



Universidade de Aveiro

2021

**Luís Carlos de
Sousa Franco**

**Digitalização de um Sistema de Melhoria
Contínua Diária: um caso na Kirchhoff
Automotive**



Universidade de Aveiro

2021

**Luís Carlos de
Sousa Franco**

**Digitalização de um Sistema de Melhoria
Contínua Diária: um caso na Kirchhoff
Automotive**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professora Associada do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho a todos os que não esperam resultados diferentes fazendo algo da mesma forma.

o júri

presidente

Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Doutora Ângela Maria Esteves da Silva
Professora Adjunta, Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Viana de Castelo

Doutora Leonor da Conceição Teixeira
Professora Associada, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à Universidade de Aveiro, por desde o primeiro dia me dar as condições necessárias ao desenvolvimento deste projeto e em especial à minha orientadora, Leonor Teixeira, por toda a disponibilidade e apoio nesta fase tão desafiante.

À Kirchhoff Automotive Portugal, pelo voto de confiança e pela forma como desde o primeiro dia me acolheram e me deram todas as condições para o meu crescimento, tanto profissional como pessoal. Em especial à equipa KAPS, na pessoa do Filipe Costa e João Mendes.

À Marta Silva, minha orientadora da empresa, que desde o primeiro dia acreditou no meu valor e me conduziu da melhor forma ao longo deste projeto.

Aos amigos que fiz em Aveiro, que espero manter para a vida, por terem tornado estes últimos 5 anos inesquecíveis.

Aos meus pais, por todas as oportunidades que me dão, pelos valores que me transmitiram e por nunca duvidarem das minhas capacidades.

Ao meu irmão Tiago, por todo o apoio e confiança que deposita em mim.

À Bárbara, por toda a paciência, apoio e carinho.

palavras-chave

Indústria 4.0, Design Thinking, Melhoria Contínua, Sistemas de Sugestões, Digitalização.

resumo

A crescente competitividade dos mercados, aliada aos avanços tecnológicos resultantes da quarta revolução industrial, vieram incrementar a necessidade de trabalho associado à digitalização dos processos. Também o contexto pandémico provocado pelo Covid-19, elevou a importância da transformação digital nas empresas e, conseqüentemente, da digitalização de ferramentas de gestão usadas em contextos do chão de fábrica. Assim, o presente projeto surge com o objetivo de criar um sistema de sugestões de melhoria digital, que promova o acesso aos dados e que simplifique o processo atual existente na empresa em análise. Para o efeito foi utilizado o SharePoint, que potenciou a criação de um sistema digital acessível através de um dispositivo eletrónico, permitindo a introdução de ideias de melhoria, ao mesmo tempo que agiliza o processo de análise e validação das mesmas, usando mecanismos de gestão visual combinados com sistemas de notificação. De salientar que a metodologia adotada se baseou numa abordagem iterativa e incremental, seguindo os princípios do *Design Thinking*, num ambiente colaborativo e com o envolvimento dos utilizadores. Os resultados deste projeto apontam para a necessidade, cada vez maior, de digitalização dos processos e de ferramentas de apoio à gestão, uma vez que estas promovem a recolha de dados de forma mais ágil, bem como o seu processamento e gestão da informação numa perspetiva orientada ao decisor.

keywords

Industry 4.0, Design Thinking, Continuous Improvement, Suggestion system, Digitalization.

abstract

The growing competitiveness of the markets, combined with technological advances resulting from the fourth industrial revolution, increased the need for work associated with the digitalization of processes. The pandemic context caused by Covid-19 also raised the importance of digital transformation in companies and, consequently, the digitalization of management tools used in shop floor contexts. Thus, this project comes with the objective of creating a digital system for improvement suggestions, which promotes access to data, and which simplifies the current process existing in the company under analysis. For this purpose, SharePoint was used, which enabled the creation of a digital system accessible through an electronic device, allowing the introduction of improvement ideas, while speeding up the process of analysis and validation of them, using visual management mechanisms combined with notification systems. It should be noted that the methodology adopted was based on an iterative and incremental approach, following the principles of Design Thinking, in a collaborative environment and with the involvement of users. The results of this project point to the growing need for digitalization of processes and management support tools, as these promote the collection of data in a more agile way, as well as its processing and information management in a decision-oriented perspective.

Índice

1. Introdução	1
2. Estado da Arte.....	3
2.1. Indústria 4.0.....	3
2.2. Lean Production.....	4
2.2.1. Digitalização de Ferramentas Lean	5
2.2.2. Melhoria Contínua Diária como uma Ferramenta Lean	6
2.3. Abordagens de desenvolvimento de processos, projetos e sistemas no contexto da Indústria 4.0.	7
2.3.1. BPM	7
2.3.2. Design Thinking.....	8
2.3.3. Engenharia de Software	10
3. Estudo Prático	14
3.1. Contextualização e Definição do Problema	14
3.1.1. Apresentação da Empresa	14
3.1.2. Apresentação do Sistema de Melhoria Contínua Diária atual.....	15
3.1.3. Estatísticas do sistema atual e motivação para a nova solução	20
3.2. Objetivos e Metodologia Prática	21
3.3. Criação de um sistema de melhoria contínua diária digital	22
3.3.1. Fase de Iniciação – <i>What is?</i>	22
3.3.2. Fase de Elaboração – <i>What if?</i>	25
3.3.3. Fase de Construção – <i>What wows?</i>	33
3.3.4. Fase de finalização da Construção e Transição – <i>What Works?</i>	43
3.4. Resultados e comparação dos sistemas	46
4. Considerações finais e trabalhos futuros.....	48
5. Bibliografia.....	50
6. Anexos	55

Anexo 1 – AS-IS.....	55
Anexo 2 – TO-BE	56
Anexo 3 – Fluxo de Comunicação das ideias de melhoria	57

Lista de Figuras

Figura 1 - Processo de Design Thinking proposto por (Liedtka et al. 2014)	9
Figura 2 - <i>Rational Unified Process Framework</i> (Kruchten 2003)	11
Figura 3 - Representação simplificada de um sistema de BI (Choi et al. 2017)	13
Figura 4 – Logótipo do KAPS.....	15
Figura 5 - Formulário de submissão no sistema SharePoint extinto.....	15
Figura 6 - Status das ideias de melhoria no sistema SharePoint antigo.....	16
Figura 7 – Quadro de Melhoria Contínua Diária.....	17
Figura 8 – Formulário de submissão de ideia no sistema de Melhoria Contínua Diária	18
Figura 9 – Número de ideias implementadas por mês numa área produtiva (KPI)	19
Figura 10 – Tempo de Escoamento de cada ideia numa área produtiva (KPI).....	19
Figura 11 – Número de ideias implementadas em 2020.....	20
Figura 12 – Metodologia prática	21
Figura 13 – Ferramentas de suporte à metodologia prática	22
Figura 14 - Esboço da proposta de novo fluxo	28
Figura 15 - Diagrama de use case UML.....	29
Figura 16 - Mockup da página inicial do sistema.....	30
Figura 17 - Mockup do formulário de submissão de ideias de melhoria.....	31
Figura 18– Visão futura do quadro físico	31
Figura 19– Magic Quadrant para plataformas de Analytics e Business Intelligence	33
Figura 20 - Menu inicial do MyBusiness.AI	35
Figura 21 - Formulário de submissão no MyBusiness.AI	36
Figura 22 - Magic Quadrant para Robotic Process Automation (RPA)	38
Figura 23 - Formulário de submissão no SharePoint.....	39
Figura 24 - Página inicial do sistema no SharePoint	40
Figura 25 – Kanban Board de Ideias de Melhoria no SharePoint.....	40
Figura 26 - Ideia de Melhoria no Kanban Board.....	41
Figura 27 - Qlik integrado na página SharePoint	43

Figura 28 - Número de ideias por área na Soldadura de Cucujães 46

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Modelos práticos de <i>Design Thinking</i> , Adaptado de (Liedtka 2015)	9
Tabela 3 - <i>Design Brief</i>	23
Tabela 4 - Design Criteria	26
Tabela 5 - Análise das vantagens e desvantagens de cada plataforma	31
Tabela 5 - Matriz de decisão da plataforma.....	34
Tabela 7 - Matriz de decisão da plataforma após o primeiro teste	37
Tabela 8 - <i>Learning Guide</i> para a fase de testes.....	43
Tabela 8 - Comparação entre o sistema físico e digital	47

Lista de Abreviaturas

KA - Kirchhoff Automotive

KAPS - Kirchhoff Automotive Production System

IoT - *Internet of Things*

BD - *Big Data*

BDA - *Big Data Analysis*

CPS - *Cyber Physical Systems*

CC - *Cloud Computing*

DT - *Design Thinking*

PMEs - Pequenas e Médias Empresas

RUP - *Rational Unified Process*

RPA - *Robotic Process Automation*

BPM - *Business Process Management*

BPMN - *Business Process Management and Notation*

BI – *Business Intelligence*

UML - *Unified Modelling Language*

CSE - *Continuous Software Engineering*

TPS - *Toyota Production System*

TSP - *Toyota Suggestion Program*

ICT - *Information and Communication Technologies*

TPT - *Tempo de Escoamento*

KPI - *Key Performance Indicators*

GMQ - *Gartner Magic Quadrant*

1. Introdução

A crescente competitividade dos mercados, aliada aos avanços tecnológicos resultantes da quarta revolução industrial, vieram incrementar a necessidade de trabalho associado à digitalização de processos e criação de ferramentas a todos os níveis nas grandes empresas (Telukdarie et al. 2018). Algumas tendências como a IoT (*Internet of Things*), *Big data* e a *Data Analytics* estão a revolucionar por completo o modo de operar das organizações ao nível de automação da produção, gestão da cadeia de abastecimento, produção Lean e controlo da qualidade dos seus produtos (Kristoffersen et al. 2020). Estas tecnologias potenciam vários benefícios para as organizações, promovendo a recolha e tratamento de dados em tempo real e possibilitando ajustes imediatos de acordo com os problemas detetados pelos sistemas e necessidades de produção.

Apesar de já existirem diversos estudos sobre a indústria 4.0 e sobre as práticas de gestão consensuais como o Lean Manufacturing, não existem ainda estudos que evidenciem impactos da introdução destas novas tecnologias nas de gestão já estabelecidas (Buer, Strandhagen, and Chan 2018).

Fruto da procura contínua pela inovação e otimização dos seus processos, a Kirchhoff Automotive Portugal identificou a necessidade de digitalizar grande parte dos seus processos e sistemas utilizados diariamente. As novas exigências laborais relacionadas com a situação pandémica, aliadas ao baixo desempenho de alguns dos sistemas, potenciaram ainda mais o investimento realizado em sistemas digitais. Nesta linha de trabalho, o baixo nível de desempenho do sistema de sugestões de melhoria implementado no chão de fábrica, denominado de Sistema de Melhoria Contínua Diária (SMCD), refletido pelos indicadores de performance, levou a que este fosse um dos sistemas de Gestão da organização prioritários quanto ao nível da necessidade de melhoria. De realçar que o Sistema de Melhoria Contínua Diária visa dar visibilidade às ideias de melhoria identificadas pelos colaboradores, fazendo valorizar a sua opinião sobre o seu espaço de trabalho, sendo, portanto, um elemento importante na cultura de melhoria contínua da organização e na própria promoção do *engagement* dos colaboradores.

Partindo do pressuposto de que o sistema AS-IS destinado ao registo e gestão de ideias de melhoria, existente no âmbito da empresa em análise, não satisfaz as necessidades da organização, procuraram-se soluções na área da digitalização. Desta forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a possibilidade de recriar digitalmente o Sistema de Melhoria Contínua Diária, garantindo que se mantém um sistema acessível a todos os colaboradores. Assim, foi definido a seguinte questão de investigação no presente estudo: “Qual o impacto da criação de um Sistema de Melhoria Contínua Diária digital na Kirchhoff Automotive?”. Por forma a melhor responder à questão de investigação definida, desdobrou-se a mesma em sub-questões:

- a. Qual o verdadeiro propósito da existência de um sistema de Melhoria Contínua Diária na Kirchhoff Automotive?
- b. Quais são os principais problemas do sistema atual?
- c. Quais as principais funcionalidades que os utilizadores entendem como cruciais num sistema de Melhoria Contínua Diária digital?
- d. Qual a melhor plataforma para alojar o sistema digital dentro das possibilidades já adquiridas pela Kirchhoff Automotive?
- e. Qual o investimento necessário para implementar um novo sistema digital?

Em termos metodológicos, e por forma a conduzir a presente investigação que culminará na criação de um Sistema de Melhoria Contínua Diária digital, foi, numa fase inicial, feita uma análise do estado da arte das principais tendências tecnológicas relacionando estas com a gestão das ferramentas Lean no âmbito do atual contexto da indústria 4.0. Posteriormente, como o presente trabalho implica o desenvolvimento de uma nova ferramenta, foram exploradas abordagens de desenvolvimento de processos, projetos e sistemas de informação, no contexto da quarta revolução industrial.

Na fase seguinte foi detalhada a motivação, o problema e os objetivos do presente projeto, bem como foi feita uma análise da situação atual. Após a análise detalhada da situação atual foram idealizadas as principais funcionalidades a integrar no novo sistema num ambiente colaborativo com os utilizadores. Neste processo foram desenvolvidos protótipos de baixa fidelidade, por forma a servir de artefacto de validação dos requisitos. Finalmente, seguindo um processo de desenvolvimento iterativo e incremental, foram realizados testes ao sistema, de forma a validar as funcionalidades e realizar os ajustes necessários ao mesmo.

Em termos de estrutura, o presente relatório encontra-se dividido em quatro capítulos. O presente capítulo, referente à introdução do projeto, apresenta o problema em estudo, as principais questões de investigação, o objetivo, metodologia utilizada, bem como a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é feita uma revisão do estado da arte dos principais temas abordados ao longo deste trabalho em torno de diferentes temáticas. Inicialmente é abordada a temática da Indústria 4.0, as suas principais tecnologias chave e ainda algumas oportunidades inerentes à quarta revolução industrial. De seguida é explorada a produção Lean e a sua conexão com as novas tecnologias industriais provenientes da Indústria 4.0, acompanhada de uma contextualização sobre os sistemas de sugestões de ideias de melhoria como uma ferramenta Lean. Finalmente são apresentadas algumas abordagens de desenvolvimento de processos, projetos e sistemas no contexto da Indústria 4.0, onde é dado especial foco ao BPM (*Business Process Management*), ao Design Thinking e à engenharia de software baseada no RUP (*Rational Unified Process*).

No terceiro capítulo é apresentado o estudo prático, onde é feita uma contextualização e definição do problema através da apresentação da empresa e do atual sistema em utilização. De seguida são apresentados os objetivos e a metodologia prática utilizada. Finalmente, é desenvolvida a criação do sistema de melhoria contínua diária digital, dividida em quatro fases: Fase de iniciação – *What is?*; Fase de elaboração – *What if?*; Fase de Construção – *What wows?*; Fase de finalização da Construção e Transição – *What works?*. Para além destas quatro fases, são ainda apresentados os resultados através de uma comparação entre os dois sistemas.

No último capítulo são feitas as considerações finais, apresentadas as principais limitações sentidas ao longo do projeto e os trabalhos futuros.

2. Estado da Arte

2.1. Indústria 4.0

A quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, é a era em que são utilizadas tecnologias de automação nos processos industriais. O termo Indústria 4.0 foi introduzido em 2011 na Alemanha, na feira de Hannover (Xu, Xu, and Li 2018).

As empresas procuram obter através das tecnologias-chave da Indústria 4.0 processos produtivos descentralizados e integrados, com pouco desperdício e que permitam uma alta personalização dos seus produtos em grande escala (Ghobakhloo and Fathi 2019).

Existem diversas tecnologias chave como base à implementação da indústria 4.0, de entre as quais se destacam: a IoT (*Internet of Things*), *Big Data*, *Cloud Computing* e CPS (*Cyber physical systems*) (Butt 2020; Da Costa et al. 2019; Zheng et al. 2018).

A utilização das principais tecnologias associadas à Indústria 4.0 trouxe às empresas uma melhoria significativa na sua capacidade e eficiência produtiva, flexibilidade, partilha de conhecimento, trabalho colaborativo, redução de custos e, conseqüentemente, aumento de receitas (Butt 2020). A digitalização da indústria combinada com o uso de tecnologias que permitem a comunicação em tempo real, vieram redefinir os limites das organizações.

A IoT é um sistema de dispositivos interligados que partilham informação recolhida por sensores entre si. Esta partilha é feita através de comunicações eletrónicas suportadas por softwares. Na indústria, este sistema facilita a colaboração entre colaboradores, máquinas e produtos (Butt 2020). As empresas instalam sensores nas máquinas e noutros elementos do chão de fábrica, permitindo uma recolha de dados permanente que influencia a tomada de decisão em tempo real. A grande quantidade de dados recolhida, possibilita análises mais completas ao ponto de situação em que se encontra a empresa e a realização de ajustes necessários para a concretização dos seus objetivos (Butt 2020; Xu et al. 2018). No paradigma da IoT, muitos dos objetos que nos rodeiam estarão em rede, conectados de alguma forma entre si, deixando assim a tecnologia de estar centrada nos tradicionais computadores (Gubbi et al. 2013).

O conceito de *Big Data* (BD) está associado, normalmente, a um conjunto de dados que não é possível analisar através de métodos convencionais. A grande quantidade de dados recolhida pela IoT necessita de ser filtrada e analisada de forma a que a informação seja útil e apoie na tomada de decisão. A *Big Data Analysis* (BDA) é o processo de análise de uma grande dimensão de dados, procurando identificar padrões, relações ainda desconhecidas e tendências que possam ser úteis para controlar a *performance* de forma precisa, gerir os *timings* de manutenção dos equipamentos, prevenir *breakdowns*, e controlar todas as etapas da cadeia de abastecimento (Butt 2020; Tupa and Steiner 2019).

Com a *Cloud Computing* (CC), grandes volumes de dados podem ser alojados numa *cloud* pública ou privada, permitindo partilhar e aceder aos mesmos facilmente (Xu et al. 2018). Com o avanço da digitalização de todos os processos e sistemas, a necessidade de maximizar a acessibilidade e sincronização dos dados tornou-se um fator fundamental. A CC tem sido determinante no processo de descentralização da informação, permitindo que os dados sejam acessíveis independentemente da localização do seu utilizador alvo. O seu alto desempenho aliado aos baixos custos de implementação tornou a sua utilização indispensável no processo de

digitalização de uma empresa (Xu et al. 2018). Esta tecnologia permite carregar e armazenar elevados volumes de dados em centros de computação em nuvem, eliminando a necessidade de ter um *hardware* sofisticado e dispendioso (Butt 2020).

A utilização dos sistemas ciber-físicos (CPS) é indispensável na construção de uma *smart factory*. Estes sistemas permitem interligar componentes físicos e computacionais, diluindo as fronteiras existentes entre ambos (Butt 2020; Lee, Bagheri, and Kao 2015; Xu et al. 2018). Uma das vantagens mais significativas dos CPS é a capacidade de trocar informações entre componentes, interpretar os mesmos e ativar funções de forma autónoma (Chiarini, Belvedere, and Grandó 2020). Graças aos recentes desenvolvimentos na indústria, a disponibilidade e os preços dos sensores, sistemas de gestão de dados e componentes informáticos, tornaram a integração dos CPS mais acessíveis e realistas para a maioria das organizações, permitindo que se mantenham competitivas. A integração destes sistemas com a produção, logística e serviços nas práticas atualmente desempenhadas, permite a transformação das fábricas em fábricas com significativo potencial económico (Lee et al. 2015).

A principal dificuldade na implementação das tecnologias da indústria 4.0 nas organizações está normalmente relacionada com a falta de conhecimento e preparação. As organizações têm dificuldade em perceber os reais benefícios destas tecnologias. Para além disso, as pessoas habitualmente temem mudanças, e, quando se trata de mudanças tão significativas e imediatas, ficam ainda mais reticentes (Butt 2020).

A utilização destas novas tecnologias digitais potencia novas formas de interação entre os colaboradores e as máquinas. Como consequência, as tarefas operacionais e a forma como são desempenhadas tal como o processo formativo são diretamente afetados (Kadir and Broberg 2021; Spöttl and Windelband 2021).

Kadir e Broberg (2021), salientam quatro principais desafios relacionados com os recursos humanos nestes processos de transição:

1. Stress causado pela redução de autonomia nas tarefas, novas competências necessárias e sobrecarga de informação;
2. A segurança quando o trabalho é realizado em ambiente colaborativo com robots autónomos;
3. Alterações nas cargas cognitivas necessárias para desempenhar as funções, reduzindo o peso da vertente física do trabalho;
4. Redução da motivação por receio do desemprego e redução de oportunidades.

A pandemia do covid-19 obrigou a que grande parte das pessoas tivessem de adaptar a sua forma de trabalhar às novas exigências de trabalho à distância devido às restrições de viagens e distanciamento social. As empresas com maior maturidade digital e automações integradas com tecnologias da Indústria 4.0 beneficiaram significativamente das mesmas durante este período de instabilidade, conseguindo manter os seus níveis de produtividade (Narayanamurthy and Tortorella 2021).

2.2. Lean Production

A produção Lean, que surgiu nos anos 50 na Toyota pelas mãos de Taiichi Ohno, pode ser definida como a coleção de métodos e princípios sincronizados utilizados para controlar uma área produtiva, com o objetivo de ter o menor *lead time* com custos reduzidos, garantindo elevada qualidade sem desperdícios. A popularidade do Lean cresceu graças à sua simplicidade e elevada eficácia, sendo desde a década de 90 a base

dos sistemas de produção das principais OEMs (Original Equipment Manufacturers) (Kolberg and Zühlke 2015; Ward, Shah, and Ward 2002).

A base do *Toyota Production System* é a eliminação absoluta dos desperdícios, sendo os dois pilares que sustentam o sistema conhecidos por produção just-in-time (JIT) e Jidoka (automação com toque humano) (Ōno 1988).

O JIT pode ser definido como a existência das peças corretas, no momento correto, na quantidade necessária num determinado processo. Este método de produção permite às empresas reduzir os valores de inventário para zero. Contudo, esta é a situação ideal, que na prática não se verifica, dada a quantidade e complexidade dos processos existentes, os problemas inevitáveis com os equipamentos, o absentismo e outras inúmeras causas que afetam a produção. Para mitigar estas situações, deve ser feita uma análise invertida ao normal sentido do processo produtivo, olhando o processo do fim para o início, onde o processo posterior vai ao anterior recolher apenas a quantidade exata de peças necessárias no momento exato da necessidade (Ōno 1988; Rossini et al. 2019).

