através da passagem dos dados para uma base informática (devido, por exemplo, a uma letra menos legível).

Foi ainda verificado que para a análise do comportamento de um tipo de fermento foi necessário a análise de 10 ciclos de produção do mesmo para chegar a uma conclusão. No entanto, a conclusão retirada foi baseada na amostra que foi transposta para o ficheiro Excel e não contempla o histórico todo da mesma variável. Esta análise para além de demorada, aproximadamente 3 horas (procura dos dados, passagem dos dados, e realização do relatório), pode também não transmitir a realidade do processo.

4. Aumento da Capacidade Produtiva do fabrico do Queijo

Este capítulo retrata, com base num relatório A3 o desenho e desenvolvimento de uma medida para restabelecer a capacidade produtiva para a qual a fabrica de queijo foi inicialmente projetada. O relatório A3 tem como título, “Retomar a produção de 11 cubas por ciclo de produção”.

4.1 Background – contextualização do problema

Para a realização deste trabalho a primeira etapa é fazer uma contextualização. Em cada relatório A3 existe a secção dedicada ao *Background* que é destinada à contextualização necessária, no entanto devido à contextualização do problema feita anteriormente optou-se por não desenvolver este tópico nesta secção, remetendo assim este tópico para a contextualização feita anteriormente, no entanto são realçados alguns pontos nesta secção:

- No passado já foram produzidas 11 cubas, mas devido ao aumento do retrabalho do queijo os ciclos de produção foram fixados em 8 cubas de modo a conseguirem ter recursos para o retrabalho e produção normal;
- O retrabalho do queijo (lavagem do queijo) é uma tarefa que ocupa muitos recursos (pessoas, tempo, transporte).
- Os dois lados do fabrico têm de ser lavados ao mesmo tempo, isto é, não é possível estar a haver produção de um lado, e do outro estarem a lavar (devido a contaminações do espaço)

4.2 Estado Atual

Como segunda secção do relatório A3 a situação atual é um ponto chave, deste modo vai ser descrita a situação atual do fabrico do queijo em termos da média de cubas por ciclo de produção, o indicador de queijo lavado e os tempos inativos do fabrico.

A fabrica do queijo em Oliveira de Azeméis foi projetada para processar cerca de 10 milhões de litros de leite por semana. Com este dimensionamento a fabrica teria de fazer, em todos os ciclos de produção, cerca de 22 cubas (11 do lado do tipo de queijo prato e 11 do lado do tipo de queijo bola e barra) por ciclo de produção. No entanto como é possível verificar pelo gráfico da figura 15. A média de cubas de 2020 foi cerca de 6,97 do lado do tipo de queijo prato e 7,96 do lado do tipo de queijo bola e barra. Muito longe do objetivo para o qual a fábrica foi dimensionada.

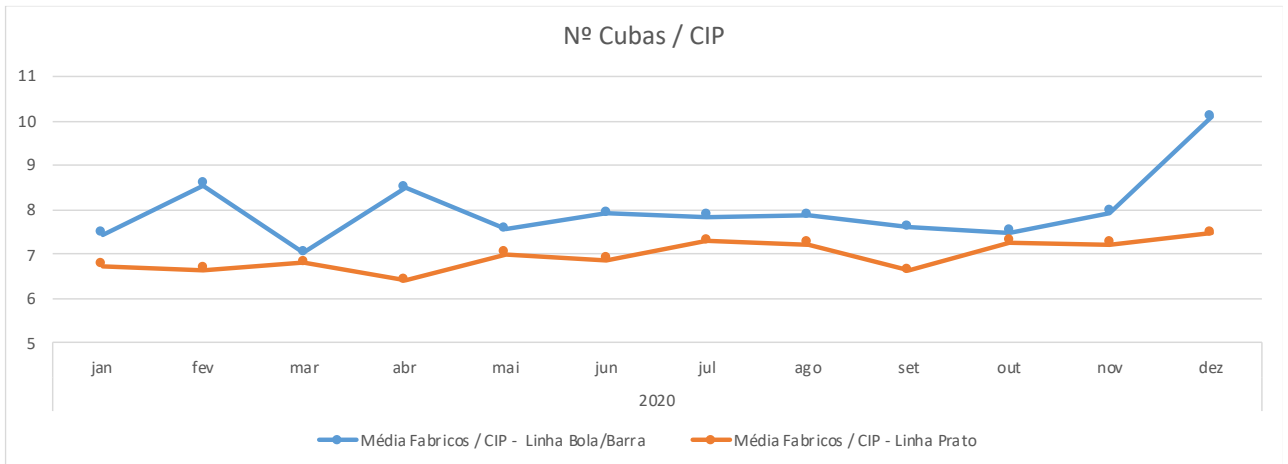


Figura 15 – Numero de fabricos por ciclo de produção antes da LIA

Como referido na contextualização do problema a lavagem do queijo é um retrabalho que adiciona uma etapa no processo e por isso, deve ser evitada a todo o custo devido aos recursos que esta aloca. Na figura 16 está representado um gráfico que representa o indicador de queijo lavado (queijo lavado a dividir pelo queijo produzido) durante o ano de 2020. Para a organização qualquer valor acima de 1,5% vai obrigar a deslocar recursos de outros setores, o que traduz uma situação preocupante. Para o ano de 2020 as percentagens de queijo lavado foram de 4,69%, 5,86% e 0,16% para os formatos bola, barra e prato respetivamente.

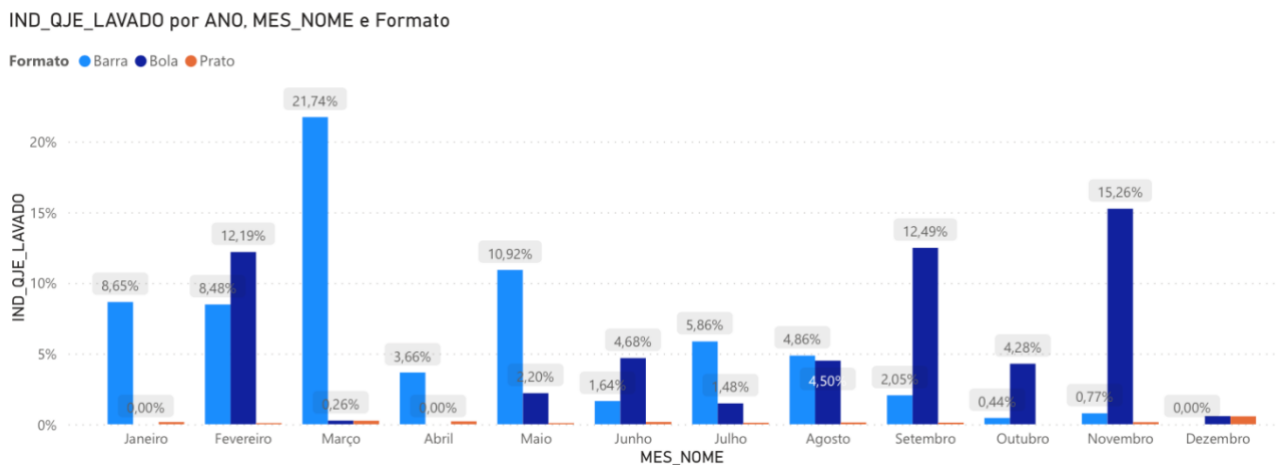


Figura 16 – Gráfico do indicador de queijo lavado em 2020

Quanto aos tempos de inatividade presentes nos diferentes lados, representados na tabela 3, na secção 3.2.2.. Podemos verificar que o fabrico do lado de Bola/Barra fica inativo cerca de 175 minutos por ciclo de produção. O que representa um total acumulado ao final da semana de 1400 minutos.

4.3 Objetivo

Após a descrição do estado atual, é necessário definir o objetivo que é pretendido alcançar. O objetivo foi determinado com base na definição de objetivo por George T. Doran, um objetivo S.M.A.R.T. (Doran, 1981). Para um objetivo ser S.M.A.R.T. este precisa de obedecer às regras definidas por George:

- Específico (*Specific*) - focar uma área específica para ser melhorada;
- Mensurável (*Measurable*) - quantificar ou pelo menos sugerir um indicador de progresso;
- Nomeável (*Assignable*) - especificar quem o fará;
- Realista (*Realistic*) - definir que resultados podem ser realisticamente alcançados, tendo em conta os recursos disponíveis;
- Temporal (*Time*) - especificar quando o(s) resultado(s) pode(m) ser alcançado(s).

O objetivo deste relatório A3 é “Produzir 11 cubas com os mesmos padrões de qualidade que com 8 cubas”.

4.4 Análise da Causa Raiz

De modo a identificar a/as causa/s raiz do porquê de a produtividade por ciclo ter diminuído, isto é, o número de fabricos ter sido reduzido de 11 para uma média bastante menor, como descrito na situação atual. Foi utilizada a ferramenta dos 5 porquês para chegar à causa raiz da redução do número de fabricos.

Com base no que foi mencionado os elementos da equipa de projeto responsáveis por este trabalho reuniram com os responsáveis de produção da fábrica de queijo de forma a criar um momento de *brainstorming* em volta da ferramenta dos 5 porquês. O resultado é visível na figura 17.

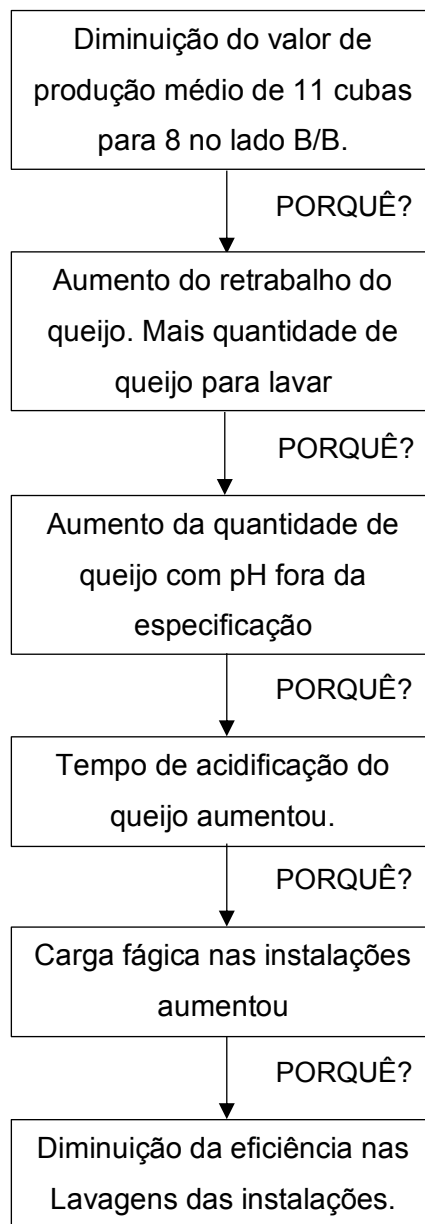


Figura 17 – Análise 5 porquês

De notar que era possível irmos para além dos 5 porquês, no entanto já estava encontrada a causa raiz. O facto de as lavagens não serem eficientes neste momento, mas no passado já terem sido, está relacionado com o facto de o processo de fabrico de queijo. Este processo lida diretamente com microrganismos vivos que a cada dia que passa também se adaptam a novas condições.

4.5 Contra medidas

Com base na análise da causa raiz detetada foi feito um *brainstorming* com diversos departamentos. A ideia passou por de implementar uma lavagem intermédia com ácido de forma a anular a carga fágica presente nas cubas numa fase intermédia do ciclo de produção. Essa lavagem iria decorrer no final da utilização de cada cuba desde que essa não fosse a última utilização. A esquematização da lavagem está representada no anexo 2.

Essa solução passa por implementar, após a primeira utilização da cuba num ciclo de produção, uma lavagem intermédia com ácido. Assim como estudo desta solução foram elaboradas reuniões com o objetivo de perceber qual seriam os tempo, implicações e benefícios que esta solução teria.

O processo de implementação foi estruturado para as seguintes etapas:

1. Estudo das curvas de acidificação dos fermentos;
2. Esquematização da lavagem ácida a ensaio manual;
3. Programação e do novo tipo de lavagem;
4. Estudo do impacto da limpeza;
5. Implementação da limpeza no processo:
 1. Fase 1 – Normalização das curvas de acidificação;
 2. Fase 2 – Aumento da capacidade da instalação;
6. Resultados e conclusões;

Após ser efetuado o estudo das curvas de acidificação e ter sido concluído que estas não representavam homogeneidade durante o processo, visto que o comportamento das mesmas era sempre similar ao representado na figura 19, procedeu-se á execução do primeiro ensaio manual.

