

Especificação de uma plataforma integrada de gestão operacional no setor alimentar

Rafael Martins Ferreira

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Luís Cardoso Osswald



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2018-07-02

Ao meu avô

Resumo

Devido à expansão das tecnologias de informação no mundo industrial, o volume de dados disponíveis para análise é crescente. A dificuldade no tratamento dos dados é uma das consequências deste acréscimo de volume. Os dados obtidos a partir de diferentes sistemas de informação, quando tratados de forma organizada, podem traduzir-se numa vantagem competitiva para as organizações, no entanto, uma análise não sistemática dos mesmos pode acarretar mais problemas que benefícios. A aplicação de tecnologias e conceitos da indústria 4.0, como *Big Data* e *Internet of Things*, pode ser uma das soluções para o tratamento e centralização dos dados. Além disso, é necessário que as ações de gestão industrial, no âmbito do *lean* e do *Kaizen*, acompanhem a evolução tecnológica e monitorização de dados.

A indústria alimentar não é uma exceção à problemática da gestão de dados. O objetivo deste trabalho foi especificar uma plataforma integrada de gestão operacional neste setor em específico, com capacidade de centralização e análise de dados, que tire partido das tecnologias da indústria 4.0 e apoie a gestão de ações e projetos de melhoria contínua.

A especificação da plataforma foi feita com base em dois casos de estudo do setor alimentar. Em ambos, iniciou-se o estudo com uma descrição da unidade fabril, com o objetivo de conhecer os fatores operacionais críticos do negócio e compreender os processos aplicados. Em seguida, foram definidos os fluxos de informação atuais e os principais problemas operacionais. Nesta fase do projeto, a dificuldade no tratamento de dados e cálculo dos indicadores de gestão também foi avaliada.

Para enquadrar a plataforma nos casos de estudo, houve a necessidade de redefinir os fluxos de informação. Os novos modelos de aquisição de dados tiveram em vista a centralização dos diferentes sistemas de informação. Depois de definir o novo fluxo de informação, estabeleceram-se os indicadores calculados pela plataforma integrada de gestão operacional, de acordo com o levantamento, e ponderou-se o impacto que a disponibilização de indicadores em tempo real poderá ter nas perdas operacionais e gestão de projetos de melhoria, para os dois casos de estudo.

Com a aplicação de uma plataforma integrada de gestão operacional, estima-se que as perdas de disponibilidade tenham uma diminuição, devido ao aumento da visibilidade sobre produção, consequência da aquisição e tratamento de dados em tempo real. O incremento da disponibilidade traduz-se num aumento do tempo de produção efetivo, sendo necessários menos recursos para obter o mesmo nível de produção. O grau de cumprimento de ações e projetos de melhoria contínua também deve ser superior com a aplicação da plataforma, em virtude da integração de todos os registos numa única ferramenta, transversal a toda a organização.

Integrated operational platform specification in the food industry

Abstract

Due to the expansion of the information technologies in the industry, the data volume available for analysis is rising. The difficulty of data processing is one of the consequences of this matter. When handled the right way, the data obtained from different information systems can be a competitive advantage for the organizations, however, if not handled in a systematic approach, data can do more harm than good. The application of industry 4.0 technologies and concepts, like Big Data and Internet of Things, can be one of the solutions for the processing and centralization of data. Furthermore, industrial management actions, in the lean and *Kaizen* scope, must adapt to the technology evolution and data monitoring.

Food industry is no exception to the data management issue. The aim of this project is to specify an integrated operational management platform in this sector, with capacities of data centralization and analysis. The platform should take advantage of the industry 4.0 technologies and support the management of continuous improvement actions and projects.

The specification of the platform was based on two case studies inside de food industry. In both cases, the study started with a description of the industrial plant to know the critical operational factors of the business and understand the processes applied. Next, the information flows and the main operational problems were defined. At this point, the issues in the data processing and computation of the Key Performance Indicators were also evaluated.

It was necessary to redefine the information flows. The models for data acquisition were conceived aiming at the information systems centralization. After this step, the Key Performance Indicators to be computed by the integrated operational platform were established and the expected impact of the platform in the operational losses and continuous improvement projects management was evaluated.

With the implementation of an integrated operational platform the availability losses are estimated to decrease, due to the visibility enhancement of production processes because of the real time data acquisition and processing. This increment in availability causes an increase in the effective production time, which leads to lower production resources necessities. Also, the rate of fulfillment of the continuous improvement actions and projects should be higher after the platform implementation due to the integration of all the records in the same tool, transversal through the organization.

Agradecimentos

Ao Marco Carvalho, CEO da proGrow, por ter partilhado comigo parte da sua visão sobre o futuro do mundo industrial ao longo da minha estadia na empresa.

Ao Ricardo Carvalho, pela orientação e liderança nos projetos em que estive envolvido.

Aos colaboradores da proGrow, Duarte, Fábio, Filipe, Hélder e Pedro, por me fazerem sentir parte da equipa desde o primeiro dia.

Aos responsáveis da Empresa A e da Empresa B, por permitirem a minha visita às suas instalações e pela disponibilização dos dados na base da construção dos casos de estudo.

Ao Professor Paulo Osswald, pela orientação e sugestões no âmbito desta dissertação.

Aos meus pais, pelo apoio e investimento na minha educação, não só no período em que redigi este documento, mas ao longo de todos estes anos.

À Ana Rita, por estar sempre presente independentemente das circunstâncias e pelo seu otimismo contagiante.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Contextualização do projeto	1
1.2	A plataforma proGrow	1
1.3	Objetivos e metodologia do projeto	3
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Estado da arte	5
2.1	Indústria 4.0	5
2.1.1	Internet of things e Big Data	6
2.2	Dados, informação e conhecimento	8
2.2.1	Cross-Industry Standard Process for Data Mining	10
2.3	Lean e melhoria contínua	11
2.3.1	Introdução ao conceito <i>lean</i>	11
2.3.2	Kaizen	13
2.3.3	Ciclos PDCA e SDCA	13
2.4	Total Productive Maintenance	14
2.4.1	Overall Equipment Effectiveness	15
2.5	Desafios e oportunidades na indústria alimentar	16
3	Definição do problema	18
3.1	Caso de estudo da fábrica da Empresa A	18
3.1.1	Descrição da unidade fabril	18
3.1.2	Descrição das perdas operacionais	20
3.1.3	Fluxo de informação atual	22
3.1.4	Gestão de projetos de melhoria	24
3.2	Caso de estudo do setor de embalagem da Empresa B	26
3.2.1	Descrição da unidade fabril	26
3.2.2	Descrição das perdas operacionais	27
3.2.3	Fluxo de informação atual	28
3.3	Pontos em comum entre os casos de estudo	32
3.4	Dificuldades na implementação de uma plataforma integrada de gestão operacional	34
4	Solução proposta para os casos de estudo	35
4.1	Caso de estudo da fábrica da Empresa A	36
4.1.1	Novo fluxo de informação	36
4.1.2	Indicadores calculados	37
4.2	Caso de estudo do setor de embalagem da Empresa B	38
4.2.1	Novo fluxo de informação	38
4.2.2	Indicadores calculados	40
4.3	Impacto nas perdas operacionais	41
4.4	Impacto na gestão de projetos de melhoria	44
4.5	Exemplo de uma plataforma integrada de gestão operacional	45
4.6	Impacto das tecnologias da indústria 4.0 no setor alimentar	46
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	48
	Referências	50
ANEXO A:	Maquetes do módulo KPIs para o caso de estudo da Empresa A	52
ANEXO B:	Maquetes do módulo Relatórios para o caso de estudo da Empresa A	57
ANEXO C:	Maquetes do módulo Melhoria para o caso de estudo da Empresa A	60
ANEXO D:	Maquetes do módulo <i>Kanban</i> para o caso de estudo da Empresa A	62
ANEXO E:	Maquetes do módulo KPIs para o caso de estudo da Empresa B	64
ANEXO F:	Maquetes do módulo Relatórios para o caso de estudo da Empresa B	66

ANEXO G:	Maquetes do módulo <i>Shopfloor</i> para o caso de estudo da Empresa B	68
ANEXO H:	Maquetes do módulo Melhoria para o caso de estudo da Empresa B	69

Glossário

CPS – Cyber Physical Systems

CRISP-DM – Cross-Industry Standard for Data Mining

ERP – Enterprise Resource Planning

HMI – Human-Machine Interfaces

IoT – Internet of Things

JIT – Just in Time

KPI – Key Performance Indicator

MES – Manufacturing Execution Systems

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PDCA – Plan Do Check Act

PET – Polyethylene Terephthalate

PLC – Programmable Logic Controller

ROI – Return on Investment

SDCA – Standardize Do Check Act

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

TQM – Total Quality Management

Índice de Figuras

Figura 1 - Logótipo e <i>slogan</i> da proGrow S.A.	2
Figura 2 - Barra de navegação proGrow	2
Figura 3 - Nove tecnologias na base da indústria 4.0 (Fonte: Boston Consulting Group).....	5
Figura 4 - Número de resultados para a pesquisa do termo <i>Big Data</i> no motor Elsevier em 2012 (Fonte: Tiwari et al. 2018 adaptado)	8
Figura 5 - Hierarquia entre dados, informação e conhecimento (Fonte: Cambridge International Examinations 2017 adaptado).....	9
Figura 6 - Estrutura do <i>lean</i> (Fonte: Ohno 1997)	12
Figura 7 - Sequência do ciclo PDCA.....	14
Figura 8 - Importância dos procedimentos <i>standard</i> na melhoria contínua (Fonte: Coimbra 2013).....	14
Figura 9 - Estimativa do valor percentual acrescentado pela digitalização (Fonte: Deloitte (2016) adaptado).....	17
Figura 10 - Organização fabril da Empresa A.....	19
Figura 11 - Esquema do processo produtivo para as linhas de vidro e lata.....	19
Figura 12 - Distribuição percentual do tempo produtivo	22
Figura 13 - Fluxo de informação utilizado para gerar o <i>scorecard</i>	23
Figura 14 - Ações abertas e fechadas no período de um ano	25
Figura 15 - Número de ações abertas e fechadas por mês.....	25
Figura 16 - Layout fabril da área de embalagem da Empresa B	27
Figura 17 – Distribuição média dos tempos de produção	28
Figura 18 - Fluxo de informação atual	29
Figura 19 - Exemplo de relatório manual de turno.....	30
Figura 20 - Relatório obtido no gabinete de controlo.....	31
Figura 21 - Exemplo do ficheiro Excel a preencher pelo chefe de turno	32
Figura 22 - Fluxo de informação após a centralização das fontes de dados.....	37
Figura 23 - Estrutura de aquisição de dados da plataforma integrada de gestão.....	39
Figura 24 - Novo fluxo de informação após a centralização das fontes de dados.....	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Benefícios da implementação IoT numa máquina de lavar (Fonte: Saarikko et al. 2017 adaptado)	7
Tabela 2 - Conjunto aleatório de dados (Fonte: Cambridge International Examinations 2017 adaptado)	9
Tabela 3 - Alturas e animais de estimação favoritos de um conjunto de 5 alunos (Fonte: (Cambridge International Examinations 2017 adaptado).....	9
Tabela 4 - Resumo do processo CRISP-DM (Fonte: Watson et al. 2000 adaptado).....	11
Tabela 5 – Significado e objetivos dos 5S.....	15
Tabela 6 - Descrição das perdas operacionais nas linhas	20
Tabela 7 - Distribuição percentual do tempo produtivo para um período de um ano	21
Tabela 8 - Distribuição parcelar das perdas de disponibilidade	21
Tabela 9 - Departamentos envolvidos na gestão da fábrica	22
Tabela 10 - Resumo do número de indicadores que integram o <i>scorecard</i> e fontes de dados por departamento	23
Tabela 11 - Tempos despendidos no preenchimento do <i>scorecard</i>	24
Tabela 12 - Linhas da unidade de embalagem da Empresa B	26
Tabela 13 - Descrição das perdas operacionais nas linhas	27
Tabela 14 - Distribuição percentual da ocupação das linhas.....	28
Tabela 15 - Resumo das fontes de informação das linhas de embalagem.....	29
Tabela 16 - Perdas relacionadas com a disponibilidade para os casos de estudo.....	33
Tabela 17 - Diferentes fontes de dados e número de sistemas de independentes para os casos de estudo	33
Tabela 18 - Problemas verificados para os casos de estudo	33
Tabela 19 - Sistemas de informação a integrar por departamento	36
Tabela 20 - Número de indicadores disponíveis na plataforma por departamento	37
Tabela 21 - Número de colaboradores necessários para o preenchimento do <i>scorecard</i>	38
Tabela 22 - Fontes de informação da plataforma integrada	39
Tabela 23 - Exemplo do procedimento de cálculo para o número de horas diária de colaboração	42
Tabela 24 - Número máximo de horas diárias de colaboração por mês.....	42
Tabela 25 - Impacto das perdas de disponibilidade na mão-de-obra para o caso de estudo da Empresa A	43
Tabela 26 - Impacto das perdas de disponibilidade na mão-de-obra para o caso de estudo da Empresa B	44
Tabela 27 - Caracterização da gestão de projetos atual.....	44
Tabela 28 - Distribuição das maquetes da plataforma proGrow em anexo.....	46

1 Introdução

1.1 Contextualização do projeto

A crescente quantidade de dados é uma das consequências da massificação das tecnologias de informação nas organizações. Com a quantidade de dados proveniente da produção, obtidos através de sensores, plataformas de automação, como *Programmable Logic Controller* (PLC), e sistemas integrados de gestão, como *Manufacturing Execution Systems* (MES) e *Enterprise Resource Planning* (ERP), a análise integrada dos mesmos torna-se desafiante, existindo uma dificuldade inerente em transformar esses dados em fontes organizadas de informação. Em contrapartida, o fluxo de dados existente, quando tratado de forma organizada, pode ser uma ferramenta essencial para a competitividade das empresas, bem como para a identificação de oportunidades de melhoria.

A tecnologia atual, em particular a internet, permite uma melhor integração e coordenação de recursos. Conceitos como *Big Data* e *Internet of Things* (IoT), tratados com mais detalhe no Capítulo 2, podem ser aplicados no processo produtivo com o apoio de tecnologias *cloud*, melhorando a acessibilidade dos dados e possibilitando um tratamento em tempo real dos mesmos (Günther et al. 2017). Tudo isto propicia uma nova revolução industrial com foco nas tecnologias de informação e análise de dados, designada indústria 4.0. Agregando o potencial das tecnologias de informação ao conhecimento mais técnico de gestão industrial é possível obter os principais indicadores de produtividade e tratá-los em tempo real, o que permite uma resposta rápida às ocorrências e a adoção de uma política preventiva em detrimento de uma política corretiva, por exemplo. A disponibilidade de um histórico de ocorrências e desempenho de uma fábrica também pode ser uma ferramenta de análise poderosa.

Por outro lado, é necessário que as políticas de gestão industrial, como o *lean*, *Kaizen* e *Total Quality Management* (TQM), acompanhem as novas tendências e evolução tecnológica, através de uma gestão digital e centralizada das ações e projetos de melhoria promovidos pelas mesmas.

Este projeto tem como objetivo analisar o impacto de uma plataforma integrada de gestão operacional na indústria alimentar, no que diz respeito à recolha de dados e obtenção dos principais indicadores de gestão (KPIs). A plataforma proposta também integra ferramentas de melhoria, sendo necessário avaliar a utilização das mesmas nas organizações.

1.2 A plataforma proGrow

A proGrow S.A. é uma *startup* criada no ano 2014 e com raízes no meio industrial. A missão da proGrow S.A. é clarificada pelo *slogan* da empresa, *Producing more with less* (ver Figura 1). Os ganhos produtivos preconizados são obtidos pela aplicação da plataforma proGrow. Como a plataforma proGrow é o único produto comercial da proGrow S.A., a descrição da empresa passa pela descrição do mesmo.



Figura 1 - Logótipo e *slogan* da proGrow S.A.

A plataforma proGrow é um sistema de informação para a gestão da produção. É uma aplicação web que usa diversos softwares de aquisição de dados compatíveis com a tecnologia *cloud* e que permite transformar uma fábrica, em particular as máquinas envolvidas no processo produtivo, num conjunto de recursos *online* que podem ser monitorizados em tempo real, tornando a plataforma numa aplicação industrial de IoT.

Os dados de entrada são obtidos pela integração de ferramentas já existentes na organização em que o proGrow é implementado, que podem ser ferramentas de gestão de dados, como o ERP e o MES, ou ferramentas de monitorização e aquisição de dados, como os PLC. Os dados obtidos são processados por softwares vocacionados para *streamming* de dados e publicados na *cloud*. Estes softwares são responsáveis pela aquisição dos dados e pelo seu tratamento, através de um mecanismo escalável de processamento de dados. Os dados obtidos são organizados pelo motor de cálculo da plataforma proGrow que retorna os KPIs, definidos pela organização onde é implementada. Após a implementação do proGrow, o software é vendido como um serviço para a empresa. Os KPIs e informação relevante para a empresa são apresentados pelo proGrow de uma forma intuitiva, estilo *dashboard*, facilitando a sua consulta e análise por parte do utilizador.

O proGrow está dividido em dois tipos de módulos, os módulos respeitantes à análise de dados e KPIs, em tempo real, e os módulos respeitantes à melhoria contínua. A configuração da plataforma é bastante flexível, devido ao formato modular, as secções de monitorização e áreas de análise são definidas de acordo com os interesses da organização. Dentro do primeiro tipo de módulos, enumeram-se o módulo KPIs, o módulo *Shopfloor* e o módulo Relatórios. Nos módulos de melhoria contínua, enumeram-se o módulo Melhoria e o módulo *Kanban*. O funcionamento dos módulos referidos será explicado em detalhe no Capítulo 4. A navegação entre módulos é assegurada por uma barra lateral presente no ambiente de trabalho do utilizador (ver Figura 2).

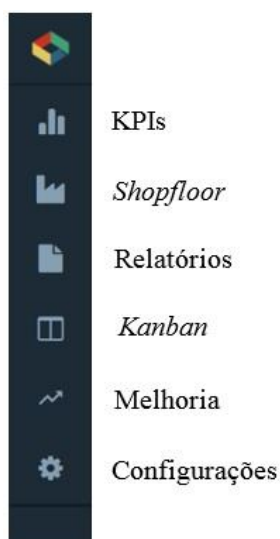


Figura 2 - Barra de navegação proGrow

1.3 Objetivos e metodologia do projeto

O objetivo final do projeto é perceber o impacto de uma plataforma integrada de gestão operacional no fluxo de informação de uma organização da indústria alimentar.

Para isso, foi necessário estudar algumas das tecnologias que servem de base à indústria 4.0. Além de estudar o conceito de indústria 4.0, foram revistos conceitos como o *lean* e a melhoria contínua que suportam as políticas de gestão industrial aplicadas na atualidade, com o objetivo de avaliar o impacto da plataforma na implementação de ações e projetos de melhoria.

Depois de perceber os conceitos na base da plataforma que se pretende avaliar, foi feito um trabalho de pesquisa, de modo a entender a posição do setor alimentar na revolução industrial 4.0 e avaliar as potencialidades da aplicação das tecnologias de informação e digitalização no seio das mesmas. Este trabalho deu o mote para o estudo de dois casos reais de duas empresas do setor alimentar, o caso da fábrica da Empresa A e o caso do setor de embalagem da Empresa B. Para os casos de estudo referidos, tentou descrever-se o processo industrial em questão e identificar o fluxo de informação e metodologias de melhoria contínua utilizadas antes da implementação. Tratando-se de duas grandes empresas no setor alimentar, os problemas identificados nos casos de estudo da Empresa A e da Empresa B, em específico nas áreas de embalamento, são representativos dos problemas na área de embalamento e enchimento da indústria alimentar em geral.

Por fim, percebida a problemática que se pretende tratar, foi definida uma solução para os casos de estudo, em específico para o fluxo de informação dos processos e metodologias de melhoria contínua, utilizando a plataforma proGrow, uma plataforma integrada de gestão. O efeito da implementação da plataforma foi avaliado com base no tempo poupado pelo novo fluxo de informação, na possibilidade de cálculo de novos KPIs e na utilização das suas ferramentas de gestão de projetos e ações de melhoria. O funcionamento da plataforma de gestão integrada foi exemplificado através de maquetes ilustrativas das suas interfaces para os dois casos de estudo.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em 5 capítulos principais, com o conteúdo que se segue:

- Capítulo 1 – No primeiro capítulo contextualiza-se a problemática que se pretende tratar, os objetivos da dissertação e a metodologia utilizada no tratamento do problema. Neste capítulo também é introduzida a plataforma proGrow;
- Capítulo 2 – Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica dos principais conceitos que se pretendem aplicar na especificação de uma plataforma integrada de gestão operacional. Neste capítulo também é estudada a realidade atual do setor dos bens de consumo nas áreas de estudo que se pretendem abordar, indústria 4.0 e melhoria contínua;
- Capítulo 3 – Neste capítulo apresentam-se dois casos de estudo do setor alimentar, numa vertente mais prática, restringindo a problemática aos setores de embalamento, em específico;
- Capítulo 4 – No quarto capítulo sugere-se uma solução para os casos de estudo introduzidos no capítulo anterior. Neste capítulo também são apresentados os resultados esperados pela implementação da solução proposta. O funcionamento da solução integrada é ilustrado com recurso à plataforma proGrow;

- Capítulo 5 – O capítulo final resume os resultados obtidos para os casos de estudo, e enumera as principais conclusões retiradas para o setor alimentar, em particular nos processos de embalamento. O capítulo culmina com as perspetivas de trabalho futuro.

2 Estado da arte

2.1 Indústria 4.0

Desde o despontar da primeira revolução industrial, todo o aumento da produtividade foi conseguido com base em avanços tecnológicos. A máquina a vapor, a eletrificação e a automação de processos caracterizaram as três primeiras revoluções industriais. No presente, surge uma nova revolução industrial, em acompanhamento da evolução digital, a indústria 4.0. De acordo com Rüßmann et al. (2015), esta revolução assenta em nove pilares tecnológicos (ver Figura 3) e baseia-se na interação dos sistemas participantes no processo produtivo. Numa indústria 4.0, o objetivo da fábrica é organizar os diferentes recursos (pessoas, máquinas, produtos e sistemas de informação) numa rede cooperativa, transformando a mesma numa fábrica inteligente.

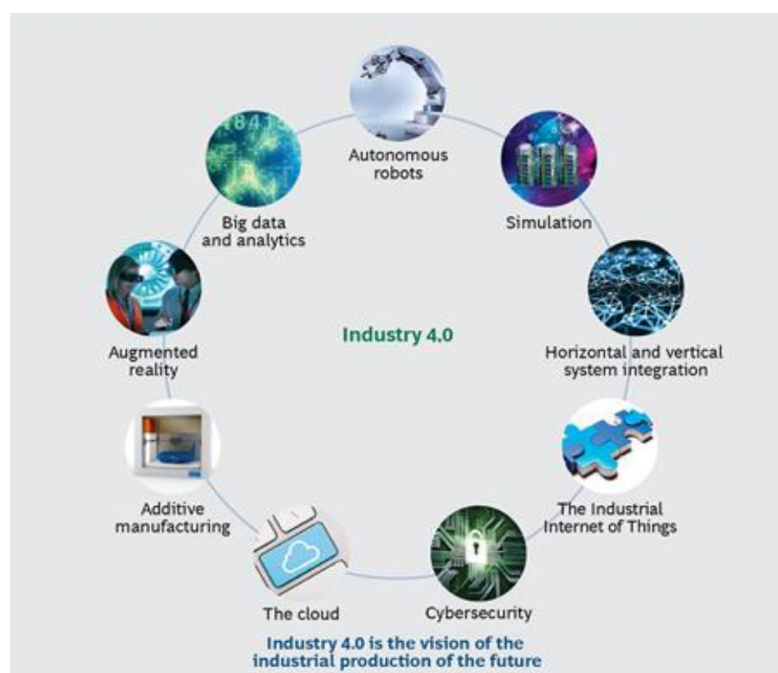


Figura 3 - Nove tecnologias na base da indústria 4.0 (Fonte: Boston Consulting Group)

A aplicação de sistemas de informação e comunicação na indústria começou nos anos 70, no entanto, as principais ideias que descrevem a indústria 4.0 só foram publicadas em 2011, desencadeando um interesse generalizado e tornando a indústria 4.0 num ponto estratégico dos países mais industrializados, como a Alemanha, os Estados Unidos da América e a China. No futuro, prevê-se que a indústria 4.0 seja um conceito chave para a competitividade das organizações.

Para aumentar o nível de autonomia na produção, é necessário entender as definições de *Cyber Physical Systems* (CPS) e IoT, de modo a integrá-los no desenho e planeamento de

processos. O conceito CPS traduz-se num ciclo fechado de aquisição e tratamento de dados que culmina numa ação de controlo (Wagner et al. 2017). O CPS é constituído pelos seguintes elementos:

- Aquisição e processamento de dados;
- Comunicação entre máquinas;
- Interação operador-máquina.

Aquisição e processamento de dados – A aquisição de dados parte da interação entre sensores e atuadores. O processamento de todos os dados é possível recorrendo a tecnologias *Big Data*. A grande quantidade de dados que é recolhida é armazenada em plataformas *cloud*. Depois de organizados, os dados obtidos são manipulados com ferramentas estatísticas, o que permite identificar parâmetros instáveis e possibilita uma ação preventiva nas causas. Enquanto que num sistema tradicional este tratamento de dados requer uma enorme quantidade de trabalho, com a aplicação destes sistemas o processo torna-se automático.

Comunicação entre máquinas – A rede internet possibilita a interação entre equipamentos produtivos, sem necessidade de interferência humana. Engloba desde a integração vertical, entre diferentes níveis informacionais, por exemplo, entre as máquinas da produção e ERP ou MES, até à integração horizontal, entre máquinas do mesmo nível. A partir da integração horizontal é possível conhecer a capacidade de produção a cada instante, o que permite uma adaptação automática dos planos produtivos que pode ser registada nas plataformas ERP e MES, em consequência da integração vertical.

Interação operador-máquina – É feita através de dispositivos móveis de comunicação utilizados pelo operador (*tablets*, telemóveis e outros) e interfaces de realidade aumentada. As interfaces de realidade aumentada ajudam o operador a realizar o trabalho segundo os procedimentos documentados, evitando erros.