O *Jidoka* ou *autonomation*, difere do conceito *automation*, por se referir à utilização de automação com intervenção humana no processo. Na Toyota o primeiro sistema deste tipo foi utilizado na deteção de defeitos, onde o sistema parava a máquina quando detetava condições anormais. A utilização deste tipo de conceito, permitiu revolucionar a alocação de recursos às máquinas, um operador passa a conseguir trabalhar com várias máquinas em simultâneo, sendo apenas necessário intervir quando é detetada alguma não conformidade (Ōno 1988; Rossini et al. 2019).

Ōno (1988), reconhece a importância dos computadores. Já na época eram considerados uma ferramenta importante, nomeadamente no planeamento da produção e cálculos das necessidades diárias. Por outro lado, reforça que os mesmos devem ser utilizados como uma ferramenta de suporte e não como o centro de todas as movimentações da empresa, rejeitando a desumanização das linhas de produção. Os custos e a sustentabilidade dos investimentos associados à informatização são desde sempre uma preocupação.

Contudo, se muitas empresas conseguiram reduzir desperdícios e otimizar os seus processos, nem sempre a implementação de uma produção Lean é um sucesso. Algumas organizações desvalorizam a vertente estratégica do Lean e acabam por tentar implementá-lo em situações não aplicáveis. Outra situação bastante comum é a dificuldade em manter o nível de sucesso atingido na fase inicial de implementação, após dar os primeiros passos por vezes há uma estagnação e desleixo indesejados (Buer et al. 2018).

Bittencourt, Alves, e Leão (2021), concluem na sua investigação que os princípios Lean podem ser utilizados como base no processo de transição para a Indústria 4.0 em várias das suas tecnologias chave.

Conceitos como a standardização do trabalho, organização e transparência são apresentadas como determinantes nestas implementações. A Indústria 4.0 quando aplicada na presença de processos otimizados e estáveis pode diminuir significativamente o risco associado à introdução da mesma, sendo este um fator determinante devido aos avultados investimentos associados à sua implementação (Bittencourt et al. 2021; Kolberg and Zühlke 2015).

2.2.1. Digitalização de Ferramentas Lean

A produção Lean e a Indústria 4.0 têm objetivos idênticos, ambos procuram eliminar desperdícios e aumentar a produtividade e qualidade (Buer et al. 2018).

Segundo Tortella e Fetterman (2018), os princípios Lean associam-se positivamente à indústria 4.0, potenciando melhorias na sua performance. Já Sibatrova e Vishnevskiy (2016), apontam que a Indústria 4.0 pode também afetar de forma muito positiva as abordagens Lean, eliminando barreiras inerentes às mesmas. Por outro lado, a produção Lean é habitualmente uma abordagem pouco tecnológica, inversamente à Indústria 4.0, o que pode gerar algum conflito nas implementações (Pagliosa, Tortorella, and Ferreira 2019).

A ideia de combinar tecnologias de automação com a produção Lean é denominada de *Lean Automation*. Este conceito surgiu ainda nos anos 90, mas foi durante algum tempo um tema pouco explorado. Contudo, com a chegada da Indústria 4.0 surgiram novas soluções que aumentaram as possibilidades de combinar a produção Lean com tecnologias de automação (Kolberg and Zühlke 2015; Tortorella and Fettermann 2018).

Um exemplo de *Lean Automation* bastante comum, que se encontra há vários anos em utilização, é o e-kanban. O kanban é um método de sinalização que permite controlar os fluxos de produção de acordo com a necessidade do cliente evitando os excessos de produção e transporte, habitualmente utilizado sob a forma de cartões físicos (Kolberg, Knobloch, and Zühlke 2017; Ōno 1988). Através dos novos ICT (*Information and Communication Technologies*), foi possível automatizar o processo de deteção de necessidade e o próprio abastecimento dos postos de trabalho. A deteção de recipientes vazios ou em falta pode ser feita pelo sistema e mediante o grau de desenvolvimento do mesmo podem ser despoletados fluxos de abastecimento. Os erros de produção devido à ausência dos cartões deixam também de ocorrer (Kolberg et al. 2017; Kolberg and Zühlke 2015).

Rossini (2019), conduziu uma investigação sobre os efeitos da implementação da Indústria 4.0 e da produção Lean em 108 empresas produtoras europeias, aprofundando o estudo na relação entre ambas as metodologias. Esta investigação conclui que as empresas que procuram adotar níveis tecnológicos mais elevados devem manter o foco na implementação de uma produção Lean como suporte à melhoria contínua dos seus processos. Os efeitos de um sistema de produção Lean revelaram-se mais efetivos que as tecnologias da Indústria 4.0 no que toca às melhorias de performance, ficando claro que o nível de maturidade na temática Lean é bastante elevada nestas 108 empresas.

2.2.2.Melhoria Contínua Diária como uma Ferramenta Lean

A competitividade dos mercados já mencionada leva as empresas a fazerem diversas adaptações na forma de trabalhar. Para viver em um ambiente de melhoria contínua, faz sentido que as empresas ofereçam aos trabalhadores a oportunidade de dar sugestões de melhoria que identificam no seu espaço de trabalho (Szczeplaniak and Trojanowska 2020).

O primeiro sistema de sugestões documentado foi construído pela marinha britânica em 1770. No século 18, várias organizações britânicas e americanas começaram a usar caixas de sugestões. Mais tarde, em 1951, a Toyota introduziu o TSP (*Toyota Suggestion Program*), onde se presumia que os próprios funcionários podiam melhorar o seu espaço de trabalho, contribuindo para uma melhoria a longo prazo nas operações da empresa e criando um bom ambiente de trabalho onde todos contribuem para a sucesso da empresa e têm a sua opinião valorizada (Ostrowski and Jagodziński 2020).

Nos dias que correm, no chão de fábrica, o objetivo é que os colaboradores que estão diretamente envolvidos com as operações já não sejam vistos apenas como executantes de tarefas mas sim como agentes ativos com conhecimento para monitorizar indicadores de performance, resolver problemas e intervir quando necessário (Sader, Husti, and Daróczy 2019). Como agentes ativos, é esperado que identifiquem aspetos menos positivos dos seus postos de trabalho e procurem ideias de melhoria para implementar nos mesmos.

2.3. Abordagens de desenvolvimento de processos, projetos e sistemas no contexto da Indústria 4.0

A introdução das novas tecnologias digitais inerentes à Indústria 4.0 vieram revolucionar a forma de interação entre o homem e máquina, afetando a natureza do trabalho com novos desafios. De forma a garantir uma transição bem sucedida será necessário utilizar estratégias de *human-centric design*, tendo em conta as capacidades físicas, cognitivas e sensoriais dos trabalhadores (Kadir and Broberg 2021; Richter et al. 2018).

Apesar de o operador humano estar sempre presente nos processos industriais, tradicionalmente os investigadores e as organizações adotam abordagens de desenvolvimento baseadas na tecnologia, tendo apenas em conta o operador humano depois do processo e sistema estarem desenhados (Neumann et al. 2021; Pacaux-Lemoine et al. 2017).

2.3.1.BPM

Um BP (*Business Process*) pode ser definido por um conjunto de processos e atividades interligados que funcionam com o propósito de atingir um objetivo da organização (Chinosi and Trombetta 2012). O BPM (*Business Process Management*) pode ser definido como a gestão desses processos de negócios. Essa gestão visa maximizar o desempenho dos processos e identificar melhorias que afetam positivamente toda a organização (Bach et al. 2019). Os processos de negócios controlados estão principalmente relacionados com tarefas internas e processos colaborativos com outras organizações (Arevalo et al. 2016).

Nascimento (2019) apresenta uma versão unificada do ciclo de BPM que otimiza vários ciclos estudados de outros autores com quatro etapas principais: Planeamento; análise, modelação e otimização dos processos; implementação e monitorização de processos. Como um exemplo de uma das versões mais detalhadas do ciclo de vida do BPM, Dumas (2018) apresenta as várias etapas divididas passo a passo, onde defende que o ciclo de vida é idealmente dividido em seis etapas: Identificação do Processo, Descoberta, Análise, Redesenho, Implementação e Monitorização do mesmo.

A exploração do BPM não deve ser vista como limitada à modelação de processos, dependendo dos objetivos da organização, ela pode ser combinada com ferramentas e metodologias como simulações, padronizações, gestão de projetos e *Lean Thinking* para potenciar a evolução da empresa (Nascimento et al. 2019).

2.3.1.1.BPMN

BPMN (*Business Process Model and Notation*) é a notação usada em BPM para mapear processos de negócio. Foi introduzido pela primeira vez em 2004 pela Business Process Modeling Initiative como uma notação gráfica que permitia representar os processos de negócios das organizações de uma forma apelativa visualmente (Chinosi and Trombetta 2012).

O BPMN tornou-se uma ferramenta muito popular devido à sua notação intuitiva, facilidade de vinculação de diferentes processos de negócios e também devido à sua ampla abrangência (Chinosi and Trombetta 2012). Nos últimos anos torna-se a linguagem padrão para mapear processos no mundo empresarial e académico (Arevalo et al. 2016; Bonnet et al. 2014). Sendo em 2013, definida a linguagem aceite e especificada como um standard ISO pela *Object Management Group* (OMG) (Zarour et al. 2019).

Para uma análise detalhada do processo, a modelação deve ser dividida em duas fases principais: uma inicial em que é feita a representação do processo atual ("AS-IS"); a outra posterior onde a visão futura do que se pretende alcançar é mapeada ("TO-BE") (Koszela 2016).

O BPMN 2.0 é a evolução do BPMN 1.x, tornando-se a versão mais completa da notação. Assim, a introdução de novos recursos e a resolução de alguns problemas de ambiguidade e inconsistência que existiam em notações anteriores foi introduzida com o BPMN 2.0 (Chinosi and Trombetta 2012).

2.3.2.Design Thinking

O *Design Thinking* (DT) é um método utilizado para desenvolver soluções inovadoras para problemas complexos onde no processo de design são valorizados os interesses e preocupações dos humanos com intervenção no processo (Geissdoerfer, Bocken, and Hultink 2016).

Thomas Lockwood, antigo presidente do *Design Management Institute*, prestigiada associação de design aplicado ao negócio, define o DT como “um processo de inovação centrado no ser humano que enfatiza a observação, colaboração, aprendizagem rápida, visualização de ideias, prototipagem de conceito rápida e análise de negócios simultânea” (Liedtka 2015).

A definição da forma como é conhecido o DT hoje em dia é atribuído à empresa de consultoria IDEO e ao seu fundador David Kelley. A própria estratégia da empresa representa a evolução da metodologia, sendo que inicialmente era utilizada no desenvolvimento de novos produtos e mais tarde foi alargada ao desenvolvimento de novos serviços, estratégias e outros sistemas (Liedtka 2015).

O DT é muitas vezes visto como algo muito ambíguo, cada autor adapta esta metodologia à sua realidade, incluindo ferramentas de suporte que permitam chegar ao design desejado (Carlgren, Rauth, and Elmquist 2016; Liedtka 2015). A d.School da Universidade de Stanford é vista como a principal responsável pelo crescimento e crédito dado à metodologia. A Framework proposta pela d.School, é iterativa e pode ser interpretada como linear, dividindo-se em 5 grandes etapas: *empathize* (recolha de dados e análise do contexto), *define* (definição do problema), *ideate* (procurar possíveis soluções para o problema), *prototype* (desenvolver um protótipo tangível que represente a ideia), *test* (realizar testes com os potenciais utilizadores). Por vezes a primeira etapa (*empathize*) é dividida em *understand* e *observe* (Carlgren et al. 2016; Geissdoerfer et al. 2016).

Na tabela 1, encontram-se alguns dos principais modelos práticos apresentados por diversas organizações que utilizam o DT. Liedtka (2015) defende que apesar de serem feitas divisões diferentes e serem atribuídas nomenclaturas variáveis dependendo da organização, todas acabam por se dividir em três grandes fases, inicialmente a recolha de dados, seguindo-se da geração de ideias e finalmente a fase de testes.

Tabela 1 - Modelos práticos de *Design Thinking*, Adaptado de (Liedtka 2015)

Etapa	IDEO	Continuum	Stanford Design School	Rotman Business School	Darden Business School
Fase I - Recolha de dados sobre as necessidades do utilizador	Descoberta e interpretação	Descobrir percepções profundas	Empatizar e definir	Empatizar	What is?
Fase II - Geração da ideia	Idealização	Criação	Idealização	Idealização	What if?
Fase III - Testes	Experimentação e Evolução	Tornar real: protótipos, testes e lançamento	Prototipagem e testes	Prototipagem e experimentação	What wows? What works?

Liedtka, Ogilvie, e Brozenske (2014), membros da equipa de investigação da Universidade de Darden, propõe um processo de design para o DT baseado em quatro questões simples referentes a cada fase do processo: “*What is?*”, “*What if?*”, “*What wows?*” e “*What works?*”. Em cada uma destas quatro fases são utilizadas dez ferramentas de suporte essenciais na criação de novas ideias, mas também na redução do risco do projeto (Figura 1).

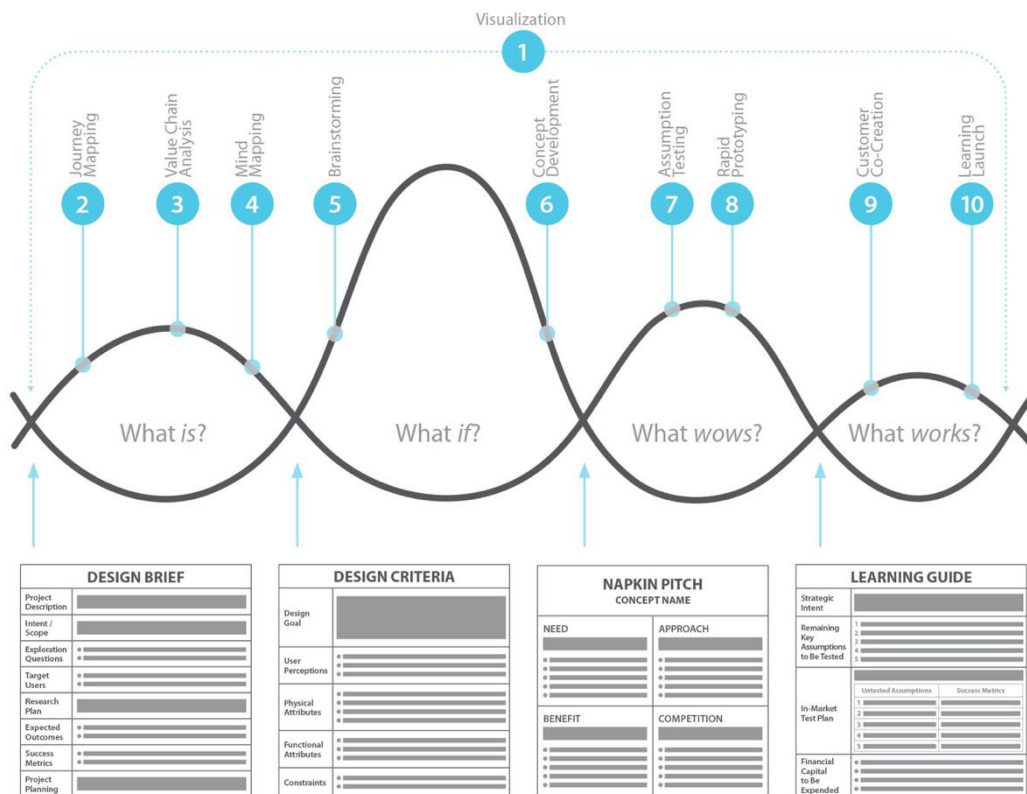


Figura 1 - Processo de *Design Thinking* proposto por (Liedtka et al. 2014)

Liedtka (2014), defende que as dez ferramentas não são suficientes para garantir o crescimento do projeto, para colmatar essa dificuldade, sugerem a utilização de quatro PMAs (*Project Management Aids*) nas transições entre as quatro fases. Inicialmente é desenvolvido um *Design Brief*, onde são definidos os objetivos, os recursos e o horizonte temporal do projeto. De seguida são criados os *Design Criteria*, definindo as características que o produto a desenvolver deve ter. Posteriormente deve ser criado após o “*What if?*”, um

pitch de apresentação do produto e na transição final um *Learning Guide* com o plano de testes e visão estratégica para o produto (Liedtka et al. 2014).

Numa fase inicial, durante o “*What is?*”, é feita uma exploração detalhada da situação atual através dos *journey maps* (análise da situação no ponto de vista do cliente, baseado em entrevistas), *Value Chain Analysis* (analisar a cadeia de valor associada ao processo em análise) e, finalmente, é organizada e filtrada a informação recolhida através de um *mind map* (Liedtka et al. 2014).

A segunda fase é o “*What if?*”, e aqui é onde é iniciado o processo de criação. A imaginação é crucial nesta fase, devem ser esquecidas quaisquer limitações e idealizada uma possível solução à situação analisada anteriormente. Por norma, esta é a fase em que há mais dificuldade no processo. As ferramentas de suporte utilizadas são o brainstorming e o desenvolvimento do conceito (Liedtka et al. 2014).

Na fase do “*What wows?*” é onde são tomadas as decisões. A ideia já foi gerada e começa a ser testada consecutivamente para que seja aperfeiçoada. Podemos dizer que o nosso produto é “*wow*” quando o nosso cliente precisa dele, nós conseguimos produzi-lo e este é economicamente sustentável. As ferramentas utilizadas nesta fase são os testes às premissas definidas anteriormente e a criação de protótipos (Liedtka et al. 2014).

A última fase do DT é o “*What works?*”, e é aqui que são distinguidas as invenções das inovações. Como em todas as etapas anteriores o contacto com o cliente mantém-se, sendo que neste caso é feito através da criação conjunta com os clientes de forma a perfeioar o produto e, finalmente, o lançamento do produto numa área ou mercado piloto (Liedtka et al. 2014).

Para além de todas as ferramentas apresentadas anteriormente, existe a visualização que é uma ferramenta virtualmente presente em todas as fases do processo do DT. Esta é uma ferramenta indispensável no processo de criação, contribuindo na identificação, organização e comunicação do produto ou processo em desenvolvimento (Liedtka et al. 2014).

Esta forma estruturada de abordar o processo de criação, tem como objetivo dotar todos os gestores dos conhecimentos necessários para o aplicarem ao seu negócio, evitando em simultâneo a linearidade das análises numéricas e procurando de forma iterativa, através de sucessivos testes a melhor solução para todos os stakeholders (Liedtka 2014; Liedtka et al. 2014).

2.3.3. Engenharia de Software

A indústria dos softwares está diretamente ligada à Indústria 4.0, esta dá o suporte essencial à construção dos sistemas que solucionam as necessidades tecnológicas das organizações. Dada a explosão na procura dos sistemas digitais, estes são desenvolvidos de forma contínua e em ciclos rápidos. A *Continuous Software Engineering* (CSE) permite desenvolver os sistemas de forma iterativa, garantindo a evolução e melhoria contínua dos mesmos. Esta metodologia de desenvolvimento de software é já utilizada por alguns dos principais fabricantes na indústria automóvel, como a BMW e a Tesla (Nakagawa et al. 2021).

Nos dias que correm, cada vez mais os clientes procuram produtos personalizados às suas necessidades. Como forma de responder a esta crescente procura, as organizações intensificaram o seu interesse nas estratégias de personalização em massa. Este tipo de estratégia permite às organizações fornecer produtos e serviços que vão de encontro às necessidades de cada cliente sem comprometer o custo, tempo de entrega e qualidade dos seus produtos (Kristjansdottir et al. 2018).

2.3.3.1. Rational Unified Process

O *Rational Unified Process* (RUP) é um método iterativo e incremental, muito popular no desenvolvimento de software. É normalmente descrito como um método orientado por planos onde todo o ciclo de vida do desenvolvimento do produto é planejado numa fase inicial do projeto, com base no conceito de “use cases” (Shafiee et al. 2020a). A utilização de use cases permite, assim, expressar um problema de uma forma perceptível para todos os *stakeholders*, desde os utilizadores até aos próprios desenvolvedores envolvidos no projeto (Kruchten 2003).

O RUP difere dos métodos de desenvolvimento convencionais por utilizar várias iterações incrementais para obter feedback dos utilizadores, de forma a alinhar o *software* em desenvolvimento com os requisitos definidos pelo utilizador. A principal razão do carácter iterativo da metodologia desde uma fase muito prematura é a validação da arquitetura que inicialmente assume o formato de um protótipo executável, que gradualmente se transforma no sistema final, através das deferentes iterações (Kruchten 2003; Shafiee et al. 2020b).

Cada iteração passa por quatro fases de desenvolvimento: Iniciação, elaboração, construção e a transição. Para além das quatro fases, em todas as iterações são feitas uma série de atividades também denominadas por “disciplinas”. As disciplinas chave são a modelação de processos, requisitos, análise e design, implementação e testes. A maioria de cada conjunto de atividades é realizado em uma fase, embora parte delas se prolonguem para as fases seguintes. (Kruchten 2003; Shafiee et al. 2020b; Xia et al. 2020).

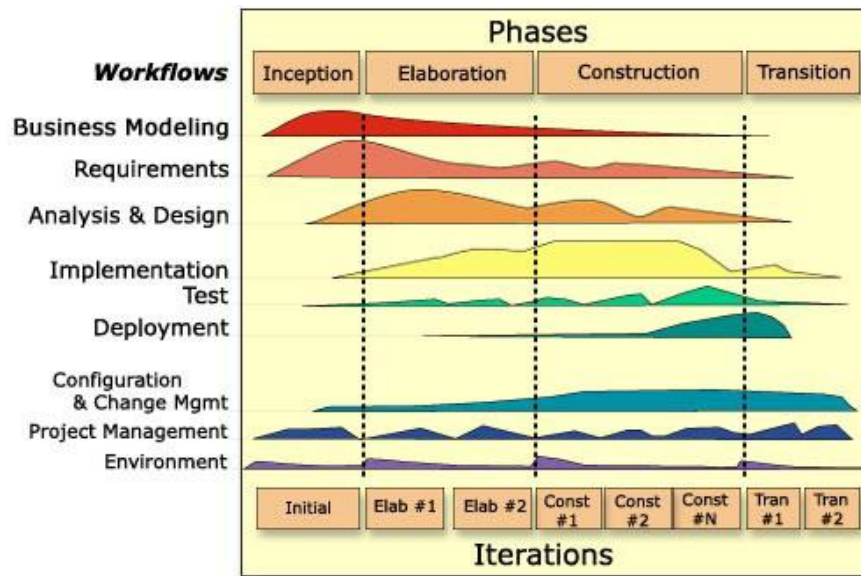


Figura 2 - *Rational Unified Process Framework* (Kruchten 2003)

Na fase da iniciação é feita a definição do âmbito do projeto e especificação da visão do produto final. A fase de elaboração é dedicada ao planeamento das atividades e recursos necessários para o projeto e são especificadas as funcionalidades do sistema a desenvolver. Após a elaboração é iniciada a construção do sistema e dos planos de implementação necessários. Finalmente, na fase de transição é feita a passagem do sistema para os utilizadores, suportando a entrega, formação, suporte e manutenção do produto até o cliente estar totalmente satisfeito (Kruchten 2003).