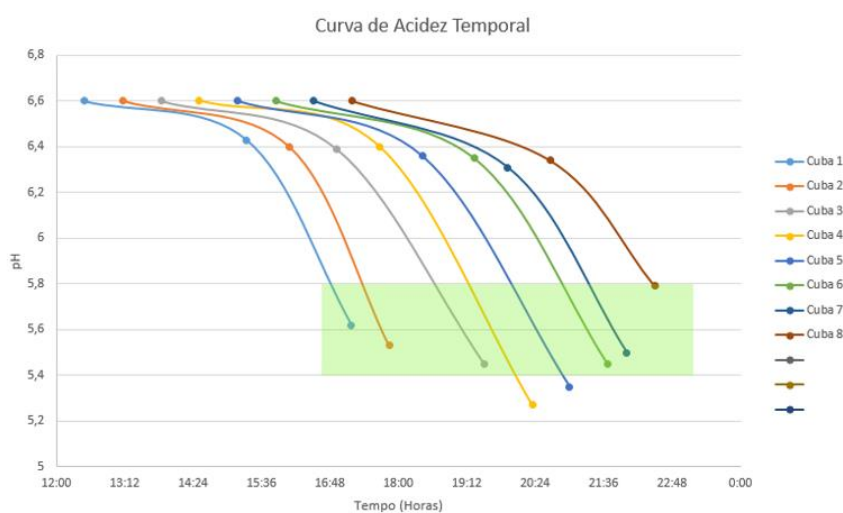


Figura 18 - Curva de Acidez Temporal Ensaio Manual

O primeiro ensaio manual teve lugar no lado do fabrico escolhido para a implementação da LIA (Lavagem Intermédia com Ácido) em produção, o lado do fabrico de bola/barra. Este foi o lado escolhido devido ao tempo de inatividade que apresenta face ao lado do tipo de queijo prato, como visto anteriormente. Assim este lado do fabrico é onde se vai proceder aos ensaios manuais e em produção e implementação.

O primeiro ensaio manual foi realizado com o objetivo de avaliar a eficácia do programa e a sua implicação na qualidade da produção. Este ensaio foi efetuado através da manipulação manual das válvulas e através de tempos cronometrados para que o ensaio fosse o mais próximo possível da situação real. Neste ensaio manual foi utilizada a seguinte sequência de comandos:

1. Enxaguamento da Cuba durante 1 minuto;
2. Envio para a Cuba de Ácido durante 30 segundos;
3. Permanência do ácido durante 2 min;
4. Esvaziamento do Ácido até nível baixo da Cuba;
5. Enxaguamento da Cuba durante 1 minuto.

Com este ensaio, a curto prazo foi possível concluir que as curvas de acidificação da produção em causa tinham sido normalizadas, figura e a longo prazo não existiu qualquer implicação na qualidade do produto. Assim sendo, o ensaio foi aprovado e as oportunidades de melhoria registadas, durante o mesmo, foram estudadas para a fase seguinte, ensaios com a lavagem já incluída no programa de comando do processo.

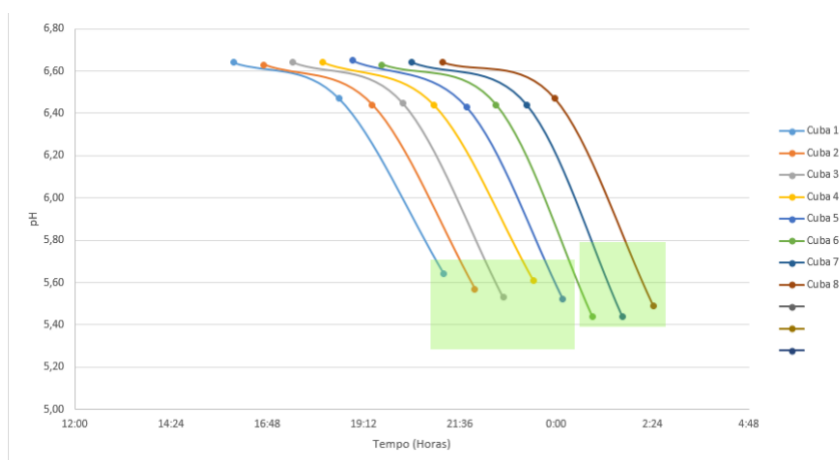


Figura 19 - Curva de Acidez Temporal em Produção de 8 Fabricos por ciclo de produção

Visto que o programa que opera e controla o processo de fabrico do queijo requer uma linguagem específica de programação, foi então pedido ao departamento de sistemas de

informação que programasse a lavagem pretendida com as conclusões retiradas do primeiro ensaio manual. Após a programação do mesmo estar concluída foram realizados mais ensaios com o programa a ser usado já em automático (ou seja, sem a manipulação manual das válvulas), mas com produção de 8 cubas.

A partir de conclusões retiradas através das curvas de acidificação foi possível verificar que estas já se encontravam dentro da gama de controlo, no entanto não estariam estáveis para ciclos de produção com 11 cubas.

Através da adição de 30 segundos de solução ácida durante a LIA, a uniformização das curvas de acidificação já refletia melhorias, como mencionado anteriormente, no entanto a pedido do departamento de qualidade através de um estudo realizado pelo mesmo (que não pode ser divulgado por motivos de confidencialidade), defende que a eficácia da lavagem é maior quando o ácido está em recirculação durante um certo período de tempo. Com base nestas informações a sequência do programa foi alterada para as seguintes etapas:

1. Enxaguamento da Cuba com água;
2. Envio de Ácido para a cuba até o caudal de retorno atingir a temperatura de 53°C;
3. Enxaguamento da Cuba com água e aguardar pelo próximo pedido de leite.

Após a aplicação das indicações do departamento da qualidade foi possível verificar que as curvas de acidificação com ciclos de produção com 11 cubas, para além de terem um comportamento homogéneo também se encontram dentro da gama de controlo definida, como representado na figura 21.

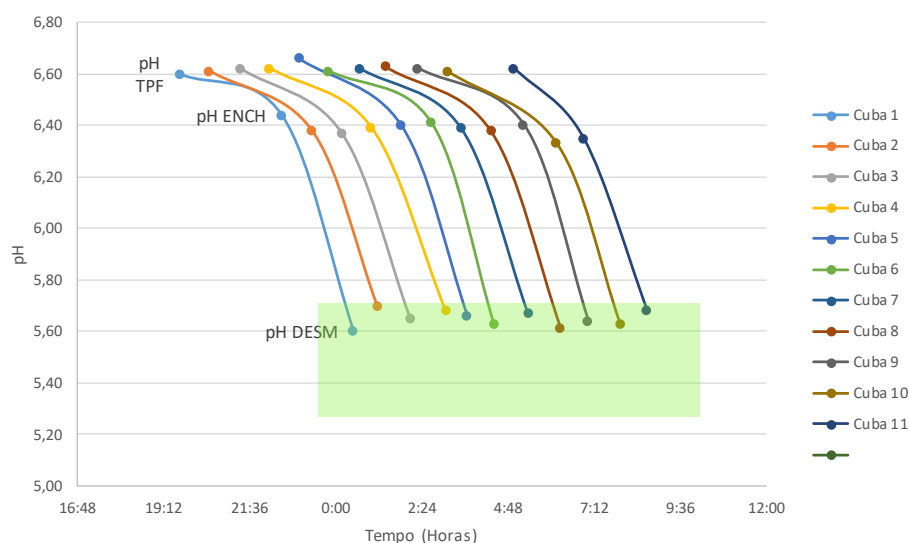


Figura 20 - Curva de Acidez Temporal em Produção de 11 Fabricos por ciclo de produção

A partir do momento que as curvas estabilizaram e foi assegurado que a LIA não implicava qualquer tipo de não conformidade com o produto, estas foram incluídas no processo de produção de forma contínua, a fim de aumentar a capacidade produtiva do fabrico, que era o objetivo inicial.

4.6 Confirmação das medidas aplicadas

Como resultado da Implementação da LIA, em 2021 a média de fabricos por ciclo de produção é de 10.31, que representa um aumento de 30% comparado ao valor do ano anterior, de 7.96, representado na figura 21.

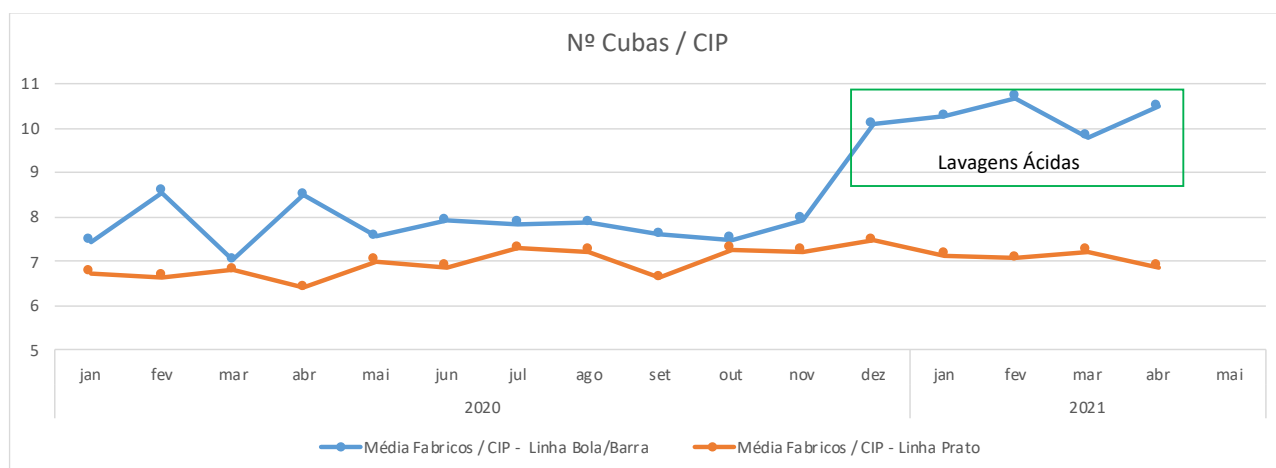


Figura 21 - Numero de fabricos por ciclo de produção 2020 e 2021

Consequentemente à estabilização das curvas de acidificação, em adição com a estabilização do pH de cada fabrico dentro da gama de controlo, foi possível diminuir o indicador do queijo lavado nos dois formatos em que as LIA tiveram influência, formato barra e formato bola. Em relação ao queijo de formato bola o indicador diminuiu 12.56% em relação a 2020 e em formato barra diminuiu 96,5% em relação ao mesmo ano. Esta diminuição está representada na figura 22.



Figura 22 – Indicador de Queijo Lavado em 2020 e 2021

Em relação aos tempos de inatividade do fabrico do queijo, como mencionado anteriormente, devido aos diferentes tempos de produção de cada tipo de queijo o lado de bola/barra apresentava um tempo de inatividade em média de 1400 minutos por semana. Após a implementação da LIA o fabrico passou a ter um tempo de inatividade médio semanal de 742.5 minutos, uma redução de 47% face ao valor anterior, representado na tabela 4.

Tabela 4 - Capacidade do Fabrico depois da implementação da LIA

Lavagem Acida Fase 1								
Tipo Queijo		Cubas/ciclo	Ciclos/semana	Leite/ Cuba (L)	Litros de Leite por Ano (L)	Tempo de Ciclo (min)	Diferença (min)	Inatividade Semanal Acumulada (Min)
Bola	40%	11	8	15 000	68 640 000	495	67,5	742,5
Barra	60%	11				550		
PM	20%	8	8	8 500	28 288 000	270		
PP	80%	8				590		

4.7 Follow Up Actions – Ações a desenvolver

Como ações a seguir é importante acompanhar o indicador de cubas por ciclo de produção, o indicador de queijo lavado e a qualidade das cubas de forma que estas estejam a produzir produtos conforme após a aplicação das lavagens ácidas.

Sendo que a LIA está agora implementada na produção do lado da bola/barra, irá ser também implementada no lado de prato. Para isso é necessário fazer alguns ajustes à capacidade das máquinas para que estas consigam ter capacidade para produzir na capacidade máxima nos dois lados do fabrico. Por exemplo se for planeado fazer 11 fabricos de cada lado, terá de ser feito um investimento para aumentar a capacidade da desnatadeira de soro.

Durante estes ensaios foi difícil acompanhar os resultados do pH dos ciclos de produção visto que os dados se encontravam registados em papel, sendo que para haver informação gráfica esta tinha de ser transposta à mão, como mencionado na contextualização do problema. Surgiu então a ideia de proceder à digitalização dos dados de controlo do processo e desenvolver uma ferramenta que conseguisse controlar o processo e servir de apoio à decisão da produção e do controlo da qualidade.

4.8 Análise dos Resultados

Tendo em conta os resultados obtidos pela adição da etapa da lavagem intermédia com ácido nas cubas foi possível retomar com sucesso a produção de 11 cubas por ciclo de produção para o qual a fabrica tinha sido projetada, não prejudicando os indicadores de qualidade nem o aumentando do retrabalho do queijo. Com esta implementação foi ainda possível diminuir a quantidade de água gasta por litro de leite processado, figura 23, apesar de esta lavagem incluir a adição de enxaguamentos com água durante a mesma. Em 2020, eram necessários 1,25L Água/CIP para processar 1 L de Leite. Atualmente, necessitamos de apenas 1,20 L Água CIP por litro de leite, o que se traduz numa poupança de 7 milhões de litros de água por ano.

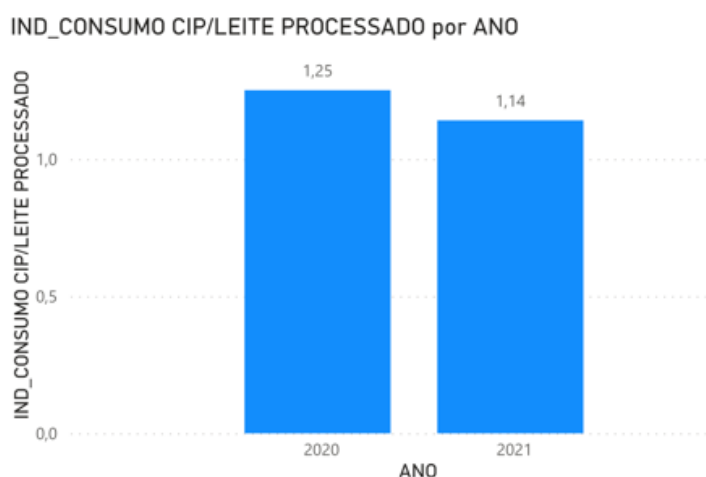


Figure 23 - Indicador do consumo de água por lavagem

O aumento da quantidade de fabricos por ciclo de produção fez com que seja possível à fábrica do queijo processar mais 20 milhões de litros de leite por ano face ao ano anterior.