A indústria 4.0 pode ser descrita por três paradigmas: produtos inteligentes, máquinas inteligentes e operador aumentado (Mrugalska e Wyrwicka 2017). Os produtos passam a desempenhar um papel ativo na produção, cada produto possui uma base de dados que regista as operações necessárias para a sua conclusão. As máquinas inteligentes são coordenadas pelo CPS, permitindo que haja comunicação entre elas e possibilitado uma organização flexível e modular do chão de fábrica. Todos os recursos são geridos virtualmente numa rede produtiva. O termo operador aumentado descreve um operador flexível e com foco na supervisão. O operador aumentado é confrontado com uma grande variedade de tarefas desde a especificação do produto, à monitorização e verificação da produção. Sempre que necessário, este operador deve ser capaz de realizar tarefas manuais nas máquinas, sendo que todas as operações a seu cargo são apoiadas por interfaces que disponibilizam toda a assistência necessária.

A informação proveniente do CPS pode ser partilhada com todos os parceiros da cadeia de abastecimento, favorecendo as parcerias, devido à descentralização da informação (J. Lee et al. 2014). Para implementar os princípios de uma estratégia apoiada por um CPS, é necessário que haja uma adaptação das tecnologias já existentes à nova realidade e fomentar os dois tipos de integração, horizontal e vertical.

2.1.1 Internet of things e Big Data

Um dos principais pilares da indústria 4.0 é a IoT. A tendência é que o número de sistemas conectados à rede internet continue a aumentar nos próximos anos, tanto da parte das empresas, como da parte dos consumidores. Estima-se que o número de aparelhos conectados se posicione entre os 25 e os 50 milhões no ano 2020 (I. Lee e Lee 2015). Os requisitos técnicos para a aplicação da IoT têm sido satisfeitos ao longo dos últimos anos com a

diminuição de tamanho das unidades de processamento (processadores, placas gráficas), em *tablets* e *smartphones*, e o aumento de capacidade das redes de comunicação. Para que a implementação do conceito IoT seja bem-sucedida, num ambiente industrial, é imperativo que haja uma avaliação pragmática do seu objetivo na organização, bem como perceber a sua adaptação ao modelo de negócio, normas existentes e cadeia de valor.

A possibilidade de ter produtos inteligentes é um dos paradigmas do conceito IoT. O produto passa a fornecer informação relativa ao seu uso que pode ser utilizada, por exemplo, para o desenho de melhorias, desenho que passa a ser adaptado às exigências do cliente. A análise de informação do produto também pode ser usada para o planeamento de manutenção preventiva, melhorando o serviço ao cliente. Embora também seja aplicada em relações *Business-to-Client*, esta troca de dados entre cliente e fornecedor é interessante em relações de parceria *Business-to-Business*. O fluxo de informação contínuo também permite antecipar o comportamento do cliente com menor nível de incerteza.

Para efeitos ilustrativos, recorre-se a um exemplo de integração entre um fornecedor de máquinas de lavar e uma lavandaria (Saarikko et al. 2017). Neste exemplo, no caso de a máquina de lavar estar integrada numa plataforma IoT, o processo de manutenção é otimizado, a identificação do problema é imediata por parte do fornecedor, que não está dependente da informação do cliente, muitas vezes incompleta, e a localização do equipamento é facilitada. O tempo despendido no serviço de manutenção reduz-se para o fornecedor, o que resulta numa poupança de recursos. Uma melhor manutenção traduz-se numa maior disponibilidade do equipamento, em benefício do cliente. A aplicação IoT é vantajosa para as duas partes. Os principais benefícios da implementação IoT encontram-se resumidos na Tabela 1, para este caso específico.

Tabela 1 - Benefícios da implementação IoT numa máquina de lavar (Fonte: Saarikko et al. 2017 adaptado)

Fornecedor		Cliente
Produção	Serviço	
Relacionamento com o cliente a longo prazo	Localização exata do produto	Rapidez no serviço
Contratos de serviço pós-venda	Informação precisa em caso de avaria	Assistência mais personalizada
Informação sobre o produto	Redução dos tempos de serviço	Maior disponibilidade
Melhoria no desenho do produto baseada em dados	Possibilidade de um planeamento de manutenção preventiva	

Transpondo para o meio industrial, a ilustração descrita pode ser generalizada para qualquer equipamento produtivo, numa relação *Business-to-Business*.

A aplicação do conceito IoT pressupõe uma estrutura escalável. A monitorização de 80 equipamentos deve alocar os mesmos recursos que a monitorização de 80000 equipamentos. Isso só é possível pela utilização de tecnologias *Big Data*, com capacidade de filtragem e análise de dados. A informação relevante pode ser organizada para o cálculo dos principais indicadores de gestão.

Um conjunto complexo de dados com uma necessidade de espaço na casa do *exabyte* (1 *exabyte*=1000000000 de *gigabytes*) ou superior é designado por *Big Data*. Um fluxo de dados nesta ordem de grandeza não pode ser armazenado, processado ou visualizado com a aplicação de um sistema tradicional. O conceito *Big Data* foi introduzido nos anos 90 e, com a crescente necessidade de interpretação de dados, tem despertado a atenção das principais organizações, sendo que uma estruturação correta desses mesmos dados pode revelar-se numa

vantagem competitiva. Em termos acadêmicos e empresariais, é consensual que o uso de tecnologias *Big Data* pode fomentar um melhor entendimento dos dados existentes, expondo o seu valor por um crescimento da sua visibilidade e da sua organização em fontes de informação (Addo-tenkorang e Helo 2016).

As principais características das tecnologias *Big Data* são sintetizadas pelos 5V (Volume, Velocidade, Variedade, Veracidade e Valor). O Volume é um atributo de capacidade de armazenamento das tecnologias *Big Data*, a Velocidade caracteriza a capacidade de aquisição de dados, a Variedade a agregação de diferentes fontes de dados, a Veracidade a capacidade de tratamento e análise de dados e o Valor a possibilidade de extrair informação valiosa a partir dos mesmos. As tecnologias *Big Data* podem ser aplicadas no meio industrial tendo em conta a crescente necessidade de tratamento de dados provenientes de diversas fontes ao longo das cadeias de abastecimento, como sensores, sistemas computacionais e autómatos das máquinas (Tiwari et al. 2018). Apesar do conceito *Big Data* ser originário das ciências da computação, este tem sido aplicado em diversas áreas como a saúde, a engenharia e as ciências sociais. O número de resultados obtidos por área, para uma pesquisa no motor de buscas académico Elsevier em 2012, era o apresentado na Figura 4.

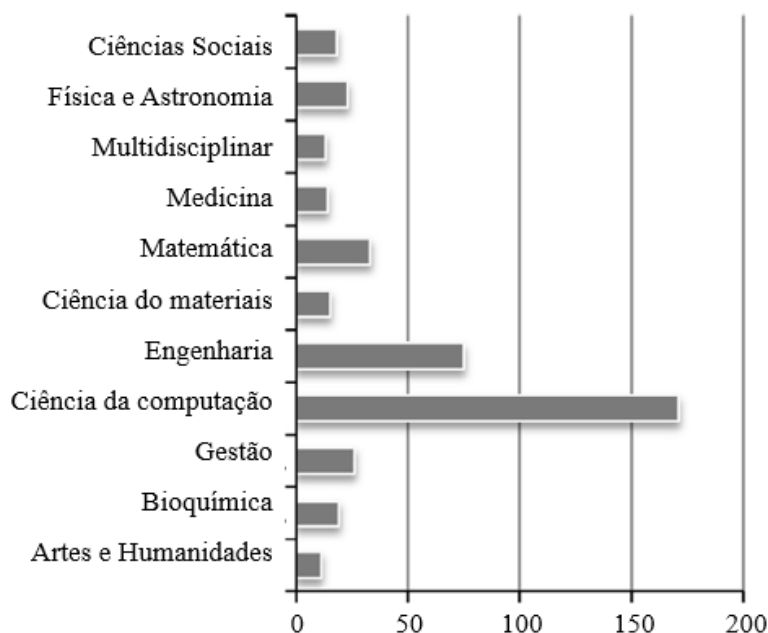


Figura 4 - Número de resultados para a pesquisa do termo *Big Data* no motor Elsevier em 2012 (Fonte: Tiwari et al. 2018 adaptado)

Pela análise da Figura 4, percebe-se que o estudo do conceito *Big Data*, em 2012, tinha uma grande incidência nas Ciências da computação, existindo algum atraso em áreas como a Engenharia e a Gestão, áreas na base da aplicação do conceito no meio industrial. Este projeto, com a especificação de uma plataforma de gestão operacional, que integra a aplicação de tecnologias *Big Data*, pretende ajudar a preencher essa lacuna.

2.2 Dados, informação e conhecimento

A percepção de que o conhecimento é poder está presente desde os primórdios da filosofia. Na era das tecnologias de informação esta ideia não pode ser mais atual. O conhecimento, nos tempos que correm, parte do entendimento da informação que, por sua vez, é obtida através da interpretação de dados. A Figura 5 esclarece a hierarquia entre os três conceitos, os dados

podem ser transformados em informação, sendo que a informação retirada pode traduzir-se em conhecimento (Cambridge International Examinations 2017).

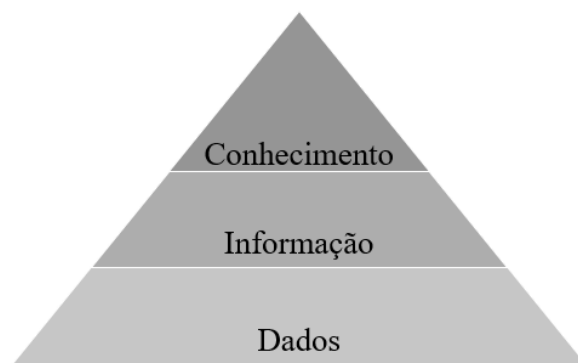


Figura 5 - Hierarquia entre dados, informação e conhecimento (Fonte: Cambridge International Examinations 2017 adaptado)

Um conjunto de dados é definido como uma coleção de textos, números ou símbolos que, sem a contextualização necessária, não tem significado. Quando um conjunto de dados passa a ter um contexto transforma-se em informação. A informação não é mais que um conjunto de dados com um significado definido. O conhecimento resulta do entendimento da informação, que pode ser memorizada ou utilizada para resolver problemas e tirar conclusões. O conhecimento pode ser dividido em dois tipos, o conhecimento explícito e o conhecimento tácito. O conhecimento explícito prende-se com a memorização da informação, por exemplo, saber que Lisboa é a capital de Portugal. O conhecimento tácito requer a associação da informação, para a resolução de novos problemas e desenvolvimento de novas competências. Aprender uma língua estrangeira ou uma linguagem de programação são exemplos de conhecimento tácito (Cambridge International Examinations 2017).

Para ilustrar a interação entre os conceitos citados, recorre-se ao conjunto de dados da Tabela 2.

Tabela 2 - Conjunto aleatório de dados (Fonte: Cambridge International Examinations 2017 adaptado)

Cão	Gato	Gato	Cão	Gato
1,50	1,55	1,63	1,48	1,60

Os dados da Tabela 2, sem o contexto devido, não têm qualquer significado. No entanto, a partir de momento em que se diz que a primeira linha da Tabela 2 contém o animais de estimação favoritos de um conjunto de 5 alunos do 2ºciclo e a segunda linha as alturas dos mesmos em metros, o conjunto de dados passa a ter um significado, tornando-se numa fonte de informação (ver Tabela 3).

Tabela 3 - Alturas e animais de estimação favoritos de um conjunto de 5 alunos (Fonte: (Cambridge International Examinations 2017 adaptado)

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
Animal de estimação favorito	Cão	Gato	Gato	Cão	Gato
Altura	1,50 m	1,55 m	1,62 m	1,48 m	1,60 m

A partir da informação da Tabela 3, pode extrair-se conhecimento. Por exemplo, a maioria dos alunos deste conjunto tem como animal preferido o gato e o aluno mais alto do grupo mede 1,62m.

2.2.1 Cross-Industry Standard Process for Data Mining

O modelo *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) é um modelo compreensivo para a extração dados. Este modelo pretende definir as boas práticas na estrutura de um projeto de extração de dados. O CRISP-DM divide o processo em 6 fases principais (Watson et al. 2000):

- Conhecer o negócio – A primeira etapa do processo CRISP-DM é uma das mais importantes. Para definir um projeto de extração de dados adequado ao negócio é necessário entender o seu objetivo no contexto em que se insere. Esta fase contempla quatro passos: determinar os objetivos do negócio, avaliar a situação atual, determinar os objetivos da extração de dados e definir um plano para o projeto. No primeiro passo, o objetivo do negócio deve ser determinado com base nas expectativas dos clientes. Depois de perceber o objetivo do negócio é necessário avaliar os meios disponíveis para a implementação do projeto e determinar os objetivos da extração de dados, tendo em conta os dois pontos anteriores. Por fim, é necessário especificar um plano para atingir os objetivos definidos;
- Compreender os dados – Esta etapa inicia-se com a recolha de dados. Os dados podem ter origem em diferentes fontes. Depois de recolhidos, os dados devem ser descritos e segmentados, de modo a facilitar o seu tratamento. Os dados devem ser explorados e testados e a qualidade dos mesmos deve ser validada;
- Preparar os dados – Após uma fase de compreensão dos dados recolhidos é fundamental criar a estrutura adequada para alimentar o modelo que se pretende implementar. Os dados iniciais devem ser selecionados tendo em conta a sua relevância para o projeto. Os dados selecionados devem passar por um processo de limpeza baseado nos problemas de qualidade identificados na etapa anterior. Depois da seleção e limpeza dos dados é imperativo construir uma nova estrutura que integre os dados das diferentes fontes. A nova estrutura deve conter dados formatados de uma forma coerente e transversal;
- Criar um modelo – Quando a estrutura de dados está definida, pode criar-se um modelo para a extração de dados. Existem vários modelos para a extração de dados, o modelo selecionado deve ser o adequado ao projeto. O modelo desenhado deve ser testado antes de ser construído. Após a construção do modelo, este deve ser verificado no contexto do projeto e do negócio;
- Avaliar o projeto – Antes da implementação final do projeto é importante avaliar o modelo de extração de dados. Em primeiro lugar, os resultados da extração de dados devem ser analisados mediante os objetivos especificados para o projeto. O modelo deve ser avaliado tendo em conta a sua generalidade, eficiência e adaptação ao negócio. O processo utilizado deve ser revisto para tentar identificar fases que possam ter sido negligenciadas. Na avaliação do projeto também se devem apontar os passos seguintes, novas iterações para o projeto ou conceção de novos projetos no mesmo âmbito;
- Implementar o projeto – Por fim, é necessário traduzir os resultados da extração de dados numa implementação do projeto. O plano de implementação deve ser revisto e, de modo a manter os resultados do projeto, é fundamental estabelecer um plano de manutenção e monitorização pós implementação. Depois da implementação o projeto deve ser analisado, devem ser identificados os êxitos e insucessos do mesmo e definidas áreas potenciais de melhoria.

O processo CRISP-DM pode ser resumido de uma forma macro segundo a estrutura da Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo do processo CRISP-DM (Fonte: Watson et al. 2000 adaptado)

Etapas principais	Conhecer o negócio	Compreender os dados	Preparar os dados	Criar um modelo	Avaliar o projeto	Implementar o projeto
Etapas secundárias	Determinar objetivo do negócio	Obter os dados	Selecionar os dados	Selecionar o modelo	Avaliar os resultados	Planear implementação
	Avaliar situação atual	Descrever os dados	Limpar os dados	Testar o modelo	Validar o processo	Planear manutenção
	Determinar objetivo do projeto	Explorar os dados	Construir estrutura	Construir o modelo	Determinar passos seguintes	Preparar relatório de revisão
	Planear o projeto	Verificar qualidade dos dados	Integrar os dados	Avaliar o modelo		Analisar o projeto
			Formatar os dados			

2.3 Lean e melhoria contínua

2.3.1 Introdução ao conceito *lean*

O conceito *lean* existe na indústria japonesa desde os anos 50 e foi concebido pela *Toyota Motor Company* com a denominação *Toyota Production System* (TPS). Só nos anos 80 é que este sistema de gestão industrial foi abordado no mundo ocidental, assumindo a terminologia *lean* a partir dessa data. O conceito *lean* é caracterizado pela abordagem sistemática que visa à identificação e eliminação das etapas sem valor acrescentado num processo (Ohno 1997).

A metodologia de implementação centra-se na perceção de valor por parte do cliente. A metodologia segue os seguintes passos (Andersson et al 2006):

- Compreender a perceção de valor do cliente;
- Analisar a cadeia de valor. Depois de entender a perspetiva de valor do cliente, analisar o processo produtivo vigente e identificar os processos em que não existe adição de valor. Estes processos devem ser modificados ou eliminados;
- Promover o fluxo na produção. O objetivo último deste passo é atingir o fluxo unitário (*one-piece flow*);
- Incentivar o *pull*. Evitar o paradigma tradicional em que o produto é empurrado pela produção (*push*) e que resulta na acumulação de stock. As ordens de fabrico são lançadas mediante as necessidades a jusante. O *pull* também promove o fluxo na produção;
- Procurar a perfeição. Eliminar os processos sem valor acrescentado de forma sistemática e envolver todos os participantes na melhoria contínua.

Eliminar os desperdícios no processo produtivo, os *muda* em japonês, é o foco da aplicação do *lean*. Existe a necessidade de controlar todos os tipos de *muda*. As formas de *muda* identificadas pelo *lean* são as que se seguem (Pereira 2009):

- Transporte – O transporte de material ou produto na fábrica é um processo que não se traduz em valor acrescentado;
- Inventário – Todo o inventário que não esteja a ser trabalhado é uma fonte de desperdício.
- Movimentação - A movimentação dos colaboradores que não se traduz em valor acrescentado ao produto;
- Espera – Sempre que um produto entra em fila de espera para ser processado, devido à paragem de uma máquina ou falta de mão-de-obra, há uma quebra de produtividade;
- Sobreprodução – Quando a produção excede as necessidades do cliente existe sobreprodução. Identificada como uma das formas mais críticas de desperdício, a sobreprodução retira flexibilidade ao processo produtivo e aumenta o inventário e tempos de espera;
- Processamento desnecessário – Se o produto é processado para lá do requerido pelo cliente, esse processamento torna-se num desperdício;
- Defeitos – Se um processo origina um produto que não está de acordo com as especificações, o tempo de produção utilizado a produzi-lo é tempo desperdiçado.

Os princípios e ferramentas que servem de apoio ao conceito *lean* organizam-se segundo a estrutura da Figura 6. Ao controlar os desperdícios no processo, é possível aumentar a qualidade do produto ou serviço, ao mesmo tempo que se reduzem os custos e o tempo de entrega.

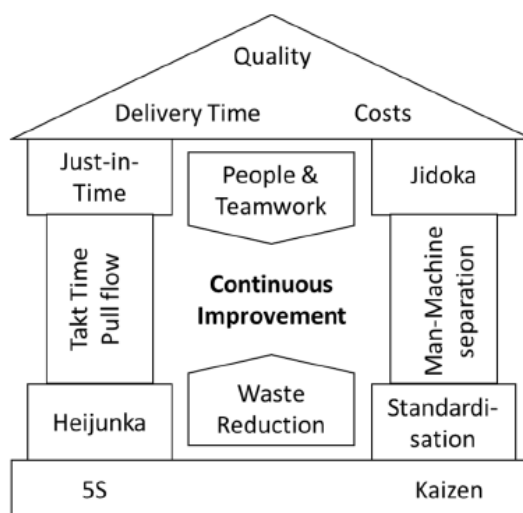


Figura 6 - Estrutura do *lean* (Fonte: Ohno 1997)

Com a aplicação do *lean* é possível reduzir os custos, o em-curso-de-fabrico e o tempo de ciclo e aumentar a rotação do inventário e a capacidade do processo. Apesar do sucesso da sua implementação em diversas organizações, o *lean* tem algumas limitações. O aprovisionamento *Just In Time* (JIT), um dos conceitos aplicados no *lean*, pode levar a um congestionamento nos recursos de transporte, só é possível implementar este tipo de aprovisionamento se a distância entre a fábrica e os respetivos fornecedores for pequena (Cusumano 1994).

2.3.2 Kaizen

A palavra *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa que significa “mudar para melhor”, dito isto, torna-se claro que o conceito *Kaizen* visa à melhoria contínua. De acordo com o *Kaizen*, os esforços de melhoria devem ser diários e requerem o envolvimento de toda a gente (Coimbra 2013). Esta filosofia está na origem do sucesso de várias organizações, sendo uma das bases do conceito *lean*. Os projetos de melhoria *Kaizen* são de pequena dimensão e não necessitam de grandes inovações tecnológicas, mas têm um impacto significativo a longo prazo na organização e um peso diminuto nos custos (Imai 1997). Os princípios que suportam o *Kaizen* são os seguintes:

- A qualidade é a prioridade. A competitividade na indústria assenta na qualidade, custo e tempo de espera. Dentro destes fatores, a qualidade é o mais preponderante, nenhum produto pode ser competitivo se a sua qualidade não for satisfatória. A qualidade exige um compromisso da gestão de topo;
- Controlo do processo e não do produto final. O produto é resultado de um processo, se o processo for o adequado, a qualidade do produto final está assegurada;
- Prevenção em vez de correção. A correção e retrabalho do produto final acarreta um aumento dos custos e causa atrasos na produção;
- O processo seguinte é o cliente. A cadeia de valor é uma série de processos. Cada processo tem um fornecedor, o processo que o antecede, e um cliente, o processo que lhe sucede. Cada operador é responsável pela qualidade do que encaminha ao operador seguinte;
- Seguir os ciclos *Plan Do Check Act* (PDCA) e *Standardize Do Check Act* (SDCA);
- Tomar decisões baseadas em factos. A solução de problemas deve ter por base a recolha e análise de dados.

2.3.3 Ciclos PDCA e SDCA

A melhoria contínua pressupõe um número elevado de projetos de pequena dimensão. A gestão dos projetos de melhoria *Kaizen* é feita recorrendo ao ciclo *Plan Do Check Act* (PDCA). Mais que uma ferramenta, o ciclo PDCA é um conceito para a melhoria de processos (Sokovic et al 2010). A sequência do ciclo PDCA (ver Figura 7) tem início na etapa *Plan*. A etapa *Plan* tem como objetivo desenhar, planear e definir o alvo da melhoria. Como existe sempre espaço para a melhoria, existem sempre novos alvos. Na etapa *Do*, a ação de melhoria é colocada em prática. Após a implementação, é necessário medir os resultados da implementação e avaliar se a ação de melhoria contínua atingiu os objetivos propostos, a etapa *Check*. A etapa *Act* tem como fim a criação de procedimentos *standard* para evitar uma regressão ao estado anterior à melhoria e pode implicar medidas de correção, no caso de ação não ter o resultado esperado, ou medidas de consolidação. O ciclo PDCA é percorrido continuamente, num esforço de melhoria contínua.

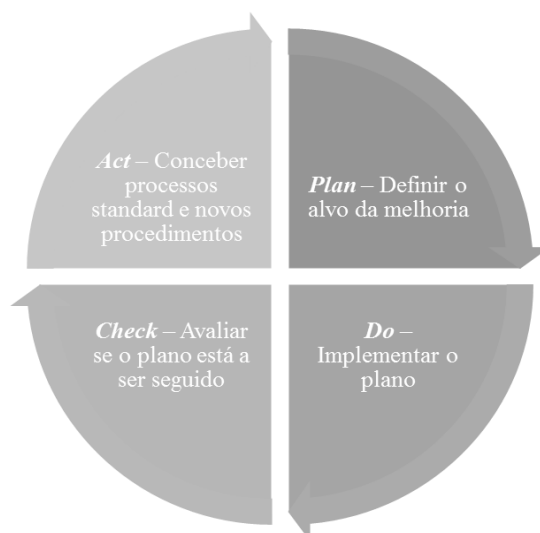
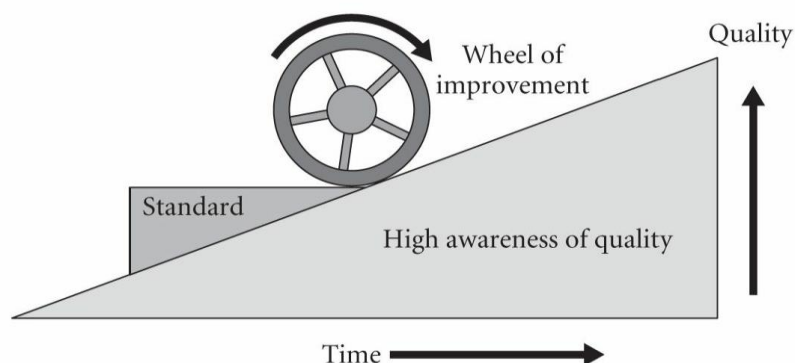


Figura 7 - Sequência do ciclo PDCA

Se no início o processo alvo da melhoria for instável, é imperativo que este seja consolidado segundo o ciclo *Standardize Do Check Act* (SDCA). Apenas se podem melhorar processos que já tenham um procedimento *standard* definido e permitam avaliar a melhoria por comparação com a situação anterior. O ciclo SDCA estabiliza os processos, o ciclo PDCA encarrega-se de os melhorar (Imai 1997). Os projetos de melhoria têm sempre em vista um aumento da qualidade do produto ou serviço resultado do processo (ver Figura 8).

Figura 8 - Importância dos procedimentos *standard* na melhoria contínua (Fonte: Coimbra 2013)

2.4 Total Productive Maintenance

O objetivo do TPM é aumentar a produtividade e qualidade em sincronia com o aumento da moral dos operadores, utilizando poucos recursos económicos (Nakajima 1992). A manutenção preventiva é um dos pontos centrais desta abordagem. Uma política de manutenção adequada diminui os tempos de paragem dos equipamentos, aumentando a sua disponibilidade e facilitando o trabalho dos operadores. O sucesso do TPM depende do envolvimento de todos os intervenientes no processo produtivo, desde os operadores, até à gestão de topo. A implementação do TPM é gradual e a avaliação do seu impacto é feita através do indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

A prática do TPM tem por base a abordagem 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*) que se foca na organização do chão de fábrica. O significado e objetivos dos 5S encontram-se sumarizados na Tabela 5.