A *Unified Modeling Language* (UML) é uma linguagem padrão que contém uma coleção de ferramentas gráficas utilizadas para visualizar, especificar, construir e documentar as relações estabelecidas entre o sistema

e todos os seus intervenientes. A UML é um standard do OMG (Object Management Group) composto por uma série de diagramas (Cao, Jing, and Wang 2008; Kruchten 2003).

Algumas das notações têm especial relevância na modelação de sistemas, como por exemplo: o diagrama de classes, representa a estrutura estática do sistema em estudo, as suas classes com a estrutura interna e atributos detalhados, e as relações existentes entre classes. Os diagramas use case são uma forma de associar os atores e os use cases através de relações, sendo uma ferramenta poderosa na verificação de cenários e preparação de testes (Cao et al. 2008).

O RUP é um guia para uma utilização eficaz da UML para a modelação (Kruchten 2003). A nível industrial, há evidências que os diagramas UML são frequentemente utilizados na análise de problemas e documentação (Ciccozzi, Malavolta, and Selic 2019).

2.3.3.2. Análise de dados no contexto da Indústria 4.0

As novas tecnologias da Indústria 4.0 trouxeram um novo nível de conectividade que produz um grande volume de dados variados, estruturados e também não estruturados (Qi and Tao 2018). Com isto, tornou-se bastante mais fácil recolher dados, sendo que tratar e extrair informação relevante dos grandes aglomerados de dados disponíveis tornou-se assim um desafio (Choi, Chan, and Yue 2017). Através da *Big Data Analysis* as organizações podem encontrar os *bottlenecks* dos seus processos produtivos, encontrar as causas e os impactos destes problemas (Qi and Tao 2018).

Como grande parte destes dados estão relacionados com eventos em tempo real, quando bem explorados, por exemplo com recurso a ferramentas de *Business Intelligence* (BI), podem ser utilizados em ajustes na programação e planeamento de atividades de negócio, reduzindo o risco e aumentando as margens lucrativas de uma forma eficiente (Choi et al. 2017).

BI pode ser definido como o conjunto de aplicações, tecnologias e processos que permitem a recolha, armazenamento e análise de dados usados no suporte à tomada de decisão, melhorando a qualidade das decisões e acelerando este processo (Chaudhuri, Dayal, and Narasayya 2011; Stecyk 2018). Os sistemas de BI devem suportar: a lucratividade, a tomada de decisão através da identificação de oportunidades e ameaças, as respostas necessárias a questões relacionadas com o negócio de forma rápida (Stecyk 2018). Através da IoT podem ser integrados com sistemas de BI, diversos elementos, em várias aplicações industriais (Choi et al. 2017). Na Figura 3 uma representação simplificada do funcionamento de um sistema de BI, onde várias fontes de informação enviam dados em tempo real para um armazém de dados que são depois tratados e utilizados na tomada de decisão.

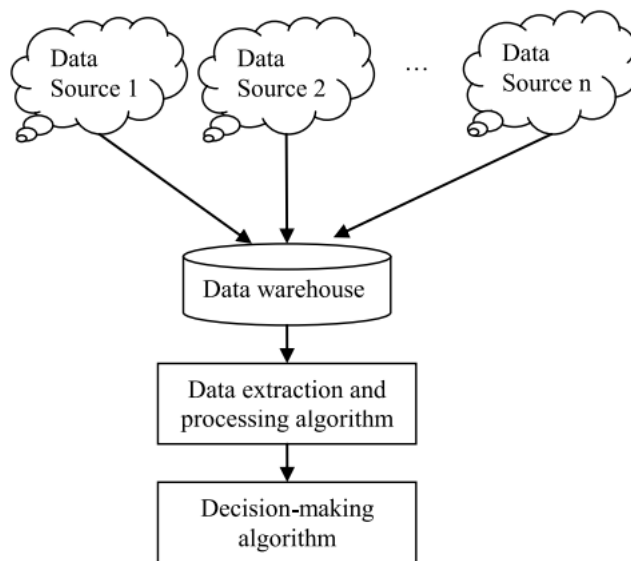


Figura 3 - Representação simplificada de um sistema de BI (Choi et al. 2017)

A visualização de dados é a forma mais rápida e fácil de transmitir uma mensagem, visto que o ser humano está naturalmente predisposto a procurar padrões e relações em tudo o que vê (Ali et al. 2016). A visualização aliada à análise de dados, permite transformar dados em informação valiosa. Com estas condições reunidas, os responsáveis pela tomada de decisões têm mais facilmente conhecimento dos eventos e acontecimentos da organização (Surbakti and Ta’A 2017).

A relevância destas tecnologias conduziu ao aparecimento de vários trabalhos de investigação nesta área. Pejić Bach (2019) conduziu um estudo com o objetivo de analisar inter-relações entre o BPM e a *Business Intelligence* (BI), bem como o impacto da utilização destes conceitos na performance de Pequenas e Médias Empresas (PMEs) na Croácia e Eslovénia. Grande parte das empresas sentem dificuldade em iniciar a utilização destas ferramentas, muito por falta de conhecimento, falta de recursos humanos, questões motivacionais e, ainda, por não controlarem habitualmente indicadores de performance (KPIs). O resultado desta investigação, prova que empresas com maior maturidade ao nível dos seus sistemas de BI e BPM têm melhores resultados de performance e, quando o nível de maturidade de ambos os sistemas estão alinhados, em níveis elevados, a performance da empresa é ainda superior. O mesmo estudo conclui que uma boa fluidez dos fluxos de trabalho e de comunicação, aliada a uma forma completa de analisar os dados resultantes dos sistemas integrados existentes, permite à organização potenciar a sua performance e crescimento. Contudo, a grande maioria das PMEs ainda se encontra em níveis muito baixos de maturidade ao nível do BPM e BI (Pejić Bach et al. 2019).

3. Estudo Prático

3.1. Contextualização e Definição do Problema

3.1.1. Apresentação da Empresa

A KIRCHHOFF Automotive (KA) é uma empresa de origem Alemã, líder global no desenvolvimento e no fornecimento de estruturas de carroçarias e chassis para veículos automóveis. A KA é ainda hoje uma empresa familiar, fundada em 1785, faz parte do atual grupo KIRCHHOFF, composto pelas áreas de negócio KIRCHHOFF Ecotec, KIRCHHOFF Mobility e WITTE Tools, sendo que a KIRCHHOFF Automotive é a maior unidade de negócio do grupo, com 9000 colaboradores e 26 fábricas distribuídas por 11 países a trabalhar em JIT (*Just in time*) de forma muito próxima dos seus clientes.

Na década de 60 surgiu na vila de Cucujães a empresa Gametal Metalúrgica de Gandarinha, S.A. dedicada à produção de ferramentas e moldes para a indústria automóvel. Nos anos 80, o grupo Bertrand Faure (atual Faurecia) adquire e expande as áreas de atividade da Gametal que viria posteriormente em 1993 a ser comprada pela Kirchoff Automotive. Desde que foi adquirida pela Kirchoff, a Gametal começou a crescer a um ritmo acelerado atingindo no final da década de 90 os seus limites de capacidade de produção, o que levou desde então a diversas operações de expansão para as novas instalações de Ovar. Em 2014, já com a sede da empresa estabelecida em Ovar, a empresa muda a sua designação para Kirchoff Automotive Portugal S.A.

Atualmente a Kirchoff Automotive Portugal S.A divide as suas operações em três principais áreas, a estampagem a frio e a quente, a soldadura e pintura. O processo produtivo é coordenado entre as infraestruturas de Ovar e Cucujães, a estampagem é toda feita em Ovar, a soldadura divide-se entre Ovar e Cucujães e todos os processos de pintura são feitos em Cucujães.

O presente trabalho foi desenvolvido no departamento KAPS (KIRCHHOFF Automotive Production System), que tem como missão capacitar a organização no entendimento dos passos para a transformação Lean, com a visão de ter no futuro um KAPS *Expert* em cada colaborador. O sistema de produção da Kirchoff é sustentado por 4 pilares principais: (i) transformação administrativa, (ii) operacional, (iii) comportamento e mindset e, ainda, (iv) transformação digital. Na figura abaixo é possível observar o logótipo KAPS, que para além de incluir os 4 pilares, tem representado ao centro uma metáfora daquilo que é um especialista KAPS dividido em 7 partes representantes dos 7 princípios KAPS (0 Desperdícios; 0 Defeitos; Standards; Aprendizagem contínua; Fluxo; Nivelamento e Melhoria Contínua).



Figura 4 – Logótipo do KAPS

3.1.2. Apresentação do Sistema de Melhoria Contínua Diária atual

Atualmente, existem dois sistemas de sugestão de melhorias implementados na KA. Estes sistemas estão direcionados para áreas distintas dentro da organização, um deles para a área administrativa e o outro parte a área operacional.

O sistema utilizado pelos colaboradores da área administrativa é um sistema digital, que está integrado no SharePoint da empresa. Este sistema encontra-se inativo desde 2019, devido à complexidade da plataforma e à dificuldade em seguir o status de uma melhoria. Como tal, a empresa decidiu travar a sua utilização. Neste sistema os colaboradores tinham um formulário de submissão digital, representado na Figura 5, com vários campos, que permitiam detalhar a sua ideia de melhoria. A avaliação das ideias de melhoria era feita, numa primeira fase, por uma comissão de aprovação. No caso de ser aprovada passava para o responsável de departamento para dar o seu parecer e avançar com a implementação da ideia.

Figura 5 - Formulário de submissão no sistema SharePoint extinto

O formulário de submissão era usado também como local para o registo das avaliações feitas neste processo de aprovação o que provocava o preenchimento de campos indevidos nas diversas etapas do processo. Para além da zona de submissão o sistema faz alguns registos automáticos que permitem o

preenchimento dos indicadores de performance e uma representação de quantas ideias de encontram em cada status de aprovação (Figura 6).

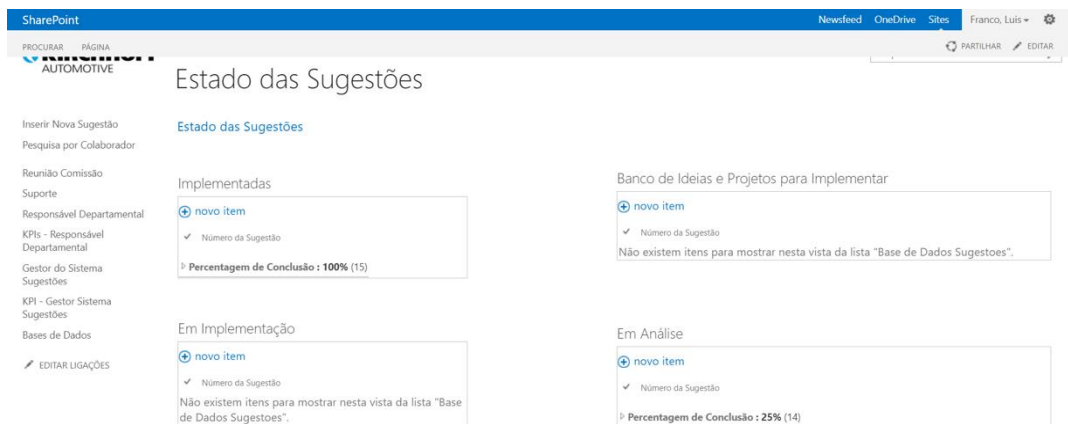


Figura 6 - Status das ideias de melhoria no sistema SharePoint antigo

O sistema implementado na área operacional é físico, funciona centrado num quadro de Melhoria Contínua Diária (Figura 7). Este quadro tem um espaço dedicado aos formulários de submissão de uma melhoria, aos indicadores de performance do sistema e ao status de cada melhoria com um espaço destinado para cinco formas possíveis. O primeiro status é para as “Novas sugestões” e é destinado à colocação dos formulários de novas ideias por parte dos colaboradores. O segundo é “Em Avaliação” onde ficam retidas a ideias enquanto a chefia avalia a viabilidade da mesma. Depois de validada a ideia esta é colocada no terceiro status, “Em Implementação”, até ser finalmente implementada e passar para o status “Implementadas”. Depois de implementadas as ideias passam ainda por um status final de validação por parte do responsável de área.

Atualmente existem 10 quadros no chão de fábrica, 1 na pintura de Cucujães, 3 na soldadura de Cucujães, 4 na soldadura de Ovar e 2 na estampagem de Ovar.



Figura 7 – Quadro de Melhoria Contínua Diária

O formulário de submissão existente no quadro, Figura 8, divide-se essencialmente em 4 partes, o cabeçalho de identificação, a descrição do problema, a solução sugerida e a classificação do impacto da melhoria nas diversas categorias. Os dados relativos ao custos e requisitos de implementação e respetivo retorno são normalmente deixados em aberto por serem avaliados posteriormente pelas chefias que analisam a sustentabilidade e decidem avançar, ou não, com a sugestão.



Lições Aprendidas



Assunto:*
Data:

Criador da Ideia:*
Contacto da Chefia:*

Descrição do Problema*	Solução*	Classificação de Impacto*	Aplicável	
		Melhora HSE e Ergonomia		
		Custo padrão & redução de custos indiretos		
		Menos Reclamações (internas/externas)		
		Redução de um dos tipos de desperdício		
		Redução de risco (incluindo tópicos legais)		
		Poupança de Admin (R52)		
		Poupança de custos financeiros (R61)		
		Poupança de impostos (R81)		
		Implementação*		
				Custos recorrentes anuais [EUR]
		Investimento estimado (apenas uma vez) [EUR]		
		ROI Estimado [%]		
Adicione uma imagem do problema aqui.	Adicione uma imagem da solução aqui.	Requisitos		
		Esta lição aprendida tem algum requisito para ser usada (além dos custos)?		
Nº KA		Área		
Nº Projeto		Departamento destino*		
Grupo do produto		Fábrica*		
Processo (técnico/negócio)		Palavras Chave*		

Figura 8 – Formulário de submissão de ideia no sistema de Melhoria Contínua Diária

Os *Key Performance Indicators* (KPIs) seguidos pelo sistema, assinalam o número de ideias implementadas por mês e o tempo de escoamento de uma ideia, desde o momento em que foi sugerida até que foi validada a sua implementação. O número de ideias implementadas por mês, Figura 9, permite analisar a evolução do número de implementações de cada área ao longo do tempo, sendo possível fazer um acompanhamento mais próximo nos momentos de maior estagnação de implementações. O tempo de escoamento, tal como se pode verificar na Figura 10, é utilizado como métrica para avaliar a eficiência temporal de cada implementação. Este indicador reflete as demoras nos processos de aprovação e implementação de cada área, sendo também na folha destinada ao registo dos tempos de escoamento que são registadas as escalações e rejeições das ideias.

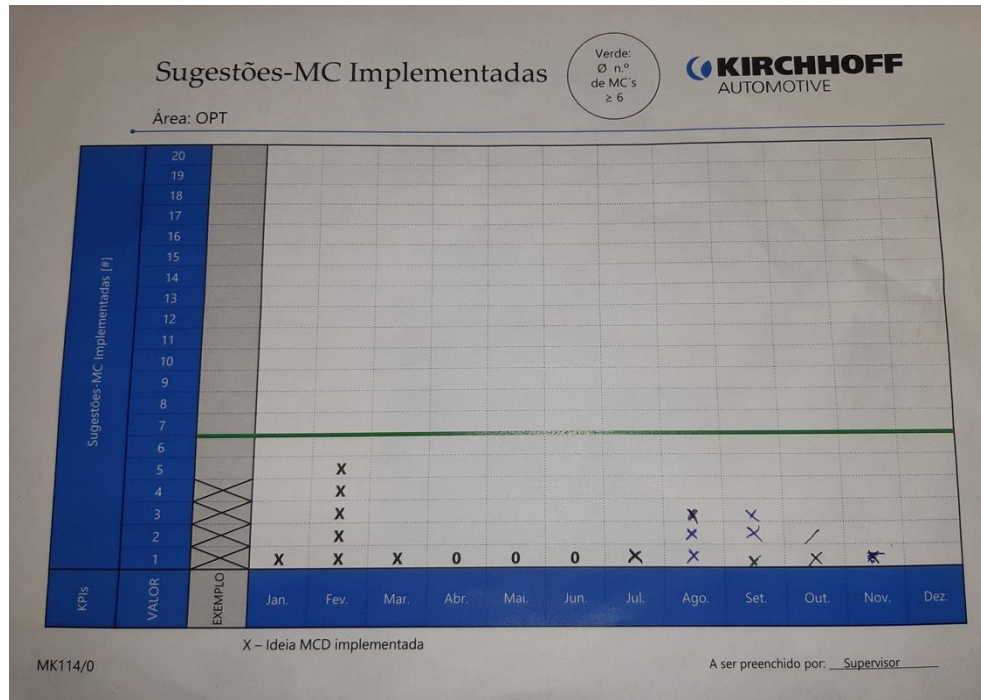


Figura 9 – Número de ideias implementadas por mês numa área produtiva (KPI)

Para preencher o indicador do número de ideias implementadas basta assinalar com um (x) no mês em que a ideia foi implementada. Cada cruz representa uma ideia implementada e a linha verde representa o objetivo mensal de implementações.

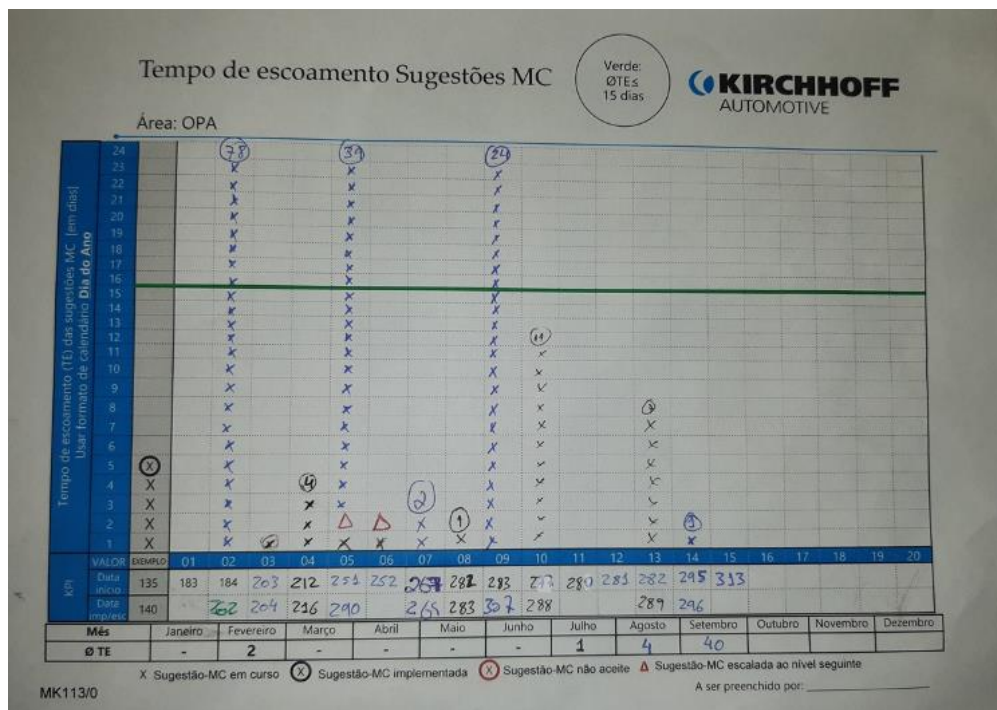


Figura 10 – Tempo de Escoamento de cada ideia numa área produtiva (KPI)

Para preencher o indicador do tempo de escoamento é utilizado o calendário juliano como referência para os dias de submissão da ideia e respetivo dia de implementação, desta forma torna-se mais simples de

calcular o número de dias entre ambas as datas. Por cada dia de implementação decorrido é assinalado com uma cruz e o no dia da implementação deve ser registada a diferença de dias. Se uma ideia for escalada para o nível de aprovação seguinte deve ser assinalada com um triângulo vermelho e se for rejeitada deve ser assinalada com uma cruz vermelha.

3.1.3. Estatísticas do sistema atual e motivação para a nova solução

Uma vez que o problema que chamou à atenção da organização foi a baixa taxa de adesão ao sistema e o consequente baixo número de ideias implementadas, foi analisado com mais detalhe o desempenho do sistema no último ano (2020).

Analisando o número de ideias implementadas por toda a organização ao longo de 2020, é possível verificar que em nenhum mês foi alcançado o objetivo de implementar 40 ideias (Figura 11). O ano teve alguns imprevistos inevitáveis que afetaram o número de ideias, especialmente nos meses de Março, Abril e Maio, quando devido ao Covid-19 a organização chegou mesmo a encerrar.