De realçar que uma possível diminuição da média de cubas por ciclo de produção não transmite a ineficiência da LIA diretamente, visto que esta diminuição pode ser resultante da falta de encomendas e por esse motivo a produção sofre uma adaptação a uma nova realidade. Por este motivo foi criado o indicador da LIA que pretende transmitir o desempenho da produção de produtos conformes. Este indicador reflete as percentagens de conformidade dos primeiros 4 fabricos (onde a LIA não é aplicada) comparado com a conformidade dos restantes. Deste modo, se o indicador for maior que 0,95 significa que a LIA está a ser eficaz. Na figura 24 podemos verificar que ao longo das semanas do ano de 2021 está indicador teve sempre acima do valor estipulado.

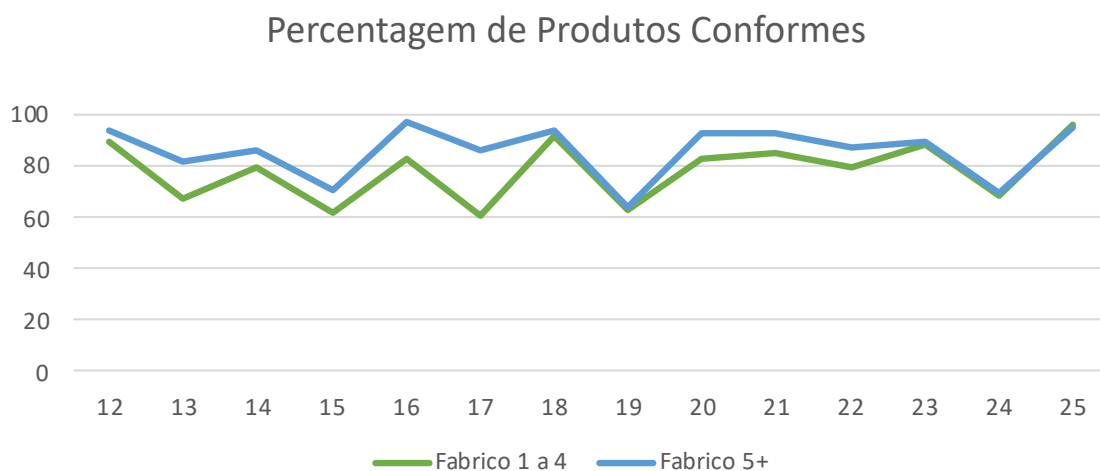


Figura 24 - Indicador da LIA

A implementações da lavagem intermédia com ácido entre fabricos tiveram sem dúvida um impacto positivo na capacidade de produção de queijo. Não só foi conseguido a retoma de produção para qual a fabrica tinha sido projetada, mas também o aumento da segurança na produção com conformidade.

5. Ferramenta de controlo do processo e apoio à decisão com base no Microsoft Power BI

Um Sistema de Apoio à Decisão é um sistema de informação (SI) que comunica e auxilia no processo de tomada de decisão (Wilson et al., 2014). Neste âmbito, a perspetiva adotada para a implementação do sistema de controlo do processo e apoio à decisão com base no software de *business intelligence*, Power BI, vai ser abordado nas secções seguintes. Este software vai ter como principal objetivo servir de ferramenta de análise do estado do processo, desenhar conclusões fundamentadas com base nos dados recolhidos e recolher informação de vários tipos de software para através de elementos visuais conseguir apresentar uma análise multivariável.

5.1 Desenho do Sistema

No sentido de criar, desenvolver e implementar um sistema para controlo do processo e apoio à decisão, a primeira etapa deve traduzir-se na elaboração do desenho do sistema. Esta é uma etapa crítica no processo de desenvolvimento de qualquer software, visto que no cruzamento entre as necessidades recolhidas e o desenvolvimento da ferramenta, entendimentos incorretos podem levar ao insucesso da mesma. Este possível insucesso deve-se sobretudo à comunicação não eficiente entre o lado que está a desenvolver a ferramenta e o lado que a vai utilizar. Consequentemente, uma incorreta identificação dos requisitos do sistema a implementar pode levar ao desenvolvimento de uma solução que não satisfaça as necessidades da organização para as quais se projetou a ferramenta em causa e esta cair em desuso.

Assim, o primeiro passo do desenvolvimento desta ferramenta é composto por várias reuniões com os futuros utilizadores da mesma, em que o objetivo passa por compreender e fazer o levantamento das necessidades que existem aquando da recolha de dados, análise dos mesmos e criação de relatórios.

Como referido anteriormente, a abordagem seguida pelos responsáveis de produção e membros do departamento de qualidade quando existe a necessidade de analisar variáveis do processo, não é a abordagem mais eficaz. É desperdiçado bastante visto que estes têm de passar do papel para o computador os dados das produções que querem analisar. De seguida têm de tratar os dados e só depois retirar conclusões. Assim a solução para acompanhar a eficácia da LIA passou por ir verificar todos os dias, todas as folhas de controlo de processo onde os operadores registavam os dados do processo.

De forma a facilitar a procura de informação, e a análise de dados precedeu-se a implementação de uma ferramenta que conseguisse transpor estas necessidades com base no Power BI. Assim o desenho do sistema passou pelas seguintes etapas fundamentais:

- Definição dos indicadores a calcular e quais as variáveis a controlar;
- Definição do método de recolha de dados (digitalização dos dados);
- Preparação dos dados;
- Criação do modelo de dados;
- Construção do relatório de dados;
- Validação dos relatórios de dados;
- Definição da Atualização e manutenção do sistema;
- Realização de formações;
- Apresentação dos resultados;

5.2 Implementação em ACCEPT

O processo produtivo do queijo está representado a uma escala macro no anexo 1, no entanto um dos objetivos principais do mapeamento em BPMN deste processo é realçar os pontos onde são feitos os registos críticos da secção do fabrico. Estes pontos críticos estão identificados a cor vermelha na figura 25.

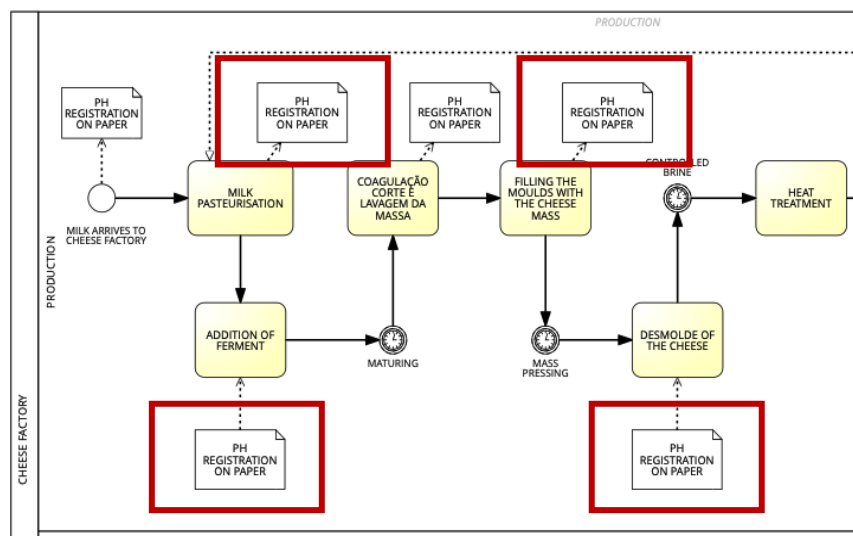


Figura 25 – Pontos críticos de registo do pH

Tal como é possível verificar na figura 25 existem vários pontos de recolha de informação, no entanto, a maior parte tem como formato de armazenamento o papel, e como destino o arquivo da fábrica. Estes dados só vão ser digitalizados se o objetivo for analisar um ciclo de produção específico. O registo destes dados pode ser dividido espacialmente em três zonas: a zona da sala de controlo do fabrico, a zona da enchedora de moldes e, a zona da desmoldagem de queijo. Nestas folhas de registo encontram-se características chave do processo de fabrico de queijo tais como:

- Sala de Controlo do Fabrico – Hora de colocação do fermento; pH antes da colocação do fermento; matéria gorda do leite; estrato seco do leite; e proteína do leite;
- Enchedora de Moldes – Hora em que se começou a encher moldes de um novo fabrico; pH da massa do fabrico;
- Desmoldagem – Hora em que se deu início à desmoldagem de um novo fabrico; pH do novo fabrico humidade do fabrico; peso aleatório de um queijo do fabrico; Hora em que foi feita a medição do pH do fabrico em espera (fora das especificações); pH do fabrico em espera por estar fora das especificações;

Sendo todas estas características essenciais para análise do processo de fabrico, foi criada uma carta de registos em ACCEPT que contemplasse não só estes dados, mas também todos os dados que permitissem a identificação dos fabricos. Assim a carta de registos é composta pelos seguintes campos:

- Tipo de Produto,
- Referencia do produto,
- OP (Ordem de Produção),
- Lote Logístico;
- Recurso Associado;
- Data de Produção;
- N° da cuba em que foi produzido;
- Fermento utilizado;
- Ciclo de produção;
- Número do fabrico;
- Matéria gorda do leite nas cubas;
- Proteína do leite nas cubas;
- Estrato seco do leite nas cubas;
- Hora de colocação do fermento;
- pH antes da colocação do fermento;
- Hora que se começou a encher moldes de um novo fabrico;
- pH da massa do fabrico;
- Hora que se deu início à desmoldagem de um novo fabrico;
- pH do novo fabrico humidade do fabrico;
- Peso aleatório de um queijo do fabrico;
- Hora em que foi feita a medição do pH do fabrico em espera (fora das especificações);
- pH do fabrico em espera (fora das especificações).

Após ter sido criada uma nova carta procedeu-se à instalação dos terminais para que os operadores conseguissem registar os dados no programa ACCEPT. Foram instalados dois postos de registo. Um na desmoldagem do lado do queijo tipo bola e barra e outro do lado do queijo tipo prato. Estes postos foram estrategicamente colocados dentro dos postos de autocontrolo, onde os operadores realizam as medições de pH, humidade e onde pesam o queijo.

Na figura 26 podemos ver um dos postos de autocontrolo das secções de desmoldagem. Estes são utilizados não só para fazer vários testes de qualidade ao produto que está a ser produzido como, medição do pH, medição da humidade e pesagem do produto, mas também para efetuar o registo desses testes. A figura 26 mostra a situação antes da implementação.



Figura 26 – Postos de autocontrolo antes

De modo a proceder a digitalização do registo dos dados foi instalado um terminal em cada secção de desmoldagem de modo a garantir que o operador tem a mesma área de trabalho que tinha anteriormente (Figura 27). Estes terminais têm acesso ao programa ACCEPT onde os operadores vão fazer o registo dos dados de controlo do processo e têm também acesso ao programa SAP onde podem abrir OT's (Ordens de Trabalho) para a manutenção intervir quando existe alguma avaria. Para abrir este procedimento o operador tinha de se deslocar aproximadamente 300 metros do seu posto de trabalho até à sala de controlo do fabrico.



Figura 27 - Postos de auto-controlo depois

Na sala de controlo não foi necessário instalar nenhum terminal visto que estes já usam um para registar as quantidades dos produtos produzidos e registar os consumos das matérias-primas consumidas.

Dos dados que existem na carta, as características do leite são medidas num equipamento específico para o efeito, denominado FT1 e representado na figura 29. No contexto da comunicação entre equipamentos presente na quarta revolução industrial procedeu-se à ligação do FT1 com o programa ACCEPT. Deste modo, quando o operador inicia uma medição de uma amostra os registos são automaticamente armazenados no campo correspondente na respetiva carta.



Figura 28 – Dispositivo de leitura das características do leite, FT1

Após a implementação dos terminais na secção de desmoldagem do queijo foi dada uma formação aos operadores sobre o programa ACCEPT onde estes vão fazer os registos dos dados, figura 30. Foi ainda desenvolvido um manual de apoio à utilização do programa e colocado junto do terminal para que em caso de dúvida o operador possa consultar o manual e realizar o registo sem dificuldade.



Figura 29 – Formação sobre o programa ACCEPT aos operadores

Em suma, um dos primeiros requisitos da implementação da ferramenta de apoio à decisão e controlo do processo, a fase de digitalização dos dados críticos do processo, está concluída.

5.3 Preparação dos dados - *Power Query*

A etapa de preparação dos dados tem como objetivo principal a importação e o tratamento dos ficheiros de onde estes têm origem a fim de criar tabelas de dados que irão alimentar o modelo de Power BI. Para além do Power BI permitir uma ligação simples ao Excel, este software também permite a conexão a outras origens de dados, tais como serviços cloud, servidores SQL, sistemas SAP, serviços de *analytics*, entre outros (Michele, 2021). A maioria dos ficheiros, neste caso em específico, tem origem em ficheiros Excel (como é o caso dos dados que são exportados da base de dados do programa do ACCEPT) e alguns dados como consumos e produções que são também exportados em formato Excel do SAP.