Tabela 5 – Significado e objetivos dos 5S

Termo japonês	Significado	Objetivos:
<i>Seiri</i>	Organizar	Organizar o espaço de trabalho e remover objetos desnecessários
<i>Seiton</i>	Ordenar	Ordenar as ferramentas necessárias para o trabalho
<i>Seiso</i>	Limpar	Limpar o espaço de trabalho
<i>Seiketsu</i>	Padronizar	Criar <i>standards</i> para os procedimentos anteriores
<i>Shitsuke</i>	Disciplinar	Assegurar que os novos <i>standards</i> são cumpridos

Após a consolidação dos 5S no chão de fábrica, percorrem-se os seguintes pilares na implementação do TPM (Singh et al. 2013):

- Manutenção autónoma – O operador passa a ser responsável pelas tarefas de manutenção mais simples com o objetivo de libertar os técnicos de manutenção e melhorar a disponibilidade das máquinas;
- Manutenção planeada – A manutenção preventiva é promovida, adotando uma postura mais proativa e menos reativa;
- *Kaizen* – A melhoria contínua passa a ser um dos focos da organização;
- Manutenção para a qualidade – Assegurar a identificação de erros durante o processo e não no controlo do produto final;
- Treino – Os operadores recebem formação. O conhecimento do processo e procedimentos é valorizado;
- TPM no escritório – Promover a fiabilidade dos processos administrativos que suportam as atividades de manutenção;
- Segurança, saúde e ambiente – A limpeza do chão de fábrica é auditada. Proporciona-se um ambiente de trabalho seguro e digno para o operador;
- Gestão avançada de equipamentos – Aplicar os ensinamentos retirados da aplicação dos pontos anteriores no desenho de novos equipamentos e soluções.

Para garantir o sucesso do TPM, a gestão de topo é envolvida no processo, certificando o investimento na nova política de gestão.

2.4.1 Overall Equipment Effectiveness

O indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é um indicador da utilização dada aos equipamentos, sendo utilizado em diversas indústrias produtivas. Tendo em conta que, no mercado atual cada vez mais competitivo, é necessário assegurar que os equipamentos produtivos estão disponíveis para produzir o máximo de tempo possível, que a qualidade dos produtos é a especificada e que o tempo produtivo disponível é aproveitado ao máximo, este indicador é um dos mais relevantes ao nível operacional.

Na sua forma simplificada, o OEE pode ser calculado como o rácio entre o tempo efetivo de produção e o tempo disponível para a produção (Boris 2006). O tempo efetivo de produção é considerado como o tempo em que as máquinas estão ocupadas com a produção de unidades conformes e ao ritmo teórico. O OEE simplificado calcula-se utilizando a expressão (2.1).

$$OEE = (G \times H \times I) / E \quad (2.1)$$

Onde:

G, é o número de peças produzidas

H, é o índice de aproveitamento de peças conformes (Qualidade)

I, é o tempo teórico de ciclo

E, é o tempo disponível para a produção

Apesar de ser uma maneira correta para o cálculo do OEE, a equação (2.1) não quantifica as principais medidas de eficiência de um equipamento: a disponibilidade, o desempenho e a qualidade. A equação (2.2) redefine o OEE segundo essas parcelas.

$$OEE = A \times P \times Q \quad (2.2)$$

Onde:

A, é a disponibilidade

P, é o desempenho

Q, é a qualidade

A disponibilidade é definida como o tempo efetivo em que o equipamento está apto para realizar uma determinada operação (Topuz 2009). A disponibilidade é calculada pela razão da equação (2.3).

$$A = (\text{tempo total} - \text{tempo de inatividade}) / (\text{tempo total}) \quad (2.3)$$

Onde:

A, é o índice de disponibilidade

Para que a disponibilidade seja calculada da forma correta, é necessário definir qual é tempo total disponível (tempo planeado), bem como estabelecer a abordagem adequada para definir os tempos de inatividade. Em geral, o cálculo da disponibilidade só tem em conta os tempos de inatividade associados às paragens não planeadas, como avarias, *setups* e faltas de material (Cassady et al 2004).

No caso de um equipamento produzir menos do que a sua capacidade, existe um problema de produtividade. Esta perda de produtividade é avaliada pelo desempenho do equipamento. O desempenho do equipamento é dado pela equação (2.4).

$$P = (\text{nº de peças produzidas}) \times (\text{tempo teórico de ciclo}) / (\text{tempo disponível}) \quad (2.4)$$

Onde:

P, é índice de desempenho

O tempo disponível é dado pela diferença entre o tempo total de produção e o tempo de inatividade.

A qualidade é determinante para a competitividade de uma indústria. Quando os parâmetros de qualidade definidos pelo cliente não são atingidos, o cliente muda de fornecedor. É necessário assegurar que o equipamento produtivo é capaz de produzir as peças em conformidade com as especificações. Define-se qualidade pela equação (2.5).

$$Q = (\text{nº de peças produzidas} - \text{nº de peças defeituosas}) / (\text{nº de peças defeituosas}) \quad (2.5)$$

Onde:

Q, é o índice de qualidade

2.5 Desafios e oportunidades na indústria alimentar

Num panorama mais abrangente, a indústria dos bens de consumo, que engloba o setor alimentar, está num período de transformação profunda consequência da expansão das novas tecnologias, customização da oferta ao cliente e aumento de complexidade das cadeias logísticas. As tendências enunciadas tornam o setor dos bens de consumo cada vez mais competitivo e nenhuma organização pode esquivar-se à mudança. O conceito de indústria 4.0 pode ser enquadrado nesta realidade. Nos últimos anos, as principais companhias têm

apostado na digitalização das interfaces de comunicação com o cliente, bem como na digitalização das operações que suportam toda a cadeia de abastecimento, no entanto é necessário ir ainda mais longe neste esforço (Deloitte 2016). A Figura 9 fornece uma estimativa do valor percentual acrescentado ao produto ou serviço pela digitalização, para uma organização típica no setor dos bens de consumo, tanto em termos de logística interna, como em termos de logística externa.

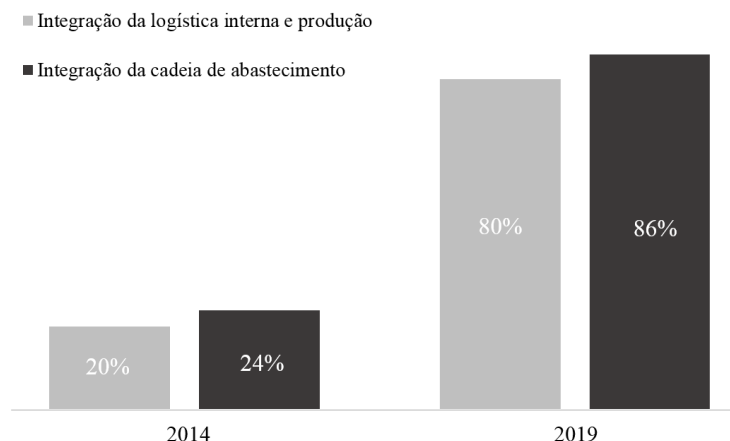


Figura 9 - Estimativa do valor percentual acrescentado pela digitalização (Fonte: Deloitte (2016) adaptado)

No setor dos bens do consumo, sendo um dos setores com maior foco competitivo nos clientes, prevê-se que o impacto das novas tecnologias seja muito significativo. O cliente, sempre que existe concorrência, exige mais que um produto em conformidade com as especificações, segundo Juran e Godfrey (1998), *quality is fitness for use*. O cliente moderno obriga a uma personalização do produto, espera que haja informação sobre as especificações do produto, isto é, quer conhecer ao pormenor o produto que compra, e deseja que a entrega ou reposição do produto no mercado seja rápida e efetiva. As organizações no setor dos bens de consumo precisam de se adaptar a estas novas expectativas do cliente. Para isso necessitam de uma estrutura ágil, capaz de responder com rapidez, maximizando os lucros e reduzindo os custos operacionais.

Pela digitalização da cadeia de abastecimento é possível integrar as atividades logísticas internas e externas, aprovisionamento, produção e distribuição, criando plataformas com uma estrutura e visão dos dados transversal a toda a organização. Esta capacidade de comunicação e monitorização é a principal faceta da indústria 4.0 que beneficia o setor dos bens de consumo.

3 Definição do problema

Neste capítulo definem-se os casos de estudo da Empresa A e da Empresa B, duas empresas que partilham o setor alimentar, com uma vertente mais prática, especificando os problemas existentes e definindo as oportunidades de melhoria com apoio nas tecnologias que se pretende implementar.

3.1 Caso de estudo da fábrica da Empresa A

3.1.1 Descrição da unidade fabril

A Empresa A é uma fábrica de azeite, vinagres e outras especiarias. Apesar de produzir outros produtos que não azeite, a maior parte do volume produzido é referente a este. A Empresa A pode ser dividida em duas áreas funcionais distintas:

- Área de armazenamento – Esta área contém os *stocks* de material de embalagem (garrafas de vidro, latas e cartão), de matéria-prima de enchimento, azeite e vinagre, e de produto acabado;
- Área de embalagem – Esta área está dividida em várias linhas de enchimento de acordo com o material de embalagem, vidro, metal ou Politereftalato de Etileno (PET), a volumetria das embalagens e a matéria-prima de enchimento utilizada.

O fornecedor de embalagens PET trabalha no interior da área de embalagem, não existindo a necessidade de um armazém para este tipo de material.

A fábrica da Empresa A está representada no esquema apresentado na Figura 10. O esquema da organização das linhas é apenas ilustrativo, sendo que não está à escala nem espelha toda a realidade desta unidade fabril.

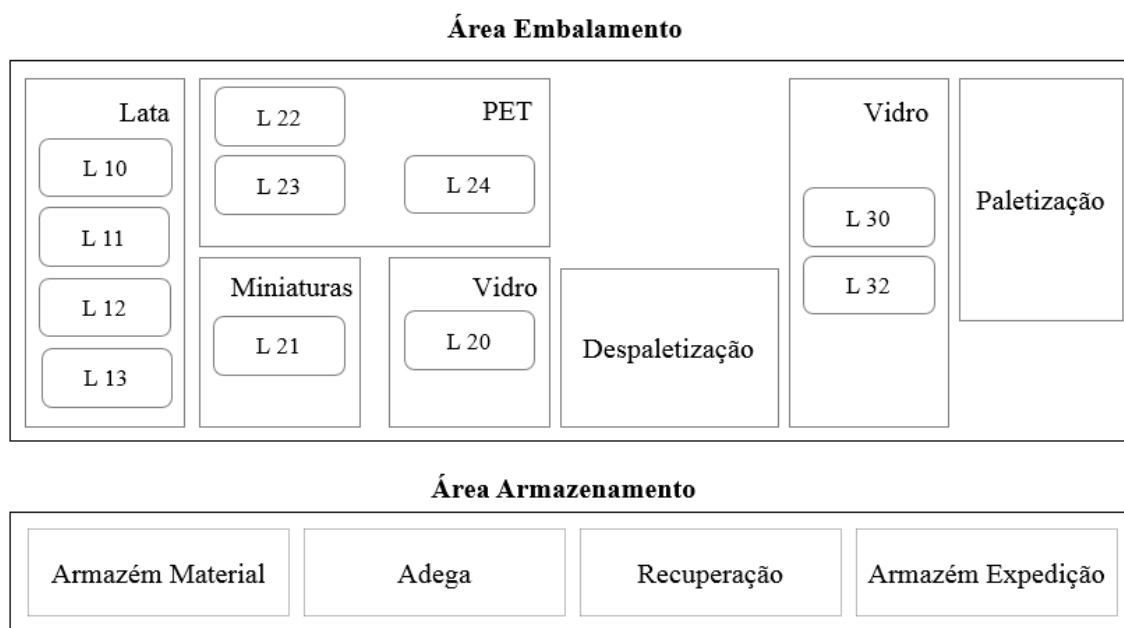
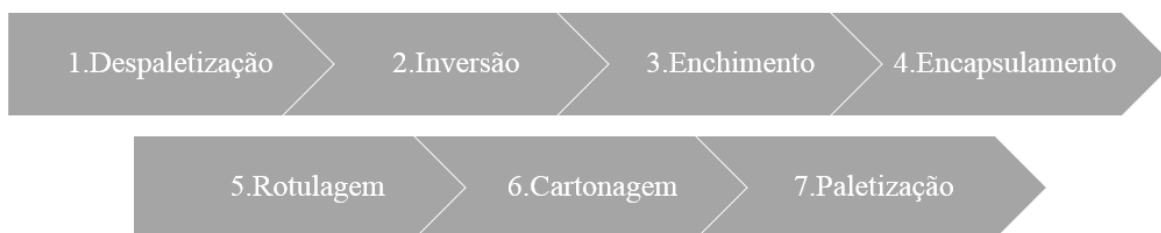


Figura 10 - Organização fabril da Empresa A

Na área de armazenamento, a adega não se encarrega da produção de azeite. Este setor dedica-se ao armazenamento de azeite proveniente de diferentes fornecedores. Cada lote de azeite na adega é uma mistura de azeites de várias origens. A mistura dos mesmos é resultado dum processo designado *blending*. A zona de recuperação dedica-se à reclassificação de embalagens que sofreram algum tipo de dano e ao armazenamento de azeites de prova.

Na área de embalamento, em geral e de uma forma simplificada, as linhas de vidro, que são as mais representativas no volume de produção, e de lata seguem os processos descritos na Figura 11. As linhas de PET aplicam um processo com algumas diferenças em relação aos descritos, sendo que para grandes volumetrias (10L, por exemplo) o processo é manual. A linha de miniaturas também aplica um processo manual nas fases de paletização e despaletização.

Vidro



Lata



Figura 11 - Esquema do processo produtivo para as linhas de vidro e lata

As etapas de inversão e viragem são parte do controlo de qualidade, se existirem partículas de vidro ou metal no interior dos recipientes, estas são eliminadas no decorrer deste processo, devido à sua queda por meios gravíticos. As etapas de paletização e despaletização são automáticas para as linhas com maior volume. A etapa de encapsulamento refere-se à colocação da tampa (cápsula) dos recipientes. Nas garrafas de vidro, as garrafas são agrupadas em caixas de cartão na etapa de cartonagem.

3.1.2 Descrição das perdas operacionais

As perdas operacionais nas linhas da área de embalamento da Empresa A podem ser divididas nas parcelas enunciadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Descrição das perdas operacionais nas linhas

	Denominação	Descrição
1	Perdas de disponibilidade	Falhas e avarias, <i>setup</i> , faltas de material
2	Perdas de desempenho	Pequenas paragens, desvios da cadência teórica
3	Perdas de qualidade	Produtos não conformes
4	Perdas de utilização	Paragens planeadas e manutenção preventiva
5	Perdas não determinadas	Outras perdas não identificadas

Os dados que permitem o cálculo das parcelas de perdas são obtidos a partir de duas fontes, os registos manuais por parte dos colaboradores e a informação obtida diretamente das linhas através de um MES. Os registos manuais incluem os seguintes dados:

- Dados das paragens das linhas – Número de paragens, tempo de paragem e causas;
- Dados do processo– Listas de verificações dos procedimentos produtivos;
- Dados da manutenção – Listas com registo das horas de manutenção planeada;
- Dados laborais – Registo de horas laborais;
- Dados da qualidade – Registo de unidades não conformes.

Existe ainda um documento, elaborado pelo departamento de produção em conjunto com o departamento de planeamento e logística interna que contém o plano semanal para as diferentes linhas e é atualizado em consequência de eventuais desvios.

O MES instalado nas linhas de produção emite um relatório diário que contém informação sobre o aproveitamento das linhas, em particular sobre a percentagem de tempo efetivo de produção, que avalia o rendimento. A percentagem de tempo efetivo de produção é calculada pela fórmula (3.1).

$$T = (\text{nº de unidades produzidas}) / (\text{tempo total produção} \times \text{cadência teórica}) \quad (3.1)$$

Onde:

T, é o tempo efetivo de produção (percentagem)

Com base nos dados recolhidos, o departamento de produção preenche um ficheiro Excel mensal com informação sobre o rendimento de todas as linhas, bem como as percentagens de perdas atribuídas a cada uma das parcelas enunciadas na Tabela 6.

A partir da análise dos ficheiros Excel mensais, calculou-se, em termos percentuais, a ocupação do tempo produtivo. Estes valores são apresentados na Tabela 7. A análise foi feita

para todas as linhas num período de 12 meses (1 ano). O peso de cada linha para a média de perdas das diferentes parcelas foi calculado tendo em consideração o tempo que produz (média ponderada). O peso de cada mês foi calculado segundo o mesmo raciocínio.

Tabela 7 - Distribuição percentual do tempo produtivo para um período de um ano

Tempo de produção efetivo	52,4%
Perdas de disponibilidade	25,6%
Perdas de desempenho	13,2%
Perdas de qualidade	1,5%
Perdas de utilização	4,9%
Perdas não determinadas	2,4%

A partir das perdas enunciadas, as diferentes parcelas que constituem o OEE podem ser calculadas. A disponibilidade é calculada segundo a equação (3.2):

$$A = (1 - \text{Perdas de disponibilidade}) = 74,4\% \quad (3.2)$$

Onde:

A, é índice de disponibilidade

O desempenho é calculado segundo a equação (3.3):

$$P = (1 - \text{Perdas de desempenho}) = 86,8\% \quad (3.3)$$

Onde:

P, é índice de desempenho

A qualidade é calculada segundo a equação (3.4):

$$Q = (1 - \text{Perdas de qualidade}) = 98,5\% \quad (3.4)$$

Onde:

P, é índice de qualidade

Depois de definir as parcelas enunciadas, é possível calcular o OEE a partir da equação (2.2). Procedendo ao cálculo referido, chega-se a um valor de 63,6% para o OEE.

Sendo as perdas de disponibilidade as com maior peso nas perdas operacionais da fábrica, foi feita uma discriminação das mesmas em parcelas mais pequenas, para aumentar o nível de detalhe. A Tabela 8 apresenta as diferentes parcelas das perdas de disponibilidade.

Tabela 8 - Distribuição parcelar das perdas de disponibilidade

Perdas relativas a falhas e avarias	14,8%
Perdas relativas a <i>Setups</i>	8,1%
Perdas relativas a faltas de material	2,7%
Perdas de disponibilidade (total)	25,6%

A Figura 12 representa de uma forma gráfica a distribuição percentual do tempo produtivo, para o período em análise.

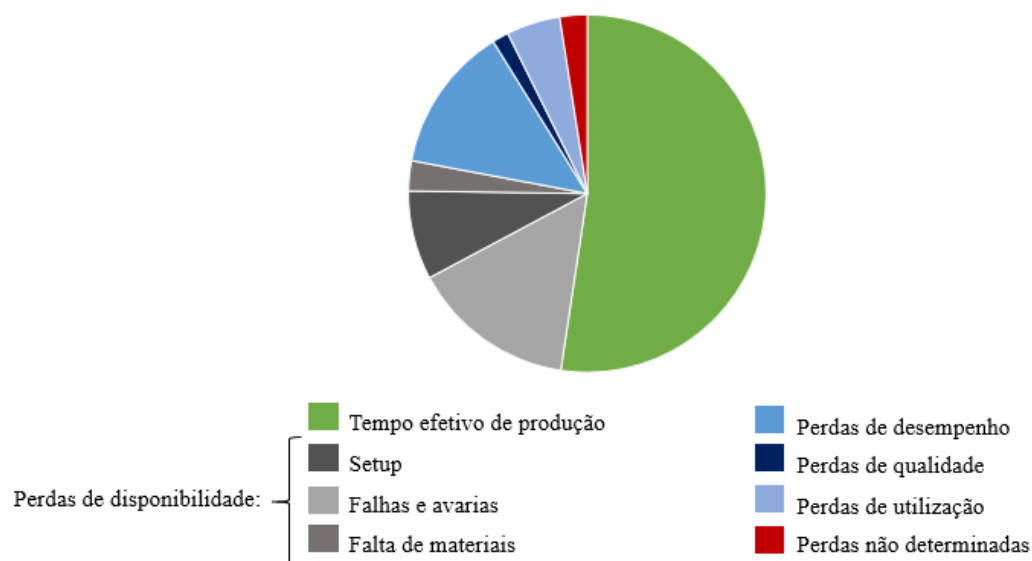


Figura 12 - Distribuição percentual do tempo produtivo

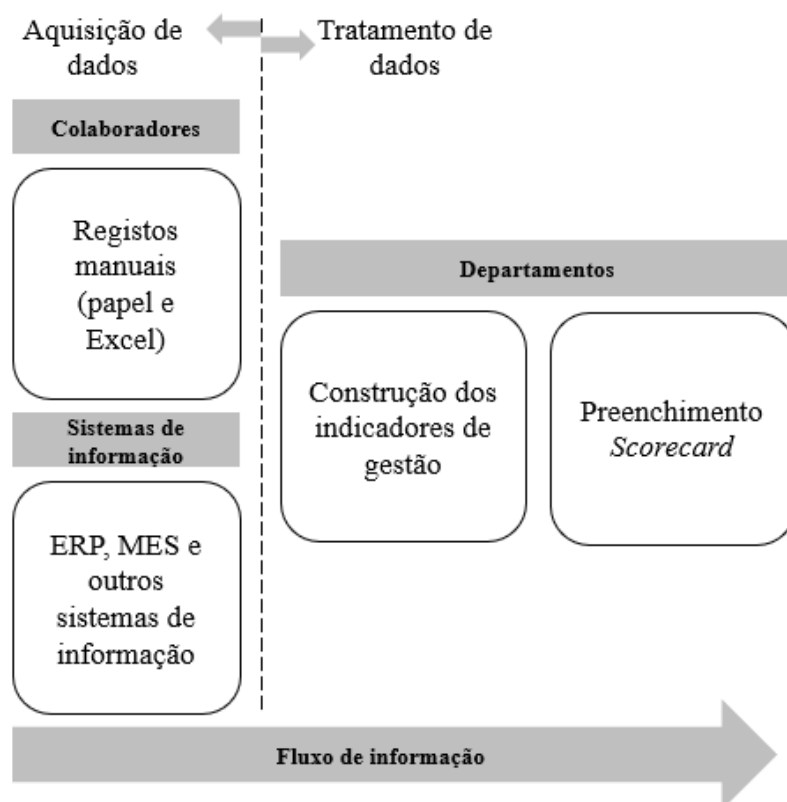
3.1.3 Fluxo de informação atual

O controlo das operações da fábrica da Empresa A é feito com o auxílio de diferentes áreas. Os departamentos envolvidos nas atividades de gestão da fábrica são os referidos na Tabela 9.

Tabela 9 - Departamentos envolvidos na gestão da fábrica

	Departamentos
1	Produção
2	Logística interna
3	Logística externa
4	Qualidade, Segurança e Ambiente
5	Engenharia
6	<i>Lean</i>
7	Investigação e Desenvolvimento
8	Financeiro
9	Recursos humanos

Em colaboração, os 9 departamentos preenchem o *scorecard*. O *scorecard* é um ficheiro Excel que contém os indicadores que avaliam o desempenho das diferentes áreas. O departamento *Lean* dedica-se à criação e implementação de ações e projetos de melhoria e não possui qualquer indicador no *scorecard* referido. O fluxo de informação que possibilita a obtenção do *scorecard* é o ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Fluxo de informação utilizado para gerar o *scorecard*

A construção dos indicadores do *scorecard* pertencentes às diferentes áreas é da responsabilidade do departamento em questão. As fontes de dados utilizadas estão descentralizadas em sistemas de informação, como ERP e MES, e registos manuais, em ficheiros Excel ou papel. O *scorecard* estabelecido compreende 84 indicadores no total. Na Tabela 10 definem-se o número de indicadores preenchidos por cada departamento e as fontes de dados utilizadas na sua construção.

Tabela 10 - Resumo do número de indicadores que integram o *scorecard* e fontes de dados por departamento

Departamentos	Nº de indicadores	Fontes de dados	
		Sistemas de informação	Registos manuais
Produção	13	MES	Registos dos colaboradores
Logística interna	8	ERP, MES	Registos dos colaboradores e 2 ficheiros Excel
Logística externa	7	ERP	-
Qualidade, Segurança e Ambiente	19	Sistema próprio	4 ficheiros Excel
Engenharia	6	Sistema próprio	1 ficheiro Excel
Investigação e Desenvolvimento	4	Sistema próprio	2 ficheiros Excel
Financeiro	11	ERP	-
Recursos humanos	16	-	-

A designação Sistema próprio refere-se aos sistemas de informação e softwares que são utilizados pelo departamento em particular. As fontes de dados que dão origem aos indicadores do departamento de recursos humanos não foram validadas durante o levantamento.

O *scorecard* é preenchido mensalmente, atendendo à necessidade de tratamento de dados de várias fontes dispersas, este preenchimento tem um tempo associado. Os tempos mensais despendidos por cada departamento encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 - Tempos despendidos no preenchimento do *scorecard*

Departamentos	Horas
Produção	0,25
Logística interna	2,0
Logística externa	6,6
Qualidade, Segurança e Ambiente	1,0
Engenharia	1,5
Investigação e Desenvolvimento	1,5
Financeiro	4,0
Recursos humanos	-
Total	16,85

No total gastam-se 16,85 horas neste preenchimento. Tendo em conta a periodicidade mensal do mesmo, o gasto total anual corresponde a 16,85 horas x 12 meses = 202,2 horas/ano. Mais uma vez, o tempo de preenchimento referente ao departamento de Recursos humanos não foi validado durante o levantamento.

3.1.4 Gestão de projetos de melhoria

A fábrica da Empresa A dispõe de um programa dedicado em exclusivo às ações e projetos de melhoria contínua, o programa Linear. O departamento encarregue da aplicação deste programa é o departamento *Lean*. O Linear pressupõe o envolvimento de todos os intervenientes da organização. Todos os anos, cada colaborador da fábrica, desde o chão-de-fábrica à gestão de topo, investe um total de 40 horas nesta iniciativa.

O departamento *Lean* concebe e encarrega-se da gestão de ações de melhoria dentro da organização. Além disso, este departamento promove e lidera ações de formação, no âmbito da metodologia *lean*. Estas ações versam em várias áreas, desde ações relacionadas com a manutenção autónoma por parte dos colaboradores, a ações relacionadas com a aplicação dos 6S. Os 6S são uma evolução da abordagem 5S do TPM, sendo que o sexto “S” representa a segurança (Earley 2012).

Os projetos e ações de melhoria são geridos através de registos manuais em 15 ficheiros Excel. Estes ficheiros incluem dados sobre a data de abertura das ações, a data de fecho e o responsável pelas mesmas. Para avaliar a eficácia da implementação destas ações, foram analisados os registos referentes a um ano.

No ano analisado, o número de ações abertas e fechadas encontra-se quantificado na Figura 14.

