

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS COM BASE EM FERRAMENTAS LEAN NUMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS

CÉSAR FILIPE MIRANDA MENEZES

março de 2021

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS COM BASE EM FERRAMENTAS *LEAN* NUMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS

César Filipe Miranda Menezes

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS COM BASE EM FERRAMENTAS *LEAN* NUMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS

César Filipe Miranda Menezes

Estudante n.º 1160336

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Pinto Ferreira e coorientação da Professora Doutora Cristina Lopes.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação contou com a intervenção e o apoio de diferentes partes que sem as quais não seria possível atingir os resultados obtidos e, por isso, estou inteiramente grato.

Começo por agradecer a toda a equipa da JIT GROUP, que sempre se mostrou disponível para ajudar e cooperar no caso de estudo em contexto organizacional, referenciando a Ana Silva, primeiro e direto contacto; pela partilha de conhecimento e pelo *feedback* de todas as experiências que foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo

Ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira, orientador do ISEP e à Professora Doutora Cristina Lopes, orientadora do ISCAP, pela orientação, disponibilidade e acompanhamento ao longo de todo o projeto.

Por fim, à minha família e Amigos que me apoiam incondicionalmente.

Muito Obrigado!

“Keep it simple!”

David G. Santos

RESUMO

O princípio do *Lean* é a redução e eliminação de desperdício no sistema. O propósito deste estudo será explorar a implementação do *Lean* no setor dos serviços, especialmente na área da logística e dos transportes, focando em ferramentas e técnicas *Lean*, bem como nos desafios que a sua implementação sugere.

O presente trabalho foi realizado numa empresa prestadora de serviços logísticos, a JIT GROUP, que concebe trabalho de planeamento e organização de operações logísticas no transporte de carga aérea. No transporte aéreo e nos serviços de *handling*, tal como numa orquestra, todas as peças se devem harmonizar, completar e complementarem-se. Para isso, os processos de cada parte deverão possuir uma visão de melhoria contínua, redução e eliminação de desperdício no sistema, para que a melodia seja límpida e fluída.

Na base do planeamento das operações, nos dados previsionais de mercadoria a mover, foi possível detetar problemas relacionados com a presença de dados inconsistentes; notou-se, também, a inexistência de uma base de estudo na empresa, com critérios de análise de desempenho, às diferentes variáveis que são determinantes nas operações logísticas. Na ótica do controlo das operações e no serviço de apoio ao cliente são encontrados processos pouco claros e indefinidos, sem um padrão determinado; e ainda, é possível verificar o baixo controlo, um acompanhamento ténue e a falta de registo de incidências para futuros estudos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho passa pelo desenvolvimento, implementação e avaliação de soluções para os problemas encontrados. Primeiramente foram mapeados os processos, identificaram-se os problemas, bem como, a busca pelas principais causas desses problemas; foram propostas e exploradas as soluções, e por fim, foi realizada uma análise aos resultados obtidos.

Através de técnicas de aprendizagem automática e de extração de conhecimento de dados propõe-se a exploração de modelos para a previsão de volumes de carga a gerir, permitindo antecipar as condições necessárias para uma gestão mais precisa, evitando um ajuste colossal de instruções de trabalho. Foi contruída uma base de dados e apresentadas técnicas de análise estatística para tratamento de dados e avaliação do desempenho dos diferentes intervenientes nas operações, permitindo uma gestão mais sólida e racional. São apresentadas, também, abordagens com base em *Strandard Work* e 5S que garantirão a homogeneidade do serviço. Por fim, é desenvolvido um sistema de *Kanban* para o registo, controlo e acompanhamento de incidências.

PALAVRAS-CHAVE

Lean na indústria dos serviços, Melhoria de processos, Reduzir desperdício, Flexibilidade, Homogeneidade.

página propositadamente em branco

ABSTRACT

The principle of *Lean* is the reduction and elimination of waste in a system. The purpose of this study is to explore the implementation of *Lean* in the sector of services, mainly in the area of logistics and transportation, focusing on *Lean* tools and techniques as well as on the challenges it's application implies.

The present project has been done based on the work experience in a logistics services providing company, JIT GROUP, which grants logistics operations' planning and organization in the air cargo transportation field. In air cargo transportation and handling services, as well as in an orchestra, all pieces should fit together, completing and complementing each other harmoniously. In order to achieve such harmonization, the processes inherent to each part should be imbued with an insight of continuous improvement and cutback and elimination of waste in the system so the melody is clear and fluid.

In the core of operations planning, it was possible to detect issues due to the presence of inconsistent data in forecasts of volumes on the cargo to be moved. It has also been possible to observe the lack of a study basis in the business, with a performance analysis criteria on the different variables that are determining in logistics operations. From a logistics operations control and customer support service point of view, it's possible to find processes that are both unclear and undefined, not following a set pattern; it is also possible to verify a low control, a tenuous follow up and the absence of records on incidences for future studies.