Considerando os ficheiros das origens de dados dos ficheiros que queríamos analisar, e dando conta que alguns não foram concebidos para serem importados para um programa como o Power BI, optou-se por fazer uma uniformização dos ficheiros de forma a permitir tirar o maior proveito dos mesmos, visto que o Power BI interpreta as tabelas de dados como conjuntos de dados

atributos, sendo estes definidos pelas diferentes colunas (Michele, 2021). Assim, procedeu-se à categorização dos dados por colunas uniformizadas para que o aplicativo conseguisse gerar informação através do processamento das mesmas. Existem várias formas de fazer o *upload* dos dados de diferentes origens para o Power BI, no entanto para este trabalho todos os documentos estavam armazenados em localizações online, sharepoint e onedrive. Este tipo de localização pode ser útil em vários aspetos, mas principalmente para sincronização. Estes ficheiros podem ser carregados para o Power BI como ficheiros únicos ou como um conjunto de ficheiros. Por exemplo, se existir uma pasta que contenha um ficheiro novo por mês, é possível fazer o *import* da pasta para o sistema e sempre que haja registos de um novo mês, o ficheiro fica automaticamente tratado e a alimentar o Power BI.

Estando a uniformização dos dados terminada procedeu-se à classificação dos mesmos no Power Query. Isto é, vai-se informar o Power BI qual o tipo de dados existentes em cada coluna (data, número inteiro, número decimal, texto, etc.). Esta classificação é um passo de extrema importância nesta etapa inicial, pois é com a informação que estamos a dar ao Power BI que ele vai conseguir gerar informação de forma correta. Após esta classificação estar concluída, as tabelas de dados ficam prontas para serem utilizadas no Power BI.

Na figura 30 podemos ver uma das bases de dados que é importada para o Power BI. Na foto nº 1 está um ficheiro sem algum tipo de tratamento (diretamente exportado do ACCEPT). Na foto com o nº 2 está a tabela importada para o Power Query, e na figura nº 3, a versão final pronta para ser carregada para o Power BI.

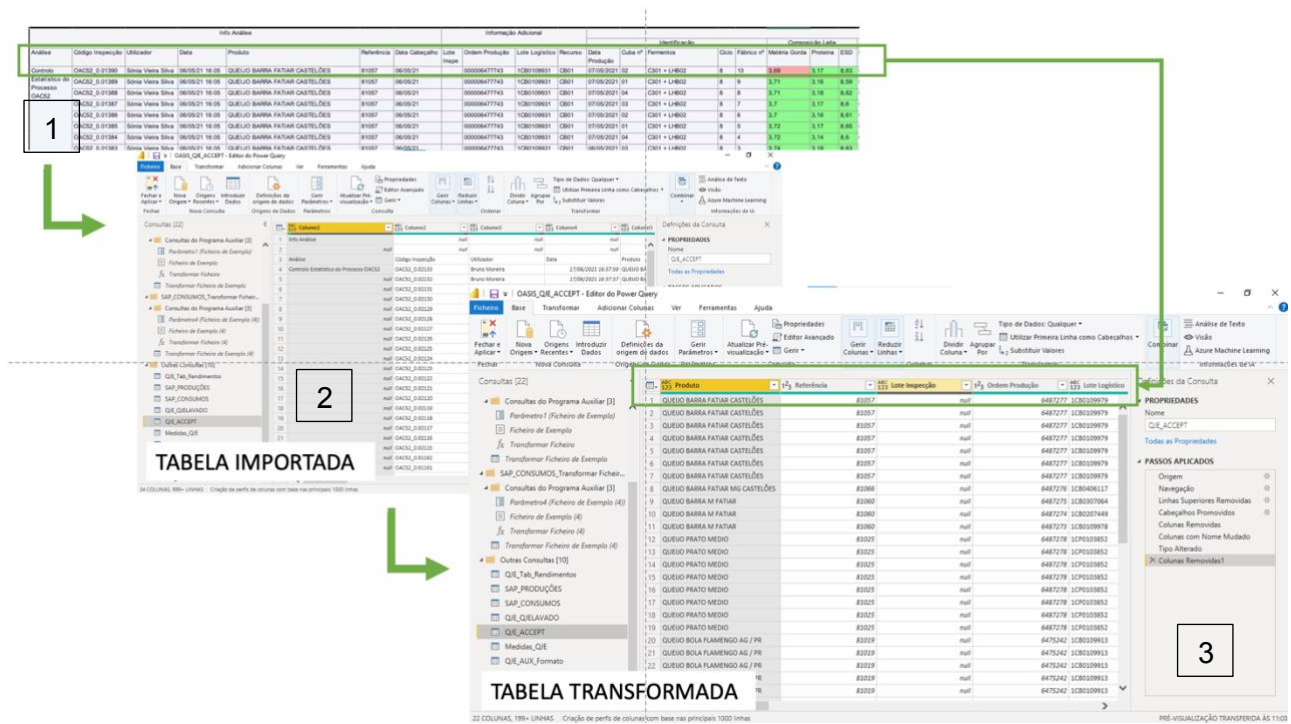


Figura 30 – Transformação dos ficheiros

5.4 Criação do Modelo de Dados

Para que seja possível cruzar informação entre as várias tabelas importadas, o Power BI usa a secção do modelo relacional. As relações entre tabelas propagam filtros através das chaves estrangeiras de cada tabela do modelo para que exista uma conexão lógica entre os dados e seja possível analisá-los (Hart, 2020).

Com base no que foi mencionado procedeu-se a elaboração do modelo relacional desta ferramenta, representado na figura 31. Este modelo foi baseado no modelo estrela sendo que este foi adaptado às variáveis do trabalho. O modelo estrela é um modelo baseado numa tabela central de factos ligada a várias tabelas de dimensões. As tabelas de dimensão descrevem as entidades presentes na tabela de factos. Esta última contém as colunas chave que relacionam os factos com as dimensões (Myers, 2019).

Dado as variáveis presentes neste trabalho feita uma adaptação deste esquema para duas tabelas de factos, com as respetivas tabelas dimensão. Foi ainda criada uma tabela calendário baseada em código DAX de forma a uniformizar os filtros aplicados nos relatórios.

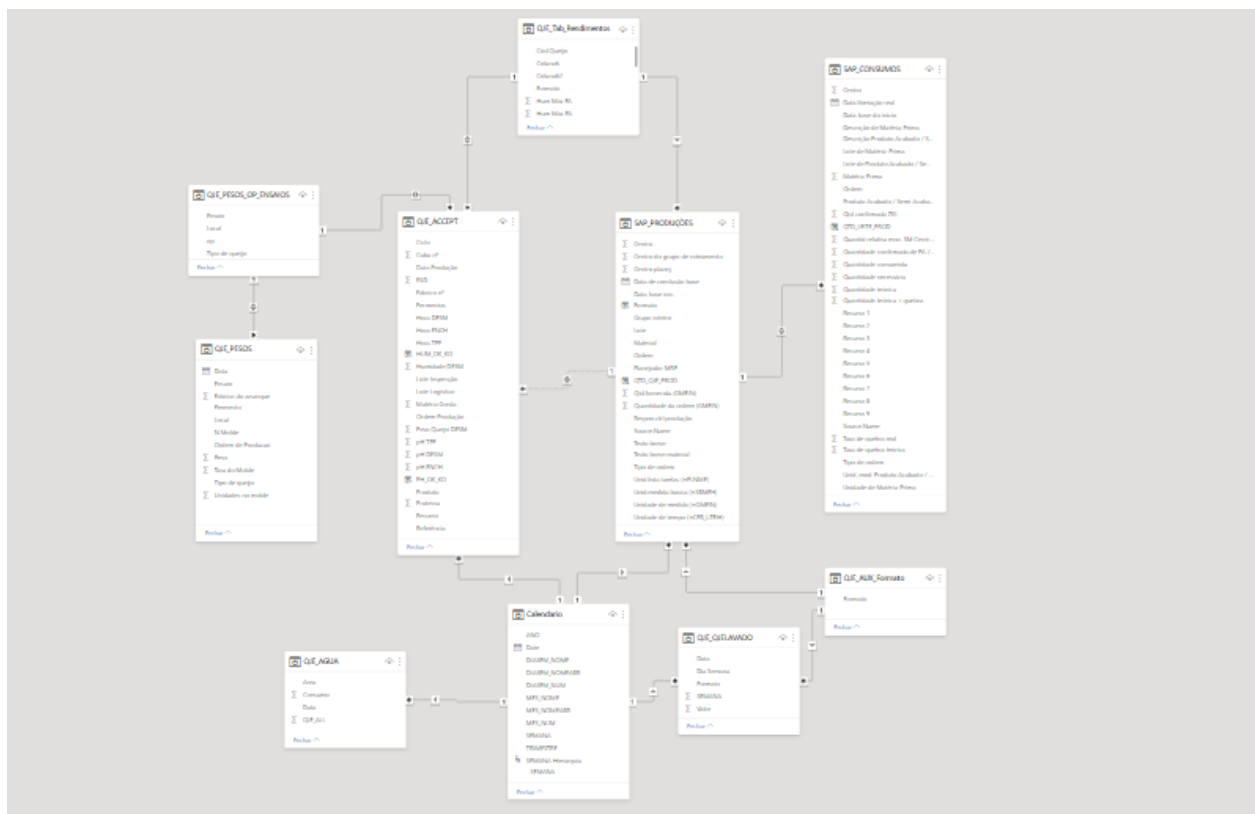


Figura 31 - Modelo Relacional

5.5 Construção do relatório de dados

Os elementos visuais disponíveis no Power BI permitem apresentar os dados de uma forma apelativa, através de uma variedade de elementos, como gráficos diversos, matrizes, tabelas, mapas, entre outros (Michele, 2021). Estes podem posteriormente fazer parte das *dashboards* gerais.

Para este projeto cada relatório foi pensado com o objetivo que o sistema fosse o mais *user-friendly* possível e por isso foram criados menus de navegação e a barra para segmentação de dados, explicadas na secção 4.2.9. Foram não só escolhidos elementos visuais de fácil interpretação para se enquadrarem na linha de simplicidade pensada para o relatório, mas também, foram criadas caixas de texto com a fórmula representada, quando os elementos visuais retratavam indicadores. Isto para que o utilizador saiba que tipo de dados está a analisar. Foi também usada formatação condicional com base nos códigos de cores do tipo semáforo para o utilizador perceber, de forma simples, o estado dos dados que está a analisar. Sendo, boa (verde), má (vermelho) ou que não apresenta perigo, mas é preocupante (amarela).

Para retratar os indicadores que necessitam de ser calculados via formulas, estes calculados foram efetuados recorrendo a medidas. Uma medida é uma fórmula escrita em linguagem DAX (Data Analysis Expressions) que obtém o resumo dos dados provenientes das fórmulas resumo. Muitas vezes, as expressões de medida tiram partido de funções de agregação do DAX, como SUM, MIN, MAX, AVERAGE, entre outras, para produzir um resultado de valor escalar ao nível da consulta (os valores nunca são armazenados no modelo). A expressão de medida pode variar de agregações de colunas simples até fórmulas mais sofisticadas que substituem o contexto de filtro e/ou a propagação de relações. No contexto deste trabalho foram criadas X medidas em DAX.

Na secção 4.2.9 são apresentados, os relatórios elaborados através da informação processada pelo sistema. Com a conclusão da elaboração destes relatórios de dados, estes podem então ser publicados no Serviço do Power BI, para que possam ser acedidos por todos os utilizados autorizados a consultar o mesmo.

5.6 Atualização e Manutenção

A fim de assegurar a atualização do sistema desenvolvido, é necessário garantir a extração e, posterior, incorporação de todos os ficheiros de dados nas localizações específicas, que alimentam os diferentes relatórios de dados, no Power BI.

Tendo em conta que os responsáveis de produção são os que mais utilizam esta ferramenta, ficou definido que estes iriam manter a mesma atualizada. Deste modo pelo menos uma vez por

semana no final da produção. É feita a atualização dos dados e os utilizadores diretos da ferramenta são informados via email.

Visto que esta ferramenta é utilizada por vários colaboradores, a necessidade de evolução passado certo tempo é inevitável. Assim, de 3 em 3 meses, será realizada uma reunião com os utilizadores diretos da ferramenta para apurar oportunidades de melhoria da mesma.

5.7 Realização de formações para a utilização da ferramenta implementada

Durante o desenvolvimento da ferramenta foram dadas várias formações. Os utilizadores foram formados das potencialidades da ferramenta e orientados a desenvolver conclusões a partir da análise dos relatórios. A partir das conclusões retiradas, da análise desta ferramenta multivariável, estes conseguem definir novos objetivos de produção e desenvolver espírito crítico para futuras necessidades da ferramenta.

O feedback dos utilizadores foi ainda essencial não só para melhorar a forma com que o relatório era apresentado, mas também para identificar novas necessidades a implementar no sistema em fases futuras. Nestas formações foi ainda apresentado o potencial que a ferramenta tem em que qualquer utilizador (autorizado) possa retirar novas conclusões a partir do conjunto de dados que foi disponibilizado online. Assim qualquer utilizador para além de poder personalizar a sua *dashboard* pessoal pode ainda criar relatórios personalizados com base nos dados fornecidos.

Assim, espera-se que os utilizadores consigam não só consultar e navegar nos relatórios de dados disponibilizados, mas também criar relatórios personalizados que correspondam às necessidades individuais do seu posto de trabalho, a partir do conjunto de dados publicados no serviço de Power BI.

Foi ainda desenvolvido um manual de utilização dos relatórios já desenvolvidos, para auxílio do utilizador.