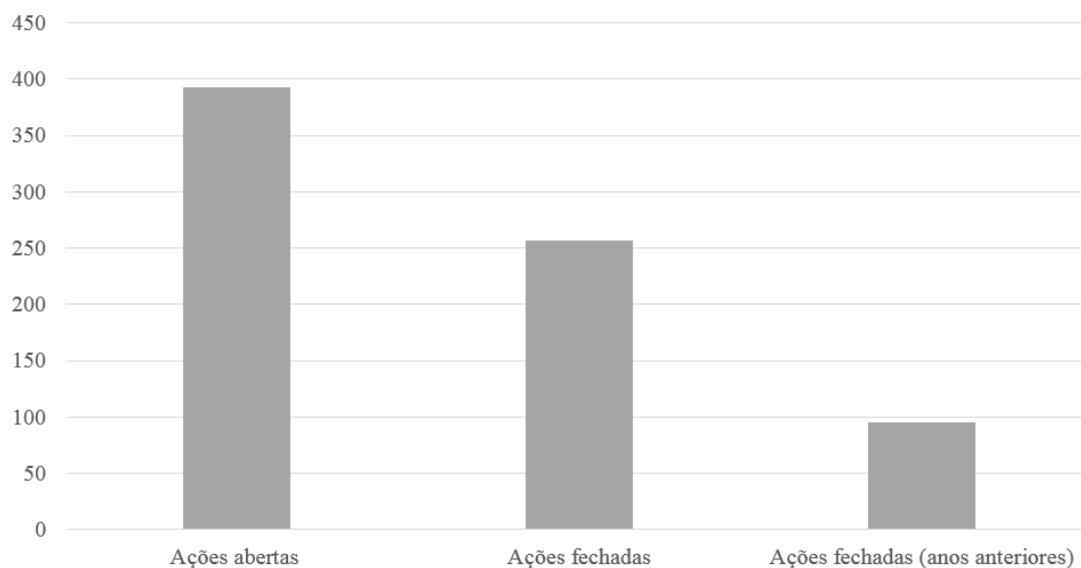


Figura 14 - Ações abertas e fechadas no período de um ano

Durante o período em análise foram abertas 393 ações de melhoria. Destas ações abertas, apenas 257 foram fechadas o que corresponde a uma taxa de conclusão de ações de 65%. Uma das razões para o incumprimento das ações referentes ao ano em questão é o número de ações fechadas que transitam de anos anteriores. No ano em questão, foram fechadas 95 ações que foram abertas em anos antecedentes. No total foram fechadas 352 ações, sendo que 27% correspondem a ações de anos anteriores.

Outra das medidas que pode ser utilizada para avaliar a eficácia da gestão das ações de melhoria é o tempo médio para fecho das mesmas. Na Figura 15 apresenta-se o número de ações abertas e fechadas por mês. A análise da Figura 15 só contabiliza o número de ações fechadas do ano em questão e não de anos anteriores.

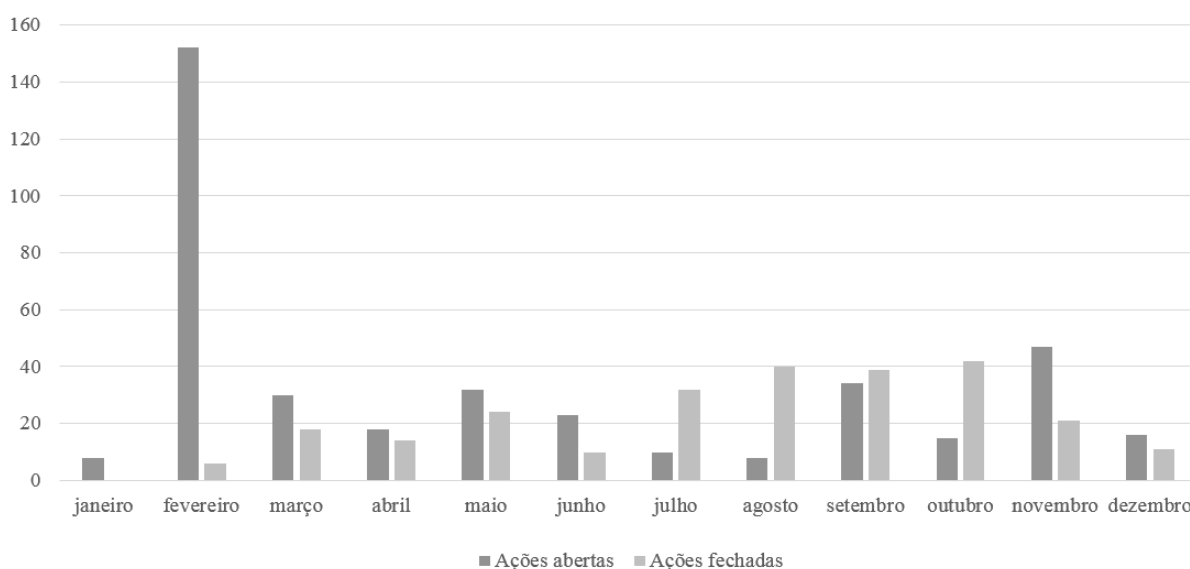


Figura 15 - Número de ações abertas e fechadas por mês

Pela observação da Figura 15, pode verificar-se que existe sazonalidade na abertura das ações de melhoria. Este fator poderá ser relevante para o atraso no seu cumprimento. Em média, no ano analisado, o tempo para o fecho de uma ação foi de ~16 semanas.

3.2 Caso de estudo do setor de embalagem da Empresa B

3.2.1 Descrição da unidade fabril

A área de embalagem da Empresa B é responsável pelo enchimento de adoçante, em pacotes de plástico ou de papel com diferentes capacidades, desde 5 gramas a 1 tonelada. Cada uma das diferentes linhas de enchimento é constituída por uma máquina de enchimento, responsável pelo processo propriamente dito, uma balança, que assegura a conformidade do peso dos pacotes, um detetor de metais, que avalia a segurança do produto em termos de impurezas metálicas e, na maioria dos casos, uma paletizadora. As linhas de saquetas são manuais e representam uma exceção à organização descrita. A distinção das linhas é feita de acordo com o tipo de adoçante a embalar e capacidade dos pacotes. No final de cada linha, após a paletização, existe uma leitura do código de barras de cada lote através de uma pistola. Esta leitura origina um registo num ERP que contém informação sobre o produto, data e quantidade do lote em questão. As 10 linhas de embalagem da unidade fabril são descritas na Tabela 12.

Tabela 12 - Linhas da unidade de embalagem da Empresa B

Linha	Máquina de enchimento	Detetor Metais	Balança
1	Máquina L	Fornecedor 1	Fornecedor 1
2	Máquina JJ	Fornecedor 2	Fornecedor 2
3	Máquina M	Fornecedor 3	Fornecedor 3
4	Máquina M	Fornecedor 4	Fornecedor 1
5	Máquina M	Fornecedor 2	Fornecedor 2
6	Máquina S	Fornecedor 2	Máquina S
7	Máquina B	Fornecedor 1	Máquina B
8	Máquina JJ	Fornecedor 5	Fornecedor 2
9	Silo industrial	-	-
10	Manual	-	-

As marcas dos equipamentos são mantidas anónimas por questões relacionadas com a confidencialidade da empresa.

Nas linhas 9 e 10, a informação referente à balança e detetor de metais não foi disponibilizada, sendo que, tratando-se de processos manuais, a informação acrescentada por esses dispositivos seria mínima. Na Linha 9, existe uma pistola de leitura para registo no ERP, cada palete da Linha 9 contém apenas um saco (1 ton). Na Linha 10 o registo de informação é totalmente manual.

A unidade fabril está representada no esquema apresentado na Figura 16. O esquema da organização das linhas é apenas ilustrativo, sendo que não está à escala nem espelha toda a realidade desta unidade fabril.

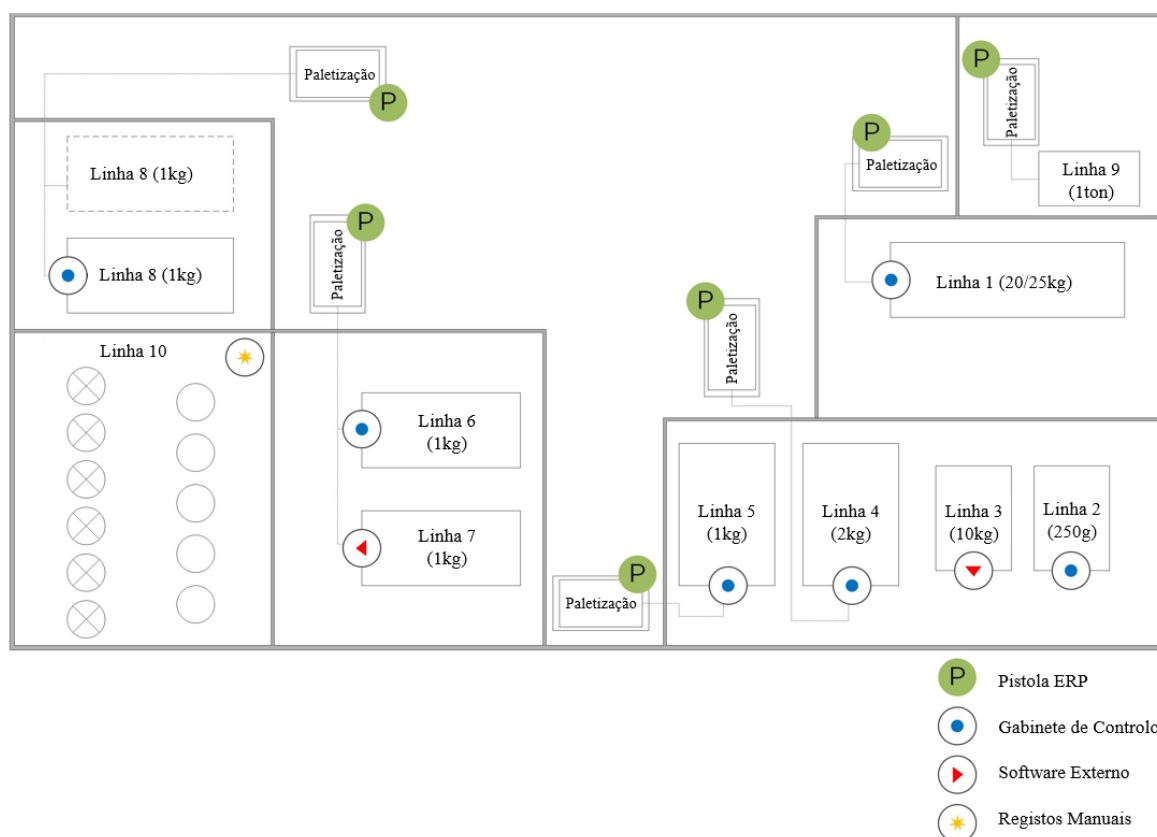


Figura 16 - Layout fabril da área de embalagem da Empresa B

3.2.2 Descrição das perdas operacionais

As perdas operacionais nas linhas da área de embalagem da Empresa B podem ser divididas nas parcelas enunciadas na Tabela 13.

Tabela 13 - Descrição das perdas operacionais nas linhas

	Denominação	Descrição
1	Perdas de disponibilidade	Falhas e avarias, setup, faltas de material
2	Perdas não determinadas	Outras perdas não discriminadas

As perdas não determinadas englobam as perdas de desempenho, devidas a pequenas paragens e alterações da cadência, as perdas de qualidade, devidas à produção de unidades não conformes, e as perdas devidas às atividades de manutenção preventiva.

A percentagem de tempo efetivo de produção, que avalia o desempenho das linhas, é calculada segundo a fórmula (3.5).

$$T = (\text{nº de unidades produzidas}) / (\text{nº unidades possíveis}) \quad (3.5)$$

Onde:

T, é o tempo efetivo de produção (percentagem)

O número de unidades possíveis é calculado a partir da cadência teórica de produção e do número de horas de trabalho. A cadência teórica é conhecida para cada uma das linhas. O número de unidades produzidas é registado em cada turno num ficheiro Excel, onde também é calculado o tempo efetivo de produção e são registadas as paragens não planeadas.

A partir da análise dos ficheiros Excel, calculou-se, em termos percentuais, a ocupação do tempo produtivo. Estes valores são apresentados na Tabela 14. A análise foi feita para todas as linhas num período de 2 meses. O peso de cada linha para a média de perdas das diferentes parcelas foi calculado tendo em consideração o tempo que produz (média ponderada). O peso de cada mês foi calculado segundo o mesmo raciocínio.

Tabela 14 - Distribuição percentual da ocupação das linhas

Tempo de produção efetivo	36,1%
Perdas de disponibilidade	34,2%
Perdas não determinadas	29,7%

O gráfico presente na Figura 17 representa a distribuição média do tempo de produção que é despendido devido às diferentes perdas, para o período em análise.

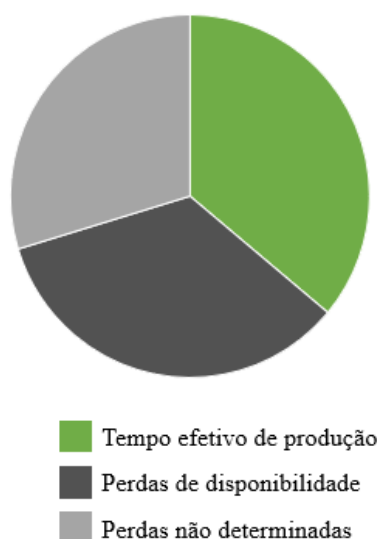


Figura 17 – Distribuição média dos tempos de produção

3.2.3 Fluxo de informação atual

Com base na representação esquemática da unidade fabril apresentada na Figura 16, consideram-se quatro tipos de fontes de informação:

- Pistolas de registo ERP – Pistolas que se encontram no final da paletização dos produtos. A codificação das paletes, que contém dados sobre o tipo de produto, quantidade e data, é lida com o auxílio das pistolas e os dados são registados no ERP;
- Gabinete de controlo - A área de embalagem possui um gabinete de controlo que tem acesso às bases de dados de algumas máquinas. As máquinas com ligação ao gabinete de controlo são as balanças e detetores de metais dos fornecedores 1 e 2, através dos respetivos softwares;
- Softwares externos – Conjunto de máquinas que não estão ligadas ao gabinete de controlo. Nestas máquinas, os dados são extraídos diretamente do software das mesmas, não existindo uma centralização da informação no gabinete de controlo. Dentro deste grupo de máquinas, destacam-se as máquinas de enchimento B e S e a balança e detetor de metais do Fornecedor 3.
- Registos manuais - Registos manuais em papel e no software Microsoft Office Excel.

Além da informação originária do fluxo produtivo, existe informação sobre as picagens de turno (entradas e saídas) dos colaboradores, também registadas no ERP.

As linhas 6 e 7 incorporam máquinas de enchimento com balança integrada e disponibilizam uma base de dados com informação própria. Em todas as outras linhas, exceto as linhas 9 e 10, em que o fluxo de informação é manual, a informação disponível provém das máquinas ligadas ao gabinete de controlo ou das balanças do Fornecedor 3, com informação externa ao gabinete de controlo.

As fontes de informação contempladas para cada linha de embalagem estão resumidas na Tabela 15. As linhas 9 e 10 não são incluídas na análise, devido às lacunas informacionais já referidas. Todas as linhas possuem registos manuais.

Tabela 15 - Resumo das fontes de informação das linhas de embalagem

Linha	Fonte de Informação	Pistolas de registo ERP
1	Gabinete de controlo	Sim
2	Gabinete de controlo	Não
3	Software externo	Não
4	Gabinete de controlo	Sim
5	Gabinete de controlo	Sim
6	Software externo	Sim
7	Software externo	Sim
8	Gabinete de controlo	Sim

O processo de tratamento de informação existente não aproveita a informação proveniente dos softwares externos presentes nas máquinas e não existe uma integração efetiva de fontes de informação complementares. O fluxograma atual do processo de aquisição de informação é esquematizado na Figura 18.

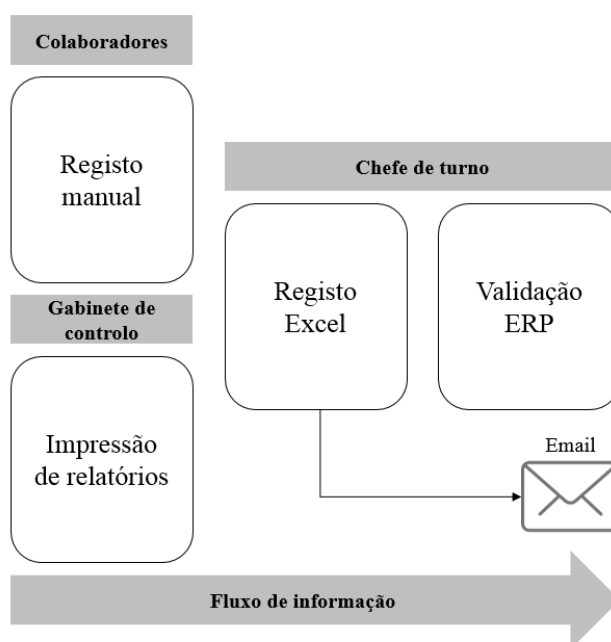


Figura 18 - Fluxo de informação atual

Com base na Figura 18, explica-se o fluxo de informação atual de uma forma mais detalhada. Em cada turno e para cada linha, o colaborador responsável encarrega-se de preencher um

formulário com a informação sobre a produção desse turno. Na Figura 19 apresenta-se a estrutura de um dos formulários de preenchimento manual.

O formulário é dividido em várias seções:

- CONTROLO DE PRODUÇÃO**:

PRODUTO	HORAS		PRODUÇÃO (kg)	REJEIÇÃO POR MOTIVO	
	INÍCIO	FIM		PESO (kg)	QUALIDADE (kg)
Pó 250 gza. MÁQUINA	7:30	15:30	2524 Paquetes		
- PARAGENS DA MÁQUINA**:

CÓDIGO DE PARAGEM	TEMPOS
(1) Aftinação da máquina	
(2) Limpeza	
(3) Avaria mecânica / elétrica	
(4) Manutenção programada	
(5) Falta de energia	
(6) Falta de pessoal	
(7) Falta de açúcar	
(8) Substituição da bobina	
(9) Ensaio do material de embalagem	
(10) Avaria na agrupadora	
(11) Avaria na paleteizadora	
(12) Avaria no sistema Box	
(13) Avaria nos tapetes transportadores	
(14) Outros (*)	
(15) Indicação hierárquica	4 min 2.30
- Tempo total aproximado de pequenas paragens**:

(*) Se identificou o código (14) Outros, descrever o motivo da paragem.
- A MÁQUINA PAROU DURANTE A REFEIÇÃO?**:

SIM ☒ NÃO ☐
- MATERIAL RISCO**:

Estado dos vidros e acrílicos do equipamento: Intacto ☒ Danificado ☐

Em caso de algum dos vidros / acrílicos estar danificado, avisar de imediato o superior hierárquico.
- OBSERVAÇÕES**:

Área para anotações adicionais.

Figura 19 - Exemplo de relatório manual de turno

Os relatórios de preenchimento manual contêm informação sobre o tempo efetivo de produção, a quantidade produzida e as paragens da linha. A informação sobre as paragens inclui o tempo de paragem e a causa das mesmas.

Para as linhas que incorporam máquinas com ligação ao gabinete de controlo, imprime-se um relatório de produção, à semelhança do representado na Figura 20. Estes relatórios são gerados pelos softwares das balanças dos fornecedores 1 e 2. Os relatórios do gabinete de controlo incluem informação já contemplada nos formulários de preenchimento manual, como a quantidade produzida e o tempo de produção. Além de informação sobre a produção, estes relatórios integram informação da área da qualidade, como o número de rejeições e a média e desvio padrão do peso das embalagens.

LISTA DE PRODUÇÃO

DATA: _____ TURNO: _____
 LINHA: _____ FORMATO: 00000001
 LOTE: _____
 OPERÁRIO: 00000002

DADOS FIXOS

PESO LÍQUIDO	1003	TARA EMBALAGEM	5
TOLERÂNCIA T+2	30	TOLERÂNCIA T-2	20
TOLERÂNCIA T+1	15	TOLERÂNCIA T-1	15
DISTÂNCIA (mm)	110	CADÊNCIA(e/min)	88
LEGISLAÇÃO	1	ARQUIVO	T

DADOS ACUMULADOS

Níveis	Unidades	Porcentagem	Quilos (líquido)
Rejeitar (T+2)	0	0,00	0,00
Corretos (T+2)	0	0,00	0,00
Corretos (T+2)	21	0,52	21,00
Corretos (>5)	4337	99,38	4.037,00
Corretos (T-1)	1	0,02	1,00
Rejeitar (T-1)	0	0,00	0,00
Rejeitar (T-2)	0	0,00	0,00
Total (Corretos)	4059	99,93	4.059,00
Total (Correios)	0	0,00	0,00
Rejeição total (DM)	3	0,07	
Total Absoluto	4062	100,00	4.059,00
Peso Médio (Correta)	1.000,61		
Des.Padr. (Correta)	5,30	TEMPO GASTO (TT)	324

PARÂMETROS

Figura 20 - Relatório obtido no gabinete de controlo

No final de cada turno, o chefe de turno preenche uma folha Excel com base nos registos manuais e relatórios do gabinete de controlo (ver Figura 21). A produção da área de embalagem é contínua e está dividida em 3 turnos com a duração de 8 horas. Este preenchimento por parte do chefe de turno respeita os seguintes passos:

- Reunião da informação de todas as linhas e preenchimento do formulário. A compatibilidade da informação das duas fontes tem que ser avaliada pelo chefe de turno;
- Validação do preenchimento por comparação com dados registados no software ERP;
- Envio de um email para os responsáveis de produção com a informação produzida em Excel.

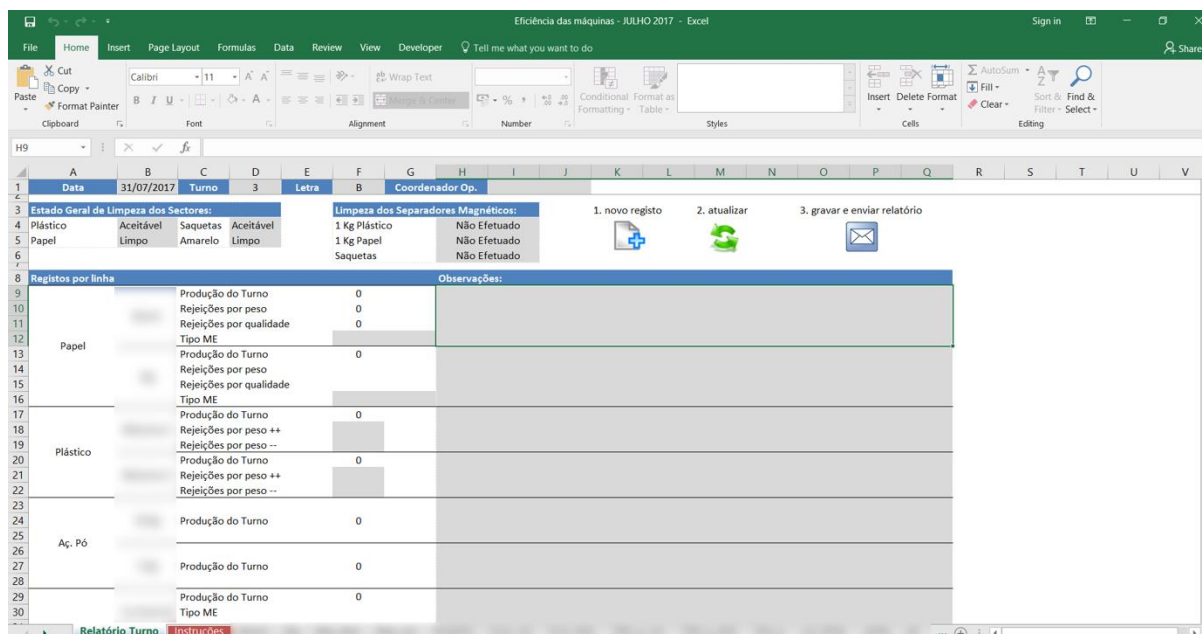


Figura 21 - Exemplo do ficheiro Excel a preencher pelo chefe de turno

Depois da análise descritiva do processo de tratamento de informação vigente, identificam-se os seguintes inconvenientes:

- O processo não inclui todas as fontes de informação – A utilização da informação contida nas máquinas com software externo não está prevista no fluxo de informação atual;
- A integração entre fontes de informação é tardia – Só no final do turno é que se verifica a compatibilidade entre a informação dos formulários de preenchimento manual, a informação proveniente dos relatórios gerados pelo gabinete de controlo e os dados de registo no ERP. Como consequência, a reação a desvios é tardia e adota-se uma postura reativa;
- A qualidade da informação está dependente do chefe de turno – É o chefe de turno que tem a responsabilidade de validar e integrar os dados que têm origem das diferentes fontes de informação.

Além das limitações referidas, segundo os responsáveis da produção, existem outros problemas inerentes ao fluxo de informação atual. A transição entre turnos é demasiado demorada, com uma duração de cerca de 1 hora, é difícil manter um histórico de paragens das linhas e existe dificuldade no cálculo correto de indicadores.

3.3 Pontos em comum entre os casos de estudo

Os casos de estudo da fábrica Empresa A e da área de embalagem da Empresa B apresentam as seguintes problemáticas em comum:

Falta de visibilidade sobre a produção – No caso da fábrica Empresa A, existe um MES no chão de fábrica que permite conhecer o tempo efetivo de produção em tempo real, no entanto, os dados provenientes dos registos manuais precisam de tratamento póstumo, não existindo uma visibilidade completa sobre o processo em tempo real. No caso da área de embalagem da Empresa B, os registos manuais e relatórios das balanças só são verificados no final de cada turno;

Disponibilidade das máquinas – Devido à falta de visibilidade sobre o processo produtivo, entre outras causas, as linhas apresentadas para os dois casos de estudo demonstram

problemas relacionados com a disponibilidade das máquinas. Em termos percentuais e nos períodos de tempo analisados, as perdas relacionadas com a disponibilidade são sintetizadas na Tabela 16;

Tabela 16 - Perdas relacionadas com a disponibilidade para os casos de estudo

	Empresa A	Empresa B
Perdas de disponibilidade	25,6%	34,2%

Descentralização da informação – Para ambos os casos existem problemas na integração de fontes de dados distintas. As diferentes fontes de dados utilizadas e o número de sistemas independentes, sem contar com os registos manuais, são apresentados na Tabela 17, para os dois casos de estudo;

Tabela 17 - Diferentes fontes de dados e número de sistemas de independentes para os casos de estudo

	Empresa A	Empresa B
Fontes de dados	• MES; • ERP; • Sistemas de informação dos departamentos; • Registos manuais.	• ERP; • Software das máquinas de enchimento e balanças; • Registos manuais.
Nº de sistemas de informação	5	6

Dificuldade e tempo despendido no cálculo de indicadores – Devido à descentralização e falta de organização dos dados disponíveis, existe dificuldade no cálculo fiável dos indicadores. O tempo gasto para o cálculo dos mesmos também é elevado. A Empresa A emprega 16,85 horas para o cálculo dos seus indicadores todos os meses. A Empresa B ocupa cerca de 1 hora na transição de turno, que inclui o preenchimento do relatório Excel com o cálculo dos indicadores, e apresenta alguma dificuldade no cálculo fiável das métricas utilizadas.