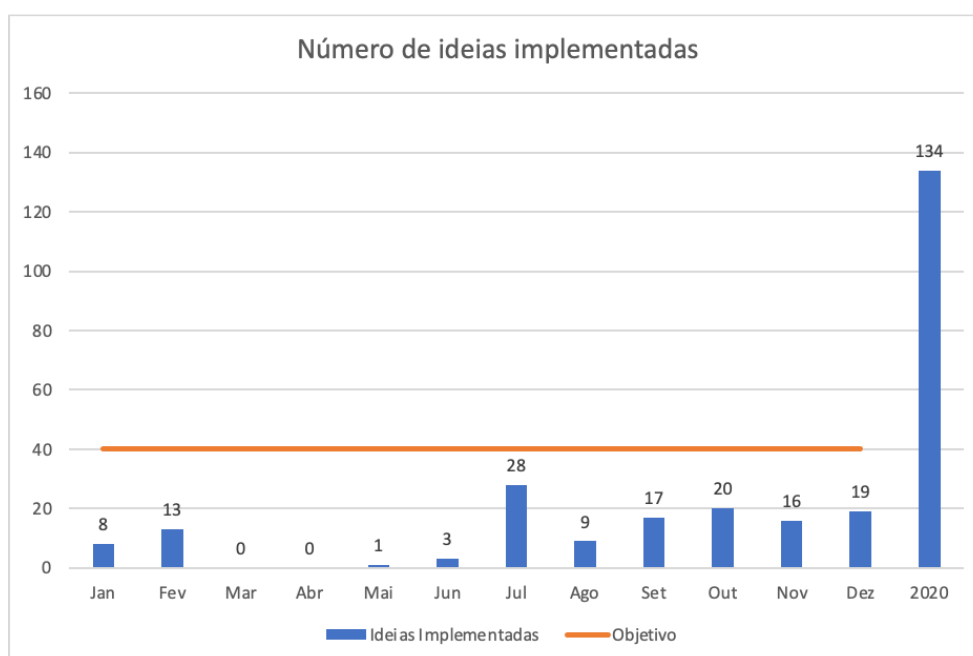


Figura 11 – Número de ideias implementadas em 2020

O desempenho do indicador que mede o tempo de escoamento (TPT) de ideias também demonstra a existência de alguns constrangimentos na fase de implementação das ideias. O valor alvo para uma implementação é de 22 dias e em nenhum mês o TPT médio foi inferior a 22 dias, sendo o valor médio mensal mais elevado de 575 dias. Estes dados demonstram que o sistema atual não funciona da forma mais eficiente.

O interesse pelo redesenho do atual sistema surgiu da conjugação de vários fatores importantes. Um fator chave que despertou a atenção da organização foi o baixo desempenho do atual sistema, mas também a procura pela inovação e digitalização, sendo este um dos pilares do KAPS. Por outro lado, devido à atual pandemia provocada pelo Covid-19, que motivou a necessidade de distanciamento social e teletrabalho, a necessidade de digitalização de processos de forma a serem acessíveis independentemente da localização dos intervenientes foi também acelerada, vindo a KA a valorizar ainda mais o desenvolvimento deste tipo de projetos internos. Um dos processos identificados como prioritários para a digitalização foi o Sistema de Melhoria Contínua Diária, por estar integrada nas tarefas diárias das chefias de cada área.

3.2. Objetivos e Metodologia Prática

Face aos resultados mais recentes do sistema de melhoria contínua diária atualmente implementado no chão de fábrica e à inexistência de um sistema de sugestões para a área administrativa da KA, este trabalho propõe, como principal objetivo, a criação de um novo sistema de melhoria contínua diária digital integrado numa plataforma já utilizada pela empresa, não implicando, portanto, nenhum investimento financeiro significativo. O objetivo é que a nova solução venha a potenciar um aumento do número de ideias implementadas e uma diminuição significativa do tempo de implementação de cada ideia.

A metodologia usada no sentido de desenvolver o sistema de Melhoria Contínua Diária digital foi uma combinação de uma adaptação do processo de *Design Thinking* (DT) sugerido por Liedtka (2014), com o método iterativo de engenharia de software *Rational Unified Process* (RUP) sugerido por Kruchten (2003). Aliando um método de desenvolvimento de software a um método de design centrado no utilizador é possível atingir os objetivos propostos para este trabalho com elevado fundamento, utilizando as diversas ferramentas intrínsecas aos métodos ao longo do processo de criação do sistema. A observação foi utilizada como uma ferramenta transversal a todo o projeto. Na Figura 12 está esquematizada a conjugação dos dois métodos utilizados no desenvolvimento da aplicação.

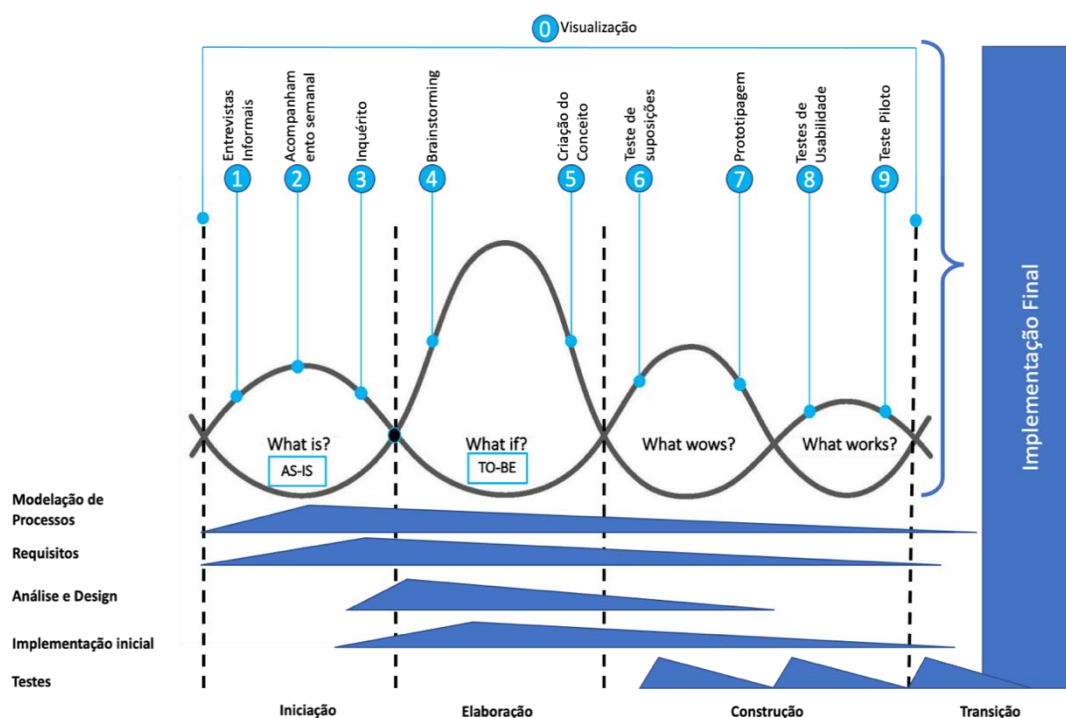


Figura 12 – Metodologia prática

Tal como se pode observar na Figura 12, inicialmente foi realizada uma análise detalhada da situação atual do sistema de melhoria implementado na Kirchhoff através de uma sequência de entrevistas informais. Adicionalmente, foi feito um acompanhamento semanal juntos dos utilizadores de forma a observar as suas dificuldades da forma mais próxima possível. Os dados recolhidos com estes três métodos de observação culminaram no mapeamento do processo atual através do modelo “AS-IS”.

Posteriormente foi iniciada a fase de elaboração do projeto em que através de sessões de brainstorming foi criado o conceito para o novo processo e respetivo sistema, surgindo nesta fase o processo “TO-BE”.

Depois de criar o conceito, seguiu-se a fase de construção onde foram testadas as suposições destacadas no início do projeto com o objetivo de verificar se o novo conceito respondia às necessidades definidas. De seguida foi iniciada a prototipagem, seguindo uma abordagem de construção iterativa e incremental, até ser encontrada uma opção viável e que cumprisse todos os requisitos previamente definidos. Dentro da fase de construção foram ainda realizados testes de usabilidade e testes de integração numa área piloto com o objetivo de ajustar o sistema às necessidades dos utilizadores e analisar o comportamento do protótipo em contexto real.

De forma a suportar o processo de criação do sistema foram ainda utilizadas as ferramentas de ajuda à gestão de projeto sugeridas por Liedtka (2014), onde numa primeira fase foi feito um sumário do projeto com um *Design Brief*. Na transição entre o “*What is?*” e o “*What if?*” foi utilizado o *Design Criteria* de forma a priorizar as necessidades identificadas. Entre o “*What if?*” e o “*What wows?*” foi criado um pitch de apresentação do conceito. Finalmente entre o “*What wows?*” e o “*What works?*” foi utilizado um Learning Guide como forma de planeamento dos testes. A Figura 13 esquematiza o processo referido.

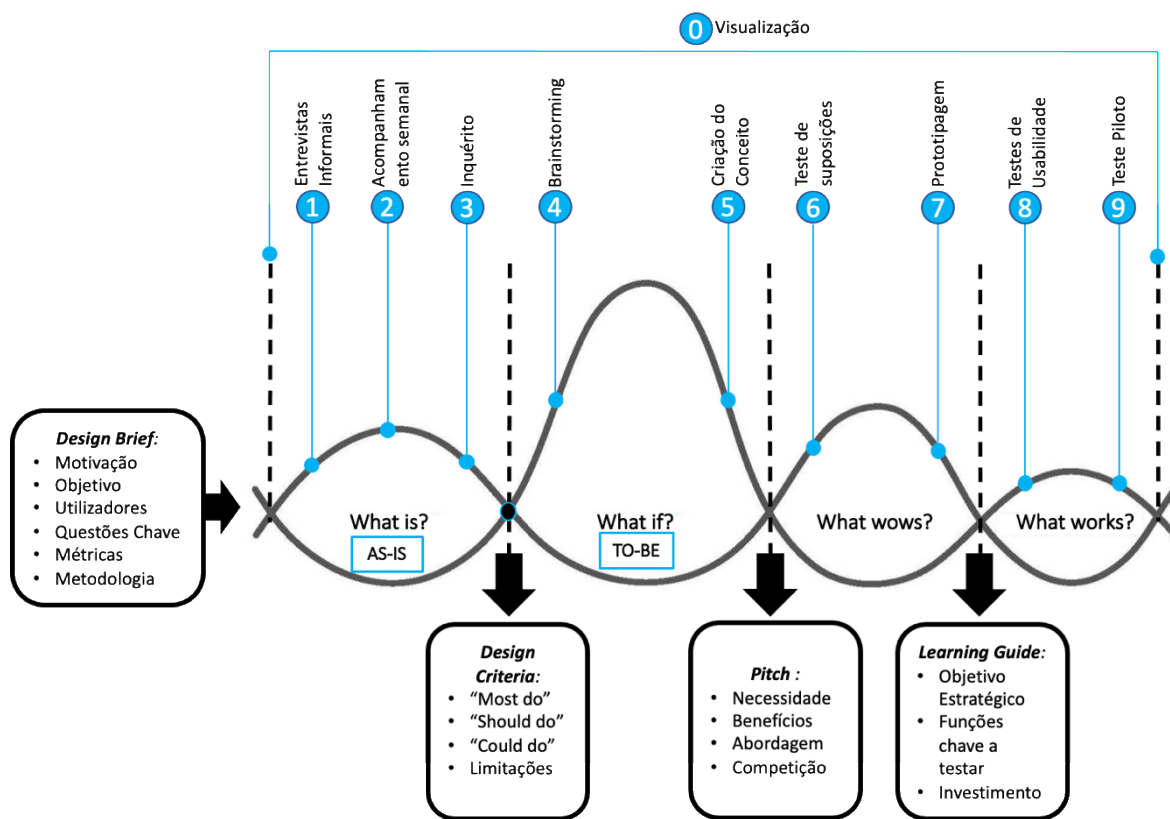


Figura 13 – Ferramentas de suporte à metodologia prática

3.3. Criação de um sistema de melhoria contínua diária digital

3.3.1. Fase de Iniciação – *What is?*

Antes de iniciar a análise detalhada da situação atual e posterior idealização do conceito do sistema foi construído um pequeno resumo daquilo que é o projeto de forma a ser usado como um guia para o projeto. Com o uso do *Design Brief* sugerido por Liedtka (2014) como suporte, é diminuído o risco de haver um distanciamento dos objetivos ao longo do projeto ().

Tabela 2 - *Design Brief*

Design Brief	
Descrição do problema	O sistema de melhoria contínua diária implementado na produção regista uma baixa taxa de adesão e o sistema para a área administrativa encontra-se inativo desde 2019
Objetivo	Criar um sistema de melhoria contínua diária digital
Questões exploratórias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Qual o impacto da criação de um sistema de melhoria contínua digital na Kirchhoff Automotive? 2. Qual o verdadeiro propósito da existência de um sistema de melhoria contínua diária na Kirchhoff Automotive? 3. Quais são os principais problemas do sistema atual? 4. Quais as principais funcionalidades que os utilizadores vêm como cruciais num sistema de melhoria contínua diária digital? 5. Qual a melhor plataforma para alojar o sistema digital dentro das possibilidades já adquiridas pela Kirchhoff Automotive? 6. Qual o investimento necessário para implementar um novo sistema digital?
Utilizadores alvo	Todos os colaboradores da Kirchhoff Automotive
Plano de Investigação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análise da situação atual (Entrevistas, acompanhamento semanal) 2. Redesenho e criação do conceito 3. Criação de um protótipo 4. Testar protótipo 5. Implementação Final
Métricas do sucesso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Criar um sistema digital sem investimento com as plataformas já usadas pela organização 2. Criar um sistema digital acessível em qualquer localização ou equipamento 3. Avaliar a satisfação dos colaboradores após o período de testes através de um inquérito e concluir que os colaboradores preferem o sistema digital ao atualmente implementado

Numa fase inicial foram também definidas as principais suposições base consideradas ao longo do projeto:

1. A organização tem plataformas que podem ser utilizadas na construção do novo sistema de melhoria contínua diária digital
2. A organização tem os equipamentos tecnológicos necessários para implementar um novo sistema digital;
3. Um sistema digital favorece a comunicação e acessibilidade aos dados;
4. Os colaboradores que pretendem dar uma sugestão de melhoria sabem como utilizar tablets e computadores;

De forma a recolher toda a informação necessária para explorar o atual processo standard de melhoria contínua diária em funcionamento na área operacional da KA, foram feitas entrevistas informais juntos dos utilizadores do sistema, os operadores, líderes de equipa e supervisores.

A informação recolhida no terreno aliada a uma análise detalhada dos documentos internos sobre o sistema implementado permitiu mapear o processo “AS-IS” (Anexo 1) que consiste essencialmente na combinação de cinco subprocessos:

1. Submissão da ideia de melhoria;
2. Avaliação da ideia;
3. Escalação da ideia (quando necessário);

4. Implementação da ideia;
5. Validação da ideia;

Por forma a complementar a compreensão do processo, para além das entrevistas informais fez-se uma reunião de acompanhamento semanal do sistema com o Supervisor e líder de equipa de cada área onde os líderes de equipa apresentavam as principais dificuldades na utilização do sistema e faziam um ponto de situação relativamente às novas ideias sugeridas e às mais recentes implementações. Esta reunião semanal foi dinamizada de forma contínua ao longo do projeto.

O processo inicia-se com a submissão da ideia de melhoria. Quando um colaborador deteta uma oportunidade de melhoria deve dirigir-se até ao quadro de melhoria contínua diária da sua área e preencher o formulário de submissão. Neste formulário o colaborador descreve o problema e a sua ideia de melhoria, da melhor forma possível, colocando depois o formulário no espaço do quadro dedicada às ideias que aguardam aprovação.

Diariamente o supervisor desloca-se até ao quadro de cada área e analisa as novas sugestões de melhoria, iniciando-se assim o período de avaliação da ideia de melhoria e alterando o status para “Em avaliação”. Depois de tomar uma decisão, caso esta não seja imediata, o supervisor tem de se deslocar novamente até ao quadro e atualizar o status da ideia de melhoria para aprovada ou rejeitada. No caso da ideia de melhoria ser aprovada, o supervisor deve alterar o status da mesma para “Em Implementação”, preencher o indicador do tempo de escoamento com a identificação da mesma para ser iniciada a contagem do tempo de implementação. O supervisor abre ainda ações de implementação no plano de ações de 48h da sua equipa ou comunica as mesmas aos responsáveis se estes forem de outros departamentos de suporte como a manutenção. Se a ideia for rejeitada, o supervisor deve introduzir a mesma no indicador do tempo de escoamento e marcar a mesma com o símbolo representativo da rejeição.

As ações de implementação são depois seguidas pelo supervisor de forma contínua até ser terminada a implementação da ideia. Quando a ideia está demasiado tempo estagnada a aguardar a implementação, esta pode ser escalada para o responsável de área que deve analisar a ideia e decidir se esta é de real valor acrescentado ou não. Se for o caso deve definir novas ações de implementação ou reforçar as mesmas de forma a agilizar o processo de implementação. Quando uma implementação é terminada, o supervisor deve deslocar-se até ao quadro e alterar o status da ideia para “Ideias implementadas”, calcular o número de dias que a implementação demorou e atualizar o indicador com tempo de escoamento da ideia e o número de ideias implementadas pela área.

Depois de implementada, a ideia deve ser avaliada pelo responsável de área. No caso da ideia ser algo transversal ou relevante para o resto da organização, esta poderá submeter a ideia como uma *lessons learned* e ser partilhada com todo o grupo.

Após analisar o processo em pormenor e combinar os problemas nele identificados com os contributos recolhidos junto dos colaboradores, foi possível destacar os seguintes problemas:

- O número de sugestões de melhoria e o tempo de implementação estão abaixo do objetivo na maioria das áreas;
- São necessárias muitas movimentações para realizar a maioria das etapas do processo;
- O processo é demasiado dependente da chefia, havendo uma clara sobrecarga de tarefas;

- Os níveis de aprovação nem sempre são claros para os colaboradores que fazem as sugestões de melhoria;

- A data de implementação não é preenchida no momento da implementação, o que significa que os colaboradores não se lembram quando uma melhoria foi implementada quando tentam preencher os indicadores de performance;

- Algumas sugestões estão estagnadas entre os níveis de análise e aprovação;

- Os indicadores não têm a representação e o preenchimento mais intuitivo para os utilizadores;

- O formulário de submissão de uma nova sugestão não tem o preenchimento mais intuitivo e simplificado, tendo campos desnecessários que ficam em regra por preencher;

- Por vezes torna-se complicado para quem avalia as ideias de melhoria entender a caligrafia de quem preencheu o formulário.

Os ciclos de observação realizados e as entrevistas informais resultaram na recolha de uma lista muito variada de problemas fazendo com que o real problema do sistema possa estar ‘camuflado’ pela forma como os colaboradores usam e percebem o sistema. De forma a encontrar a causa raiz para o sistema atual ter uma baixa taxa de adesão foi utilizada a ferramenta dos cinco porquês em diversas ocasiões.

Porque é que o sistema atual tem uma taxa de adesão tão baixa?

Porque os colaboradores dão poucas ideias de melhoria;

Porquê?

Porque não se sentem motivados com o sistema;

Porquê?

Porque não vêm valor acrescentado no sistema;

Porquê?

Porque as suas ideias ficam estagnadas no sistema;

Porquê?

Porque o sistema é burocrático e demasiado dependente da chefia.

3.3.2.Fase de Elaboração – *What if?*

A ferramenta de suporte *Design Criteria* permite expressar de uma forma sucinta o estado ideal de um projeto. De forma a adaptar esta ferramenta ao problema em estudo foram listadas as principais necessidades (Liedtka et al. 2014). Estas necessidades foram posteriormente categorizadas segundo o método MoSCoW, que é um acrónimo para uma divisão entre *Must*, *Should*, *Could* e *Won't have* (. Esta é uma técnica qualitativa de priorização de requisitos que permite consciencializar os decisores sobre o impacto das suas decisões de uma forma simples e fácil de explicar. Os critérios considerados *Must* são cruciais para o sucesso do projeto

pois serão estes que vão contribuir para a resolução dos principais problemas detetados na fase anterior. Os critérios *Should* são critérios relevantes que devem estar incluídos na versão final do projeto. Os *Could* podem ser vistos como acessórios, sendo que seria interessante que fossem implementados, mas não são determinantes para o sucesso do projeto. Finalmente, os *Won't* são considerados irrelevantes no imediato para o projeto e são aqueles que não vão ser aplicados (del Sagrado and del Águila 2020).

De forma a facilitar a criação do conceito para o novo sistema foi então definida uma lista de critérios relevantes a ter em conta no processo de idealização:

1. Reduzir significativamente as movimentações necessárias nos processos de avaliação e comunicação;
2. Aumentar a acessibilidade aos dados, passando a ser possível aceder ao sistema através de qualquer dispositivo informático da empresa (tablet, computador e telemóvel);
3. Sincronizar automaticamente e de forma imediata todos os dados do sistema;
4. Facilitar o preenchimento dos formulários de submissão e avaliação das ideias de melhoria;
5. Agilizar os processos de comunicação e implementação através de automatizações do fluxo e notificações automáticas;
6. Garantir um sistema *User Friendly* que possa ser facilmente utilizado por qualquer colaborador da KA independentemente dos seus conhecimentos tecnológicos;
7. Preencher automaticamente os indicadores de performance do sistema;
8. Eliminar totalmente o papel necessário para o sistema;
9. Anexar, se possível, fotografias e esquemas que permitam ao colaborador ilustrar a ideia de melhoria;
10. Endereçar ações de implementação e seguir as mesmas através do sistema;
11. Apresentar o status de cada ideia de melhoria de forma clara e visualmente apelativa;
12. Permitir várias formas de introdução de texto, sendo possível escrever de forma manual;
13. Garantir a autonomia da equipa KAPS na manutenção do novo sistema.

Tabela 3 - Design Criteria

Design Criteria			
Must Do	Should Do	Could Do	Won't Do
(2) Aumentar a acessibilidade aos dados	(1) Reduzir as movimentações necessárias	(12) Permitir escrita em modo manual	
(6) Sistema <i>User Friendly</i>	(3) Sincronizar os dados em tempo real	(5) Notificar automaticamente quando há alterações de status	
(10) Endereçar ações	(4) Simplificar o preenchimento dos formulários	(8) Eliminar totalmente o papel	
(11) Apresentar de forma apelativa o status de uma ideia	(7) Preencher automaticamente os indicadores		
(5) Enviar pedidos de aprovação às chefias	(9) Anexar fotografias e esquemas		
	(13) Autonomia na manutenção do sistema		

Os sistemas de sugestão destinados a colaboradores que estão atualmente em uso na maioria das organizações ainda funcionam da forma tradicional como é o caso apresentado por Ostrowski Jagodziński (2020), em que várias caixas de sugestões estão espalhadas por toda a organização acompanhadas de formulários de submissão que são depois recolhidos e avaliados por um comité de aprovação.

Antes de procurar plataformas para o desenvolvimento do novo sistema, foi mapeado o processo desejado (TO-BE) (Anexo 2). De forma a facilitar o processo de criação, foi primeiro criada uma versão simplificada do processo com a atribuição de responsabilidades a cada um dos intervenientes (Figura 14). Partindo deste esboço foi então criado, com base na notação BPMN2.0, o novo processo com as diversas interações entre os colaboradores e o sistema digital.