5.8 Apresentação de Resultados

Através da implementação desta nova ferramenta de controlo do processo e apoio à decisão, passou a ser possível ter o controlo do processo de fabrico do queijo num único lugar e ainda espelhar indicadores importantes para o desempenho da queijaria. Com o desenvolvimento desta ferramenta é assim possível fazer o rastreio do comportamento dos vários tipos de fermentos, componente crítico para o desenvolvimento e qualidade do produto enquanto está a ser produzido.

Para a elaboração desta ferramenta, focada apenas no fabrico do queijo e em alguns indicadores macros, foi necessária consolidar dados de 6 origens diferentes, num total de 47 ficheiros. A origem dos ficheiros do sistema está presente na figura 32, onde se pode verificar que as 6 origens são origens online (em *sharepoint* ou *onedrive*), estabelecendo assim uma conexão live com o conjunto de dados. Esta conexão significa que não é necessário a instalação de *gateways* de dados para que os dados sejam atualizados nos relatórios. O facto de os ficheiros estarem armazenados em serviços *cloud microsoft* quer dizer que estes beneficiam de uma taxa de atualização automática de hora em hora.

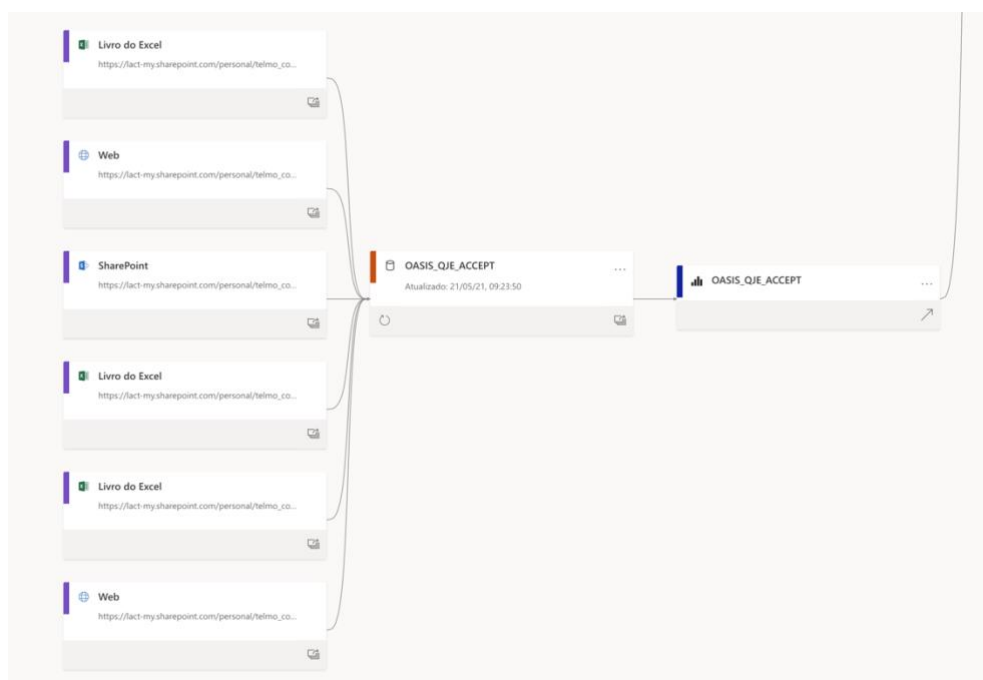


Figura 32 - Linhagem dos ficheiros do sistema

Menu

De modo que cada utilizador tenha uma navegação *user friendly* dentro dos relatórios foi criado uma página menu dividida em 3 secções, controlo do processo de fabrico, pesquisa por OP (ordem de produção) e parâmetros e indicadores (Figura 33). Ao carregar no ícone de cada secção é apresentado um submenu com os diferentes tipos de relatórios criados para as mesmas (Submenus no anexo 3).



Figura 33 – Menu Principal

Cada relatório foi criado com base nos indicadores que foram pedidos e nas variáveis que eram pretendidas controlar no processo. Deste modo, para não criar um relatório para cada tipo de variável, optou-se por desenhar uma solução uniforme baseada na segmentação de dados. Foi criado então um cabeçalho uniforme e *standard* que consiste em duas secções, uma secção de identificação da organização e navegação, e a segunda composta pelo título do relatório e por elementos visuais que têm como principal função, a segmentação de dados, representado a azul na figura 34. Assim para consulta dos dados relativos a uma variável específica pode-se aceder não só através da segmentação interativa dos elementos visuais, mas também pela barra do cabeçalho, caixa vermelha na figura 35.

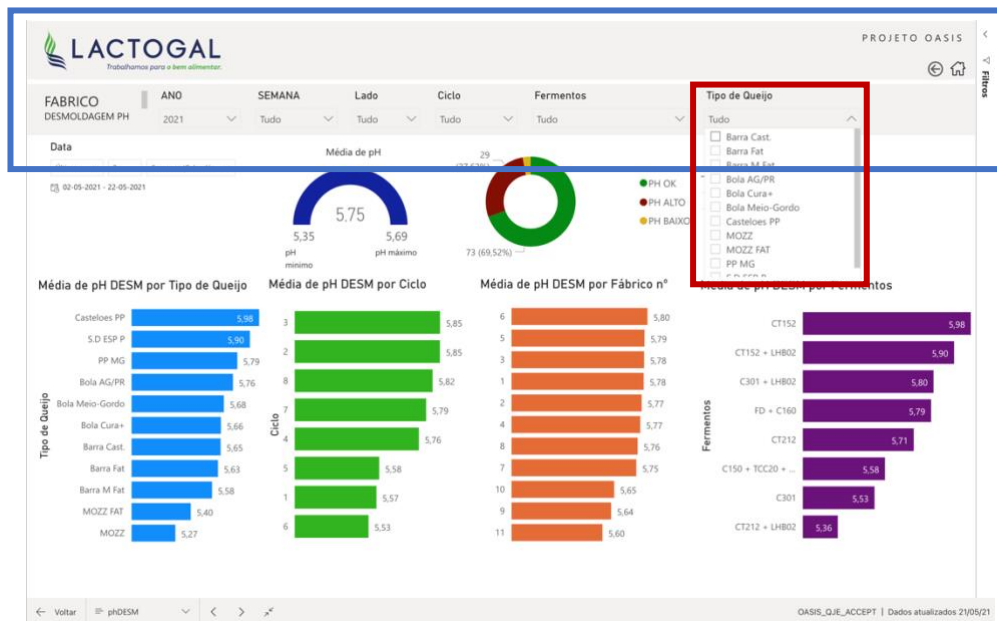


Figura 34 – Zonas dos relatórios

Relatório pH

A figura 35 apresenta o relatório do pH da desmoldagem. Assim que o utilizador abre o relatório tem uma visão sobre toda a produção da semana anterior. Este consegue de imediato verificar:

- A média do ph por tipo de queijo;
- A média do ph por ciclo de produção;
- A média do ph por fabrico;
- A média do ph por tipo de fermento;
- Perceber de forma categorizada (ph Ok, ph Alto e ph Baixo) quais as percentagens da produção que corresponderam a produtos conformes e não conformes através de um gráfico circular.

Para pesquisas mais aprofundadas, neste caso sobre o pH da desmoldagem, o utilizador pode filtrar os dados através da barra do cabeçalho pelos dados que pretende analisar e os elementos visuais vão adaptar-se à segmentação imposta, como representado na figura 36.

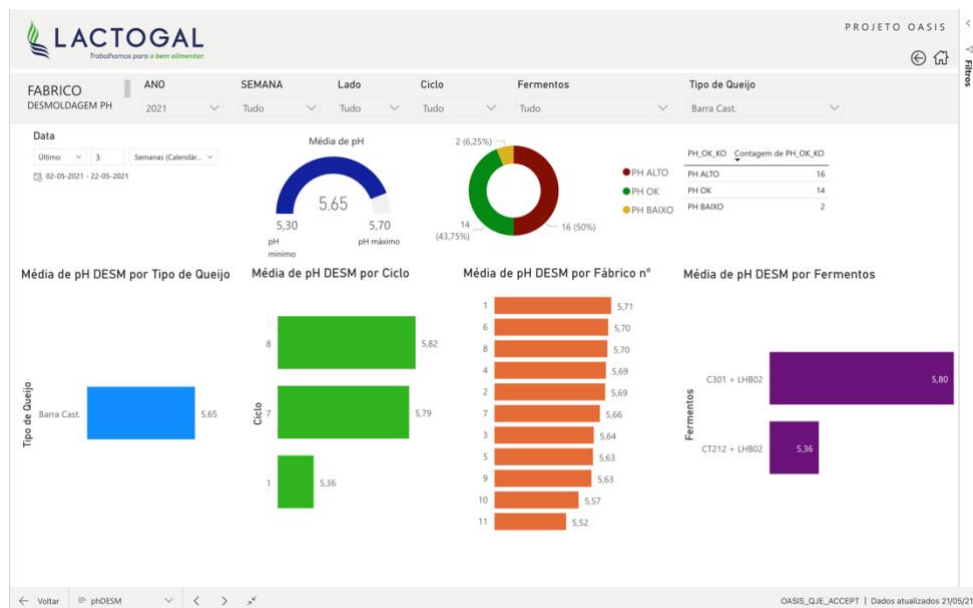


Figura 35 - Relatório pH na desmoldagem

Por exemplo, assim que o utilizador começar a fazer a sua análise consegue perceber que a média do pH queijo que selecionou é 5.65, através do medidor no topo da página e ainda percebe que se encontra dentro da gama de controlo definida através do valor máximo e mínimo definido. Este tipo de queijo foi então produzido no ciclo 1, 7 e 8 e as médias respetivas foram 5.36, 5.79, 5.82. A média de cada fabrica dentro do período de tempo que o utilizador segmentou é também possível analisar, bem como a média do pH nos diferentes fermentos utilizados. Com a informação apresentada através dos elementos visuais é possível traçar conclusões bastante poderosas. É ainda possível fazer um *drill-down* numa variável que se pretende analisar, isto é, “descascar” por níveis a variável que queremos analisar, neste caso para a OP correspondente. O Power BI permite navegar em *drill-down*, isto é, possibilita ao utilizador hierarquizar os valores obtidos em níveis mais detalhados para apresentar informações adicionais (Iseminger, 2021). Ou seja, ao invés de apresentar um elemento gráfico ou uma tabela com o pH de todas as OP que estão dispostas na hierarquia, ao selecionar apenas um valor, serão apresentados os valores correspondentes no nível hierárquico acima selecionado. Assim o utilizador consegue visualizar apenas a informação que pretende analisar e não existe tempo despendido numa análise causada por excesso de informação.

Paralelamente ao relatório do pH da Desmoldagem que apresenta as médias do pH de acordo com a variável definida no elemento visual, foi desenvolvido um relatório com as variáveis anteriores, mas representadas em forma percentual relativamente aos produtos conformes. Esta foi uma das exigências dos responsáveis da empresa, visto que, segundo estudos realizados na unidade fabril já se pode concluir que pelo facto de o queijo ser desmoldado com pH alto vai obrigar

à adição de uma etapa no processo (lavagem do queijo) num estado mais avançado. Este relatório está representado na figura 36.

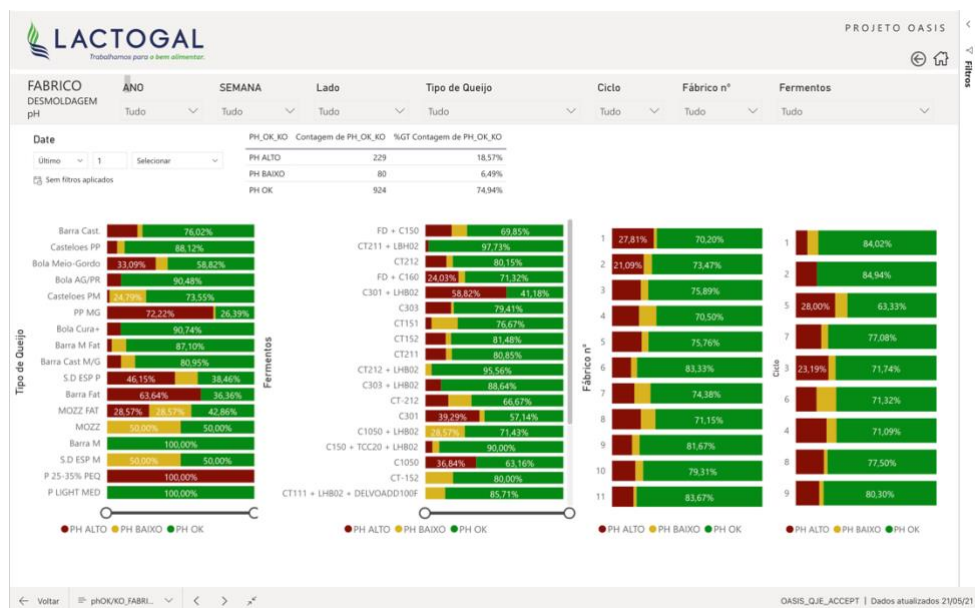


Figura 36 – Relatório da conformidade das variáveis

Com o objetivo de apresentar ao utilizador uma gestão visual da informação, optou -se pela sinalética de 3 cores, verde para produto conforme, vermelho para o pH alto e amarelo para o pH baixo. Assim o utilizador consegue, a partir do momento que abre o relatório, ficar a perceber o que é que está a acontecer ao nível das conformidades do produto. Este relatório possui ainda a capacidade de *drill-down* como no relatório anterior. Assim o utilizador consegue através de uma não conformidade do produto saber a ordem de produção específica dessa não conformidade e fazer a análise da mesma. Por exemplo, através de outro relatório criado, a pesquisa por OP (figura 37). De realçar que os dois relatórios apresentados para o pH da desmoldagem foram também elaborados para a humidade da desmoldagem, outro fator crítico do fabrico do queijo.