Para além dos problemas em comum referidos, a fabrica da Empresa A mostra dificuldade na gestão de ações e projetos de melhoria contínua, no âmbito do programa Linear. A Empresa B não possui nenhuma iniciativa relacionada com a melhoria contínua.

A matriz da Tabela 18 resume as áreas em que se verificam problemas para os dois casos de estudo.

Tabela 18 - Problemas verificados para os casos de estudo

Problemas verificados	Empresa A	Empresa B
Visibilidade sobre a produção	X	X
Disponibilidade das máquinas	X	X
Descentralização da informação	X	X
Cálculo de indicadores	X	X
Gestão de projetos de melhoria		X

3.4 Dificuldades na implementação de uma plataforma integrada de gestão operacional

O principal obstáculo na implementação de uma plataforma integrada de gestão operacional é a disponibilização dos dados por parte dos fornecedores das máquinas e sistemas de informação que se pretendem centralizar. Além de moroso, o processo de negociação com os fornecedores pode acarretar custos extraordinários na fase de implementação da plataforma. Os fluxos de informação idealizados e os modelos de extração de dados projetados podem ser postos em causa, devido à falta de colaboração dos fornecedores. Por exemplo, uma base de dados de uma máquina que esteja encriptada obriga a um processo de negociação com o fornecedor. O insucesso nessa fase de negociação pode levar à necessidade de um mecanismo de extração de dados alternativo, com base em sensores e outros sistemas de medição. A instalação de sensores desencadeia um aumento dos custos associados à implementação que pode pôr em causa o projeto.

4 Solução proposta para os casos de estudo

Neste capítulo apresenta-se a solução proposta para os problemas descritos nos casos de estudo do capítulo anterior, o caso da fábrica da Empresa A e o caso da área de embalagem da Empresa B. A solução aplicada em ambos é uma plataforma integrada de gestão operacional, com capacidade de centralização de dados, cálculo de indicadores em tempo real e gestão de ações e projetos de melhoria. Uma das ambições da plataforma é transformar os recursos fabris, máquinas de produção e sistemas de informação, num CPS. Os diferentes elementos do CPS enquadram-se na plataforma integrada de gestão operacional da seguinte forma:

- Aquisição e processamento de dados – A plataforma integrada de gestão operacional é capaz de recolher dados de diferentes fontes e processá-los em tempo real com o auxílio de tecnologias *Big Data*. Com a integração dos recursos, a plataforma torna-se numa aplicação industrial IoT. Após o processamento e tratamento dos dados a plataforma retorna informação sobre os indicadores de gestão;
- Comunicação entre máquinas – Pela centralização dos dados de diferentes fontes, a plataforma integrada de gestão operacional torna-se num meio de comunicação entre máquinas. A plataforma reúne dados de diferentes níveis de informação, desde equipamentos fabris, a sistemas de gestão, como ERP e MES, promovendo a integração horizontal e vertical das máquinas. Por exemplo, nos casos de estudo apresentados, a centralização dos dados das máquinas produtivas e dos sistemas de gestão, ERP e MES, permite que haja uma interação das diferentes máquinas na constituição de novas fontes de informação;
- Interação operador-máquina – Os operadores passam a dispor da plataforma integrada de gestão operacional através de computadores pessoais e dispositivos móveis (*tablets*, telemóveis e outros). Com a disponibilização de informação sobre as linhas em tempo real, o operador dispõe de uma melhor capacidade de supervisão e reação. Esta visão transversal sobre os dados dos equipamentos torna o utilizador da plataforma num operador aumentado. Por exemplo, a plataforma integrada pode detetar desvios em relação à produção planeada em tempo real. O operador dispõe dessa informação e pode reagir e fazer os ajustes necessários de uma forma mais imediata.

A solução proposta tenta seguir o processo previsto pelo modelo CRISP-DM para a aquisição de dados:

- Conhecer o negócio – A primeira etapa do modelo foi abordada no Capítulo 3 com a apresentação dos processos produtivos para os dois casos de estudo abordados;
- Compreender os dados – Esta segunda etapa foi tratada no Capítulo 3, onde foram definidos os fluxos que dão origem à obtenção de dados produtivos e ao cálculo de indicadores;
- Preparar os dados – Após a compreensão dos dados e das diferentes fontes, neste capítulo, redefinem-se as estruturas de aquisição de dados para os dois casos de

estudo. Os novos fluxos de informação são projetados tendo em conta a aplicação de uma plataforma integrada de gestão operacional;

- Criar um modelo – O modelo a aplicar na aquisição de dados é definido pelo novo fluxo de informação que se pretende implementar. Além de definir o fluxo de informação, são apresentados os indicadores de gestão calculados pela plataforma;
- Avaliar o projeto – A avaliação do projeto é feita com base em estimativas. Os impactos possíveis da implementação da plataforma são apresentados para duas áreas, as perdas operacionais e a gestão de projetos de melhoria;
- Implementar o projeto – A última etapa do modelo CRISP-DM não é abordada no âmbito desta dissertação.

4.1 Caso de estudo da fábrica da Empresa A

4.1.1 Novo fluxo de informação

Com base no levantamento, os sistemas de informação que se pretendem integrar na plataforma de gestão operacional a implementar são os necessários para a construção do *scorecard* utilizado no controlo de todas as áreas funcionais da fábrica:

1. ERP – O ERP utilizado pela Empresa A disponibiliza os dados na base da construção de alguns dos indicadores do *scorecard*. Entre os departamentos que necessitam da extração de dados do ERP para o cálculo dos seus indicadores apresentam-se o departamento Financeiro e os departamentos de Logística interna e externa;
2. MES – O MES extrai informação diretamente das linhas de produção e é uma fonte de dados essencial para a construção dos indicadores dos departamentos de Produção e Logística interna. Todo o planeamento de produção e atualização do mesmo está dependente da informação proveniente do MES;
3. Sistemas de informação próprios – Além dos sistemas ERP e MES, que são utilizados de uma forma transversal por diferentes departamentos de gestão, existem outros sistemas de informação que são utilizados pelos departamentos de uma forma isolada. O departamento de Qualidade, Segurança e Ambiente manipula 2 sistemas de informação distintos. Os departamentos de Engenharia e Investigação e Desenvolvimento possuem um sistema de informação próprio cada um.

Os sistemas de informação a centralizar pela plataforma integrada de gestão operacional estão resumidos na Tabela 19.

Tabela 19 - Sistemas de informação a integrar por departamento

Departamentos	Sistemas de informação
Produção	MES
Logística interna	ERP, MES
Logística externa	ERP
Qualidade, Segurança e Ambiente	Sistema próprio
Engenharia	Sistema próprio
Investigação e Desenvolvimento (I&D)	Sistema próprio
Financeiro	ERP

Além dos sistemas de informação, existem registos manuais que complementam os dados provenientes dos sistemas. Uma plataforma integrada de gestão não oferece a possibilidade de centralização dos registos manuais de uma forma automática. Para que estes registos sejam tratados na construção dos indicadores é necessário que sejam inseridos manualmente na plataforma.

Atendendo à nova estrutura de aquisição de dados, pode descrever-se o novo fluxo de informação proporcionado pela solução de gestão integrada. O esquema do novo fluxo de informação é apresentado na Figura 22.

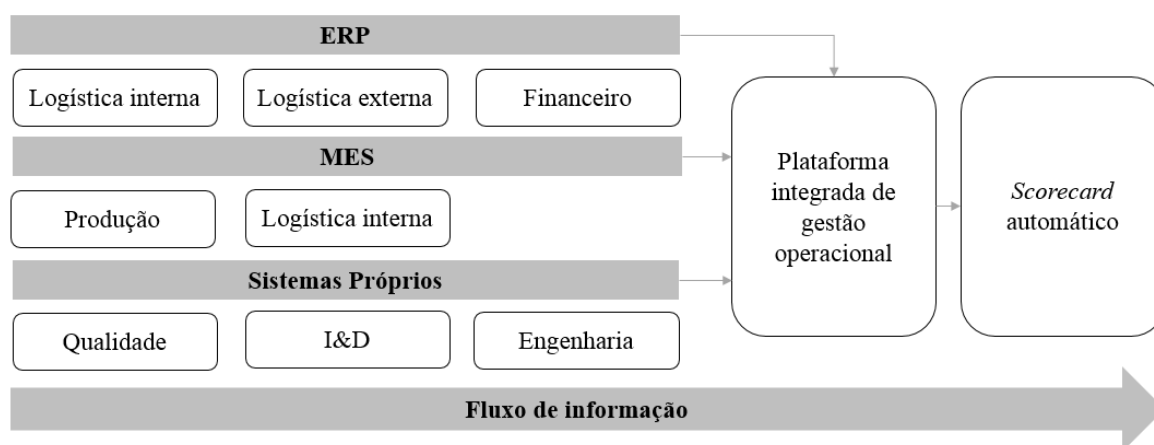


Figura 22 - Fluxo de informação após a centralização das fontes de dados

4.1.2 Indicadores calculados

Com a integração das fontes de informação torna-se possível calcular os 68 indicadores referência para os diferentes departamentos em tempo real (ver Tabela 20). Entenda-se por cálculo em tempo real o cálculo imediato após a disponibilidade dos dados na fonte respetiva. Os 16 indicadores do departamento de Recursos humanos não são inseridos nesta análise porque os sistemas de informação na origem dos seus dados não foram apurados no levantamento.

Tabela 20 - Número de indicadores disponíveis na plataforma por departamento

Departamentos	Nº de indicadores
Produção	13
Logística interna	8
Logística externa	7
Qualidade, Segurança e Ambiente	19
Engenharia	6
Investigação e Desenvolvimento	4
Financeiro	11
Total	68

Os tempos despendidos por cada um dos departamentos no preenchimento do *scorecard* são conhecidos e foram apresentados na Tabela 11 do Capítulo 3. Sabe-se que por mês o conjunto de departamentos gasta cerca de 16,85 horas, o que culmina no gasto de 202,2 horas anuais. Se o preenchimento destes indicadores fosse diário, o tempo gasto anualmente seria 16,85 horas x 250 dias = 4212,5 horas/ano, considerando apenas os dias úteis. Na Tabela 21

relaciona-se este gasto de tempo com o número de colaboradores necessários para o preenchimento do *scorecard*. Mais uma vez, considerando o número de dias úteis, cada colaborador trabalha 8 horas x 250 dias = 2000 horas/ano.

Tabela 21 - Número de colaboradores necessários para o preenchimento do *scorecard*

Periodicidade do preenchimento	Tempo gasto (horas)	Nº de colaboradores
Mensal	202,2	0,1
Diária	4212,5	2,1

Para que a monitorização do *scorecard* fosse diária seriam necessários 2,1 colaboradores dedicados em exclusivo a essa tarefa. Com a aplicação de uma plataforma integrada de gestão, com capacidade de captação dos dados em tempo real, o tempo e esforço para essa monitorização são nulos.

4.2 Caso de estudo do setor de embalagem da Empresa B

4.2.1 Novo fluxo de informação

Com base no levantamento das fontes de informação do processo de embalagem da Empresa B, apresenta-se uma proposta para o enquadramento de uma plataforma integrada de gestão operacional. A plataforma recolhe os dados necessários através das seguintes fontes:

1. ERP – O ERP é a fonte de informação utilizada para extrair a quantidade de produto paletizado no final de todas as linhas de embalagem que dispõem de uma pistola de registo. O ERP também contém a informação sobre as picagens de ponto dos colaboradores;
2. Balanças do Fornecedor 1 – As máquinas do Fornecedor 1 fornecem informação produtiva das linhas em que estão inseridas, com base nas pesagens, através do software que dispõem;
3. Balanças do Fornecedor 2 – As máquinas do Fornecedor 2 fornecem informação produtiva das linhas em que estão inseridas, com base nas pesagens, através do software que dispõem;
4. Balança do Fornecedor 3 – A máquina do Fornecedor 3 disponibiliza informação produtiva da linha 3 em que está inserida, com base nas pesagens;
5. Máquina de enchimento B – A máquina de enchimento B contém informação sobre a produção da linha respetiva;
6. Máquina de enchimento S – A máquina de enchimento S contém informação sobre a produção da linha respetiva.

As fontes de informação da solução integrada para cada uma das 8 linhas que se pretende integrar estão resumidas na Tabela 22.

Tabela 22 - Fontes de informação da plataforma integrada

Linha	Fontes de Informação da plataforma integrada
1	Balança Fornecedor 1 + ERP
2	Balança Fornecedor 2
3	Balança Fornecedor 3
4	Balança Fornecedor 1 + ERP
5	Balança Fornecedor 2 + ERP
6	Máquina de enchimento B + ERP
7	Máquina de enchimento S + ERP
8	Balança Fornecedor 2 + ERP

A estrutura de aquisição de dados no chão de fábrica, que não inclui a integração com o ERP, obedece ao esquema presente na Figura 23. Relembra-se que as máquinas de enchimento B e S têm balança integrada.

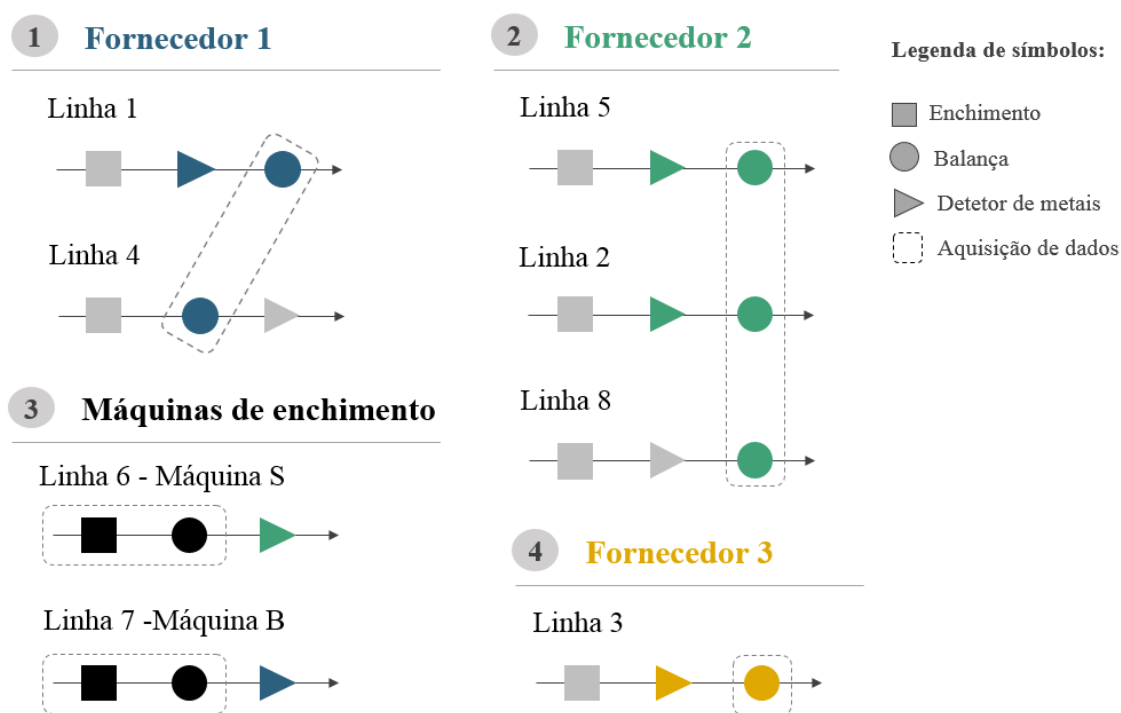


Figura 23 - Estrutura de aquisição de dados da plataforma integrada de gestão

Atendendo à nova estrutura de aquisição de dados, pode descrever-se o novo fluxo de informação proporcionado pela solução integrada. A plataforma pretende agregar numa única ferramenta a informação proveniente dos equipamentos fabris: as 2 máquinas de enchimento (Máquina B e Máquina S) e os 3 sistemas de balanças (Fornecedor 1, Fornecedor 2 e Fornecedor 3); e da atividade de paletização e picagem de turno, através dos registos no ERP. Mediante os dados recebidos, o motor da plataforma organiza o volume de dados segundo uma estrutura que facilite o cálculo dos indicadores pretendidos. O esquema do novo fluxo de informação é apresentado na Figura 24.

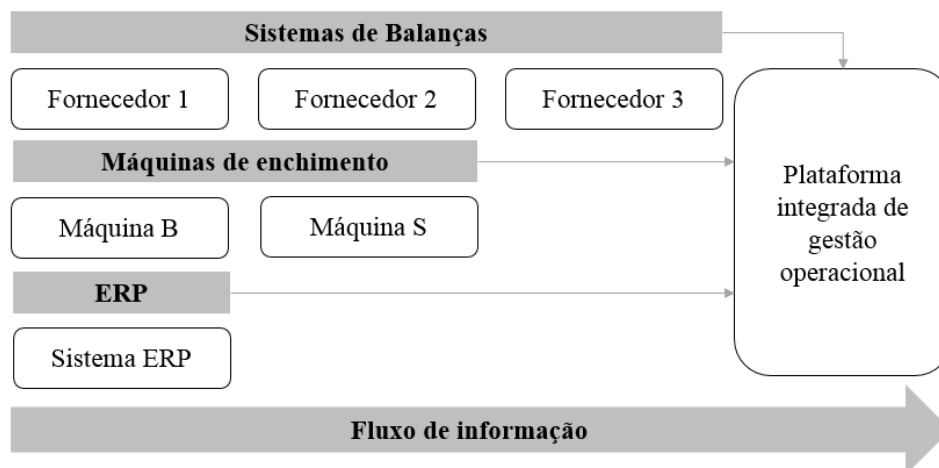


Figura 24 - Novo fluxo de informação após a centralização das fontes de dados

4.2.2 Indicadores calculados

A partir da informação recolhida das diferentes fontes de informação, uma plataforma integrada de gestão é capaz de calcular os seguintes indicadores:

Quantidade produzida – A quantidade produzida é obtida pela informação recebida pelos sistemas das balanças integrantes do fluxo de informação (Fornecedor 1, Fornecedor 2 e Fornecedor 3) e das máquinas de enchimento (Máquina B e Máquina S). A quantidade produzida é apresentada quer em termos de unidades, cada vez que um saco é pesado é contada 1 unidade, quer em termos de peso. A quantidade produzida é calculada para cada linha.

Tempo de produção – O tempo de produção é contado a partir das picagens de turno (entradas e saídas) por parte dos colaboradores no ERP. Em cada turno, para a unidade fabril é contabilizado o tempo desde a picagem de entrada até à picagem de saída. Considera-se que o tempo de produção de cada linha é igual ao tempo de produção da fábrica sempre que a linha estiver ativa num determinado turno. O tempo de produção das máquinas pode ser calculado através dos registos presentes nas mesmas, estes registos possibilitam uma aproximação menos grosseira para o tempo de produção.

Cadência – a cadência de produção é calculada a partir dos indicadores quantidade produzida e tempo de produção (4.1):

$$\text{Cadência} = \text{Quantidade produzida} / \text{Tempo de produção} \quad (4.1)$$

Número de paragens – Sempre que uma das máquinas de enchimento ou balanças estiver inativa durante um determinado período de tempo, por exemplo 10 minutos, é contada uma paragem.

Tempo de paragem – Sendo que se considera uma paragem sempre que existe um determinado período de inatividade, o tempo de paragem é igual à soma do tempo que decorre desde que se deteta essa paragem até uma nova pesagem, ou enchimento, e do tempo correspondente ao período definido para detetar a inatividade.

Quantidade rejeitada – A quantidade rejeitada é dada pelos sistemas das balanças e máquinas de enchimento, que também têm balança integrada.

Qualidade – A qualidade é calculada segundo a definição da equação (2.5), com base nos indicadores quantidade rejeitada e quantidade produzida.

Desempenho – À semelhança do indicador qualidade, o desempenho é calculado segundo a definição da equação (2.4).

OEE – O OEE é o indicador com maior relevo para os responsáveis de produção da unidade de embalagem da Empresa B. O cálculo do OEE segundo o fluxo de informação anterior é substituído pelo cálculo do OEE segundo a definição da equação (2.1). Para calcular o OEE é necessário incluir os registos manuais de produção na plataforma integrada de gestão.

Disponibilidade – A disponibilidade pode ser computada pela manipulação matemática da equação (2.2) segundo a equação (4.2), sendo a disponibilidade o único indicador em falta na construção do OEE:

$$A = \text{OEE} / (Q \times P) \quad (4.2)$$

Onde:

A, é a disponibilidade

P, é a desempenho

Q, é a qualidade

4.3 Impacto nas perdas operacionais

Com a centralização da informação dos departamentos de Produção e Logística interna, proveniente do MES, para o caso da Empresa A, e das máquinas de enchimento e balanças, para o caso da Empresa B, é possível ter uma visibilidade maior sobre as linhas de produção.

Tudo isto tem um impacto direto nas perdas de disponibilidade das linhas das unidades fabris. Sendo possível reduzir as perdas de disponibilidade é possível aumentar o tempo efetivo de produção.

No caso da fábrica da Empresa A, o valor das diferentes parcelas que contribuem para as perdas de disponibilidade é conhecido (ver Tabela 8). Uma maior visibilidade sobre a produção pode afetar essas perdas da seguinte forma:

- Perdas relativas a falhas e avarias – Com uma visibilidade acrescida sobre as máquinas é possível reagir mais rápido em caso de avaria, diminuindo o tempo de reparação. Tendo um sistema integrado de informação também é possível ter um histórico de avarias em atualização permanente, que possibilite um ajuste das políticas de manutenção preventiva. Uma melhor política de manutenção pode levar a uma diminuição no número de falhas e avarias das máquinas, favorecendo a disponibilidade. A política de manutenção tem um impacto direto nos custos, segundo Mobley (2004), na indústria alimentar a manutenção representa, em média, 15% do custo dos bens de consumo produzidos;
- Perdas relativas a *Setups* – Uma maior visibilidade sobre os dados produtivos não deverá ter um impacto significativo nas perdas devido a *setups*.
- Perdas relativas a faltas de material – Com a monitorização dos recursos fabris em tempo real é possível antecipar e evitar as perdas devidas a faltas de material, reduzindo diretamente as perdas de disponibilidade.

Para entender a influência da disponibilidade na fábrica da Empresa A, foi feito um estudo diário da quantidade de horas com necessidade de colaboração nas linhas da fábrica. O número de colaboradores necessários para produzir depende da linha e do produto que é produzido. Com auxílio da Tabela 23, explica-se o procedimento de cálculo para a quantidade de horas diárias de colaboração.

Tabela 23 - Exemplo do procedimento de cálculo para o número de horas diária de colaboração

Dia 1				
Linha	Produto	Horas de produção	Nº de colaboradores necessário	Horas de colaboração
10	A	4	3	$4 \times 3 = 12$
20	B	8	2	$8 \times 2 = 16$
21	C	5	2	$5 \times 2 = 10$
Total de horas de colaboração do Dia 1				$12 + 16 + 10 = 38$

Com suporte neste raciocínio, calculou-se o número máximo de horas de colaboração num dia para os 12 meses do ano em análise. Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 24.

Tabela 24 - Número máximo de horas diárias de colaboração por mês

Mês	Nº máximo de horas diárias de colaboração
Janeiro	206
Fevereiro	244
Março	172
Abril	192
Maio	232
Junho	232
Julho	208
Agosto	224
Setembro	250,5
Outubro	336
Novembro	301
Dezembro	332

Da análise da Tabela 24 conclui-se que o dia com necessidade de mais horas de colaboração ocorreu no mês de outubro, com 336 horas. A partir deste número, estimou-se o impacto que uma redução nas perdas de disponibilidade pode ter no número de colaboradores. Considerou-se que cada colaborador trabalha 8 horas diárias, as horas extra não são tidas em consideração. Assumiu-se que o abatimento das perdas de disponibilidade se reflete diretamente no tempo de produção efetivo. As poupanças arbitradas para as perdas de disponibilidade nos dois cenários simulados são as seguintes:

- Cenário 1: Poupança de 5,2% nas perdas de disponibilidade. Um sexto das perdas relativas a falhas e avarias dos equipamentos (2,5%) e a totalidade das perdas relativas a faltas de material (2,7%);
- Cenário 2: Poupança de 7,6% nas perdas de disponibilidade. Um terço das perdas relativas a falhas e avarias dos equipamentos (4,9%) e a totalidade das perdas relativas a faltas de material.

Relembrando a distribuição percentual dos tempos produtivos presente na Tabela 7, apresenta-se a Tabela 25.

Tabela 25 - Impacto das perdas de disponibilidade na mão-de-obra para o caso de estudo da Empresa A

	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2
Nº de horas de colaboração	336	305,7	293,5
Nº de colaboradores	42	39	37
Tempo de produção efetivo (%)	52,4	57,6	60
Perdas de disponibilidade (%)	25,6	20,4	18
Tempo de produção efetivo (horas)	176,1	176,1	176,1
Poupança nas perdas de disponibilidade (%)	–	5,2	7,6
Poupança no nº colaboradores	–	3	5

Examinando a Tabela 25, percebe-se a influência das perdas de disponibilidade nas necessidades de mão-de-obra. O tempo efetivo de produção em horas foi mantido num valor constante, de modo a manter o número de unidades produzidas. Como as perdas de disponibilidade diminuem, o valor percentual de tempo efetivo de produção aumenta, sendo necessárias menos horas de colaboração para a obtenção do mesmo tempo de produção efetivo em horas. Com isto é possível diminuir a mão-de-obra, bem como os gastos associados á mesma.

No caso da área de embalagem da Empresa B, o impacto das perdas de disponibilidade foi estimado para um turno de 8 horas. O número médio de colaboradores por linha é de 2 para as 8 linhas que se propôs integrar na plataforma de gestão. A quantidade de horas com necessidade de colaboração para cada uma das linhas foi calculada assumindo que cada colaborador trabalha 8 horas. No caso de estudo, o número de horas de colaboração para cada linha é $8 \times 2 = 16$ horas. Num turno em que as 8 linhas estejam em funcionamento, a necessidade total de colaboração é de $16 \times 8 = 128$ horas. A partir deste número, que maximiza o número de horas de colaboração, avaliou-se o impacto de uma redução das perdas de disponibilidade no número de horas e no número de colaboradores. Assumiu-se que o abatimento das perdas de disponibilidade se reflete diretamente no tempo de produção efetivo. Os cenários arbitrados para as poupanças nas perdas de disponibilidade foram os mesmos do caso da Empresa A (5,2% e 7,6%). Relembrando a distribuição percentual dos tempos produtivos presente na Tabela 14, apresenta-se a Tabela 26.