Neste novo processo apresentado, a forma como a informação é gerida é diferente. O processo continua a começar com a identificação de uma ideia e o preenchimento do respetivo formulário. A grande diferença neste primeiro passo é que o preenchimento é agora feito num Tablet que regista automaticamente o formulário no sistema. Após a submissão do formulário de melhoria, é gerada automaticamente uma notificação para o supervisor, alertando para a existência de que uma nova ideia que aguarda aprovação.

Após a notificação de submissão ser gerada, o supervisor tem 10 dias para responder ao pedido de aprovação. Se o sistema não encontrar uma resposta no final deste período de 10 dias, irá automaticamente escalar a ideia para o responsável da área. Se o supervisor aprovar ou rejeitar a implementação, é gerada uma notificação automática para quem submeteu a ideia com o novo status da sua ideia. Quando uma ideia é aprovada pelo supervisor ou responsável de área, estes devem abrir ações de implementação e segui-las. Se a ideia estiver mais de 30 dias em estado de implementação, é enviado um alerta para a área responsável.

Quando a implementação é concluída, o status da ideia é automaticamente atualizado para “implementada” e é enviada uma notificação de implementação ao colaborador que fez a sugestão, bem como ao supervisor.

Para criar um standard de validação das ideias pelo responsável da área, de forma a avaliar a sua importância e se podem ser apresentadas como lições aprendidas para toda a organização, foi criado um processo que funciona em paralelo com o objetivo de dar mais valor às sugestões dos funcionários e torná-las mais visíveis (Anexo 3). Com este novo processo, cada área deve apresentar periodicamente a sua melhor ideia na reunião com a direção da produção, e divulgá-la para toda a organização através dos métodos de comunicação standard internos e afixar a mesma no quadro da respetiva área.

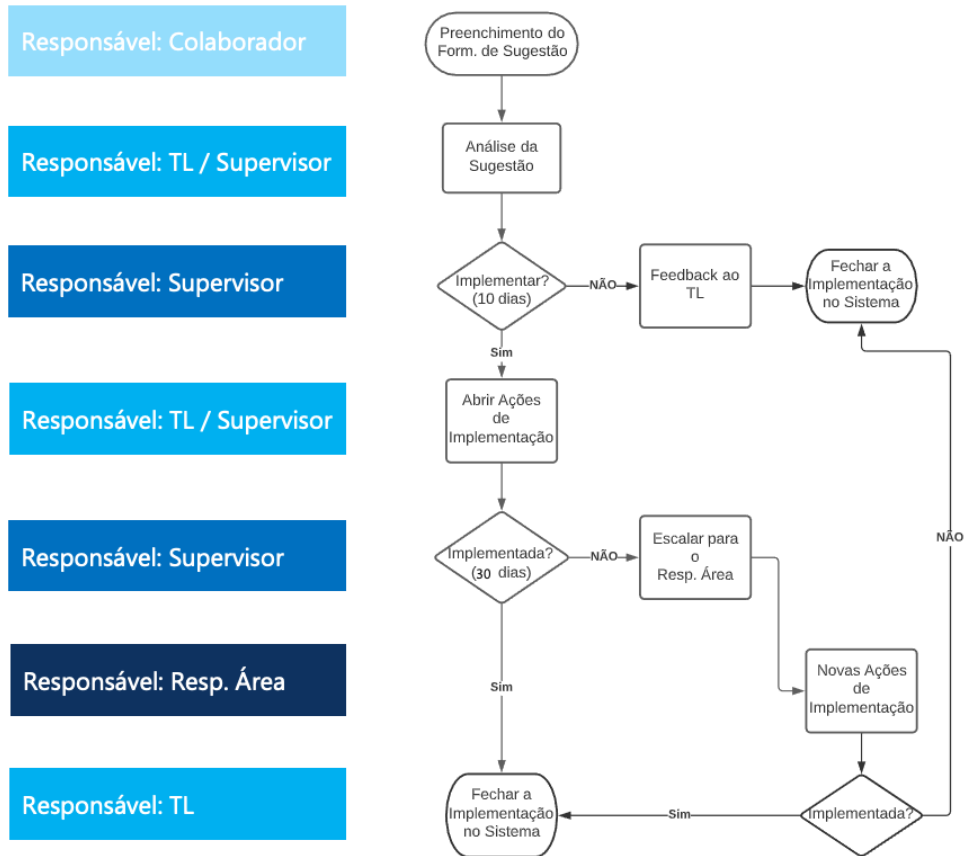


Figura 14 - Esboço da proposta de novo fluxo

Com o objetivo de destacar as principais características do novo sistema, foi construído um diagrama de *use case* em UML, esquematizando os atores e as funcionalidades a que cada um deles tem acesso (Figura 15). Neste sistema o ator principal é o colaborador que tem a liberdade de identificar possibilidades de melhoria e introduzi-las no sistema. Os restantes atores dizem respeito a chefias, Supervisor e Responsável de Área, que após a ideia ser introduzida no sistema são responsáveis pelas aprovações necessárias e direcionamento de ações de implementação. Desde a submissão até à implementação ser efetivada, todos os atores têm acesso ao status da ideia de melhoria. Através deste diagrama, é possível representar as interações dos atores com o sistema de uma forma simples, sendo uma mais valia na explicação da ideia desenvolvida.

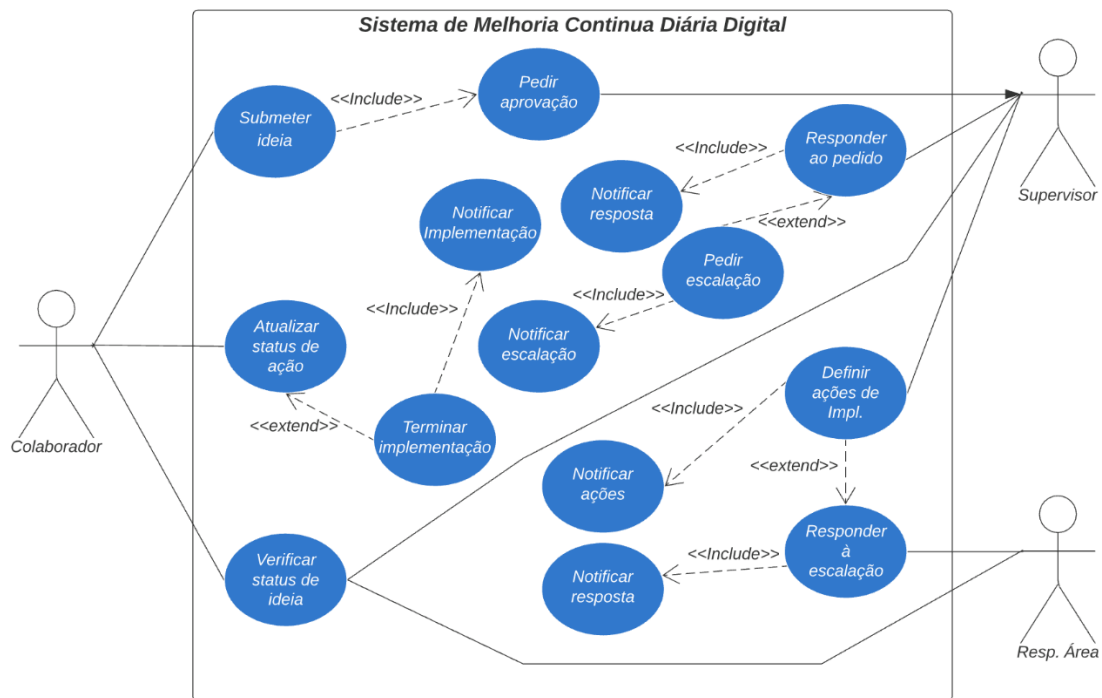


Figura 15 - Diagrama de use case UML

Após idealizar o novo sistema numa vertente de processo e das principais funcionalidades necessárias, foram iniciados os desenhos práticos de uma possível interface futura, configurando-se num protótipo de baixa fidelidade. Este teve como propósito, representar uma possível solução com base num conjunto de *mockup*, por forma promover a validação do conceito junto das chefias, antes da sua implementação.

De salientar que o protótipo, através das suas *mockups*, foi direcionado para as duas principais áreas do sistema, a página inicial que mostra o status de cada ideia de melhoria registada e o formulário de submissão de uma nova ideia de melhoria. Relativamente à página inicial e de *status*, representada na Figura 16 divide-se em três principais áreas, o menu lateral de acessos às diversas ferramentas que é comum a todas as páginas, os botões de submissão de uma nova ideia de melhoria e de criação de tarefas no canto superior direito e no centro da página, a ocupar grande parte do espaço, um *kanban board* com quatro estágios possíveis para uma ideia de melhoria, “Novas” ideias, “Em Avaliação”, “Em Implementação” e “Implementadas”. Para cada uma das ideias representadas no quadro, existe uma indicação de “OK”/”NOK”, como forma de alertar atrasos nas validações e implementações e também a próxima data limite associada à mesma.

Um *Kanban Board*, tal como o nome indica, é um quadro que funciona com base no princípio kanban. Quando uma tarefa ou uma ideia de melhoria tem todas as condições para se considerar completa num determinado estágio, move-se para coluna seguinte, da esquerda para a direita, ao longo do quadro (Poppendieck, Mary; Cusumano 2012).

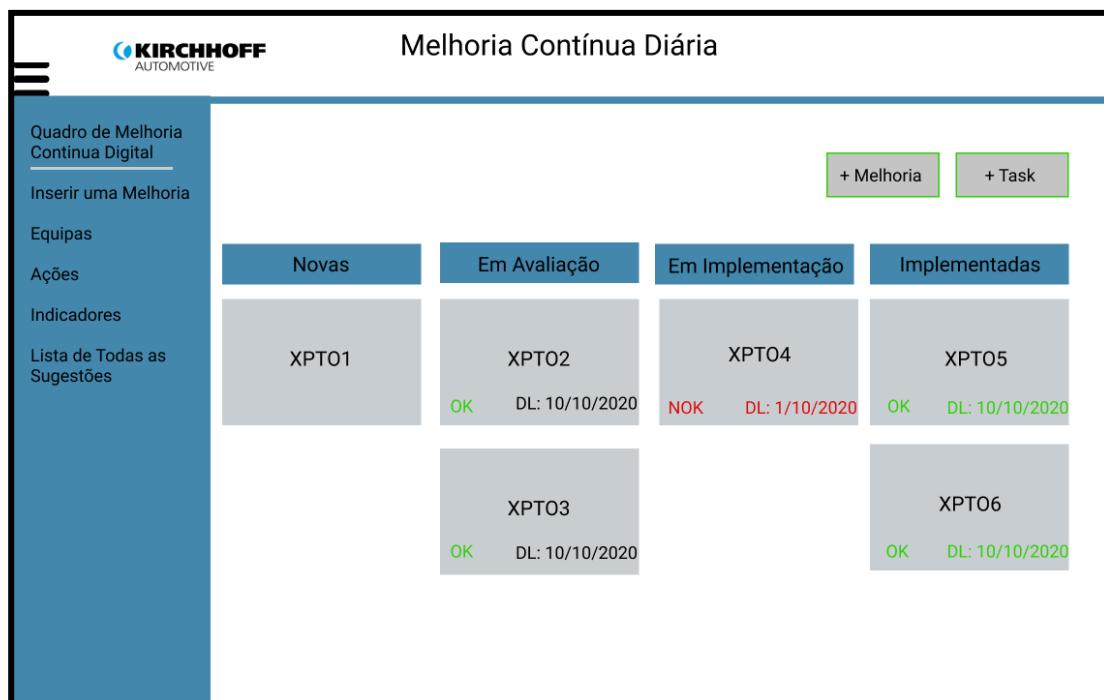


Figura 16 - *Mockup* da página inicial do sistema

Já relativamente à *mockup* do formulário de submissão de uma nova ideia de melhoria (Figura 17) foram identificados aqueles que poderiam ser os campos mais relevantes no novo formulário digital e construída uma possível visualização dos mesmos. O campo que revoluciona o formulário utilizado em papel no chão de fábrica é o dedicado ao anexo de fotografias e vídeos. Com a possibilidade de anexar ficheiros media ao formulário passa a ser mais fácil representar o problema e a sugestão de melhoria.

Figura 17 - *Mockup* do formulário de submissão de ideias de melhoria

Após a apresentação da *mockup* a algumas das chefias diretamente envolvidas com o sistema de melhoria contínua diária no chão de fábrica, ficou claro que esta representação do sistema ficava próxima do desejado. Destas interações foram recolhidas algumas sugestões de melhoria ao protótipo apresentado, destacando-se a remoção do campo “Dificuldade de Implementação” do formulário por ser subjetiva e não acrescentar qualquer valor à avaliação da ideia, a automatização do campo “*Dead line*” de forma a eliminar a possibilidade de erro na introdução de datas.

Como o novo processo implica uma transição drástica para um sistema digital, foi explorada a ideia de manter o quadro físico nas áreas adaptando as suas funções às novas necessidades que possam surgir. Mantendo o quadro, seria possível continuar a ter um método de visualização dos status no chão de fábrica sem ter de consultar sempre o tablet, onde rapidamente no resumo mensal atualizado dos KPIs um operador fica a conhecer o estado da sua sugestão e os resultados da área nos últimos 30 dias. Seria também definido um espaço para a colocação de uma instrução de trabalho sobre como submeter uma ideia de melhoria, uma breve explicação do novo processo, espaço para o tablet e ainda para afixar a melhor ideia do mês (Figura 18). Manter o quadro físico implica que não haja uma eliminação total do papel a curto prazo, contudo esse será o objetivo assim que a organização e todos os colaboradores estejam adaptados ao novo sistema.

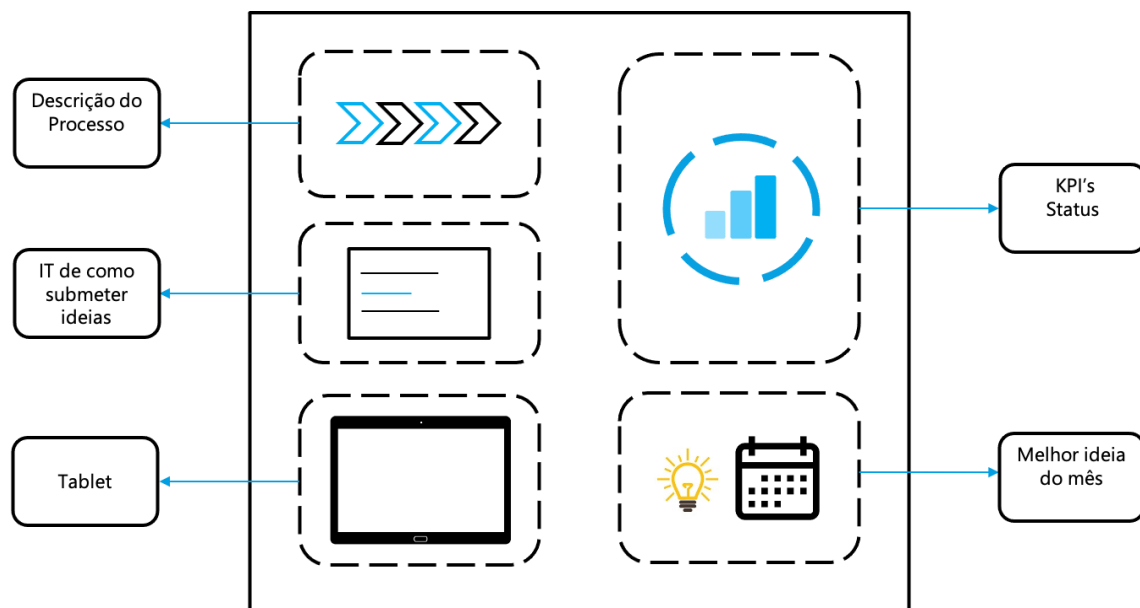


Figura 18– Visão futura do quadro físico

Uma das condições para o desenvolvimento do novo sistema digital era encontrar a solução num dos sistemas já utilizados pela organização. Nesse sentido foi necessário fazer uma pesquisa sobre todos os sistemas utilizados e perceber quais poderiam ir de encontro às necessidades deste novo sistema. Desta primeira análise resultaram quatro possibilidades, o MyBusiness.AI, o Microsoft OneNote, o Microsoft Access e o Microsoft SharePoint.

De forma a escolher a plataforma, foi feita uma avaliação detalhada, evidenciando as vantagens e desvantagens de um conjunto de alternativas possíveis. A seguir, resume-se o resultado desta análise, tendo como base as suposições definidas para o novo sistema.

Tabela 4 - Análise das vantagens e desvantagens de cada plataforma

	MyBusiness.AI	OneNote	Access	SharePoint
Vantagens	Status alterável (Open, In Progress,Completed)	Escrita e desenho manual integrados	Formulários de preenchimento rápido	Status alterável (níveis ilimitados)
	Lançar acções através da plataforma	Integração de outros ficheiros como preview	Informação dinâmica entre tabelas	Formulários de preenchimento rápido
	Filtros de pesquisa integrados	Criar acções no Outlook	Representações gráficas	Representações gráficas
	Formulários de preenchimento rápido	Versão Mobile	Programável	Informação dinâmica
	Relatório automáticos		Criar acções no Outlook	Criar acções no Outlook
	Versão Mobile		Exportação de dados para excel	Exportação de dados para excel
				Plano de acções integrado
			Versão mobile	
Desvantagens	Não tem ferramenta de escrita manual integrada	Gestão visual de status limitada a dois níveis	Não tem ferramenta de escrita manual integrada	Não tem ferramenta de escrita manual integrada
	Visualização dos indicadores no Qlik	Informação não é dinâmica	Não tem versão mobile	Já foi utilizado num sistema que se encontra inativo
	Gestão das acções só pode ser feita pela plataforma	Gráficos têm de ser alimentados manualmente	Pouco intuitivo nas alterações ao sistema	Conhecimento limitado das potencialidades
			Conhecimento limitado das potencialidades	

Das características identificadas nesta destaca-se a existência de uma estrutura com vários estágios para cada ideia de melhoria no MyBusiness e no SharePoint e a capacidade de integração do SharePoint com todas as ferramentas Microsoft. Salienta-se ainda, neste caso como desvantagem, o conhecimento limitado das potencialidades das plataformas, em especial do Access e do SharePoint.

Além da plataforma base para a construção do sistema destacou-se durante a pesquisa a plataforma de *Data Analytics* e *Business Intelligence* adquirida pelo grupo, o Qlik. O Qlik é uma plataforma que complementa as restantes apresentadas acima, permitindo o funcionamento num ambiente colaborativo entre as plataformas com o objetivo de apresentar os dados de uma forma apelativa visualmente e com ferramentas de análise poderosas integradas. Em 2020 o Qlik foi considerado como “*Leader*” na categoria de *Data Analytics* e *Business Intelligence* pelo *Gartner Magic Quadrant* (GMQ) (Qlik 2021).

O GMQ é uma metodologia de investigação que divide os fornecedores de serviços dos principais mercados de serviços tecnológicos de acordo com a forma como estão posicionados no seu mercado. A avaliação foca-se em dois principais critérios, a sua capacidade de execução e integralidade da sua visão (Canito et al. 2018).

Figure 1. Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms

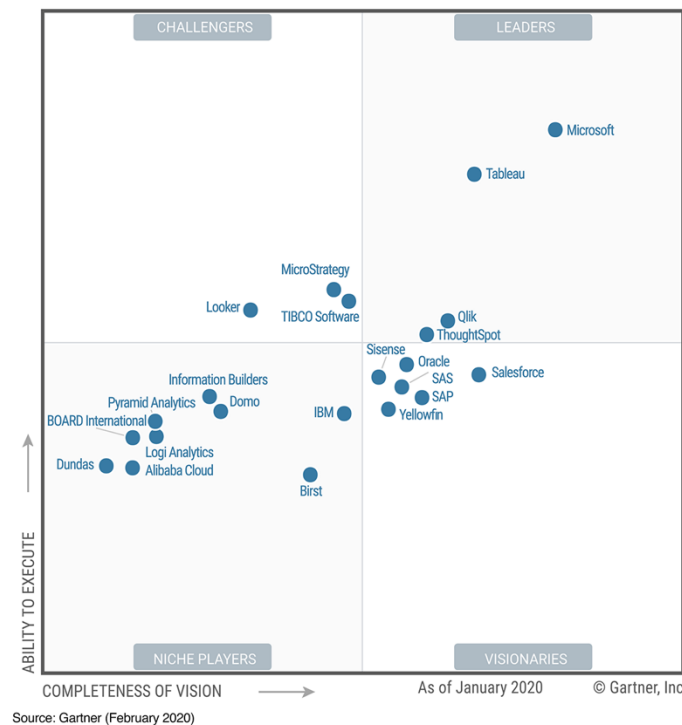


Figura 19– *Magic Quadrant* para plataformas de *Analytics e Business Intelligence*

3.3.3. Fase de Construção – What wows?

Lederer, M., Knapp, J., Schott (2017) salientam que, para além de resolver os problemas identificados de forma eficiente, um novo processo deve corresponder às expectativas e necessidades dos potenciais utilizadores. Dado que nesta fase do projeto já existia informação detalhada sobre o sistema digital desejado, foi feito uma análise dos principais pressupostos, previamente definidos. O primeiro pressuposto estava relacionada com o facto de a organização já ter os softwares necessários para suportar a construção e posterior utilização do novo sistema digital, sendo que durante a fase anterior verificou-se que existiam várias plataformas nas quais o sistema poderia ser construído. O segundo pressuposto, definido como determinante, foi a disponibilidade de equipamentos tecnológicos necessários na implementação do novo sistema, nomeadamente tablets e computadores. Como a organização está a dinamizar vários projetos na área da transformação digital, existem, para além de computadores, pelo menos um tablet dedicado exclusivamente a cada área, garantindo, assim, a disponibilidade necessária de equipamentos para a implementação do novo sistema. De momento os tablets são utilizados pelos colaboradores para avaliações e realização de auditorias. O terceiro pressuposto assumia que, através da digitalização do sistema, seria melhorada a comunicação entre a equipa, bem como o processo relacionado com o acesso e tratamento dos dados. Esta realidade poderia ser assegurada pelo novo sistema, automatizando processos de notificação automática, bem como lembretes garantindo que todos os intervenientes estão a par das atualizações da sua ideia de melhoria e da área. Relativamente à acessibilidade dependerá da plataforma utilizada, mas será sempre acessível através de um *browser* disponível na grande maioria dos equipamentos. Finalmente, como último pressuposto tem-se a ideia de que qualquer colaborador que pretendesse dar uma sugestão de melhoria tinha autonomia e conhecimento para utilizar as vias digitais. Esta suposição será auferida na fase de testes do protótipo junto dos potenciais utilizadores.