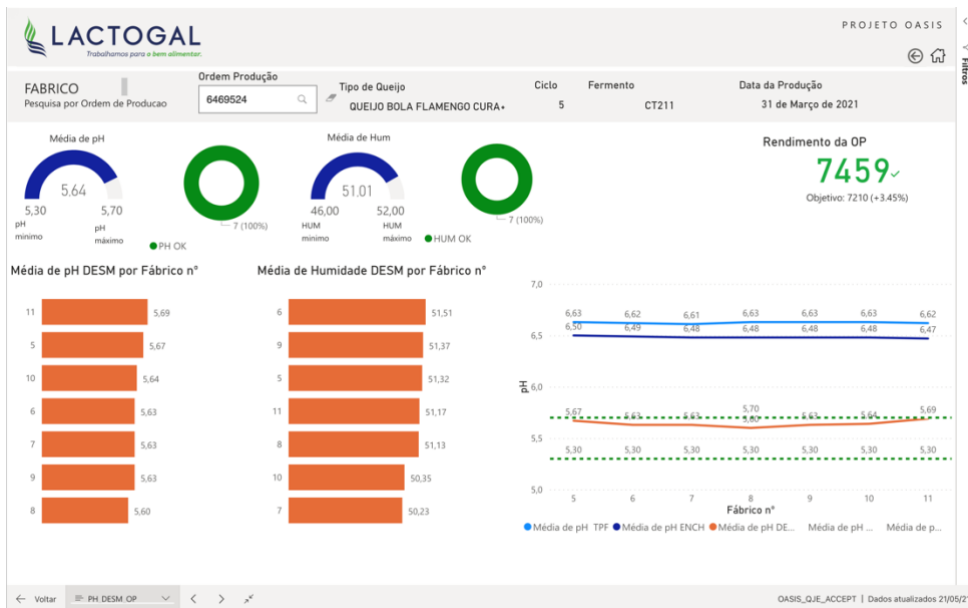


Figura 37 – Pesquisa do desempenho do fabrico por ordem de produção

O relatório de pesquisa por ordem de fabrico apresenta o mesmo *design* uniforme dos anteriores, no entanto na barra de segmentação foi criada uma caixa de pesquisa por ordem de produção em que o utilizador escreve a OP que pretende saber o desempenho e através dos elementos visuais consegue perceber como é que as variáveis críticas do fabrico se comportaram durante o ciclo de produção da mesma. O comportamento da OP é representado através do pH e da humidade na desmoldagem em cada fabrico, pela quantidade de produtos conformes e ainda pelo rendimento da mesma, sendo que o objetivo é o que foi planeado produzir e o número maior representa o que realmente é produzido. É ainda apresentado em forma de gráfico os três estados do produto, no que toca ao pH, na secção do fabrico.

Foi também desenvolvido um relatório nos mesmos moldes da pesquisa por OP, mas ao invés de transmitir o comportamento do produto no fabrico, reflete o comportamento das características do mesmo. Nesse relatório é espelhada não só o comportamento das características, tais como, a matéria gorda, o estrato seco e a proteína ao longo do ciclo de produção, mas também o desvio padrão das mesmas a fim de o utilizador detetar se houve algum fabrico que não foi correspondeu as características que o produto tem de respeitar (disponível no anexo 4).

Visto que este trabalho está enquadrado numa equipa de projeto com 4 elementos cada um com diferentes projetos, de forma a auxiliar o desenvolvimento dos mesmos foi desenvolvido um relatório para um dos projetos no âmbito do controlo do peso do queijo na enchedora no arranque da produção de um novo produto. Este relatório retrata o comportamento do peso do queijo na enchedora e na desmoldagem no arranque da produção de cada produto (Figura 38). Este acompanhamento é importante para que quando o queijo chegar a fase do embalamento esteja com as características de peso e dimensões corretas.



Figura 38 – Relatório controlo de pesos no arranque de produção

Como explicado anteriormente a lavagem do queijo é um retrabalho do produto que obriga a desperdícios: pessoas, tempo e transportes. Assim sendo, o acompanhamento deste processo é essencial para percebermos os recursos que estamos a dedicar a esta atividade que não acrescenta valor. Foi criado o indicador do queijo lavado que divide a quantidade de queijo lavado (por formato), pela quantidade de queijo produzido (do mesmo formato). Este relatório, representado na Figura 39, não só apresenta as percentagens atuais de queijo lavado por formato, como também faz a comparação em relação ao ano anterior, para que de acordo com o intervalo de tempo que o utilizador selecionou, o elemento visual vai dizer se está melhor ou pior relativamente ao período homólogo do ano anterior.



Figura 39 – Relatório do Queijo Lavado

O consumo de água da fábrica do queijo foi outra variável que foi pedida para ser representada em relatório, com o objetivo de ser quantificado quantos litros de água são gastos por litro de leite processado pela queijaria, figura 40. Assim, foi desenhado este tipo de relatório que apresenta em formato *treemap*, o consumo de todas as secções quantificadas da fábrica do queijo. Deste modo o utilizador pode através de uma gestão visual eficaz perceber qual é o setor que está a gastar mais água limpa e a percentagem correspondente comparada com as outras secções. É ainda apresentado não só o consumo anual por litro de leite processado, mas também é apresentado através de uma matriz os valores mensais do mesmo indicador. Com o propósito de fornecer ao utilizador o máximo de informação útil possível, este ainda consegue perceber, através de cartões no canto superior esquerdo, a média da quantidade de fabricos que estão a ser feitos por ciclo de produção. Com esta informação o utilizador consegue perceber o impacto que a produção vai ter no indicador do consumo da água. Visto que a quantidade de água gasta por ciclo de produção é sempre a mesma. Isto acontece porque independentemente do número de fabricos produzidos as instalações são sempre lavadas no fim.



Figura 40 – Relatório do consumo de água na fábrica do queijo

Eficácia das lavagens:

Foi ainda desenvolvido um relatório com um indicador que pretende medir a eficácia das lavagens com ácido através da comparação da conservação dos padrões de qualidade existentes sem as lavagens (nos primeiros quatro fabricos), figura 41. Sendo que a lavagem com ácido tem como principal objetivo um impacto positivo na homogeneização das curvas de acidificação, ou seja, na homogeneização do pH ao longo dos fabricos, optou-se por desenvolver um indicador que comparasse a percentagem de produtos conformes (pH Ok) nos primeiros 4 fabricos, onde a lavagem com ácido não atua, com a percentagem de produtos conformes nos fabricos seguintes.

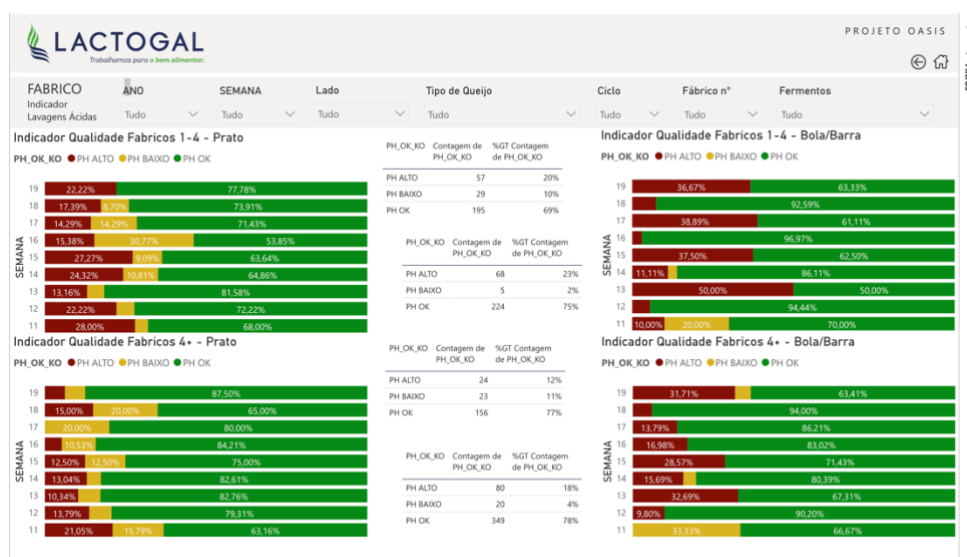


Figura 41 – Relatório do indicador de eficiência da LIA

O serviço de Power BI oferece ainda uma aplicação *mobile* disponível para sistemas *android* e *iOS* em que o utilizador possa consultar os relatórios que foram partilhados com o mesmo. Tendo em conta o desenvolvimento de uma ferramenta *user friendly*, cada relatório foi ajustado individualmente para a versão *mobile*, como representado na figura 42.



Figura 42 – Versão mobile do Power BI

O serviço Power BI (depois de o relatório ser publicado no Power BI desktop), contempla uma ferramenta de *dashboards*. Estes, podem ser criados por cada utilizador de modo que este personalize a *dashboard* de acordo com os elementos visuais que pretende acompanhar. Após o utilizador fazer a sua *dashboard* personalizada, pode partilhar a mesma (só disponível na versão Power BI Pro ou Premium) com outros utilizadores e ainda definir alertas para certos elementos visuais que afixou na *dashboard*. Estes alertas apenas estão disponíveis para elementos visuais como medidores, KPIs e cartões (Sparkman, 2021). Quando os dados monitorizados atingirem um dos limiares que o utilizador definiu, em primeiro lugar, o Power BI verifica se passou mais de uma hora ou mais de 24 horas (consoante a opção que foi seleccionada) desde o último alerta. Estando esta validação feita, o Power BI envia um alerta para o Centro de Notificações (mobile e web) e, opcionalmente, um alerta por e-mail, (Figura 43). Cada alerta contém uma ligação direta para a *dashboard* específica, o utilizador seleciona a ligação para ver o elemento visual relevante, onde pode explorar, partilha e obter mais informações sobre o porquê do alerta.

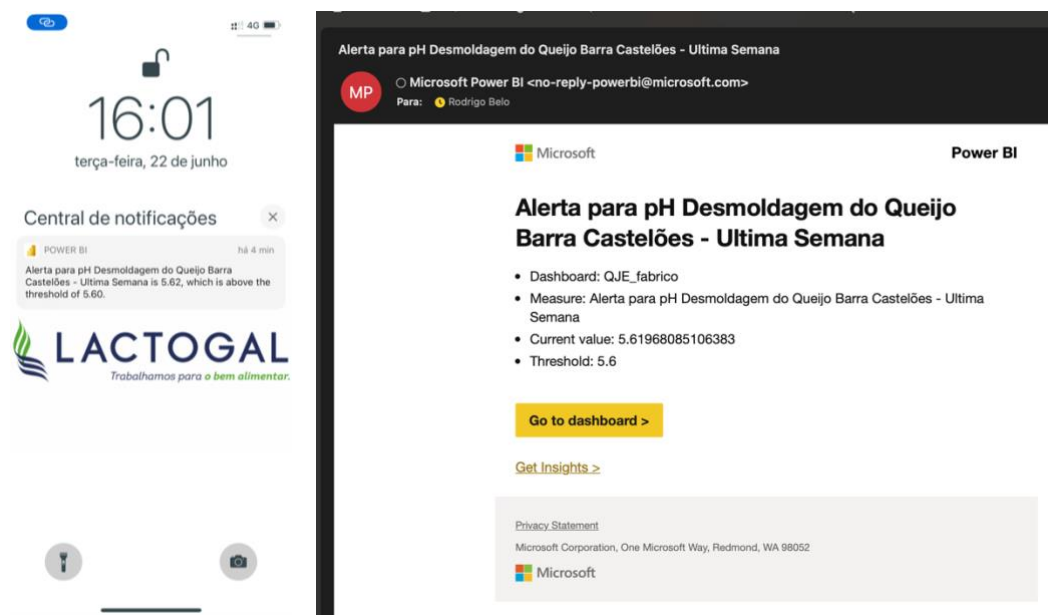


Figura 43 – Notificações via APP e email

De notar que os relatórios apresentados são exemplos daquilo que pode ser analisado nestes relatórios, dada a quantidade de formas de análise dos mesmos.

Em suma, é possível concluir que a ferramenta desenvolvida em Power BI consegue auxiliar a organização não só na obtenção de informação crítica sobre o estado atual da mesma, mas também permite a tomada de decisão baseada em informação tratada. Por outras palavras, a decisão da retirada de um fermento com base no seu desempenho, é possível através de uma pesquisa rápida.

5.9 Análise de Resultados

Relativamente à introdução da ferramenta de controlo de processo é agora possível que toda a estrutura da organização da queijaria tenha acesso de forma imediata a todos os dados registados do processo de fabrico do queijo. O facto deste registo ser agora feito informaticamente facilita o processo de pesquisa de informação, visto que esta está disponível de forma imediata no programa ACCEPT.

Esta implementação não só veio diminuir o tempo que era despendido na procura de dados armazenados no arquivo da organização, mas também trouxe fatores sustentáveis para a mesma. Com esta transformação digital no fabrico da queijaria, a organização vai poder poupar não só

cerca de duas mil folhas de papel que eram gastas anualmente, mas também a tinta gasta na impressão do conteúdo das mesmas.