Tabela 26 - Impacto das perdas de disponibilidade na mão-de-obra para o caso de estudo da Empresa B

	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2
Nº de horas de colaboração	128	111,9	105,7
Nº de colaboradores	16	14	13
Tempo de produção efetivo (%)	36,1	41,3	43,7
Perdas de disponibilidade (%)	34,2	29	26,6
Tempo de produção efetivo (horas)	46,2	46,2	46,2
Poupança nas perdas de disponibilidade (%)	–	5,2	7,6
Poupança no nº colaboradores	–	2	3

Observando a Tabela 26, percebe-se que uma redução das perdas de disponibilidade tem um impacto direto na mão-de-obra necessária por turno. O tempo efetivo de produção em horas foi mantido num valor constante, de modo a manter o número de unidades produzidas. Para uma redução das perdas de disponibilidade no valor de 7,6%, que se traduz num aumento proporcional do tempo de produção, é possível reduzir a quantidade de mão-de-obra em 3 pessoas. Uma redução da mão-de-obra tem influência imediata nos custos produtivos.

4.4 Impacto na gestão de projetos de melhoria

Os projetos de melhoria na Empresa A podem beneficiar da aplicação de uma plataforma de gestão integrada. Como foi visto no Capítulo 3, a mediação de projetos atual é caracterizada pelos números presentes na Tabela 27.

Tabela 27 - Caracterização da gestão de projetos atual

Nº de ficheiros Excel utilizados	15
Taxa de cumprimento das ações	65%
Ações fechadas de anos anteriores	17%
Tempo médio para o fecho de ações	16 semanas

Com a centralização da gestão dos projetos e ações de melhoria numa única plataforma é possível aumentar o cumprimento das mesmas. O aumento do cumprimento das ações deve-se aos seguintes motivos:

- Integração de todos os registos na mesma plataforma – Em vez de gerir as ações em 15 ficheiros Excel de uma forma descentralizada, as ações passam a ser geridas num único recurso, aumentando o foco dos intervenientes;
- Diminuição do número de ações de anos anteriores – Aumentando o cumprimento de ações, devido à centralização, o número de ações que ficam para trás diminui, o que promove o cumprimento de ações de anos seguintes;

- Diminuição do tempo médio para o fecho de ações – Com o aumento da visibilidade e acessibilidade da gestão de ações é possível a diminuição do tempo médio para o fecho das mesmas. Uma diminuição do tempo médio reflete-se na taxa de cumprimento das ações.

A área de embalagem da Empresa B não dispõe de nenhum programa relacionado com a melhoria contínua. Com a implementação de uma plataforma integrada de gestão operacional, a unidade fabril passa a ter uma ferramenta para a gestão de ações e projetos de melhoria, esta ferramenta pode promover as atividades de melhoria contínua que se tornariam numa mais-valia para a organização.

4.5 Exemplo de uma plataforma integrada de gestão operacional

Com o objetivo de ilustrar o possível funcionamento de uma plataforma integrada de gestão operacional, recorre-se à plataforma proGrow, uma plataforma para a gestão da produção introduzida no Capítulo 1.

A plataforma proGrow está dividida em dois grupos de módulos, os módulos relacionados com a análise de dados e cálculo de indicadores de gestão e os módulos respeitantes à melhoria contínua que permitem uma gestão centralizada de ações e projetos de melhoria.

Dentro do primeiro tipo, existem os seguintes módulos:

- KPIs – O módulo KPIs permite consultar os principais indicadores de gestão segundo diferentes tipos de análise, em formato de tabelas ou gráficos. Dentro deste módulo é possível filtrar os dados mais relevantes, definindo o intervalo de tempo ou a área de avaliação. Os KPIs são calculados em tempo real, permitindo a sua supervisão por parte do utilizador, por comparação com o valor objetivo para os mesmos, que pode ser definido na plataforma. O menu do módulo KPIs pode ser dividido em diferentes áreas, segundo os interesses da organização, e a agregação de dados pode ser feita para diferentes escalas. Por exemplo, é possível saber o valor de um indicador para a unidade fabril em geral ou para uma determinada linha ou departamento. Este módulo também permite refinar a escala temporal dos dados através de um *drilldown* gráfico e intuitivo;
- Relatórios – O módulo Relatórios agrega os dados segundo diferentes intervalos de tempo, permitindo perceber a tendência e evolução dos KPIs mais importantes. Os relatórios, gerados de forma automática, são organizados em formato *dashboard*. Cada KPI possui o seu *dashboard*, com elementos gráficos e numéricos, que comparam o seu valor efetivo com o seu valor em intervalos de tempo anteriores (tendência dos KPIs) e o seu valor objetivo. Estes relatórios podem ser documentados em formato físico, sendo que a plataforma proGrow possibilita a sua exportação em formato *pdf*. Todos os utilizadores da plataforma têm a possibilidade de seguir e comentar os relatórios gerados, num ambiente colaborativo;
- *Shopfloor* – Este módulo permite monitorizar, em tempo real, os diferentes postos de uma linha ou célula de produção. A apresentação gráfica deste módulo organiza-se em diferentes cartões, cada cartão representa uma linha ou posto. O cartão disponibiliza informação sobre o estado de um determinado posto e os valores dos principais KPIs que o caracterizam. A plataforma também permite representar os estados de cada posto através de uma codificação de cores, possibilitando a identificação de uma linha parada, por exemplo, de uma forma mais visual;

Além dos módulos de cálculo e análise de indicadores, a plataforma proGrow contém módulos respeitantes à gestão de ações e projetos de melhoria, onde se enquadram os módulos que se seguem:

- **Melhoria** – O módulo Melhoria proporciona a criação de ações e projetos de melhoria. Na criação de um projeto ou ação de melhoria é necessário definir o responsável e os participantes no mesmo. Estes intervenientes passam a ser notificados de cada evolução do projeto e podem comentar e interagir com outros intervenientes sobre essa evolução. A data de implementação de cada projeto pode ser comparada com a data definida para a sua conclusão aquando da sua criação. Os projetos são geridos segundo o ciclo PDCA. A partir do momento em que o projeto atinge a fase *Check* do ciclo, é possível a associar um KPI ao mesmo, de modo a perceber o seu impacto nesse indicador de gestão;
- **Kanban** – Este módulo complementa o módulo Melhoria com uma gestão visual das ações criadas. Cada projeto de melhoria pode conter várias ações, no módulo *Kanban*, cada ação contém um cartão. O cartão “*kanban*” tem informação sobre a área em que ação está a ser executada, uma breve descrição sobre o assunto e a quantidade tempo até ao prazo limite definido. O termo “*kanban*” aqui utilizado define o cartão que é usado na gestão de ações de melhoria na plataforma proGrow e não deve ser confundido com o cartão *Kanban* aplicado no planeamento industrial. Os cartões podem ser manipulados visualmente segundo o ciclo PDCA.

Para perceber melhor o funcionamento e organização da plataforma proGrow, foram contruídas maquetes dos módulos referidos, para os casos de estudo que foram abordados. As maquetes encontram-se em anexo, as suas localizações, tendo em conta os casos de estudo a que se referem, são resumidas na Tabela 28.

Tabela 28 - Distribuição das maquetes da plataforma proGrow em anexo

Módulos	Empresa A	Empresa B
KPIs	ANEXO A	ANEXO E
Relatórios	ANEXO B	ANEXO F
<i>Shopfloor</i>	-	ANEXO G
Melhoria	ANEXO C	ANEXO H
<i>Kanban</i>	ANEXO D	-

Todos os valores contidos nas maquetes são apenas ilustrativos.

4.6 Impacto das tecnologias da indústria 4.0 no setor alimentar

Após o estudo dos dois casos apresentados, pode resumir-se o impacto das tecnologias da indústria 4.0 e em particular da plataforma proGrow, nos seguintes pontos:

- A plataforma proGrow, com a aplicação das tecnologias *Big Data* e *IoT*, permite o aproveitamento de todas as fontes de dados na construção de indicadores. A disponibilização desses indicadores, de uma forma automática, permite não só uma maior fiabilidade no tratamento da informação, mas também uma poupança no tempo de análise. Por exemplo, a Empresa A ocupa 16,85 horas sempre que é necessário atualizar os seus indicadores, com a plataforma proGrow a disponibilização dos indicadores não exige qualquer esforço da parte do utilizador;
- Com a aplicação da plataforma, as empresas estudadas passam a ter uma ferramenta de monitorização da produção que permite a identificação dos *muda* operacionais. Por exemplo, no caso de haver sobreprodução numa das linhas produtivas, esse desvio é rapidamente identificado. A identificação de desperdícios pode levar a diminuição das perdas produtivas. Em particular, as perdas de disponibilidade das máquinas, falhas,

avarias e faltas de material, podem sofrer uma diminuição devido a sua identificação mais expedita;

- A implementação de uma solução integrada, no âmbito da indústria 4.0, pode revelar novas oportunidades no tratamento de dados. Com aquisição de dados em tempo real, a organização dos mesmos deixa de ser um transtorno, pelo que é expectável a identificação de novas análises que beneficiem a avaliação dos processos industriais em questão.
- A gestão de ações e projetos de melhoria passa a estar numa única ferramenta, transversal a todos os utilizadores. A comodidade de gerir as mesmas com o apoio das tecnologias de informação, pode estimular a melhoria contínua.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O meio industrial vive um novo paradigma, a crescente quantidade de dados resultante da grande expansão das tecnologias de informação traduz-se não só numa oportunidade para melhorar a competitividade das organizações, num mercado cada vez mais exigente, mas também num desafio no que toca ao desenvolvimento dos métodos de análise e agregação dos dados. O setor alimentar não é exceção a este paradigma. O objetivo deste projeto foi especificar uma plataforma integrada de gestão operacional neste setor que seja capaz de resolver os problemas de análise e centralização de dados, com a utilização de tecnologias da indústria 4.0, como *Big Data* e *Internet of things*. Não esquecendo as metodologias *lean* e *Kaizen*, foram aproveitadas as potencialidades da plataforma, no que toca ao apoio da gestão de ações e projetos de melhoria contínua.

Com o intuito de ajustar a plataforma a situações reais da indústria alimentar, foram analisados dois casos de estudo, a fábrica da Empresa A e a área de embalagem da Empresa B. Para conhecer os negócios, as unidades fabris para os dois casos de estudo foram apresentadas, os processos produtivos foram descritos e as perdas operacionais foram avaliadas. Na fase de compreensão dos dados, os fluxos de informação que dão origem à obtenção de dados e ao cálculo de indicadores foram sintetizados e esquematizados. Na definição do problema, também foram enunciadas as metodologias utilizadas na gestão de projetos e ações de melhoria nas organizações em estudo.

Os principais problemas identificados para ambos os casos estudo prendem-se com a falta de visibilidade sobre a produção, as perdas de disponibilidade das máquinas do processo produtivo e a dificuldade e tempo despendido no cálculo de indicadores. Para o caso da Empresa A as perdas de disponibilidade das máquinas ascendiam ao valor de 25,6%, enquanto que para o caso da fábrica da Empresa B o valor calculado situou-se nos 34,2%. Para além dos problemas referidos, a fábrica da Empresa A mostra alguma dificuldade no cumprimento e gestão de projetos e ações de melhoria contínua.

Para enquadrar a plataforma de gestão operacional nos casos de estudo, foram estabelecidos novos fluxos de informação, aproveitando as tecnologias no âmbito da indústria 4.0 aplicadas pela mesma. A plataforma é capaz de integrar os diferentes sistemas de informação, permitindo uma aquisição e processamento de dados em tempo real. Especificados os novos fluxos de informação, foi antecipado o impacto que a plataforma deverá ter nas organizações em estudo. Os indicadores de gestão que a plataforma será capaz de calcular foram enunciados, bem como o tempo poupado devido ao cálculo automático dos mesmos. O impacto nas perdas operacionais também foi estimado através da redução esperada nas perdas de disponibilidade, consequência de uma maior visibilidade operacional que possibilita uma capacidade de reação mais rápida e a obtenção de um histórico de avarias fiável. Uma diminuição nas perdas de disponibilidade tem um impacto direto na mão-de-obra. Por exemplo, no caso da fábrica da Empresa A, no dia em que se verificou a maior carga horária anual, um ganho de 7,6% poderia reduzir as necessidades de mão-de-obra em 5 colaboradores. No caso da Empresa B, num turno em que todas as linhas estudadas estejam

em funcionamento, um ganho de 7,6% nas perdas de disponibilidade pode levar à redução de 3 colaboradores.

Na perspectiva das políticas de gestão, no caso da Empresa A, o programa já existente pode ser adaptado à plataforma, melhorando o cumprimento dos projetos e ações de melhoria, devido à centralização e maior visibilidade dos mesmos. Com a plataforma integrada a Empresa B passa a dispor de um recurso centralizado e colaborativo para a melhoria contínua.

A principal dificuldade encontrada na transição da fase de especificação para a fase implementação de uma plataforma integrada de gestão operacional foi a disponibilização de dados por parte dos fornecedores das máquinas e sistemas de informação. Além de atrasar o processo, a negociação com os fornecedores pode resultar em custos adicionais para o projeto.

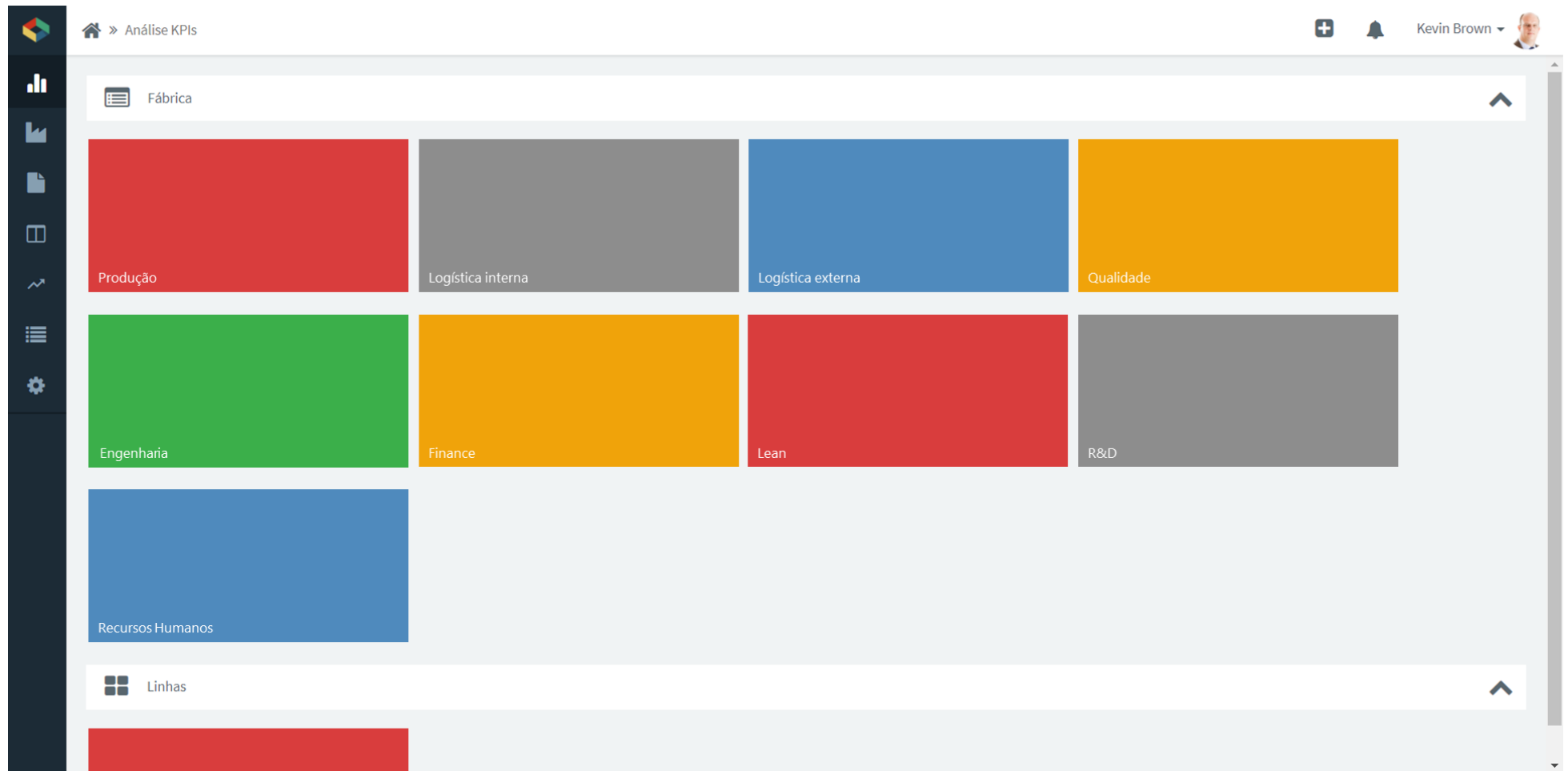
No futuro, será interessante avançar para a implementação da plataforma integrada de gestão operacional, neste caso a plataforma proGrow, para os casos de estudo. Com a implementação da plataforma, será possível medir diretamente as melhorias promovidas pela mesma, estabelecendo os cenários antes e depois da implementação, com apoio nos resultados obtidos.

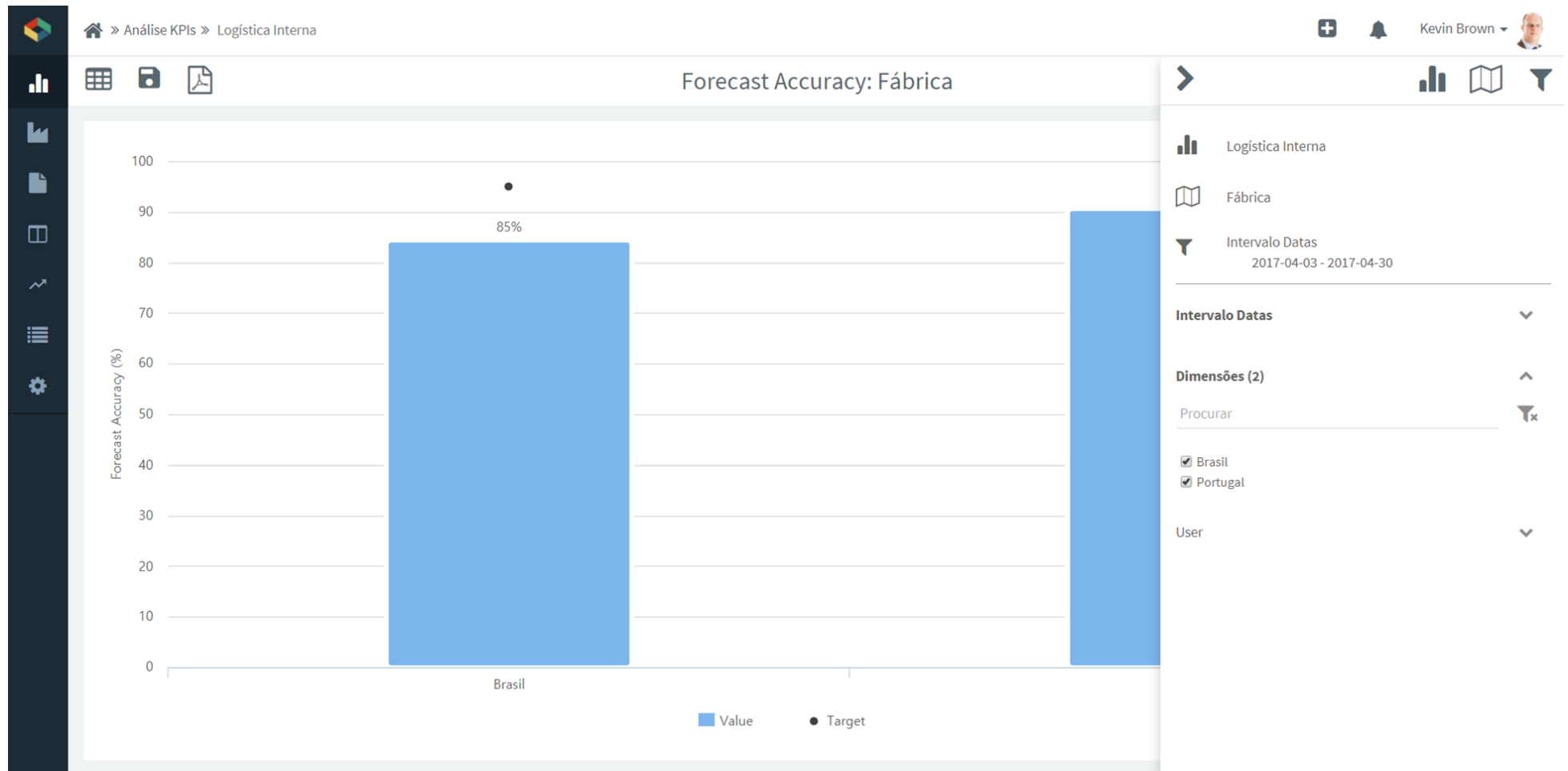
Referências

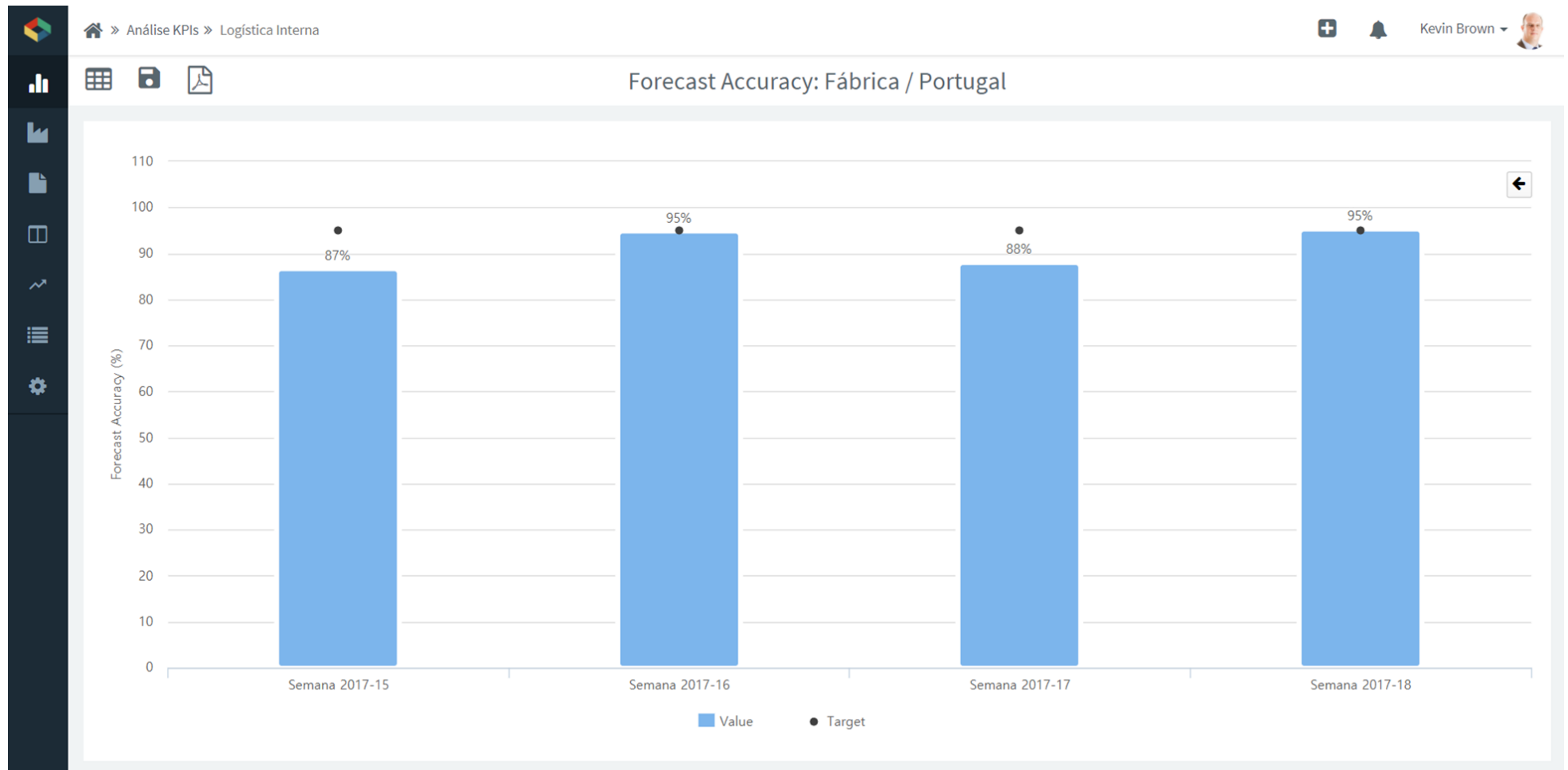
- Addo-tenkorang, Richard, e Petri T Helo. 2016. “Big Data Applications in Operations / Supply-Chain Management : A Literature Review.” *Computers & Industrial Engineering* 101. Elsevier Ltd:528–43. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.09.023>.
- Andersson, Roy, Henrik Eriksson, e Håkan Torstensson. 2006. “Similarities and Differences between TQM, Six Sigma and Lean.” *The TQM Magazine* 18 (3):282–96. <https://doi.org/10.1108/09544780610660004>.
- Boris, Steven. 2006. *Total Productive Maintenance. Journal of Chemical Information and Modeling, McGraw Hill*. Vol. 53. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Cambridge International Examinations. 2017. “Data, Information and Knowledge.” *Cambridge International Examinations*. <http://www.cie.org.uk/images/285017-data-information-and-knowledge.pdf>.
- Coimbra, E. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Professional.
- Cusumano, M A. 1994. *The Limits of Lean*. <https://books.google.pt/books?id=oIsSrgEACAAJ>.
- Deloitte. 2016. “Opportunities and Challenges for Consumer Product and Retail Companies.” *Deloitte*.
- Earley, T. 2012. “Lean 6S; 5S + Safety.” *Lean Manufacturing Tools*. 2012.
- Günther, Wendy Arianne, Mohammad H. Rezazade Mehrizi, Marleen Huysman, e Frans Feldberg. 2017. “Debating Big Data: A Literature Review on Realizing Value from Big Data.” *Journal of Strategic Information Systems* 26 (3):191–209. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2017.07.003>.
- Imai, Masaaki. 1997. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy. Library Journal*. Vol. 122.
- Juran, J M, e A Blanton Godfrey. 1998. *Juran’s Quality Control Handbook. McGrawHill*. <https://doi.org/10.1108/09684879310045286>.
- Lee, In, e Kyoochun Lee. 2015. “The Internet of Things (IoT): Applications, Investments, and Challenges for Enterprises.” *Business Horizons* 58 (4). Elsevier:431–40. <https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2015.03.008>.
- Lee, Jay, Hung An Kao, e Shanhu Yang. 2014. “Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment.” *Procedia CIRP* 16. Elsevier B.V.:3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>.
- Mobley, R. Keith. 2004. “Impact of Maintenance.” *Maintenance Fundamentals*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/B978-075067798-1/50022-4>.
- Mrugalska, Beata, e Magdalena K. Wyrwicka. 2017. “Towards Lean Production in Industry 4.0.” *Procedia Engineering* 182. The Author(s):466–73.