Therefore, the purpose of this project is to develop, implement and evaluate solutions to each problem found. To begin with, the processes have been mapped and the issues, as well as its main roots have been identified; then, solutions have been proposed and explored and, finally, an analysis on the results has been conducted.

Through machine learning techniques and data mining, it's proposed the research of models to enhance the quality of the data forecast of cargo volumes to manage, thus allowing to anticipate the necessary conditions for a more precise management which, in turn, will avoid a colossal adjustment in proceedings instructions. A data base has been built and statistical analysis techniques for data and performance evaluation on each intervenient have been presented hence allowing a more solid and rational management. An approach based on Standard Work and 5S tools is also presented, which will assure the homogeneity of service.

Finally, a Kanban system for registry, control and incidence follow up is developed and introduced.

KEYWORDS

Lean in service industry, Process improvement, Waste reduction, Flexibility, Homogeneity.

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS	XV
1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Enquadramento e pertinência	17
1.2. Questão e objetivos de investigação.....	18
1.3. Opções metodológicas	18
1.4. Apresentação da empresa.....	20
1.5. Conteúdo e organização da dissertação	20
2. REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1. Análise e melhoria de processos	22
2.2. O Serviço.....	26
2.2.1. A qualidade do serviço	26
2.2.2. Gestão de operações	28
2.2.3. Gestão das expectativas e perceções do cliente	29
2.2.4. Satisfação do Cliente	30
2.3. Os serviços na aviação.....	31
2.3.1. O setor da aviação.....	31
2.3.2. O transporte aéreo.....	31
2.3.3. O transitário	33
2.4. Filosofia <i>Lean</i>	34
2.4.1. A casa <i>Toyota Production System</i> (TPS)	35
2.4.2. Os cinco princípios do <i>Lean</i>	36
2.4.3. <i>Lean</i> no setor dos serviços	37
2.4.4. Os sete tipos de desperdício no setor dos serviços	38
2.4.5. Metodologia <i>Lean</i> – Ciclo PDCA.....	40
2.4.6. Ferramentas <i>Lean</i>	41
2.5. Ferramentas de exploração de dados	47
2.5.1. <i>Data Mining</i>	48
2.5.2. Aprendizagem Automática	49
2.5.3. Previsão de séries temporais	51
3. ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NUMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS.....	59
3.1. Planear (<i>Plan</i>)	60
3.1.1. Mapeamento dos processos no departamento das operações	60
3.1.2. Identificação de problemas nas operações logísticas.....	62
3.1.3. Identificação das causas dos problemas nas operações logísticas	63

3.1.4. Apresentação de soluções dos problemas identificados nas operações logísticas ..	64
3.1.5. Identificação de atividades no departamento do OCC	65
3.1.6. Identificação das causas dos problemas no departamento OCC.....	66
3.1.7. Apresentação de soluções aos problemas identificados no departamento OCC.....	68
3.2. Executar (<i>Do</i>)	68
3.2.1. Previsão do volume de carga a gerir	68
3.2.2. Seleção de Reservas	78
3.2.3. Organização do departamento OCC	87
3.2.4. Incidências e reclamações.....	90
3.2.5. Gestão e coordenação de seguimentos.....	92
3.3. Verificar (<i>Check</i>)	94
3.4. Agir (<i>Act</i>).....	95
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
4.1. Apresentação de resultados.....	97
4.2. Discussão de resultados	98
5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	100
5.1. Conclusões finais	100
5.2. Dificuldades encontradas	100
5.3. Trabalhos futuros	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
APÊNDICES	111
APÊNDICE A – MAPEAMENTO DOS PROCESSOS NO DEPARTAMENTO OPERACIONAL	112
APÊNDICE B – <i>SCRIPT</i> PARA O ESTUDO DO MODELO PREDITIVO.....	113
APÊNDICE C – PARTE DOCUMENTAL DA ANÁLISE ESTATÍSTICA BIMESTRAL.....	115
APÊNDICE D – ORGANIZAÇÃO DO DEPARTAMENTO OCC	116