A implementação da ferramenta de apoio à decisão veio trazer ao setor do fabrico da queijaria o poder de analisar dados do fabrico através de relatórios elaborados com base nas necessidades transmitidas. Esta análise é agora feita recorrendo apenas ao Power BI enquanto antes era necessário transpor os dados manualmente das folhas de papel para o computador para elaborar um relatório com base no acontecimento ocorrido. A ferramenta trouxe a vantagem de os elementos da organização com acesso à ferramenta conseguissem agora tomar decisões com base em todos os dados existentes e não só naqueles frutos da passagem manual da parte deles. Com esta implementação, a tomada de decisões passou a ser realizada com base em factos ao invés do senso comum por conhecimento do processo. Em adição a todas estas vantagens, o poder de análise dos dados do fabrico é possível em qualquer lugar através da aplicação mobile do Power BI, algo nunca antes imaginado.

Durante o processo de implementação da ferramenta já foi possível ver a influência positiva que a mesma consegue ter no processo de fabrico visto que através da análise dos relatórios que relacionam os tipos de queijo com os fermentos usados foi possível verificar que um tipo de fermento estava a ter pior desempenho que os restantes e procedeu-se à remoção do mesmo do processo produtivo.

6. Considerações Finais

Neste último capítulo expõem-se as considerações finais do projeto, as principais limitações encontradas durante a sua realização, bem como propostas de trabalho futuro que pretendem dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

6.1 Considerações Finais

É sabido que a indústria alimentar tem várias condicionantes devido às características dos produtos com que lida. Com este projeto foi possível aprofundar o conhecimento sobre toda a cadeia do produto, desde o produtor de leite até ao produto embalado.

Com base nesta análise foi possível conhecer as condicionantes do processo produtivo e perceber o impacto que estas podem ter na eficiência da produção. Exemplo destes fatores são as causas que levaram a incapacidade produtiva da fábrica.

A filosofia Lean teve um papel importante na análise do processo produtivo, visto que com base nesta foi possível identificar parte dos desperdícios inerentes a este problema e resolver o primeiro caso prático com base em numa ferramenta Lean, o relatório A3.

Quanto ao projeto do desenvolvimento da ferramenta de apoio à decisão com base no Power BI, é crucial realçar não só o contributo positivo que todos os colaboradores tiveram nas ações de formação, mas também realçar o papel fundamental para que os dados fossem registados corretamente. Durante a implementação dos registos em ACCEPT a disciplina de colaboração que tiveram ao reportarem alguns erros de implementação e inúmeras oportunidades de melhoria foi fundamental para o sucesso da ferramenta.

É ainda importante realçar a disponibilização dos meios tecnológicos que a organização dispõe, visto que, se esta não os tivesse facultado, este projeto não conseguiria ter o sucesso que teve. São meios tecnológicos o ACCEPT, que devido ao forte desenvolvimento que a ferramenta possui dentro da organização foi facilmente aceite. E o Power BI, que só foi possível usar porque a organização tem disponível as licenças office 365.

De notar que para uma boa implementação dos dois projetos foi imprescindível trabalhar em estreita colaboração com os operadores, anotar as suas sugestões, explicar-lhes a origem do projeto e sensibilizá-los para as vantagens que as alterações introduzidas na forma de registo de dados trariam.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu uma vasta aquisição de conhecimentos em várias áreas. Foi possível conhecer muitas particularidades na forma de lidar com micro-organismos vivos na produção de um produto lácteo e as implicações que os mesmo têm. Em adição, foi possível aprofundar o conhecimento num programa de *Business Intelligence* de forma

a criar uma ferramenta de apoio à decisão capaz de fundamentar escolhas poderosas. Assim, é possível concluir que este trabalho foi de encontro aos objetivos propostos inicialmente. A capacidade foi aumentada para os níveis antes projetados e agora com uma maior capacidade de controlo da variável do pH.

6.2 Limitações

As principais limitações encontradas com o primeiro caso prático foram baseadas nas particularidades da indústria alimentar. Devido às condicionantes da mesma, foram precisas várias horas de investigação para certos conceitos serem entendidos. O facto de a implementação do sistema de lavagem intermédia com ácido ser feita através do programa que controla a área total do fabrico de queijo (no que toca automações de máquinas) levou a duas grandes limitações. Primeiramente, ter de conhecer o sistema e perceber que capacidades é que este possuía. E em segundo lugar o facto de estarmos dependentes da disponibilidade de um programador para desenvolver o programa ao nível informático com base nas necessidades encontradas.

Para analisar a eficácia do primeiro trabalho prático e fundamentar o segundo trabalho prático, a principal limitação encontrada foi o facto de a recolha de dados ter sido efetuada manualmente na fase inicial. Esta recolha foi bastante exaustiva e a possibilidade do erro humano estava sempre eminente. No entanto, foi a partir deste esforço que foi possível justificar as potencialidades da ferramenta, Power BI, e desbloquear o investimento para que a recolha dos dados passasse a ser feita de forma digital.

6.3 Trabalho Futuro

Tendo por base que a melhoria de processos deve ser um procedimento constante e não apenas realizado por ações únicas num determinado momento, existem, vários outros pontos de potenciais melhorias que devem ser analisados e estudados.

Relativamente à implementação da lavagem intermédia com ácido nas cubas foi verificado que foi possível diminuir os tempos de inatividade do processo do lado da produção do queijo tipo Bola/Barra para que estes ficassem mais homogéneos com o lado do tipo de queijo prato. Estando essa implantação concluída com sucesso e a produção mais nivelada a próxima fase seria implementar as LIA no lado do tipo de queijo prato. Para esta segunda fase já é possível realizar testes visto que o programa já ficou preparado para esta implementação. No entanto para que seja possível produzir os dois lados em capacidade máxima ao mesmo tempo é necessário um investimento para aumentar a capacidade de outros equipamentos do processo, tais como a desnatadeira de soro. Se estas alterações fossem efetuadas a fabrica conseguiria fazer ciclos de

produção de 28 cubas (14 do tipo Bola/Barra e 14 do tipo Prato), mais do dobro da capacidade antiga.

Em relação à ferramenta de apoio à decisão, devido a transformação digital em curso no Grupo Lactogal é esperado que as soluções de exportação dos vários programas como o SAP e o ACCEPT sejam temporárias, ou seja, é esperado que no fim da transformação digital (a cargo do departamento de SI) os vários programas usados pelo grupo estejam conectados, através de um servidor SQL central ou através de serviços *cloud*. Assim, o passo manual executado pelos responsáveis de produção para atualizar os ficheiros deixaria de existir e a conexão do programa a serviços como o *Power BI* seriam automatizados, sendo que o responsável de produção só necessitaria de ter uma rotina pontual de verificação erros do sistema.

Referências

- Argus, D. (2020). *Business Intelligence and Big Data: How Microsoft Power BI Brings It All Together*. Evolution Business Systems (EBS). <https://ebs.com.au/blog/business-intelligence-and-big-data-how-microsoft-power-bi-brings-it-all-together>
- Arromba, A. R., Teixeira, L., & Xambre, A. R. (2019). Information flows improvement in production planning using lean concepts and BPMN an exploratory study in industrial context. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2019-June*(June), 19–22. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760699>
- Aziz, F., Samsudin, S., Nambiar, N., Aziz, U., Li, E., & Zhong, R. Y. (2019). Industry 4.0 in New Zealand dairy industry. *International Journal of Agile Systems and Management*, 12(2), 180–197. <https://doi.org/10.1504/IJASM.2019.100358>
- Bateman, N., Philp, L., & Warrender, H. (2016). Visual management and shop floor teams – development, implementation and use. *International Journal of Production Research*, 54(24), 7345–7358. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1184349>
- Bylund, G. (1995). Dairy Processing Handbook. *Tetra Pak Processing Systems*, G3, 331–352. <http://www.ales2.ualberta.ca/afns/courses/nufs403/PDFs/chapter15.pdf>
- Carrasqueira, M., & Cruz-Machado, V. (2008). Strategic logistics: Re-designing companies in accordance with Lean Principles. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 3. <https://doi.org/10.1080/17509653.2008.10671056>
- Caseiro, N., & Coelho, A. (2019). The influence of Business Intelligence capacity, network learning and innovativeness on startups performance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 4(3), 139–145. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.03.009>
- Checkland, P., & Scholes, J. (1990). *Soft systems methodology in action*. <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/130360>
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). *Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact*. Vol. 36, 1165-1188 (24 pages). <https://doi.org/10.2307/41703503>
- Conheça o Mundo ACCEPT*. (n.d.). <https://www.accept.pt/mundo-accept/>
- Dishman, P. L., & Calof, J. L. (2008). Competitive intelligence: a multiphasic precedent to marketing strategy. *European Journal of Marketing*, 42(7/8), 766–785. <https://doi.org/10.1108/03090560810877141>
- Douphrate, D. I., Lunner Kolstrup, C., Nonnenmann, M. W., Jakob, M., & Pinzke, S. (2013). Ergonomics in Modern Dairy Practice: A Review of Current Issues and Research Needs.

- Journal of Agromedicine*. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2013.796900>
- Hart, M. (2020). *Guia de Início Rápido: saiba mais sobre as funcionalidades do Power BI para utilizadores empresariais*. <https://docs.microsoft.com/pt-pt/power-bi/consumer/end-user-reading-view>
- Iseminger, D. (2021). *Utilizar etiquetas de hierarquia inline no Power BI Desktop*. <https://docs.microsoft.com/pt-pt/power-bi/create-reports/desktop-inline-hierarchy-labels>
- Jazdi, N. (2014). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. *Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2014*. <https://doi.org/10.1109/AQTR.2014.6857843>
- Keller, M., Rosenberg, M., Brettel, M., & Friederichsen, N. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 8(1), 37–44.
- Kenett, R. S., & Shmueli, G. (2016). *Information Quality: The Potential of Data and Analytics to Generate Knowledge*. Wiley. <https://books.google.pt/books?id=-AZDDQAAQBAJ>
- Kumar, S. B., & Abuthakeer, S. S. (2012). Implementation of Lean Tools and Techniques in an Automotive Industry. *Journal of Applied Sciences*, 12(10), 1032–1037. <https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2012.1032.1037>
- Leanstart. (2021). *O que é o 5 Porquês?* https://www.linkedin.com/posts/leanstartuniverse_sabia-que-tecnicamente-nao-existe-causa-activity-6792579685168537600-yh5P
- Liang, T.-P., & Liu, Y.-H. (2018). Research Landscape of Business Intelligence and Big Data analytics: A bibliometrics study. *Expert Systems with Applications*, 111, 2–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.05.018>
- Lolli, F., Gamberini, R., Giberti, C., Rimini, B., & Bondi, F. (2016). A simulative approach for evaluating alternative feeding scenarios in a kanban system. *International Journal of Production Research*, 54(14), 4228–4239. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1117675>
- Luhn, H. P. (1958). A Business Intelligence System. *IBM Journal of Research and Development*, 2(4), 314–319. <https://doi.org/10.1147/rd.24.0314>
- Merendino, A., Dibb, S., Meadows, M., Quinn, L., Wilson, D., Simkin, L., & Canhoto, A. (2018). Big data, big decisions: The impact of big data on board level decision-making. *Journal of Business Research*, 93(September), 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.08.029>
- Michele, H. (2021). *Guia de Início Rápido: saiba mais sobre as funcionalidades do Power BI para*

utilizadores empresariais.

- Mingers, J. (2006). *Realising Systems Thinking: Knowledge and Action in Management Science*.
- Myers, P. (2019). *Compreender o que é um esquema de estrela e qual a importância para o Power BI*. <https://docs.microsoft.com/pt-pt/power-bi/guidance/star-schema>
- Nanua Roshan. (2020). *8 Reasons to Move From Excel Reporting to Power BI*. <https://global.hitachi-solutions.com/blog/8-reasons-why-you-should-shift-reporting-from-excel-to-power-bi>
- Nemutanzhela, P., Iyamu, T., Adekunle ARAMIDE, O., Shittu ADEBISI Esq, K., Waithaka, P., Nasri, W., Malik, M. S., Tariq, S., Ojo, J. O., & Olaniyi, O. T. (2016). Information Use, Competitive Intelligence and Organizational Performance: Human Information Behaviour Perspective. *European Scientific Journal, ESJ*, 6(6), 38–44. www.iosrjournals.org
- Nogueira Vasco. (2018). Melhore a sua análise de dados com o Power BI Desktop. *Portal Da Gestão*. <https://www.portal-gestao.com/blog/805300-melhore-a-sua-análise-de-dados-com-o-power-bi-desktop.html>
- Oh, W., & Pinsonneault, A. (2007). On the Assessment of the Strategic Value of Information Technologies: Conceptual and Analytical Approaches. *Management Information Systems Quarterly*, 31(2).
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*.
- Peppard, J., Ward, J., & Daniel, E. (2007). Managing the realization of business benefits from IT investments. *MIS Quarterly Executive*, 6(1), 1–11. http://oro.open.ac.uk/11227/1/Peppard-Ward-Daniel_BMc_edits_JW230307.doc
- Perry, K. S. P. (2004). Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Química Nova*, 27(2), 293–300. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200020>
- Pfohl, H.-C., Yahsi, B., & Kuznaz, T. (2015). The impact of Industry 4.0 on the Supply Chain. *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistic (HICL)-20, August*, 32–58. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4906.2484>
- Price, W. V., & Buyens, H. J. (1967). Brick Cheese: pH, Moisture, and Quality Control. *Journal of Dairy Science*, 50(1), 12–19. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(67\)87344-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(67)87344-2)
- Shook, J. (2009). *Toyota's Secret: The A3 Report*. MIT Sloan Management Review. <https://sloanreview.mit.edu/article/toyotas-secret-the-a3-report/>
- Sobek II., D. K., & Smalley, A. (2020). A3 Thinking. *Understanding A3 Thinking*, 29–46.