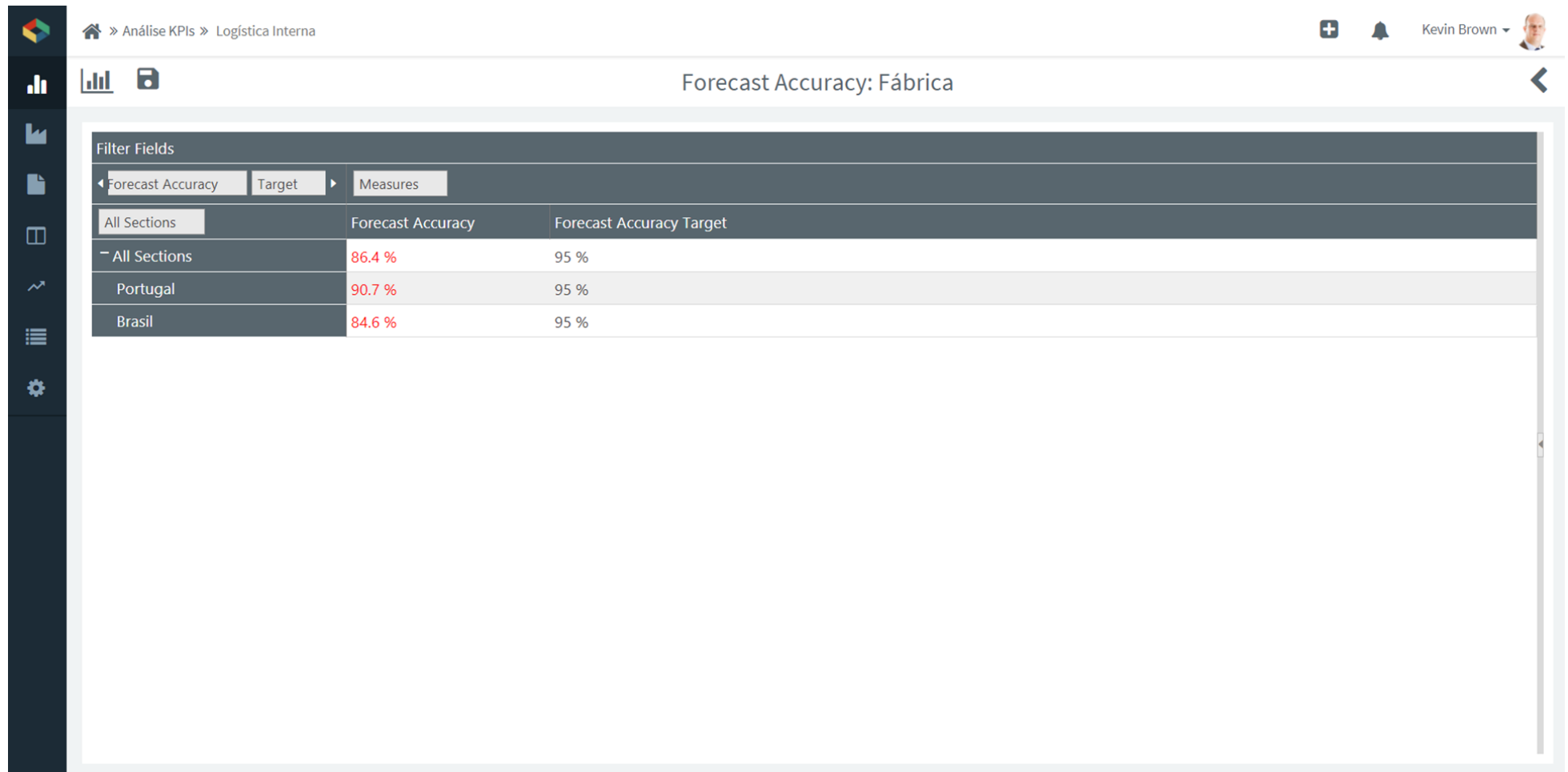
- <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>.
- Nakajima, S. 1992. *TPM. Total Productive Maintenance*. ISEDI. <https://books.google.com.br/books?id=q1yKAAAACAAJ>.
- Ohno, Taiichi. 1997. “O Sistema Toyota de Produção: Além Da Produção Em Larga Escala.” *Cristina Schumacher.: Porto Alegre*. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:O+Sistema+Toyota+d+e+Producao+-+Alem+da+Producao+em+Larga+Escala#6>.
- Pereira, Ron. 2009. “The Seven Wastes.” *ISixSigma Magazine* 5 (5):1–3. http://blog.gembaacademy.com/wp-content/uploads/2009/09/7_wastes_isixsigma_magazine_0909.pdf.
- Richard Cassady, C., Edward A. Pohl, e Song Jin. 2004. “Managing Availability Improvement Efforts with Importance Measures and Optimization.” *IMA Journal of Management Mathematics* 15 (2):161–74. <https://doi.org/10.1093/imaman/15.2.161>.
- Rüßmann, Michael, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, e Michael Harnisch. 2015. “Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing.” *Boston Consulting*, no. April:1–5.
- Saarikko, Ted, Ulrika H. Westergren, e Tomas Blomquist. 2017. “The Internet of Things: Are You Ready for What’s Coming?” *Business Horizons* 60 (5). “Kelley School of Business, Indiana University”:667–76. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.05.010>.
- Singh, Ranteshwar, Ashish M. Gohil, Dhaval B. Shah, e Sanjay Desai. 2013. “Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study.” *Procedia Engineering* 51 (NUICONE 2012). Elsevier B.V.:592–99. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>.
- Sokovic, M, D Pavletic, e K Kern Pipan. 2010. “Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS Industrial Management and Organisation Industrial Management and Organisation.” *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 43 (1):476–83.
- Tiwari, Sunil, H M Wee, e Yosef Daryanto. 2018. “Big Data Analytics in Supply Chain Management between 2010 and 2016 : Insights to Industries.” *Computers & Industrial Engineering* 115 (October 2017). Elsevier:319–30. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.11.017>.
- Topuz, E. 2009. “Reliability , and Availability” 51 (5):221–43.
- Wagner, Tobias, Christoph Herrmann, e Sebastian Thiede. 2017. “Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems.” *Procedia CIRP* 63:125–31. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.041>.
- Watson, Hugh J, Daryl G Grecich, Colin Shearer, Larissa Moss, Sid Adelman, Katherine Hammer, e Stacey A Herdlein. 2000. “The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining.” *Journal of Data Warehousing* 5 (4).

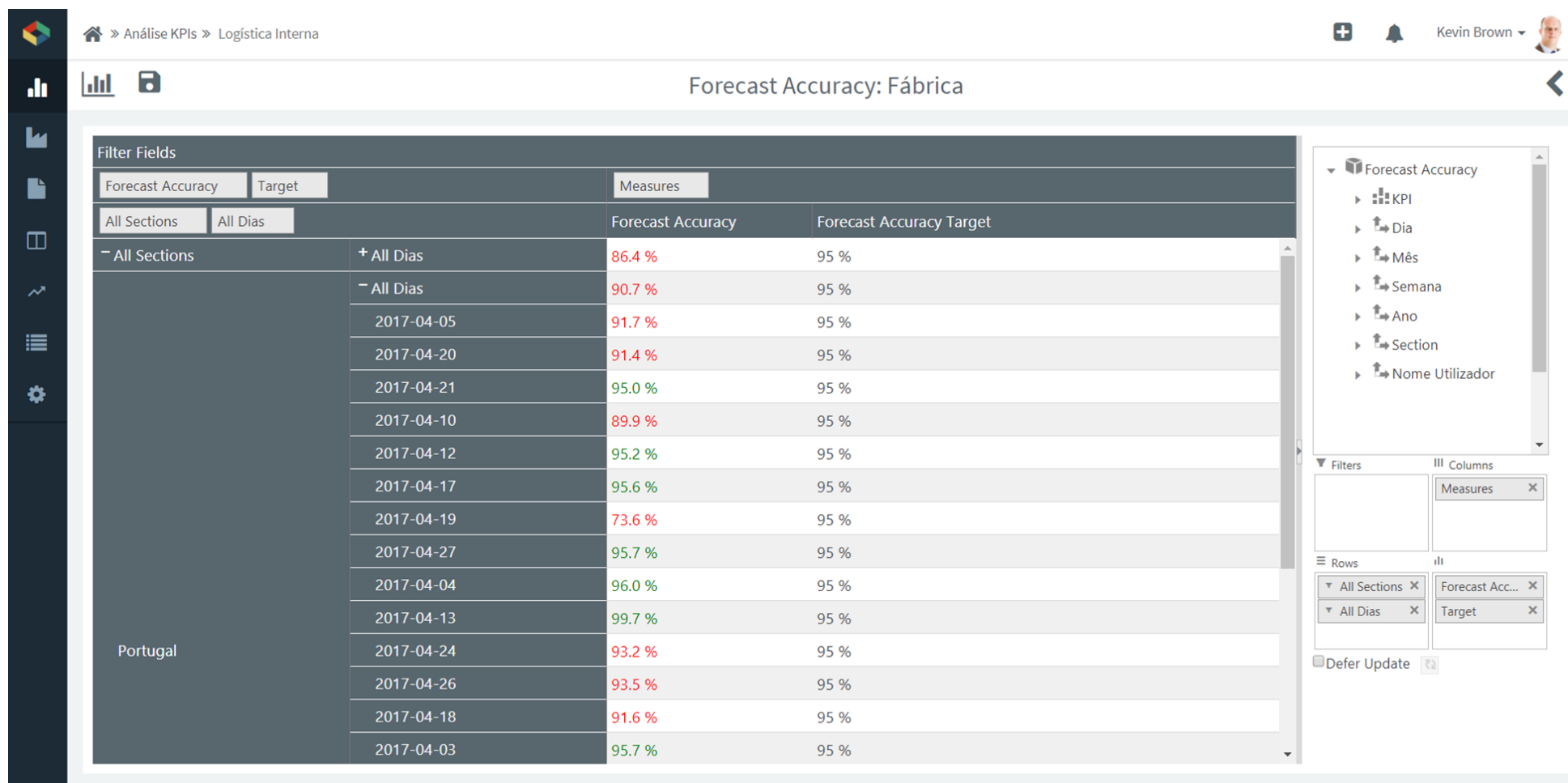
ANEXO A: Maquetes do módulo KPIs para o caso de estudo da Empresa A



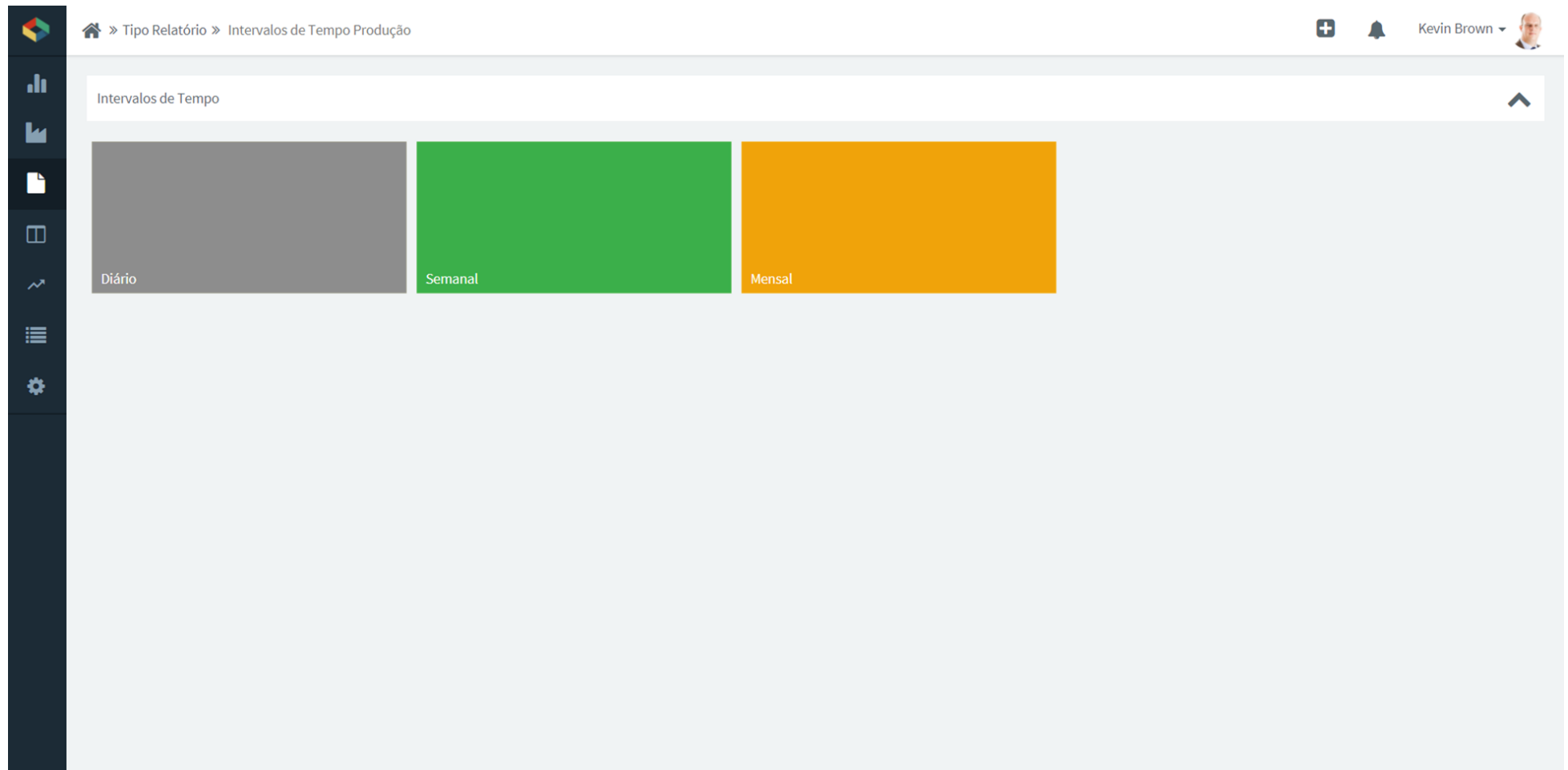


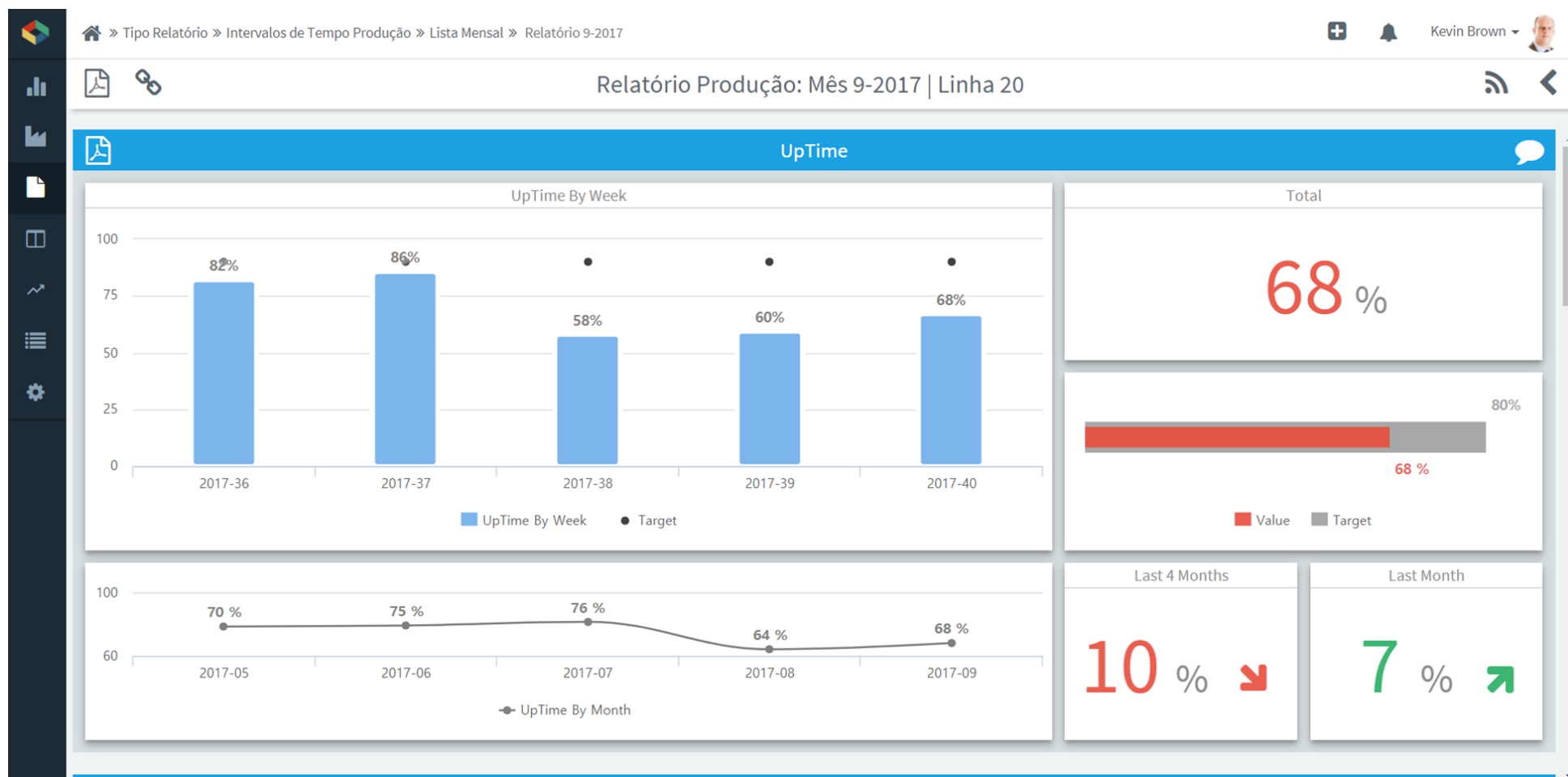


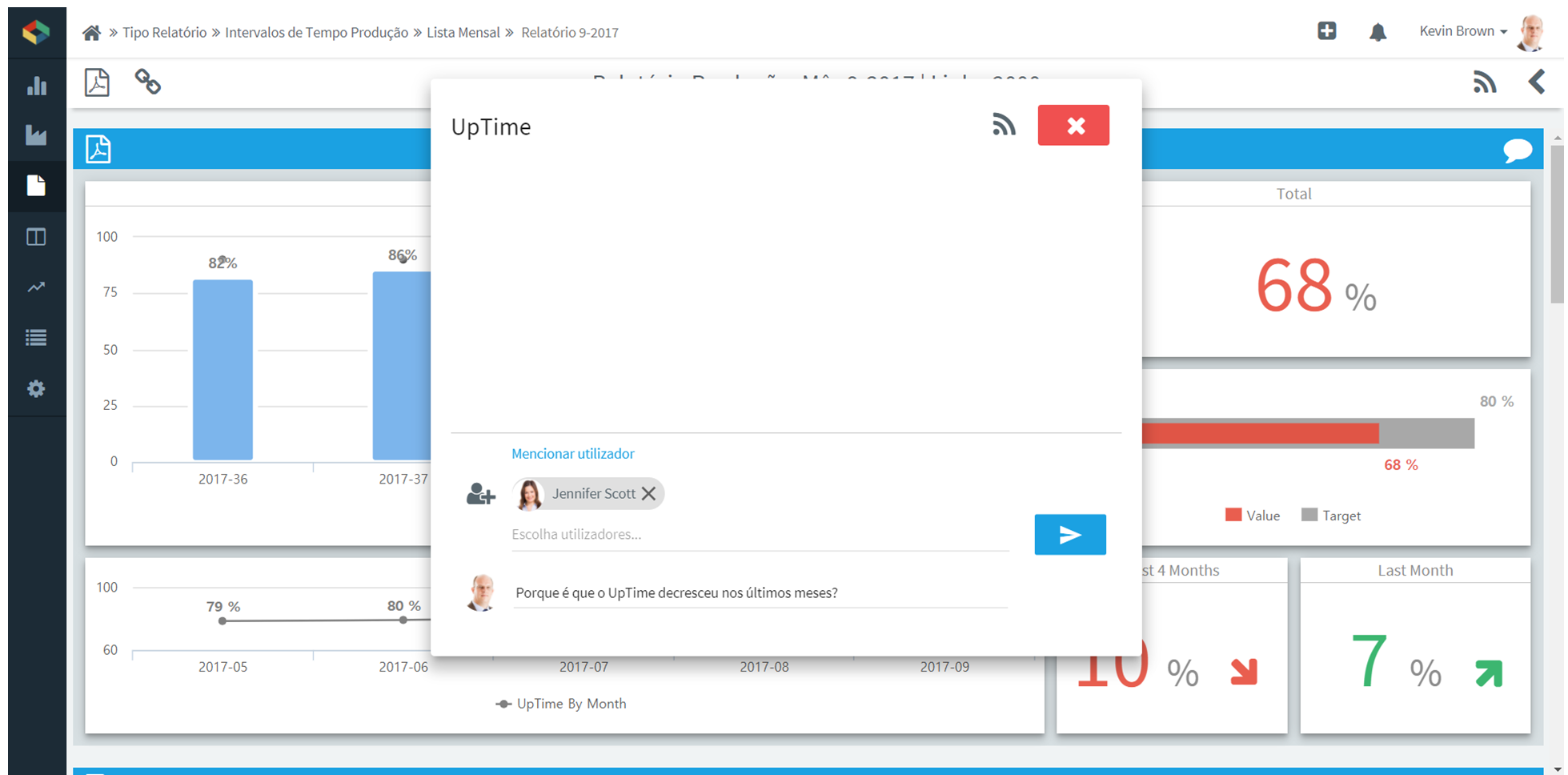




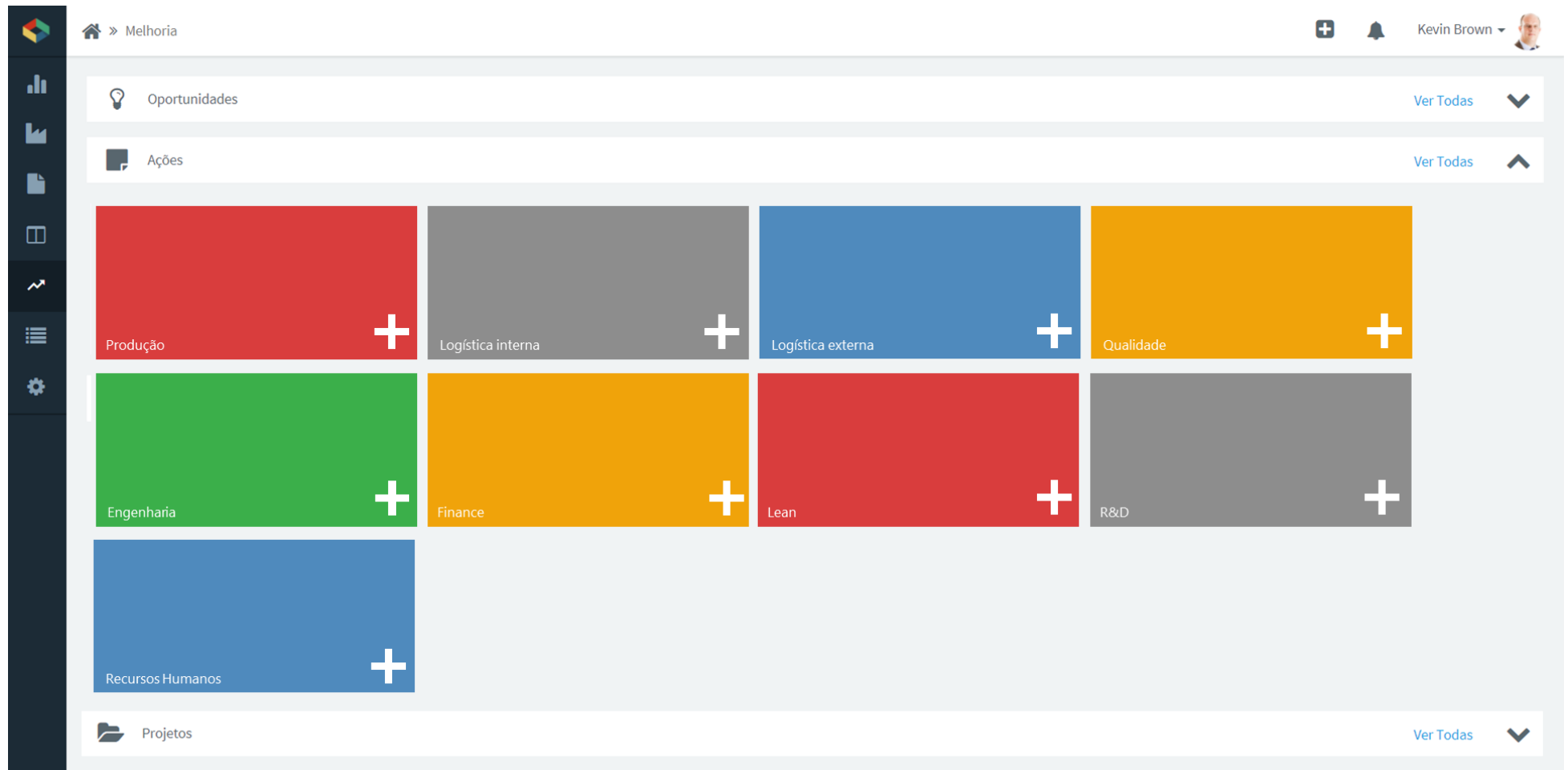
ANEXO B: Maquetes do módulo Relatórios para o caso de estudo da Empresa A