Considerando as plataformas exploradas intensivamente na fase anterior, foi construída uma matriz de decisão com cinco critérios de avaliação relacionados com os objetivos e expectativas delineadas para o novo sistema. Cada plataforma foi cotada de 1-3 em cada um dos critérios, onde 1 representa o não cumprimento das expectativas, 2 mantém o nível do sistema atual e 3 cumpre com o propósito e expectativas delineados para o sistema.

Tabela 5 - Matriz de decisão da plataforma

Opção	User Friendly	Desenv. da Plataforma	Gestão Visual	Acess. aos dados	Integração dos KPI's	Total
MyBusiness	3	3	3	3	1	13
One Note	3	3	2	3	1	12
Access	3	1	2	1	3	10
SharePoint	3	1	2	2	2	10

1ª iteração – Mybusiness.Ai

Após analisar todas as plataformas disponíveis para a construção do novo sistema, aquela que se acabou por evidenciar ter características mais próximas do idealizado na fase anterior, foi o MyBusiness, uma plataforma dedicada a auditorias, inspeções e processos de controlo digitais com o objetivo de eliminar totalmente o papel dos mesmos (MyBusiness.AI 2021). Apesar da plataforma ser destinada a auditorias, cumpre com os principais requisitos para a construção de um sistema de melhoria contínua diária digital, definidos como “*Must do*”: Permite aceder aos dados a partir de qualquer browser e tem até versão mobile que pode ser utilizada em tablets e *smartphones*, é *user friendly* e já do conhecimento dos colaboradores da empresa. Adicionalmente apresenta o status das ideias de melhoria de forma apelativa através de um *Kanban board*, envia relatórios e notificações de forma autónoma e permite endereçar ações. Para além disto, tem também ligação direta ao Qlik para preenchimento automático de indicadores e permite anexar ficheiros media aos formulários.

Na Figura 20, é possível ver a página inicial da plataforma MyBusiness. Nesta página existe uma área destinada à visualização do status de cada auditoria/ideia de melhoria, dividida em três blocos principais, “Aberto”, “Em Progresso” e “Completo”. Acima da área de status encontram-se diversos filtros e os botões para iniciar um novo fluxo de trabalho.

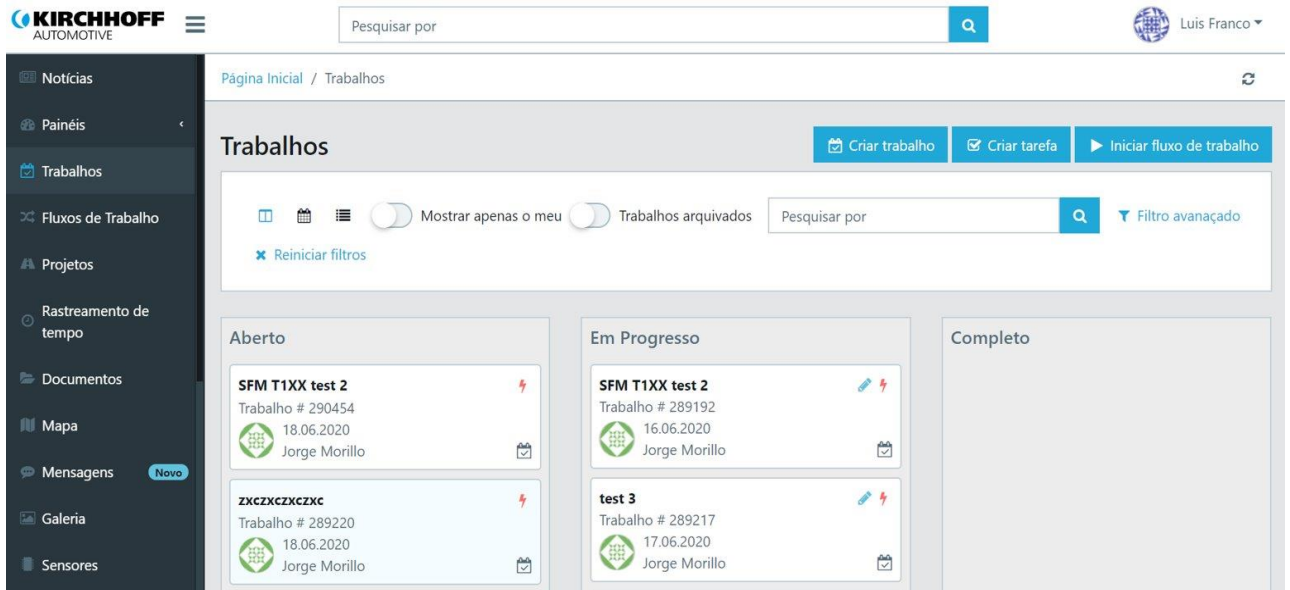


Figura 20 - Menu inicial do MyBusiness.AI

De forma a fazer um estudo da viabilidade da plataforma e de possíveis entraves associados à mesma, foi construído um protótipo de baixa fidelidade. Inicialmente, foi construído o formulário de submissão de uma nova ideia de melhoria (Figura 21), sob a forma de um novo fluxo de trabalho.

Neste novo formulário de submissão foram mantidos os campos validados com a *mockup* na fase de elaboração: Nome da ideia de melhoria, descrição da melhoria, anexo de fotografia/ vídeo, área, identificação do colaborador e data limite para implementação. A dificuldade de implementação foi removida e foi acrescentado um campo com a questão “Pode ser implementada pela área?”, com o objetivo de facilitar a comunicação quando a ideia implica a intervenção de outras equipas ou departamentos. Para além do campo de fotografia, foi acrescentado um campo de desenho para permitir aos colaboradores esquematizar diretamente no formulário a sua ideia.

Figura 21 - Formulário de submissão no MyBusiness.AI

Depois de ter o formulário de submissão construído foram feitos alguns testes iniciais de introdução simples para validar o funcionamento do mesmo, onde todos os campos presentes no formulário se revelaram funcionais. Após validar o funcionamento do formulário, foi iniciada a construção do fluxo de informação com as automatizações necessárias para enviar os pedidos de aprovação e notificar todos os intervenientes no caso de haver uma alteração de status ou a atribuição de uma tarefa.

No processo de construção do fluxo foram identificados alguns pontos negativos que impossibilitaram a utilização do MyBusiness como plataforma para o sistema de melhoria continua digital, nomeadamente:

- O processo de escalação automática não é possível de construir por só existir por predefinição um nível de validação para cada fluxo de trabalho, desta forma apenas pode ser feita uma análise no nível da supervisão, eliminando a possibilidade de escalar os pontos bloqueantes até ao nível do Responsável de Área.
- O *Kanban board* tem apenas três estágios possíveis não editáveis: “Aberto”, “Em Progresso” e “Completo”. Por definição, um formulário preenchido passa diretamente a ser considerado “Em Progresso”, o que elimina a utilidade do separador “Aberto” que é crucial para armazenar as ideias que foram submetidas, mas não foram ainda avaliadas. Como a plataforma foi idealizada para auditorias, o status “Aberto” é destinado a auditorias que estão planeadas, passando para “Em Progresso” apenas quando iniciadas.
- Um fluxo de trabalho pode ser editado apenas por um utilizador, o que limita o trabalho colaborativo entre os operadores e as chefias. A interação, mesmo que ao nível da aprovação teria de ser realizada através da definição de ações de implementação como um fluxo à parte, o que prejudica a comunicação e centralização da informação.

Por se ter revelado uma plataforma pouco flexível e limitativa à utilização do sistema de melhoria contínua diária digital, apesar de ser a primeira escolha de acordo com as suposições e critérios de decisão definidos, foi decidido que não servia o propósito e acabou por ser descartada das possibilidades.

De modo a definir uma nova plataforma base para a construção do sistema de melhoria contínua foi reavaliada a matriz de decisão feita anteriormente. Nesta análise para além dos critérios utilizados na decisão anterior que levou à construção de um protótipo no MyBusiness, foi valorizada a flexibilidade da plataforma na construção de fluxos, layouts e interação entre utilizadores. Para isto foi construída uma nova matriz de decisão, . Na nova matriz, para além de ser introduzido o novo critério relativo à flexibilidade, foi feita uma reavaliação das cotações atribuídas inicialmente de acordo com as primeiras impressões obtidas na construção do primeiro protótipo no MyBusiness e também fruto de mais investigação sobre as plataformas.

Tabela 6 - Matriz de decisão da plataforma após o primeiro teste

Opção	User Friendly	Desenv. da Plataforma	Gestão Visual	Acess. aos dados	Integração dos KPI's	Flexibilidade	Total
MyBusiness	3	3	3	3	1	1	14
One Note	3	3	2	3	1	1	13
Access	3	1	2	1	3	2	12
SharePoint	3	2	3	3	2	3	16

Com a reavaliação das plataformas nos critérios definidos, a plataforma que se destacou foi o SharePoint.

2ª iteração – SharePoint

As ferramentas Microsoft fazem parte do dia a dia dos colaboradores da KA, a versatilidade das ferramentas existentes e a facilidade de conexão entre as mesmas é um ponto muito positivo, que dá mais força à sua potencialização em novos sistemas a desenvolver.

O SharePoint é uma plataforma da Microsoft que permite partilhar conteúdos e aplicações a serem utilizadas no trabalho em equipa de forma integrada e facilmente acessível. Os sites criados no SharePoint são personalizáveis de acordo com as necessidades das organizações e equipas. Mais de duzentas mil organizações utilizam o SharePoint para a gestão de conteúdos e trabalho em equipa (Microsoft 2021b).

O Power Automate é uma ferramenta da Microsoft que permite automatizar fluxos de uma forma simples, funcionando com base em blocos pré construídos, com um processo de construção simples, sem necessidade de utilizar programação avançada. A construção dos fluxos é feita de forma intuitiva, com sugestões em tempo real dadas pelo sistema sobre possíveis otimizações. A Inteligência Artificial (AI) é também uma característica determinante do *Power Automate*, sendo possível automatizar processos de aprovação, deteção de imagens e texto e criar com base em modelos predefinidos (Microsoft 2021a).

A versatilidade da ferramenta de construção dos fluxos foi crucial por se ajustar facilmente às necessidades do projeto. Em 2020, a Gartner reconheceu a Microsoft e o seu *Power Automate* como “Visionários” na automação de processos robóticos (Figura 22) (Microsoft 2021a).

Figure 1. Magic Quadrant for Robotic Process Automation



Figura 22 - Magic Quadrant para Robotic Process Automation (RPA)

Atualmente, o SharePoint utilizado na KA é ainda a versão de 2013, o que limita as funcionalidades disponíveis, mas também compromete significativamente a organização visual dos elementos na plataforma. Visto que a transição para a versão mais recente do SharePoint está planeada para a segunda metade de 2021, fazia sentido desenvolver o sistema numa versão atualizada com as ferramentas que estarão disponíveis no futuro. Por esta razão, o sistema de melhoria contínua diária digital foi desenvolvido na área de testes académica, externa à KA.

Depois de serem feitos alguns testes às funcionalidades da plataforma SharePoint e ao sistema de automatização de processos, ficou claro que os mesmos respondiam às expectativas para o novo sistema de melhoria contínua diária digital, cumprindo com todas os pressupostos previamente definidos. Deste modo, foi construído um protótipo com detalhe suficiente para ser utilizado em fase de testes, em contexto de chão de fábrica.

Inicialmente, tal como na iteração anterior, foi construído o formulário de submissão de uma nova ideia de melhoria (Figura 23). Neste formulário, em relação aos anteriores, foi acrescentado um campo facultativo destinado à descrição do problema, visto que por vezes existe a necessidade de justificar a origem da ideia de melhoria com uma dificuldade existente no espaço de trabalho ou numa tarefa. Todos os ajustes realizados ao formulário de submissão foram identificados através de pequenas interações de validação com os utilizadores.

O novo formulário contém três campos que não devem ser preenchidos pelos colaboradores no momento da submissão de uma nova ideia de melhoria: “Data de Submissão”, que corresponde à data em que a ideia é inserida no sistema, sendo este dado preenchido automaticamente pelo sistema; “Status”, que corresponde ao estágio em que a ideia de melhoria se encontra e que também é preenchido automaticamente pelo sistema com a predefinição de “Aguarda Aprovação”; “Data de Implementação”, que é a data em que a ideia de melhoria é implementada e não existe mais nenhuma tarefa associada à mesma pendente, preenchida também automaticamente pelo sistema. Estes campos são muito relevantes por incluírem informação que será seguida nos KPIs. Através da diferença entre a “Data de Submissão” e a “Data de Implementação” é possível obter o

número de dias que durou a implementação da mesma. O campo “*Status*” permitirá também representar o número de ideias que se encontram a “Aguardar Aprovação”, “Em Implementação” e “Implementadas”.

The image shows a SharePoint form for submitting a new item. At the top, there are navigation options: 'Guardar', 'Cancelar', and 'Copiar a ligação'. The form is titled 'Novo item' and contains several sections:

- Nome da Melhoria:** A text input field with the placeholder 'Introduza o valor aqui'.
- Descrição do Problema:** A text area with the placeholder 'Introduza o valor aqui'.
- Descrição da Melhoria:** A text area with the placeholder 'Introduza o valor aqui'.
- Área:** A dropdown menu with the placeholder 'Selecione uma opção'.
- Adicione uma Fotografia:** A button labeled 'Adicionar uma imagem'.
- Colaborador que Identificou a Melhoria:** A text input field with the placeholder 'Introduza um número'.
- Data de Submissão:** A date picker showing '2/4/2021'.
- Status:** A dropdown menu with the selected option 'Aguarda Aprovação'.
- Data de Implementação:** A date picker with the placeholder 'Introduza uma data'.
- Anexos:** A button labeled 'Adicionar anexos'.

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Guardar' (highlighted in purple) and 'Cancelar'.

Figura 23 - Formulário de submissão no SharePoint

O formulário de submissão de ideias de melhoria gera automaticamente uma lista que regista os detalhes das diversas ideias introduzidas no sistema. Esta página de visualização geral corresponde à inicial do sistema, mostrando ao centro uma pré-visualização das ideias inseridas e um botão que se distingue do resto da página, com a designação “+ Novo”, que permite abrir o formulário de submissão de ideias, com possibilidade de acrescentar novas à lista (Figura 24).

Para além da lista de ideias de melhoria no centro da página, do lado esquerdo existe um menu fixo com acesso direto a três separadores: “Submeter uma Ideia de Melhoria” que direciona o utilizador para a própria página inicial; “Qlik” que permite aceder a uma webpart com os KPIs referentes ao sistema; “*Status*” que dá acesso direto ao *Kanban board*.

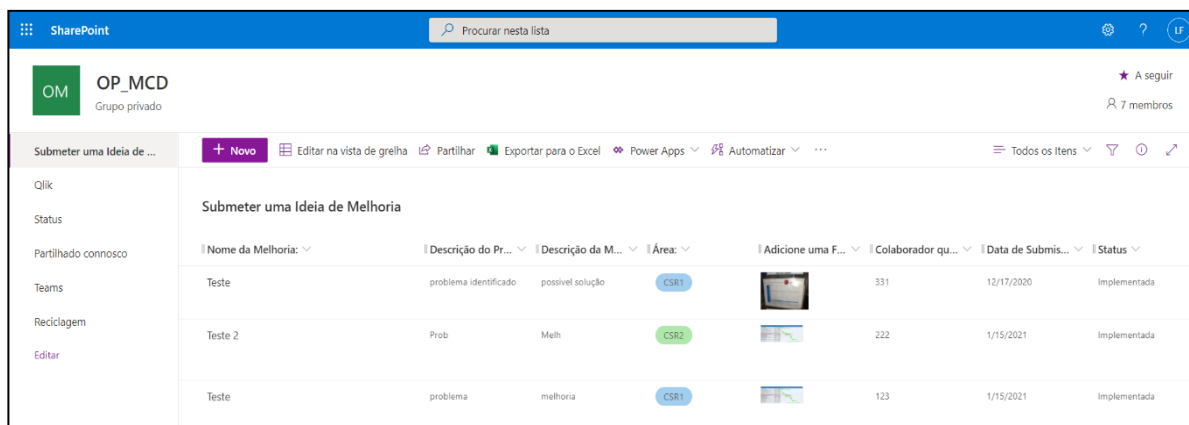


Figura 24 - Página inicial do sistema no SharePoint

O *Kanban Board* era uma das principais expectativas para este novo sistema. Este tipo de representação permite a qualquer interveniente saber rapidamente o estado de uma ideia de melhoria específica e em simultâneo visualizar o número de ideias que se encontram em cada um dos estágios possíveis. Dada a flexibilidade oferecida pelo SharePoint nas designações e número de estágios, foi possível construir o quadro de acordo com as necessidades exatas do projeto (Figura 25). Foram criados quadro estágios possíveis para uma ideia de melhoria. O primeiro designado por “Ideias Pendentes” é destinado às ideias inseridas no sistema, mas que se encontram ainda à espera de uma avaliação por parte das chefias. O segundo para as “Ideias em Implementação”, onde constam todas aquelas que já foram avaliadas e validadas pela chefia e que estão já em fase de implementação. O terceiro e quarto estágio são destinados às ideias finalizadas, sejam elas “Ideias Implementadas” no caso de terem sido aprovadas no primeiro estágio ou “ideias Rejeitadas” se tiverem sido descartadas. As ideias podem ser movimentadas entre os diversos estágios com um simples *drag and drop*.

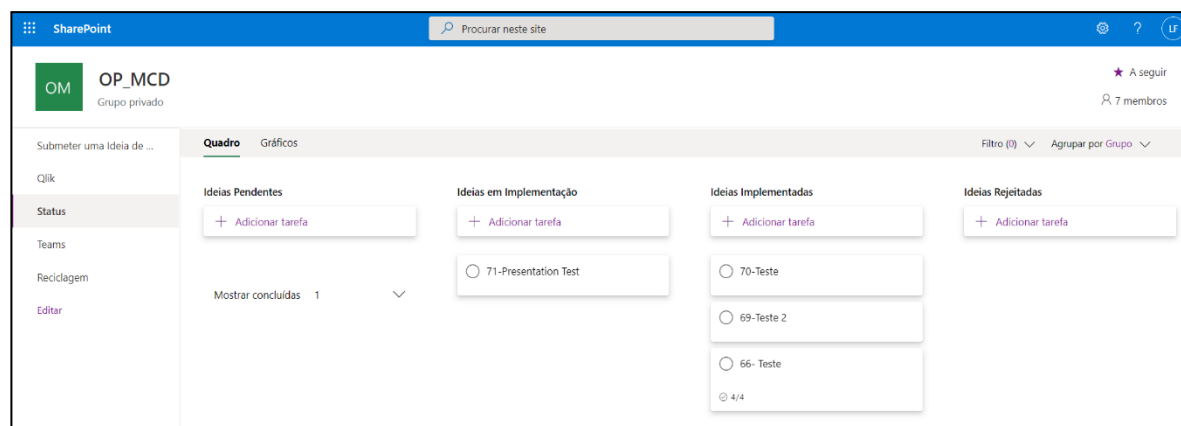


Figura 25 – *Kanban Board* de Ideias de Melhoria no SharePoint

O quadro para além da visualização macro com o nome da ideia de melhoria no seu respetivo estágio, permite abrir cada uma delas numa vista detalhada (Figura 26). Dentro do cartão dedicado a cada ideia de melhoria é possível atribuir a implementação da mesma a um colaborador, preencher o seu progresso, adicionar um indicador de prioridade, definir uma data de início e fim para o processo de implementação, adicionar ainda notas, listas de verificação com os diversos passos necessários a cumprir durante a implementação, anexos e ainda uma zona de comentários. Todos os dados preenchidos no cartão de uma ideia de melhoria são registados no sistema em tempo real, ficando de imediato visíveis para qualquer utilizador com acesso ao *kanban board*, independentemente do dispositivo utilizado ou localização do mesmo.

The image shows a task card for '66- Teste' in a Kanban board. The card includes the following fields and options:

- Title:** 66- Teste
- Status:** Alterada pela última vez a há momentos por si
- Assignee:** luis.franco (CONVIDADO)
- Label:** Vermelho
- Group:** Ideias em Implementação
- Progress:** Em curso
- Priority:** Médio
- Start Date:** 12/17/2020
- End Date:** 06/02/2021
- Notes:** Escreva uma descrição ou adicione notas aqui
- Checklist:** Lista de verificação 3/4. Items 1, 2, and 3 are checked. Item 4 is unchecked. There is an option to 'Adicionar um item'.
- Attachments:** Adicionar anexo
- Comments:** Escreva a sua mensagem aqui
- Footer:** Luís Franco, December 17, 2020 2:08 PM, Novo(a) Tarefa "66- Teste" criado(a)

Figura 26 - Ideia de Melhoria no *Kanban Board*

Após todos os elementos base necessários para o sistema estarem construídos, foi criado através do *Power Automate* um fluxo automático de acordo com o processo idealizado na fase do “*What if?*” com o modelo TO-BE (Anexo 2).

Quando uma ideia é introduzida no sistema através do formulário de submissão, contendo todos os campos obrigatórios preenchidos, são despoletadas automaticamente quatro ações em simultâneo:

1. Adicionada à lista de ideias de melhoria na página inicial do sistema e ao *Kanban board* na coluna de “Ideias Pendentes”;
2. Enviado para o e-mail do Supervisor do colaborador um pedido de aprovação com as informações básicas sobre a ideia de melhoria introduzida e um link direto para a mesma. O Supervisor tem ao seu dispor três opções (“Aprovar”, “Rejeitar”, “Escalar”) e ainda uma área de comentários.
3. Iniciado temporizador de 10 dias;
4. Iniciada variável booleana que valida se o Supervisor deu ou não uma resposta à nova ideia (se o Supervisor responder ao pedido de aprovação, variável=1; se não houver resposta, variável=0).