<https://doi.org/10.4324/9781439814055-9>

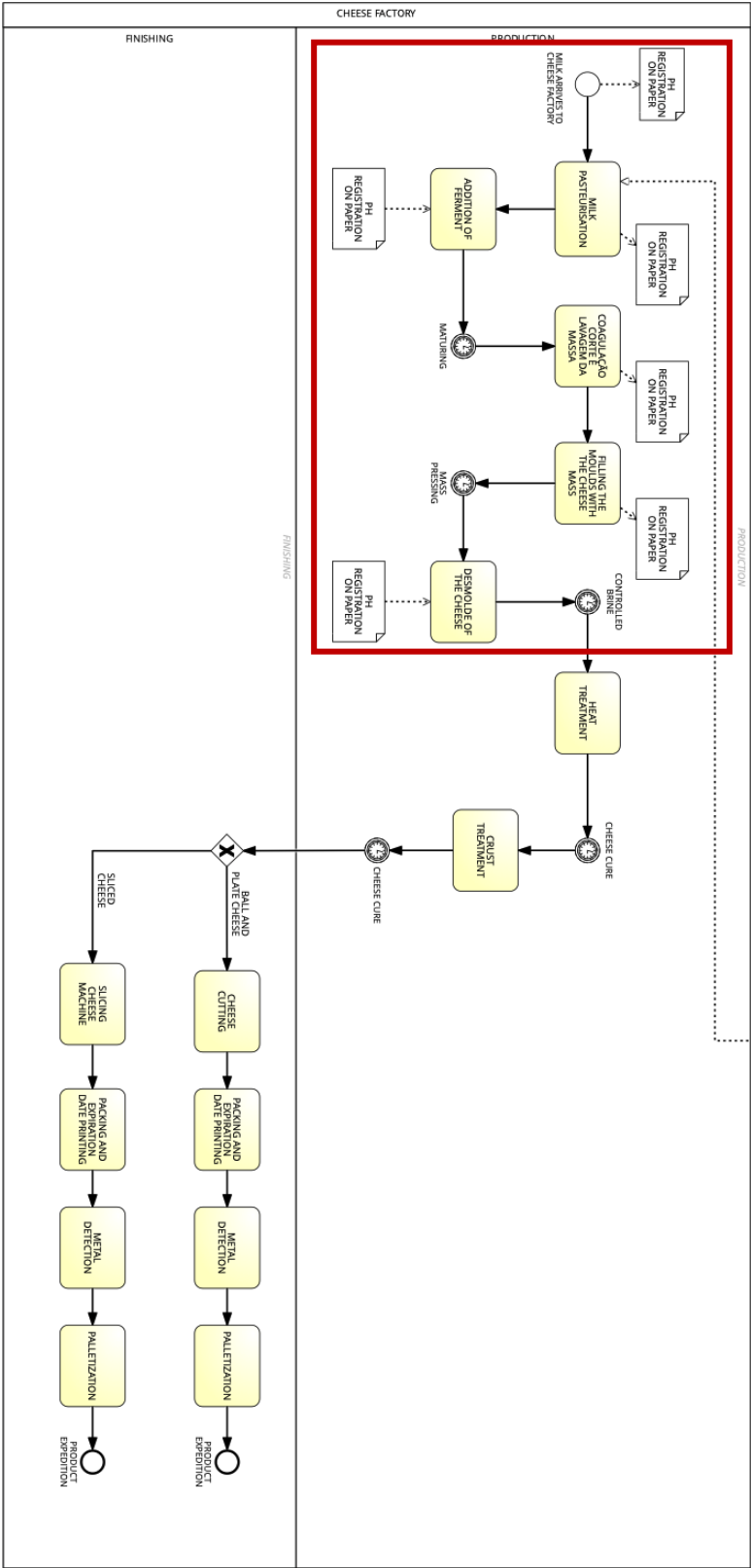
- Sousa, P., Tereso, A., Alves, A., & Gomes, L. (2018). Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company. *Procedia Computer Science*. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.113>
- Sparkman, M. (2021). *Alertas de dados no serviço Power BI*. <https://docs.microsoft.com/pt-pt/power-bi/create-reports/service-set-data-alerts>
- Stair, R., & Reynolds, G. (2010). *Principles of Information Systems, A Managerial Approach*. 705. [https://drive.uqu.edu.sa/_fbshareef/files/principles of information systems 9th -stair, reynolds.pdf](https://drive.uqu.edu.sa/_fbshareef/files/principles%20of%20information%20systems%209th%20-stair,%20reynolds.pdf)
- Suzaki, K. (2013). *Gestão no chão de fábrica LEAN. Sustentando a melhoria contínua todos os dias*. (LeanOp, Un). LeanOp, Unipessoal Lda.
- Teixeira, L., Ferreira, C., & Santos, B. S. (2019). An Information Management Framework to Industry 4.0: A Lean Thinking Approach. In *Human Systems Engineering and Design*.
- Torres, J. (2010). *Controlo de Qualidade no fabrico de Queijo Curado*.
- Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2018). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2975–2987. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>
- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2010). Decision support and business intelligence systems. *Google Scholar*. <https://www.academia.edu/download/31082638/m671w13syllabus.pdf>
- Ulagaratchagan, A. (2021). *Microsoft named a Leader in the 2021 Gartner Magic Quadrant for Analytics and BI Platforms*. Microsoft Power BI Blog. <https://powerbi.microsoft.com/en-us/blog/microsoft-named-a-leader-in-2021-gartner-magic-quadrant-for-analytics-and-bi-platforms/>
- Veile, J. W., Kiel, D., Müller, J. M., & Voigt, K. I. (2020). Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 977–997. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0270>
- Vitt, E., Luckevich, M., & Misner, S. (2003). *Business intelligence: técnicas de análisis para la toma de decisiones estratégicas*.
- Wanda, P., & Stian, S. (2015). The Secret of my Success: An exploratory study of Business Intelligence management in the Norwegian Industry. *Procedia Computer Science*, 64(1877), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.486>

Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016.
<https://doi.org/10.1155/2016/3159805>

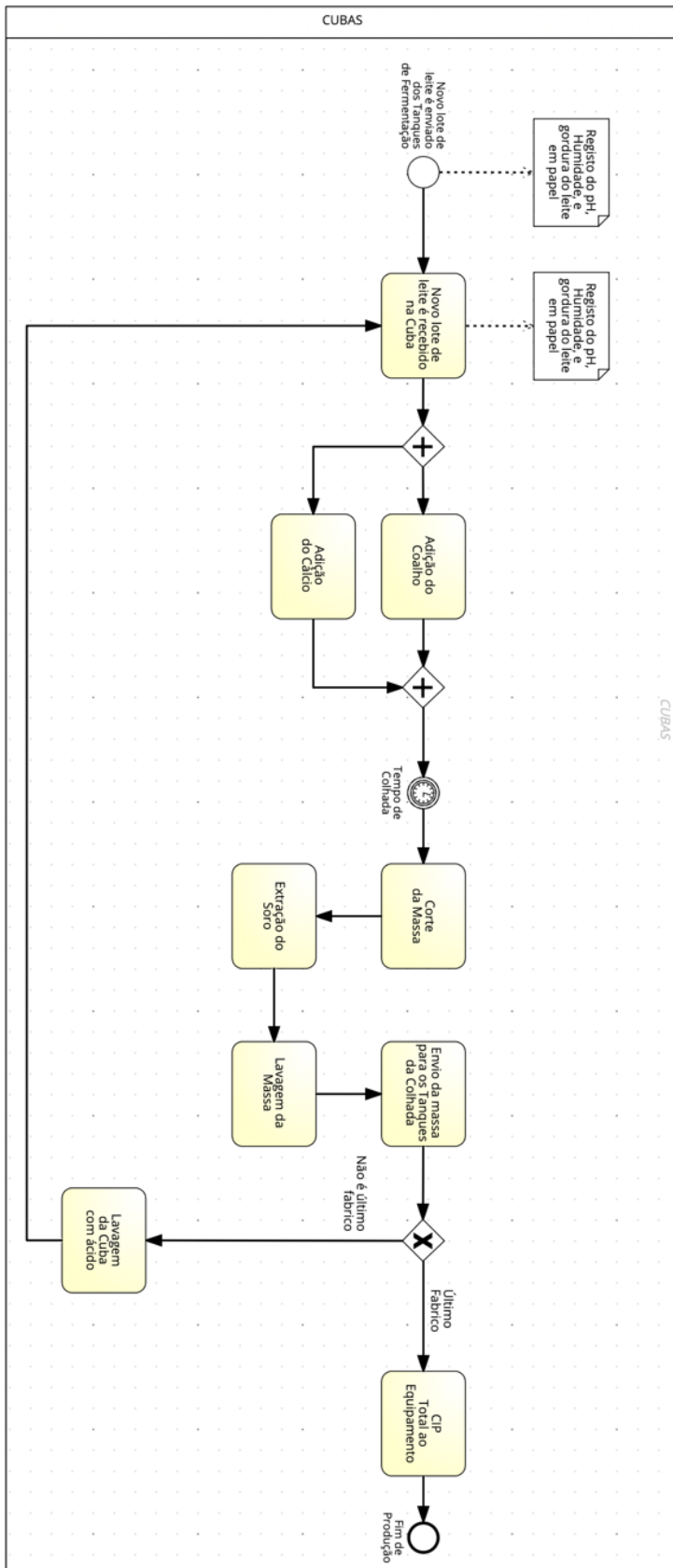
Wilson, B. M. R., Khazaei, B., Hirsch, L., & Kannan, S. T. (2014). CMDSSI: A decision support system for cloud migration for SMEs in India. *2014 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/ICCIC.2014.7238490>

ANEXOS

Anexo 1



Anexo 2



Anexo 3

Filtros

PROJETO OASIS
CONTROLO PROCESSO PRODUÇÃO QUEIJO - OAZ



LACTOGAL

Trabalhamos para o bem alimentar.



Controlo
Processo Fabrico

1. Controlo do processo - pH Desmoldagem

2. pH OK e KO - Desmoldagem

3. Controlo do processo - HUM Desmoldagem

4. HUM OK e KO - Desmoldagem

5. Características do Leite

6. Pesos de fabrico


 

← Voltar ☰ ▼ < > ↶

OASIS_QJE_ACCEPT | Dados atualizados 21/05/21


Filtros

PROJETO OASIS
CONTROLO PROCESSO PRODUÇÃO QUEIJO - OAZ



LACTOGAL



Trabalhamos para o bem alimentar.



Pesquisa
por OP

1. Características do Leite


2. Desempanho do fabrico

← Voltar ☰ ▼ < > ↶


OASIS_QJE_ACCEPT | Dados atualizados 21/05/21

PROJETO OASIS
CONTROLO PROCESSO PRODUÇÃO QUEIJO - OAZ



LACTOGAL

Trabalhamos para o bem alimentar.



Parâmetros e Indicadores

1. Parâmetros

2. Indicador Lavagens Ácidas

3. Indicador Queijo Lavado


4. Água Consumida

5. Qualidade das Cubas

← Voltar

OASIS_QJE_ACCEPT | Dados atualizados 21/05/21

Anexo 4



PROJETO OASIS

FABRICO
COMPOSICAO LEITE

ANO

SEMANA

Lado

Ciclo


Fermentos

Tipo de Queijo

Data: Último | 1 | Selecionar

Sem filtros aplicados

Média de pH



6.62

6,53 pH mínimo | 6,68 pH máximo

por os limites dos ph do TPF

0,71

Desvio padrão de Matéria Gorda

3,35

Média de Matéria Gorda

0,18

Desvio padrão de ESD

8,58

Média de ESD

0,10

Desvio padrão de Proteína

3,16

Média de Proteína

Média de pH TPF por Fábriico n°

1	6,62
10	6,62
7	6,62
8	6,62
5	6,62
11	6,62
2	6,62
3	6,62
6	6,62
4	6,62
9	6,62

Média de ESD por Tipo de Queijo

Barra M	8,79
Barra M Fat	8,78
Bola Meio-Gordo	8,73
Barra Cast M/G	8,68
Bola Cura+	8,66
Bola AG/PR	8,65
Barra Cast.	8,61
PP MG	8,60
Barra Fat	8,59
Casteloes PM	8,48
Casteloes PP	8,46
S.D ESP M	8,44
MOZZ FAT	8,35
P LIGHT MED	8,31

Desvio padrão de ESD por Tipo de Queijo e Lado

Lado: Bola/Barra (blue), Prato (purple)

PP MG	0,20
Bola Meio-Gordo	0,17
Casteloes PP	0,16
Casteloes PM	0,15
Bola Cura+	0,14
MOZZ	0,13
S.D ESP P	0,12
Bola AG/PR	0,12
Barra Cast.	0,11
Barra M Fat	0,11
S.D ESP M	0,10
MOZZ FAT	0,10

Média de Proteína e Média de Matéria Gorda por Tipo de Queijo

Barra M	3,24	1,31
Barra M Fat	3,24	1,31
Bola Meio-Gordo	3,23	2,22
Bola AG/IPR	3,20	3,54
Barra Cast M/G	3,20	2,16
Bola Cura+	3,19	3,24
PP MG	3,17	2,15
Barra Cast.	3,17	3,77
Barra Fat	3,15	2,88
Casteloes PM	3,11	3,86
Casteloes PP	3,11	3,83
S.D ESP M	3,10	3,62

← Voltar

OASIS_QJE_ACCEPT | Dados atualizados 22/06/21