ANEXO C: Maquetes do módulo Melhoria para o caso de estudo da Empresa A




» Melhoria » Projetos Lean » Implementação 6S ´ nas linhas PET



Kevin Brown



PROJETO: Implementação 6S ´ nas linhas PET





Responsável
 Anderson Parker

Área
 Lean

Grupo
 Fábrica

Data Conclusão
 05-04-2018 ●

Estado

DO

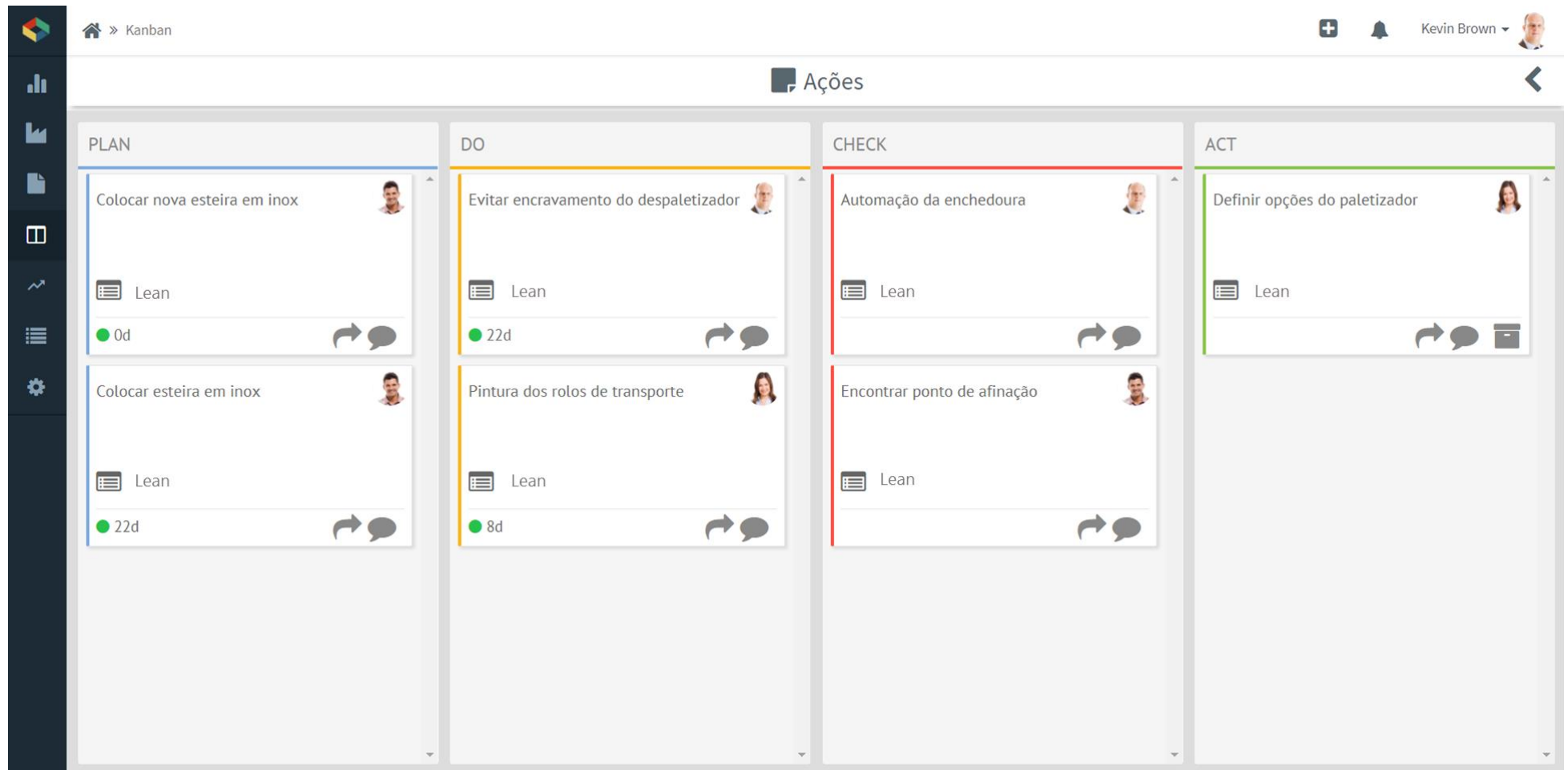
 INFO
  AÇÕES
  MONITORIZAÇÃO
  AVALIAÇÃO

Assunto	Data Conclusão	Grupo	Responsável	Estado	
Colocar nova esteira em inox	03-04-2018 ●	Packing	Anderson Parker	PLAN	
Colocar esteira em inox	25-04-2018 ●	Packing	Anderson Parker	PLAN	
Encontrar ponto de afinação	19-04-2018	Packing	Anderson Parker	CHECK	
Evitar encravamento do despaletizador	25-04-2018 ●	Packing	Kevin Brown	DO	
Definir opções do paletizador	27-04-2018	Packing	Jennifer Scott	ACT	
Automação da enchedoura	10-04-2018	Packing	Kevin Brown	CHECK	
Pintura dos rolos de transporte	11-04-2018 ●	Packing	Jennifer Scott	DO	

10 ▾
 1 - 7 de 7
 




ANEXO D: Maquetes do módulo *Kanban* para o caso de estudo da Empresa A



» Kanban

Kevin Brown

Ações

PLAN

Colocar nova esteira em inox

Lean

0d

Colocar esteira em inox

Lean

22d

DO

Evitar encravamento do despaletizador

Lean

22d

Pintura dos rolos de transporte

Lean

8d

CHECK

Automação da enchedoura

Lean

Encontrar ponto de afinação

Lean

Assunto

Grupo

Área

Responsável

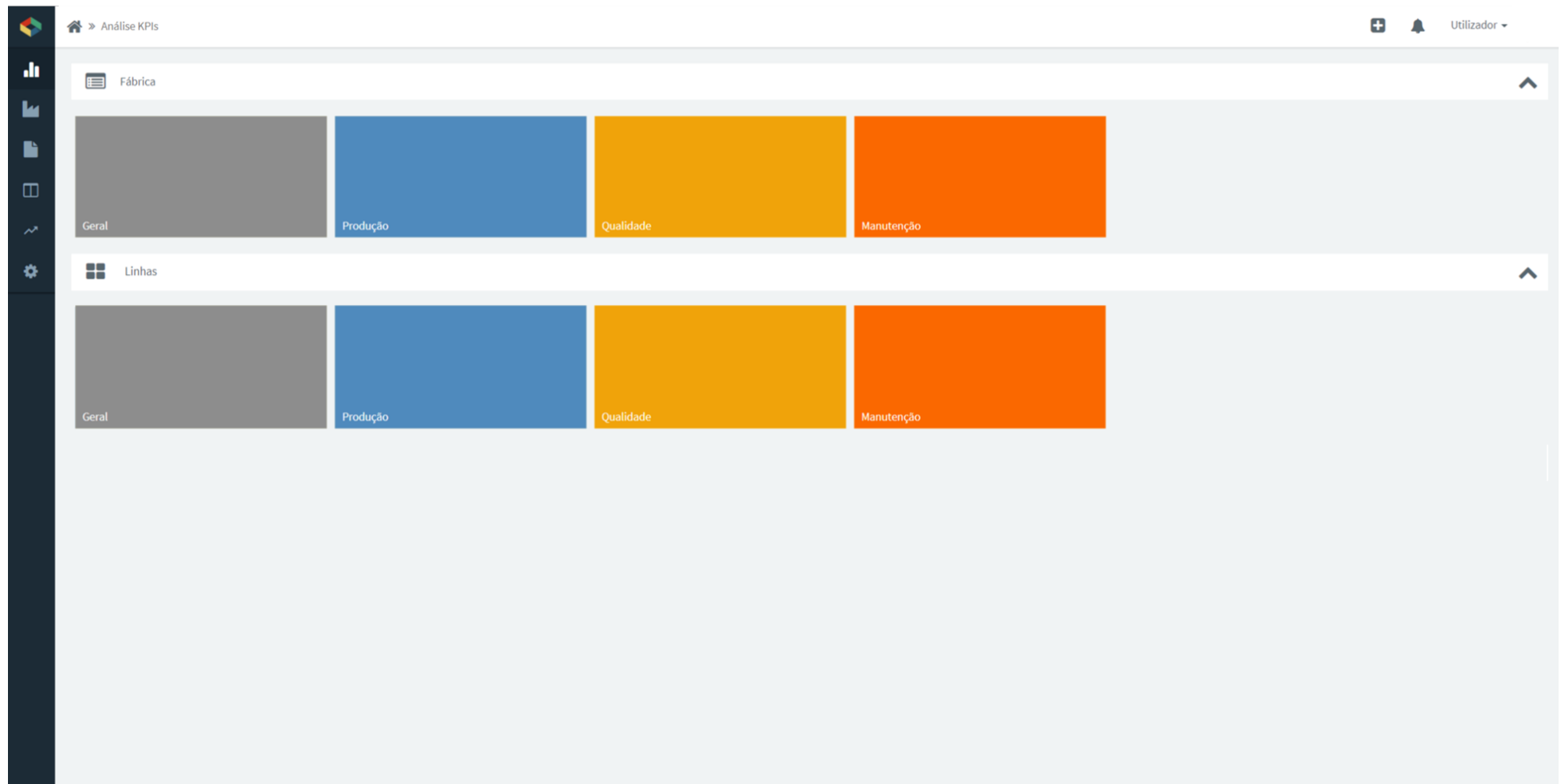
Envolvido

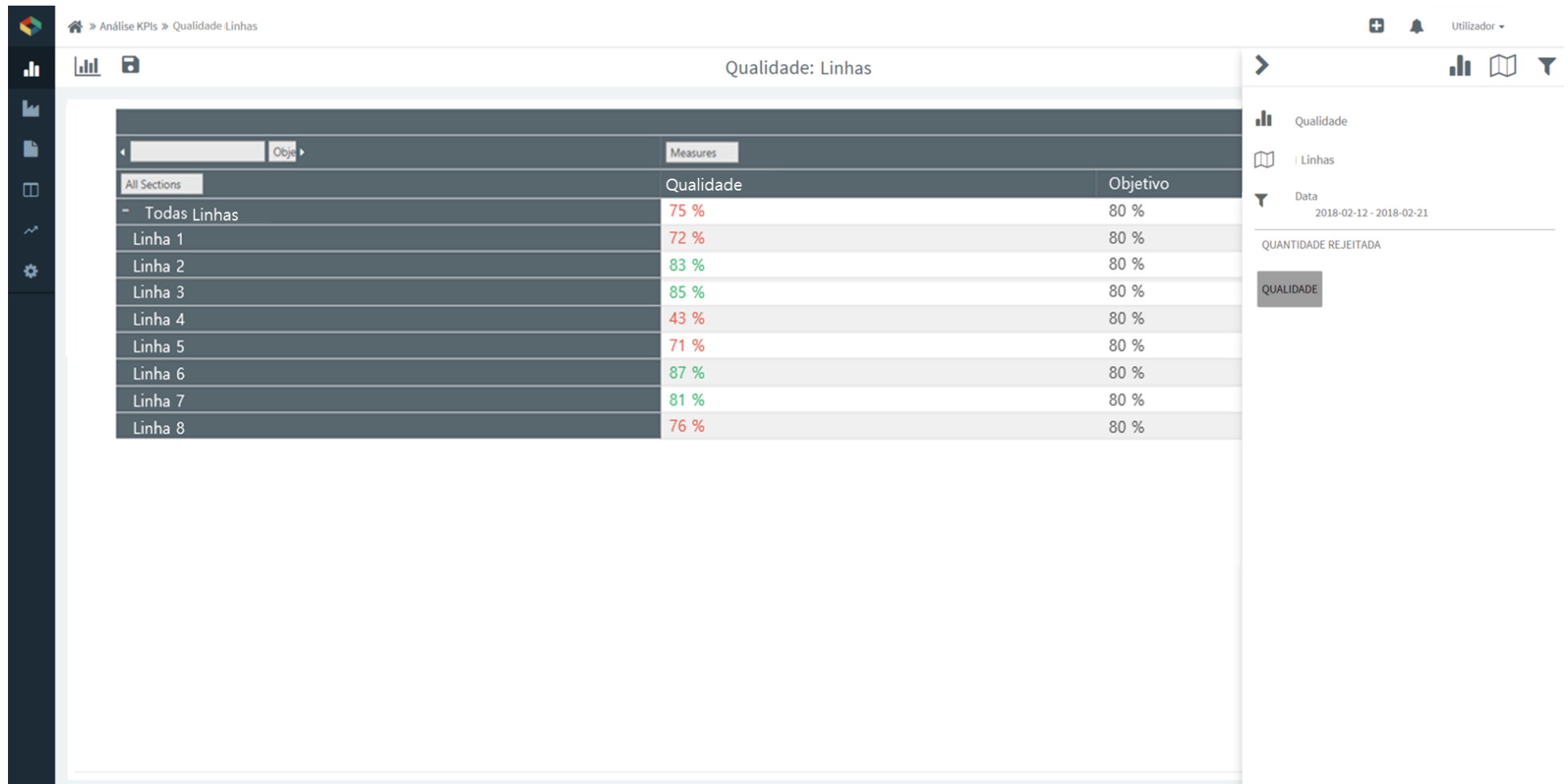
Projeto (1)

Implementação 6S ´ nas linhas PET

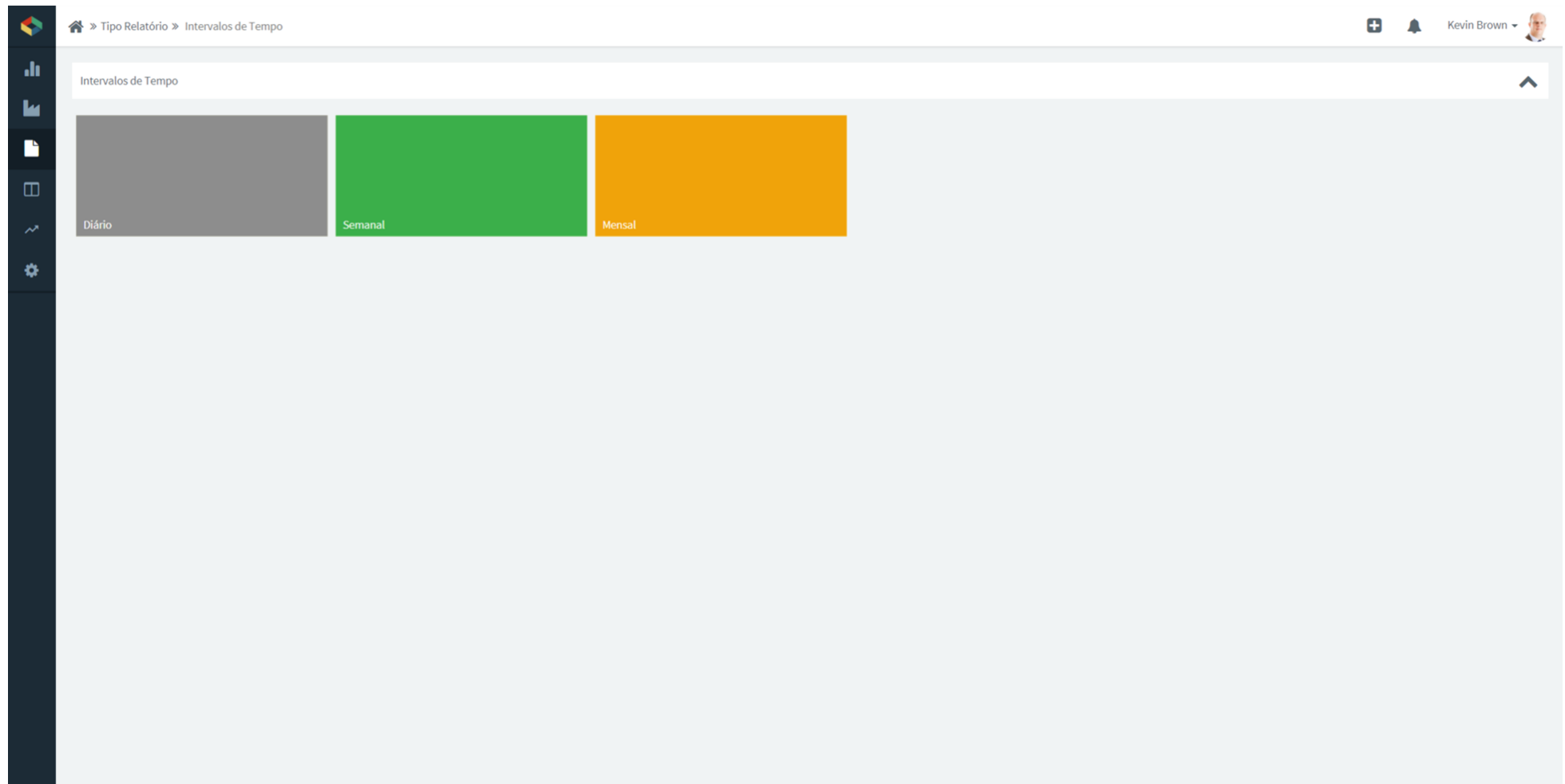
Escreva aqui...

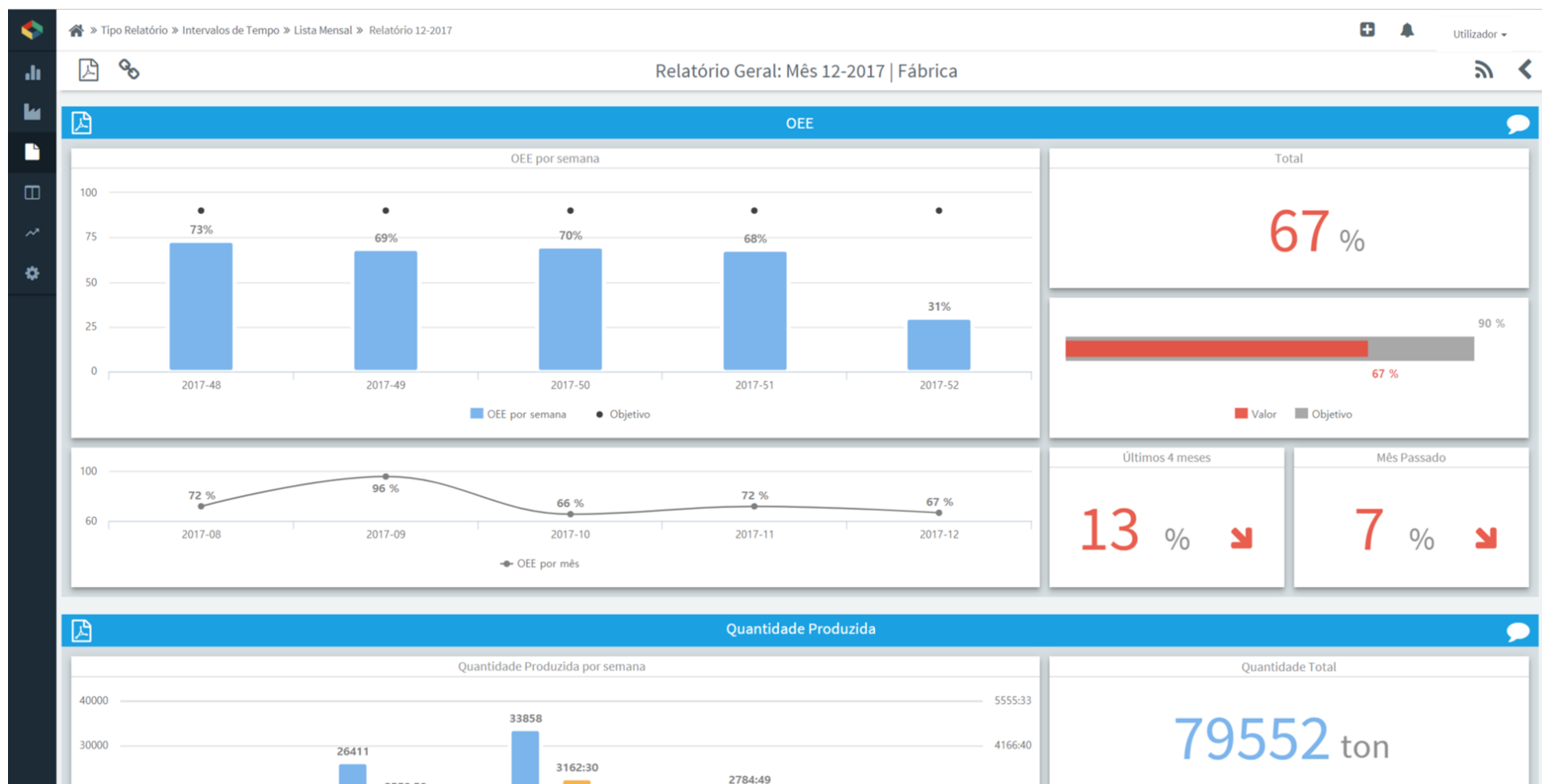
ANEXO E: Maquetes do módulo KPIs para o caso de estudo da Empresa B





ANEXO F: Maquetes do módulo Relatórios para o caso de estudo da Empresa B





ANEXO G: Maquetes do módulo *Shopfloor* para o caso de estudo da Empresa B

Shopfloor

Fábrica

Atualizado: 08/03 12:38

Linha 1

CLOSED há 00:03

Produto

10119

Quantidade produzida (ton)

332 ton

Quantidade produzida

22 und

OEE

65.0 %

Linha 2

IN PRODUCTION há 00:03

Produto

10119

Quantidade produzida (ton)

264 ton

Quantidade produzida

22 und

OEE

85.0 %

Linha 3

IN PRODUCTION há 00:03

Produto

10319

Quantidade produzida (ton)

125 ton

Quantidade produzida

6 und

OEE

65.0 %

Linha 4

IN PRODUCTION há 00:03

Produto

10002

Quantidade produzida (ton)

380 ton

Quantidade produzida

32 und

OEE

75.0 %

Linha 5

IN PRODUCTION há 00:03

Produto

10032

Quantidade produzida (ton)

170 ton

Quantidade produzida

19 und

OEE

70.0 %

Linha 6

CLOSED há 00:03

Produto

11024

Quantidade produzida (ton)

500 ton

Quantidade produzida

56 und

OEE

60.0 %

Linha 7

IN PRODUCTION há 00:03

Produto

10189

Quantidade produzida (ton)

364 ton

Quantidade produzida

26 und

OEE

67.0 %

Linha 8

CLOSED há 00:03

Produto

10119

Quantidade produzida (ton)

70

Quantidade produzida

30 und

OEE

65.0 %

Geral

IN PRODUCTION há 00:03

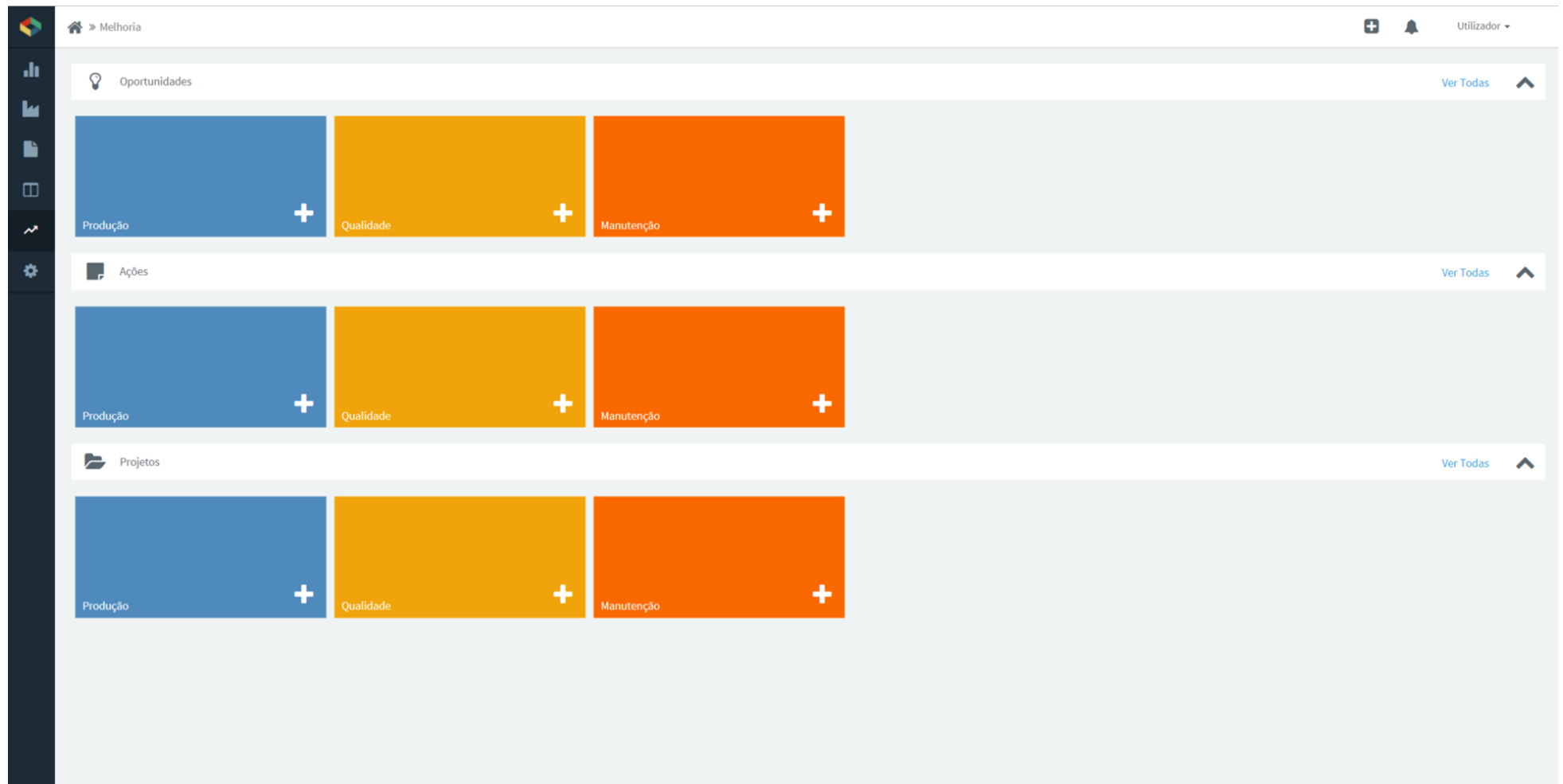
Quantidade produzida

12356 und

OEE

36.0 %

ANEXO H: Maquetes do módulo Melhoria para o caso de estudo da Empresa B







Melhoria » Ações Manutenção



Utilizador ▾

Ações



Assunto	Data Conclusão	Grupo	Responsável	Estado	Avaliação
Determinar MTBF da máquina	2018-03-28 	Linha 2	Paulo Costa	PLAN	    
Manutenção Preventiva	2018-03-21 	Linha 5	Luís Paulo	DO	    
Problema equipa de manutenção	2018-03-06 	Linha 4	Paulo Costa	DO	    
Problema com os sensores	2017-11-15	Linha 2	Luís Paulo	CHECK	    
Nova unidade de armazenamento	2017-11-08	Linha 6	Luís Paulo	CHECK	    
Revisão do plano de manutenção	2017-10-09	Linha 6	Paulo Costa	ACT	    

10 ▾

1 - 6 de 6