Depois de o Supervisor responder ao pedido de aprovação é sempre enviada uma notificação por e-mail para o colaborador que fez a sugestão com o feedback à sua ideia, independentemente de ter sido aprovada ou não. Se a ideia for aprovada, o status é alterado para “Em Implementação” e move-se automaticamente para a coluna de “Ideias em Implementação” no *Kanban board*, se for rejeitada é alterado para “Ideia Rejeitada” e movida para a área destinada às “Ideias Rejeitadas” no quadro e se for escalada mantém-se no status “Aguarda Aprovação” e no estágio de “Ideias Pendentes” no *Kanban board*. No caso de a variável booleana ser igual a zero após o período máximo de 10 dias desde a submissão da ideia de melhoria, esta é automaticamente escalada para o Responsável de Área, evitando a estagnação da mesma na espera de uma avaliação.

Quando uma ideia é aprovada e passa a estar no estágio “Em Implementação” do quadro, é responsabilidade da chefia definir no cartão detalhado da ideia as ações de implementação e atribuí-las aos responsáveis. Quando uma ação de implementação é atribuída a um colaborador, o sistema envia automaticamente uma notificação ao responsável com a hiperligação direta para os detalhes da mesma onde será feita a partir deste momento a gestão da implementação e registo de informações relevantes.

Se uma ideia que se encontra em implementação há 30 dias não foi ainda fechada no sistema como implementada, é enviado um lembrete automático ao Responsável de Área que tem a responsabilidade de rever as ações de implementação e agilizar ou rejeitar a ideia de melhoria, no caso de já ser obsoleta. No momento em que o *status* da ideia de melhoria é definido como “Implementada”, o cartão da mesma move-se no *kanban board* para a coluna das “Ideias Implementadas” e o sistema regista automaticamente a data de implementação. É também enviada uma notificação informativa para o colaborador que sugeriu a ideia e para a sua chefia.

Durante todo o processo, desde o momento da sugestão até ao momento da implementação, a informação é atualizada em tempo real, permitindo que o preenchimento dos indicadores de performance seja feito de forma automática.

Finalmente, com as principais áreas do sistema construídas e o fluxo de notificações e aprovações construído, foi desenvolvido o ambiente de apresentação dos dados no Qlik, onde toda a informação recolhida através da lista de SharePoint é compilada e tratada de modo a apresentar a mesma em forma de KPIs. Numa primeira fase, de modo a validar a funcionalidade de ligação entre os dados recolhidos pela lista de ideias de melhoria e as ferramentas de visualização do Qlik, foi criada uma *dashboard* com três blocos principais. O primeiro com um gráfico comparativo de atividade no sistema entre as diversas áreas tendo em conta o número de ideias submetidas. O segundo com um gráfico de barras que contabiliza o número de ideias em cada status. No terceiro bloco uma lista com alguns dados como a data de submissão, data de implementação, nome, área e tempo de implementação de cada ideia (TPT). Todos os gráficos funcionam de forma dinâmica e controlados por filtros interativos. Assim, quando selecionada uma área no primeiro gráfico, todos os restantes elementos de visualização filtram os dados para os dados relativos à área selecionada. Na Figura 27 está representada a *dashboard* do Qlik com um filtro aplicado (para serem apresentados apenas os dados referentes à área CSR2).

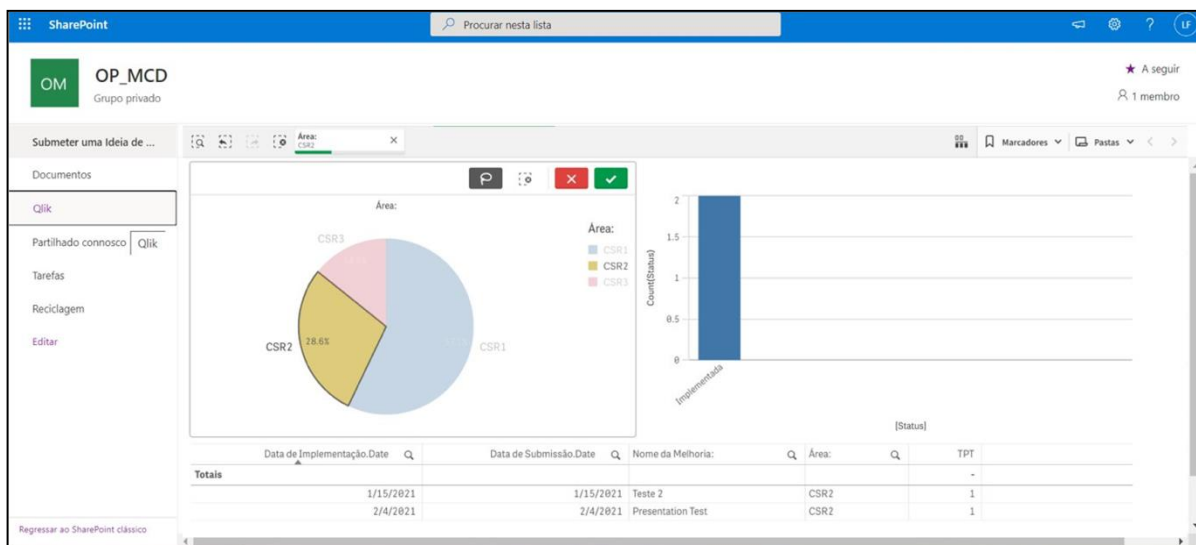


Figura 27 - Qlik integrado na página SharePoint

Como o protótipo foi desenvolvido integralmente numa área de testes, não foi possível conectar nesta fase permanentemente a lista SharePoint com a página Qlik. Contudo, depois de validada a funcionalidade, capacidade de conexão e facilidade de tratamento dos dados, concluiu-se que isto não seria um fator impeditivo para o projeto avançar para a fase de testes seguinte.

3.3.4. Fase de finalização da Construção e Transição – *What Works?*

Antes de iniciar a fase de testes ao protótipo em ambiente colaborativo com os utilizadores, foi construído um *Learning Guide* com o objetivo delinear esta fase (). Voltaram a ser reforçados os objetivos do projeto e foram ainda verificados os pressupostos chave que ainda não tinham sido testados na fase anterior.

Tabela 7 - *Learning Guide* para a fase de testes

Learning Guide	
Intenção estratégica	Criação de um novo sistema de melhoria contínua diária digital integrado numa plataforma já utilizada pela empresa. Potenciar o aumento do número de ideias implementadas e uma diminuição significativa do tempo de implementação de cada ideia.
Suposições chave por testar	Os colaboradores que pretendem dar uma sugestão de melhoria sabem como utilizar tablets e computadores
Plano de Testes	Testes de usabilidade Objetivos: 1. Averiguar capacidade de utilização dos equipamentos eletrónicos; 2. Validar a facilidade de navegação no novo sistema; 3. Testar a introdução de ideias no formulário digital.
	Teste em área piloto Objetivos: 1. Testar o funcionamento do sistema durante um período pelo menos 60 dias numa área; 2. Ajustar o sistema à necessidade dos utilizadores durante o período de utilização.
Recursos Necessários	Investimento Financeiro: 5 licenças de utilização temporárias de SharePoint (Teste em área piloto)
	Recursos Humanos: 1 Responsável de Área, 1 Supervisor, Colaboradores de dois turnos da área escolhida

Assim, para esta última fase da metodologia foram definidos dois tipos de teste, com complexidade e objetivos diferentes. O primeiro planeado foi um teste de usabilidade com o objetivo de verificar a viabilidade do sistema e das interfaces digitais, nomeadamente averiguando a facilidade de utilização de equipamentos eletrónicos usando tablets (dispositivos de acesso ao sistema no chão de fábrica). O segundo teste planeado para esta fase decorreu na área piloto e teve como objetivo testar o funcionamento do sistema durante um período de tempo por forma a verificar a viabilidade do mesmo. Adicionalmente este teste permitiu recolher melhorias que potenciaram ajustes à solução, usando como inputs sugestões dadas diariamente pelos utilizadores numa determinada área.

O termo usabilidade está diretamente relacionado com a eficácia, eficiência e satisfação de um utilizador na obtenção de um objetivo num contexto de interação homem-computador, tendo um peso importante no desenvolvimento de um *software*. A Engenharia de software foca-se mais nos requisitos funcionais do sistema enquanto a interação homem-computador se foca mais no utilizador e na sua experiência durante a utilização do mesmo. As empresas que desenvolvem softwares estão cada vez mais a dar prioridade à integração de testes de usabilidade e a valorizar a opinião dos utilizadores nos seus processos de desenvolvimento (Güncan and Onay Durdu 2021).

De forma a extrair resultados relevantes dos testes de usabilidade foi criada uma lista de tarefas standard. A sequência de tarefas, a realizar pelos utilizadores forma acompanhadas e todas as dificuldades observadas foram registadas. De seguida a lista de tarefas observadas neste teste:

1. “Desbloqueie o tablet”;
2. “Aceda ao navegador Google Chrome”;
3. “Abra a página “Melhoria Continua Diária Digital” que se encontra na barra de favoritos”;
4. “Abra o formulário de submissão de uma nova ideia de melhoria”;
5. “Introduza uma ideia de melhoria fictícia com toda a informação pedida pelo formulário (incluindo uma fotografia)”;
6. “Submeta a ideia de melhoria”.

Para a realização do teste foram selecionados quatro utilizadores que inserem frequentemente ideias de melhoria no atual sistema de melhoria continua diária. Antes de ser iniciado o roteiro de passos definidos para o teste, foi introduzido o objetivo do sistema a cada um dos participantes e o novo fluxo automatizado de comunicações entre todos os intervenientes.

Todos os participantes demonstraram grande vontade com a utilização do tablet e navegação nos menus do mesmo, cumprindo os três primeiros passos do roteiro sem qualquer dificuldade, desde o desbloqueio do tablet até aceder ao sistema. No passo 4, abrir o formulário de submissão, todos os participantes identificaram autonomamente o botão, sendo que dois dos 4 participantes do teste pressionaram o botão para inserir uma nova ideia de melhoria sem a instrução ser totalmente enunciada, evidenciando que a localização e designação do mesmo se destaca dos restantes elementos da página.

O passo 5 é crucial por permitir validar o novo formato de formulário que é o elemento em que os colaboradores usam mais tempo quando submetem uma nova ideia de melhoria. Neste passo foram referidos pelos participantes diversos pontos positivos do formulário e foram também identificadas possíveis melhorias

ao mesmo. A possibilidade de incluir fotografias e ilustrações foi a vantagem mais valorizada pelos participantes. Como possíveis melhorias ao formulário, três dos quatro participantes identificaram que o campo destinado à data de implementação não deve estar visível no formulário de submissão, por não ser um campo destinado a quem sugere a ideia de melhoria, mas sim um campo calculado de forma automática pelo sistema. Foi também identificado por dois dos quatro participantes que a hiperligação do campo “Adicionar uma imagem” não abre diretamente a câmara fotográfica do tablet, mas sim um navegador de ficheiros que permite anexar imagens que se encontrem na galeria, forçando o utilizador a tirar a fotografia antes de submeter a ideia de melhoria ou obriga o utilizador a minimizar o sistema, tirar a foto e voltar ao sistema para a anexar.

No final do teste foi apresentado as restantes áreas do sistema, incluindo o funcionamento do kanban board utilizado na gestão das implementações. Todos os participantes mostraram estar muito satisfeitos com o sistema e com o novo fluxo apresentado, defendendo que a digitalização do fluxo e a possibilidade de rastrear em tempo real o progresso de uma ideia de melhoria é uma mais-valia do sistema. A eliminação do preenchimento manual dos indicadores de performance foi também reforçado como um aspeto favorável, principalmente por neste momento funcionar de forma muito burocrática. Dois dos quatro participantes mostraram-se também satisfeitos pela possibilidade de a informação ficar toda armazenada e acessível sem ser necessária uma gestão de arquivo dos formulários em papel.

Para os testes piloto, numa primeira fase, foi feita uma análise de todas as áreas com o objetivo de selecionar a mais indicada para área piloto do projeto de melhoria contínua diária digital. Em termos do número de ideias implementadas, desde o início de 2021, a unidade produtiva de Cucujães destaca-se da de Ovar, tornando-se desta forma prioritária por ter o processo atualmente implementado estável, com um número de ideias implementadas satisfatório. A unidade produtiva de Cucujães encontra-se dividida entre Soldadura e Pintura, onde a Soldadura é o catalisador da boa performance registando bons resultados em vários meses consecutivos. A Pintura foi a última área a receber o sistema de melhoria contínua diária, pelo que nesta fase ainda apresenta um baixo nível de maturidade.

A Soldadura de Cucujães está dividida em três áreas: CSR1, CSR2, CSR3. A Figura 28 representa o número de ideias aceites e implementadas em cada uma das áreas desde o início de Janeiro de 2021 até ao final de Março de 2021. De entre as três áreas há uma que se destaca das restantes, CSR3.

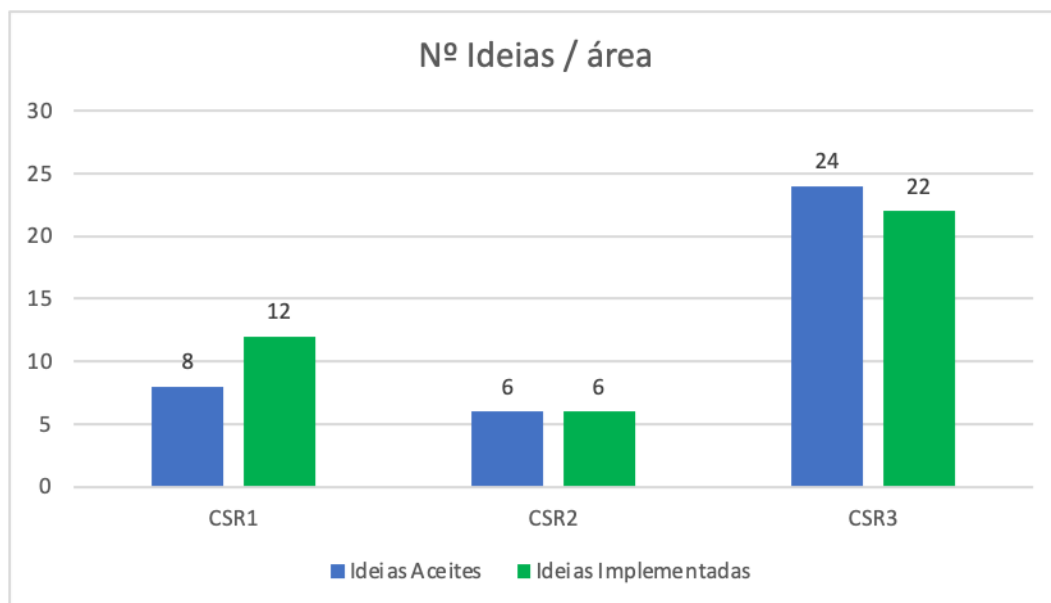


Figura 28 - Número de ideias por área na Soldadura de Cucujães

Por ser a área em que os colaboradores mais utilizam o sistema de melhoria contínua diária, CSR3 foi selecionada como área piloto para os testes do novo sistema.

Após identificação da área a receber os testes piloto foi realizada uma apresentação do sistema à chefia da mesma. Para além da apresentação do novo fluxo proposto e das funcionalidades do sistema, foram realizados testes de introdução e de funcionamento. A chefia mostrou-se disponível e entusiasmada para a adoção do novo sistema digital.

Visto que o protótipo do sistema foi construído num ambiente de testes académico, surgiu a necessidade de adquirir licenças de utilização temporária da Microsoft exclusivamente dedicadas ao sistema, garantindo desta forma a confidencialidade dos dados inseridos. Para os testes decorrerem de acordo com o planeado foram identificadas como necessidade cinco licenças de acesso: uma de administradores para o desenvolvedor do projeto; uma para o Responsável de Área; uma para o Supervisor; duas para os colaboradores (uma por cada turno).

Cada licença com todas as ferramentas Microsoft necessárias tem um custo associado de 8,40€ mais IVA por mês, com um período mínimo de subscrição de 12 meses.

$$\text{Investimento Necessário para o teste piloto} = 5 * 8,40€ * 12 = 504€/Ano + IVA$$

De modo a avançar com os testes, foi feito um pedido de investimento interno para a libertação da verba necessária para a obtenção das licenças, que foi aceite.

Contudo, devido à demora inerente ao processo de validação interna do sistema e às dificuldades que surgiram relacionadas com a gestão da confidencialidade de dados que serão introduzidos no sistema, não foi possível realizar os testes piloto dentro do período de estágio.

3.4. Resultados e comparação dos sistemas

Com o sistema de Melhoria Contínua Diária digital desenvolvido no SharePoint, com fluxos baseados no *Power Automate*, foi possível validar a viabilidade da utilização de sistemas digitais no chão de fábrica. Seguindo uma metodologia colaborativa, foi encontrada a conjugação ideal da interação humana com a tecnologia, principio este reforçado por Ōno (1988) e Kadir e Broberg (2021).

Como forma de síntese dos resultados obtidos com o novo sistema digital, foi construído um quadro comparativo entre o sistema físico implementado e o sistema digital (**Error! Reference source not found.**). Esta tabela responde também à principal questão de investigação definida no início do projeto:

“Qual o impacto da criação de um sistema de Melhoria Contínua Diária digital na Kirchhoff Automotive?”

Tabela 8 - Comparação entre o sistema físico e digital

	Sistema de Melhoria Contínua Diária Físico	Sistema de Melhoria Contínua Diária Digital
Tempo de Preenchimento do formulário	30s	50s
Inserir ficheiros media	×	✓
Acessível em qualquer localização	×	✓
Rastreabilidade detalhada da ideia	×	✓
Preenchimento automático de indicadores de <i>performance</i>	×	✓
Notificações em tempo real	×	✓
Quadro físico na área	✓	✓
Redução da utilização de papel	×	✓
Arquivo automático	×	✓
Fluxo de aprovações otimizado	×	✓
Número de movimentações numa implementação simples (sem escalação)	6	3

Com o novo sistema digital o tempo necessário para inserir uma ideia de melhoria no aumentou, verificando-se ser mais rápido registar num formulário em papel do que usando o tablet. No entanto, julga-se que esta dificuldade será ultrapassada com o aumento da curva de aprendizagem e familiaridade com a ferramenta e aplicação. Embora o novo sistema elimine os formulários impressos e dependências de material de escrita (ex., canetas), este depende da bateria do tablet e da conexão à internet. Apesar disto, de registar que, para além de uma redução significativa no consumo de papel, o novo sistema possibilita a introdução de dados em diferentes formatos, nomeadamente ficheiros media e fotografias.

O novo sistema potencia também todas as oportunidades que um sistema digital promove e que não são possíveis com o sistemas físicos convencionais. Destas oportunidades destacam-se a acessibilidade aos dados/informação independentemente da localização geográfica, a possibilidade de rastreamento em tempo real do *status* da ideia de melhoria e, ainda a geração automática de KPIs. Os fluxos de aprovação são também automatizados, tornando-se mais ágeis e claros para todos os colaboradores, com notificações automáticas para os intervenientes-chave em cada fase do processo.

A descentralização do sistema de um quadro físico faz também com que o número de deslocações necessárias para sugerir e implementar uma ideia de melhoria reduza significativamente.

4. Considerações finais e trabalhos futuros

O presente trabalho descreveu, em detalhe, um projeto desenvolvido na Kirchhoff Automotive Portugal que teve como objetivo criar um Sistema de Melhoria Contínua Diária, habitualmente conhecido como sistema de sugestões, digital. Este novo sistema, para além de digital, deveria fomentar o envolvimento dos colaboradores com o mesmo de forma a aumentar o número de ideias de melhoria sugeridas e a redução do seu tempo médio de implementação.

Através desta investigação, foi possível alcançar o principal objetivo, a criação do sistema digital. Para além disso assegurou-se a redução tempo médio de implementação através da simplificação e automatização do processo. Ao longo do projeto, o número médio mensal de ideias de melhoria sugeridas no sistema atual aumentou devido ao elevado acompanhamento dado aos colaboradores. No entanto, uma vez que não foram realizados testes piloto, não foi possível medir o impacto no número de ideias introduzidas pelos colaboradores no novo sistema.

O sistema digital foi desenvolvido num ambiente prático e colaborativo, envolvendo os utilizadores no sentido de assegurar os seus requisitos, garantindo simultaneamente as suas expectativas, tal como defendido por Liedtka (2014). Assim, foram realizadas diversas entrevistas informais e testes à solução, seguindo uma abordagem centrada no utilizador num paradigma de desenvolvimento iterativo e incremental.

A forma como o projeto foi conduzido levou a que fossem feitos ajustes permanentemente durante o processo de idealização e construção do sistema. Apesar de ter sido feita uma análise aprofundada à situação atual do sistema e às ferramentas disponíveis para o desenvolvimento da solução, durante a fase de conceção, a primeira plataforma selecionada acabou por ser descartada por não ir de encontro às expectativas dos utilizadores. Este carácter iterativo na construção obrigou a que o processo fosse repetido na íntegra, ajustando os critérios de seleção da plataforma e principais funcionalidades a incluir no sistema.

As principais limitações ao longo do projeto prenderam-se com a disponibilidade das plataformas para o desenvolvimento do sistema, o requisito de construir o novo sistema numa plataforma já adquirida pelo grupo tornou a tarefa bastante desafiante, obrigando a procurar formas de adaptar as mesmas às necessidades do sistema. Apesar de ter sido identificado algum potencial nas plataformas já adquiridas pela organização, o SharePoint com ligação ao Qlik, a versão do SharePoint disponível para o desenvolvimento de protótipos era apenas a de 2013. Sendo que a transição para uma versão mais recente do *software* será apenas realizada na segunda metade de 2021, foi necessário procurar uma solução nas ferramentas disponibilizadas pela universidade. A utilização de uma plataforma externa à empresa atrasou a possibilidade de testes em contexto permanente do sistema, devido a questões relacionadas com a confidencialidade dos dados habitualmente inseridos num sistema desta natureza.

Apesar das dificuldades, foi encontrada uma solução para os testes serem realizados sem a necessidade de aguardar pela implementação da nova versão do SharePoint internamente, através de licenças de teste da Microsoft. Sendo que não foi possível realizar os testes piloto dentro do tempo planeado, fica o período de testes numa área e a implementação geral do sistema, em caso de validação, como trabalho futuro.

A metodologia deste trabalho pode servir como referência para projetos de digitalização de sistemas, independentemente do contexto de aplicação.

Por fim, este trabalho demonstra que através de um desenvolvimento estruturado, é possível tirar o máximo de partido dos recursos disponíveis e que por vezes são procuradas soluções externas com custos elevados, quando dentro da organização existem as condições necessárias para a mudança.

5. Bibliografia

- Ali, Syed Mohd, Noopur Gupta, Gopal Krishna Nayak, and Rakesh Kumar Lenka. 2016. "Big Data Visualization: Tools and Challenges." *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016* 656–60. doi: 10.1109/IC3I.2016.7918044.
- Arevalo, C., M. Escalona, I. Ramos, and M. Domínguez-Muñoz. 2016. "A Metamodel to Integrate Business Processes Time Perspective in BPMN 2.0." *Information and Software Technology* 77:17–33. doi: 10.1016/j.infsof.2016.05.004.
- Bach, M., V. Vukšić, D. Vugec, and A. Stjepić. 2019. "BPM and BI in SMEs: The Role of BPM/BI Alignment in Organizational Performance." *International Journal of Engineering Business Management* 11. doi: 10.1177/1847979019874182.
- Bittencourt, V. L., A. C. Alves, and C. P. Leão. 2021. "Industry 4.0 Triggered by Lean Thinking: Insights from a Systematic Literature Review." *International Journal of Production Research* 59(5):1496–1510. doi: 10.1080/00207543.2020.1832274.
- Bonnet, F., G. Decker, L. Dugan, M. Kurz, Z. Misiak, and S. Ringuette. 2014. "Making BPMN a True Lingua Franca." *BP Trends* 1–16.
- Buer, Sven-Vegard, Jan Ola Strandhagen, and Felix T. S. Chan. 2018. "International Journal of Production Research The Link between Industry 4.0 and Lean Manufacturing: Mapping Current Research and Establishing a Research Agenda The Link between Industry 4.0 and Lean Manufacturing: Mapping Current Research and Establishing ." (1):1–24. doi: 10.1080/00207543.2018.1442945.Please.
- Butt, Javaid. 2020. "A Conceptual Framework to Support Digital Transformation in Manufacturing Using an Integrated Business Process Management Approach." *Designs* 4(3):1–39. doi: 10.3390/designs4030017.
- Canito, João, Pedro Ramos, Sérgio Moro, and Paulo Rita. 2018. "Unfolding the Relations between Companies and Technologies under the Big Data Umbrella." *Computers in Industry* 99. doi: 10.1016/j.compind.2018.03.018.
- Cao, Wen Qian, Shao Hong Jing, and Xiao Hong Wang. 2008. "Research on Manufacturing Execution System for Cement Industry." *2008 3rd IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2008* 1614–18. doi: 10.1109/ICIEA.2008.4582792.
- Carlgren, Lisa, Ingo Rauth, and Maria Elmquist. 2016. "Framing Design Thinking: The Concept in Idea and Enactment." *Creativity and Innovation Management* 25(1):38–57. doi: 10.1111/caim.12153.
- Chaudhuri, Surajit, Umeshwar Dayal, and Vivek Narasayya. 2011. "An Overview of Business Intelligence Technology." *Communications of the ACM* 54(8):88–98. doi: 10.1145/1978542.1978562.
- Chiarini, Andrea, Valeria Belvedere, and Alberto Grando. 2020. "Industry 4.0 Strategies and Technological Developments. An Exploratory Research from Italian Manufacturing Companies." *Production Planning and Control* 31(16):1385–98. doi: 10.1080/09537287.2019.1710304.
- Chinosi, Michele, and Alberto Trombetta. 2012. "BPMN: An Introduction to the Standard." *Computer Standards and Interfaces* 34(1):124–34. doi: 10.1016/j.csi.2011.06.002.
- Choi, Tsan Ming, Hing Kai Chan, and Xiaohang Yue. 2017. "Recent Development in Big Data Analytics for Business Operations and Risk Management." *IEEE Transactions on Cybernetics* 47(1):81–92. doi: 10.1109/TCYB.2015.2507599.

- Ciccozzi, Federico, Ivano Malavolta, and Bran Selic. 2019. "Execution of UML Models: A Systematic Review of Research and Practice." *Software and Systems Modeling* 18(3):2313–60. doi: 10.1007/s10270-018-0675-4.
- Da Costa, Matheus Becker, Leonardo Moraes Aguiar Lima Dos Santos, Jones Luís Schaefer, Ismael Cristofer Baierle, and Elpidio Oscar Benitez Nara. 2019. "Industry 4.0 Technologies Basic Network Identification." *Scientometrics* 121(2):977–94. doi: 10.1007/s11192-019-03216-7.
- Dumas, Marlon, Marcello La Rosa, Jan Mendling, and Hajo A. Reijers. 2018. *Fundamentals of Business Process Management: Second Edition*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Geissdoerfer, Martin, Nancy M. P. Bocken, and Erik Jan Hultink. 2016. "Design Thinking to Enhance the Sustainable Business Modelling Process – A Workshop Based on a Value Mapping Process." *Journal of Cleaner Production* 135:1218–32. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.020.
- Ghobakhloo, Morteza, and Masood Fathi. 2019. "Corporate Survival in Industry 4.0 Era: The Enabling Role of Lean-Digitized Manufacturing." *Journal of Manufacturing Technology Management* 31(1):1–30. doi: 10.1108/JMTM-11-2018-0417.
- Gubbi, Jayavardhana, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, and Marimuthu Palaniswami. 2013. "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions." *Future Generation Computer Systems* 29(7):1645–60. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.
- Güncan, Damla, and Pınar Onay Durdu. 2021. "A User-Centered Behavioral Software Development Model." *Journal of Software: Evolution and Process* 33(2):1–26. doi: 10.1002/smr.2274.
- Kadir, Bzhwen A., and Ole Broberg. 2021. "Human-Centered Design of Work Systems in the Transition to Industry 4.0." *Applied Ergonomics* 92(November 2020):103334. doi: 10.1016/j.apergo.2020.103334.
- Kolberg, Dennis, Joshua Knobloch, and Detlef Zühlke. 2017. "Towards a Lean Automation Interface for Workstations." *International Journal of Production Research* 55(10):2845–56. doi: 10.1080/00207543.2016.1223384.
- Kolberg, Dennis, and Detlef Zühlke. 2015. "Lean Automation Enabled by Industry 4.0 Technologies." *IFAC-PapersOnLine* 28(3):1870–75. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359.
- Koszela, Jarosław. 2016. "Business Process Modeling for Processing Classified Documents Using RFID Technology." *MATEC Web of Conferences* 76:1–5. doi: 10.1051/mateconf/20167604005.
- Kristjansdottir, Katrin, Sara Shafiee, Lars Hvam, Cipriano Forza, and Niels Henrik Mortensen. 2018. "The Main Challenges for Manufacturing Companies in Implementing and Utilizing Configurators." *Computers in Industry* 100(July 2017):196–211. doi: 10.1016/j.compind.2018.05.001.
- Kristoffersen, Eivind, Fenna Blomsma, Patrick Mikalef, and Jingyue Li. 2020. "The Smart Circular Economy: A Digital-Enabled Circular Strategies Framework for Manufacturing Companies." *Journal of Business Research* 120(August):241–61. doi: 10.1016/j.jbusres.2020.07.044.
- Kruchten, Philippe. 2003. *The Rational Unified Process An Introduction, Second Edition*. 3rd ed. Addison Wesley All.
- Lederer, M., Knapp, J., Schott, P. 2017. "The Digital Future Has Many Names." *International Conference on Industrial Technology and Management The* 22–26. doi: 10.1109/ICITM.2017.7917889.
- Lee, Jay, Behrad Bagheri, and Hung An Kao. 2015. "A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems." *Manufacturing Letters* 3:18–23. doi: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001.

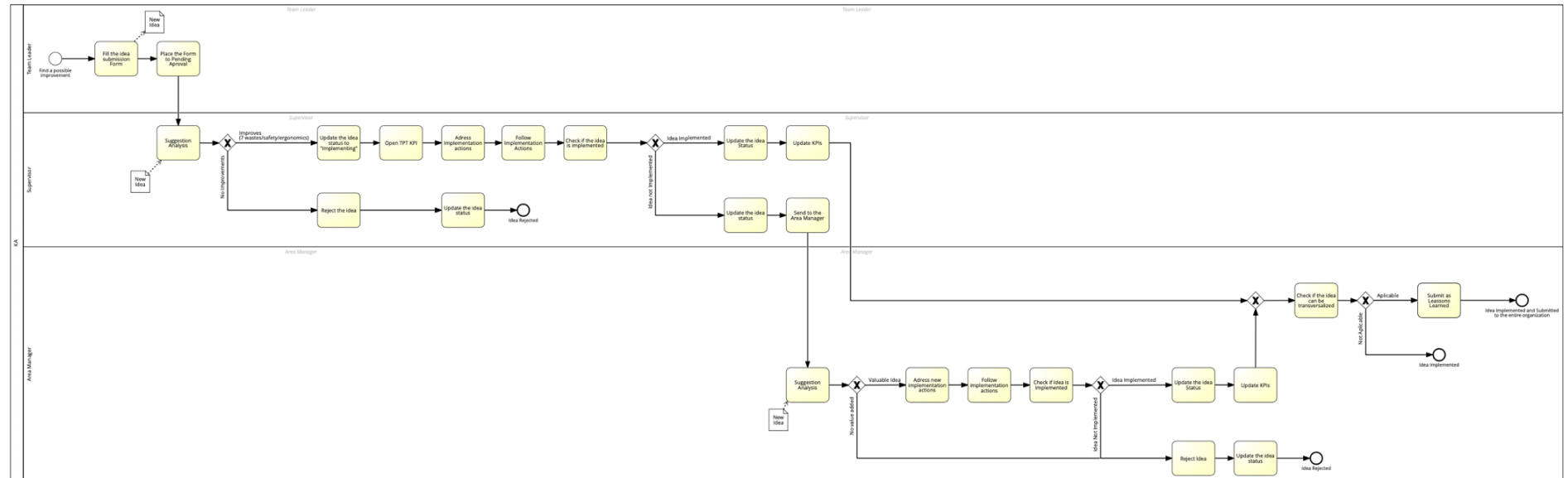
- Liedtka, Jeanne. 2014. "Innovative Ways Companies Are Using Design Thinking." *Strategy and Leadership* 42(2):40–45. doi: 10.1108/SL-01-2014-0004.
- Liedtka, Jeanne. 2015. "Perspective: Linking Design Thinking with Innovation Outcomes through Cognitive Bias Reduction." *Journal of Product Innovation Management* 32(6):925–38. doi: 10.1111/jpim.12163.
- Liedtka, Jeanne, Tim Ogilvie, and Rachel Brozenske. 2014. *The Designing for Growth Field Book*. Columbia University Press.
- Microsoft. 2021a. "Power Automate." Retrieved June 17, 2021 (<https://powerapps.microsoft.com/pt-pt/automate-processes/>).
- Microsoft. 2021b. "SharePoint." Retrieved June 17, 2021 (<https://www.microsoft.com/pt-pt/microsoft-365/sharepoint/collaboration>).
- MyBusiness.AI. 2021. "Listas de Verificação Sem Papel." Retrieved May 29, 2021 (<https://www.mybusiness.ai/>).
- Nakagawa, Elisa Yumi, Pablo Oliveira Antonino, Frank Schnicke, Thomas Kuhn, and Peter Liggesmeyer. 2021. "Continuous Systems and Software Engineering for Industry 4.0: A Disruptive View." *Information and Software Technology* 135(February 2020):106562. doi: 10.1016/j.infsof.2021.106562.
- Narayanamurthy, Gopalakrishnan, and Guilherme Tortorella. 2021. "Impact of COVID-19 Outbreak on Employee Performance – Moderating Role of Industry 4.0 Base Technologies." *International Journal of Production Economics* 234(October 2020):108075. doi: 10.1016/j.ijpe.2021.108075.
- Nascimento, A., R. Baldam, L. Costa, and T. Junior. 2019. "Applications of Business Governance and the Unified BPM Cycle in Public Credit Recovery Activities." *Business Process Management Journal* 26(1):312–30. doi: 10.1108/BPMJ-11-2017-0317.
- Neumann, W. Patrick, Sven Winkelhaus, Eric H. Grosse, and Christoph H. Glock. 2021. "Industry 4.0 and the Human Factor – A Systems Framework and Analysis Methodology for Successful Development." *International Journal of Production Economics* 233(September 2020):107992. doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107992.
- Ōno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Pres.
- Ostrowski, Damian, and Jacek Jagodziński. 2020. "Operation of an Employee Suggestion System in Administration and Production Departments of a Remanufacturing Company." *Journal of Remanufacturing*. doi: 10.1007/s13243-020-00095-7.
- Pacaux-Lemoine, Marie Pierre, Damien Trentesaux, Gabriel Zambrano Rey, and Patrick Millot. 2017. "Designing Intelligent Manufacturing Systems through Human-Machine Cooperation Principles: A Human-Centered Approach." *Computers and Industrial Engineering* 111:581–95. doi: 10.1016/j.cie.2017.05.014.
- Pagliosa, Marcos, Guilherme Tortorella, and Joao Carlos Espindola Ferreira. 2019. "Industry 4.0 and Lean Manufacturing: A Systematic Literature Review and Future Research Directions." *Journal of Manufacturing Technology Management* 32(3):543–69. doi: 10.1108/JMTM-12-2018-0446.
- Pejić Bach, Mirjana, Vesna Bosilj Vukšić, Dalia Suša Vugec, and Ana-Marija Stjepić. 2019. "BPM and BI in SMEs: The Role of BPM/BI Alignment in Organizational Performance." *International Journal of Engineering Business Management* 11. doi: 10.1177/1847979019874182.
- Poppendieck, Mary; Cusumano, Michael A. 2012. "Lean Software Development: A Tutorial." *IEEE Software*. doi: 10.1109/MS.2012.107.

- Qi, Qinglin, and Fei Tao. 2018. "Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison." *IEEE Access* 6(c):3585–93. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2793265.
- Qlik. 2021. "2020 Gartner Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms." Retrieved (<https://www.qlik.com/us/gartner-magic-quadrant-business-intelligence>).
- Richter, Alexander, Peter Heinrich, Alexander Stocker, and Gerhard Schwabe. 2018. "Digital Work Design: The Interplay of Human and Computer in Future Work Practices as an Interdisciplinary (Grand) Challenge." *Business and Information Systems Engineering* 60(3):259–64. doi: 10.1007/s12599-018-0534-4.
- Rossini, Matteo, Federica Costa, Guilherme L. Tortorella, and Alberto Portioli-Staudacher. 2019. "The Interrelation between Industry 4.0 and Lean Production: An Empirical Study on European Manufacturers." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 102(9–12):3963–76. doi: 10.1007/s00170-019-03441-7.
- Sader, Sami, István Husti, and Miklós Daróczi. 2019. "Industry 4.0 as a Key Enabler toward Successful Implementation of Total Quality Management Practices." *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences* 27(2):131–40. doi: 10.3311/PPso.12675.
- del Sagrado, José, and Isabel M. del Águila. 2020. "Assisted Requirements Selection by Clustering." *Requirements Engineering* (0123456789). doi: 10.1007/s00766-020-00341-1.
- Shafiee, Sara, Yves Wautelet, Lars Hvam, Enrico Sandrin, and Cipriano Forza. 2020a. "Scrum versus Rational Unified Process in Facing the Main Challenges of Product Configuration Systems Development." *Journal of Systems and Software* 170:110732. doi: 10.1016/j.jss.2020.110732.
- Shafiee, Sara, Yves Wautelet, Lars Hvam, Enrico Sandrin, and Cipriano Forza. 2020b. "Scrum versus Rational Unified Process in Facing the Main Challenges of Product Configuration Systems Development." *Journal of Systems and Software* 170:110732. doi: 10.1016/j.jss.2020.110732.
- Spöttl, Georg, and Lars Windelband. 2021. "The 4th Industrial Revolution—Its Impact on Vocational Skills." *Journal of Education and Work* 34(1):29–52. doi: 10.1080/13639080.2020.1858230.
- Stecyk, Adam. 2018. "Business Intelligence Systems in SMEs." *European Journal of Service Management* 27:409–13. doi: 10.18276/ejssm.2018.27/2-50.
- Surbakti, Herison, and Azman Ta'A. 2017. "Managing Knowledge Business Intelligence: A Cognitive Analytic Approach." *AIP Conference Proceedings* 1891. doi: 10.1063/1.5005468.
- Szczepaniak, M., and J. Trojanowska. 2020. *New Approaches in Management of Smart Manufacturing Systems*. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing.
- Telukdaric, Arnesh, Eyad Buhulaiga, Surajit Bag, Shivam Gupta, and Zongwei Luo. 2018. "Industry 4.0 Implementation for Multinationals." *Process Safety and Environmental Protection* 118:316–29. doi: 10.1016/j.psep.2018.06.030.
- Tortorella, Guilherme Luz, and Diego Fettermann. 2018. "Implementation of Industry 4.0 and Lean Production in Brazilian Manufacturing Companies." *International Journal of Production Research* 56(8):2975–87. doi: 10.1080/00207543.2017.1391420.
- Tupa, Jiri, and Frantisek Steiner. 2019. "Industry 4.0 and Business Process Management." *The Journal Tehnički Glasnik - Technical Journal* (December). doi: 10.31803/tg-20181008155243.
- Ward, Peter T., Rachna Shah, and Peter T. Ward. 2002. "Shah, R., Ward, P.T., 2003. Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance. *Journal of Operations Management* 21, 129–149." *Journal of Operations Management* 43221(August):129–49.

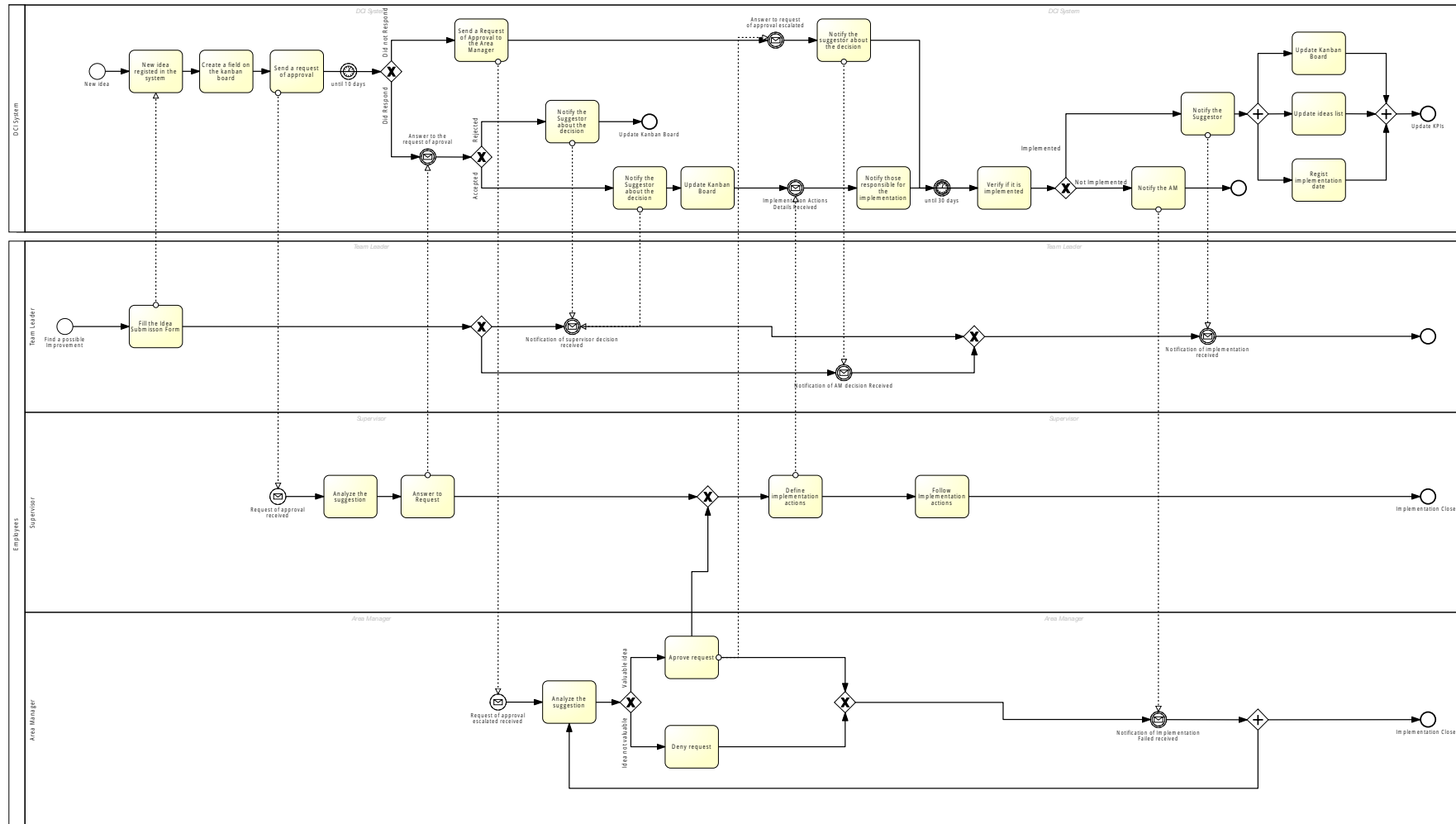
- Xia, Ting, Wei Zhang, W. S. Chiu, and Changqiang Jing. 2020. "Using Cloud Computing Integrated Architecture to Improve Delivery Committed Rate in Smart Manufacturing." *Enterprise Information Systems* 00(00):1–20. doi: 10.1080/17517575.2019.1701715.
- Xu, Li Da, Eric L. Xu, and Ling Li. 2018. "Industry 4.0: State of the Art and Future Trends." *International Journal of Production Research* 56(8):2941–62. doi: 10.1080/00207543.2018.1444806.
- Zarour, Karim, Djamel Benmerzoug, Nawal Guermouche, and Khalil Drira. 2019. "A Systematic Literature Review on BPMN Extensions." *Business Process Management Journal* 26(6):1473–1503. doi: 10.1108/BPMJ-01-2019-0040.
- Zheng, Pai, Honghui wang, Zhiqian Sang, Ray Y. Zhong, Yongkui Liu, Chao Liu, Khamdi Mubarak, Shiqiang Yu, and Xun Xu. 2018. "Smart Manufacturing Systems for Industry 4.0: Conceptual Framework, Scenarios, and Future Perspectives." *Frontiers of Mechanical Engineering* 13(2):137–50. doi: 10.1007/s11465-018-0499-5.

6. Anexos

Anexo 1 – AS-IS



Anexo 2 – TO-BE



Anexo 3 – Fluxo de Comunicação das ideias de melhoria