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - A espiral do ciclo <i>Action-Research</i> (Adaptado de (Saunders, 2013)).	19
Figura 2 – Principais atividades da empresa (GROUP, 2019).	20
Figura 3- Comportamento do modelo da qualidade (Adaptado de (Ograjenšek, 2008)).	28
Figura 4 - Nível de Satisfação dos clientes (Adaptado de (Graham Clark, 2005)).	30
Figura 5 - As principais atividades de um transitário (Adaptado de (Choi et al., 2005)).	33
Figura 6 - Constituição da casa TPS (Adaptado de (Kehr & Proctor, 2017)).	35
Figura 7 - Os cinco princípios <i>Lean</i> na perspectiva do setor dos serviços (Adaptado de (Asnan et al., 2015)).	36
Figura 8 - Características <i>Lean</i> no setor dos serviços (Adaptado de (Bowen et al., 2009)).	38
Figura 9 - Ciclo PDCA (Adaptado de (Jagusiak-kocik, 2017)).	40
Figura 10 - Implementação 5S (Adaptado de (Randhawa & Ahuja, 2017)).	42
Figura 11 - Exemplo de aplicação <i>Kanban</i> (Rodrigo Cavallari, 2019).	42
Figura 12 - Esboço do diagrama <i>Ishikawa</i> .	43
Figura 13 - Esboço VSM (García-Domínguez et al., 2012).	44
Figura 14 - Esboço BPMN (García-Domínguez et al., 2012).	45
Figura 15 – Processo de Extração de Conhecimento de Dados (Moro et al., 2011).	48
Figura 16 - Hierarquia de aprendizagem (Gama et al., 2017).	50
Figura 17 - Aproximação do mapa do fluxo de processos.	62
Figura 18 - Diagrama causa-efeito associado aos Dados Previsionais.	63
Figura 19 - Diagrama causa-efeito associado à Seleção de Reservas.	64
Figura 20 - Diagrama causa-efeito associado à gestão de incidências e reclamações.	66
Figura 21 - Diagrama causa-efeito associado ao seguimento de carga e alertas.	67
Figura 22 – Descrição dos dados.	70
Figura 23 - Verificação da Estacionariedade da série.	70
Figura 24 - Seleção dos melhores parâmetros (p,q,d) (P,Q,D) .	73
Figura 25 - Definição dos conjuntos treino e teste.	73
Figura 26 - Análise estatística bimestral.	78
Figura 27 - Definição de tarefas e subtarefas.	88
Figura 28 - Etiquetas do nível de conciliabilidade.	89
Figura 29 - Ordenação de tarefas pelo nível de conciliabilidade.	89
Figura 30 - Gestão de incidências no <i>software</i> de <i>email</i> .	90
Figura 31 - <i>Kanban</i> de incidência.	91
Figura 32 - <i>Kanban</i> de controlo de incidências e reclamações.	92
Figura 33 - Exemplo de gravação (<i>PrintScreen</i>).	93
Figura 34 - Escala de avaliação das propostas.	94

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura da dissertação.....	21
Tabela 2 - Aplicação da melhoria de processos no setor dos serviços	26
Tabela 3 - As principais tarefas das entidades no setor da aviação (Choi et al., 2005).	33
Tabela 4 - Os sete tipos de desperdícios na filosofia <i>Lean</i>	39
Tabela 5 - Correlação entre as sete ferramentas da qualidade e o ciclo PDCA (Adaptado (Paliska et al., 2007)).	41
Tabela 6 - Comparação entre VSM e BPMN.	46
Tabela 7 - Entidades no mapeamento dos processos.....	60
Tabela 8 - Tarefas mapeadas.....	61
Tabela 9 - Problemas identificados no departamento operacional.....	63
Tabela 10 - Propostas de melhoria no departamento operacional.	64
Tabela 11 - Descrição das principais atividades no departamento do OCC.....	65
Tabela 12 - Problemas identificados no departamento do OCC.....	66
Tabela 13 - Propostas de melhoria no departamento OCC.	68
Tabela 14 - Resultados para avaliação do desempenho do modelo.....	75
Tabela 15 - Recolha de dados dos envios com chegada tardia.....	83
Tabela 16 - Teste T: duas amostras com variâncias iguais.....	84
Tabela 17 - Tarefas a realizar pelo departamento OCC.	88
Tabela 18 - Distribuição de tarefas por grupo.	89
Tabela 19 - Avaliação das propostas apresentadas.	94
Tabela 20 - Atual estado das propostas de implementação apresentada.....	96
Tabela 21 - Análise de resultados às propostas de melhoria.....	97
Tabela 22 - Proposta de trabalhos futuros.....	102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exemplo de uma série temporal e respetiva autocorrelação (Dorathi Jayaseeli et al., 2020).	54
Gráfico 2 - Representação da validação Walk-Forward (Gray, 2018).	57
Gráfico 3 - Comportamento da série no intervalo dos anos [2017;2020[.	69
Gráfico 4 - Representação gráfica da série por pontos.	70
Gráfico 5 - Lag plot.	71
Gráfico 6 - Função de Autocorrelação para o Volume.	72
Gráfico 7 - Função de Autocorrelação Parcial para o Volume.	72
Gráfico 8 - Resultado da aplicação do modelo SARIMA ao volume de carga transportada entre 2017 e 2019.	74
Gráfico 9 - Comparação entre o conjunto teste e as previsões.	74
Gráfico 10 - ACF e PACF dos valores residuais	76
Gráfico 11 - Flutuação dos volumes residuais em 2019.	77
Gráfico 12 - Envios afetados por companhia aérea.	80
Gráfico 13 - Atraso médio por companhia aérea.	80
Gráfico 14 - Envios afetados por aeroporto de origem.	81
Gráfico 15 - Envios afetados por aeroporto destino.	82
Gráfico 16 - Atraso médio por aeroporto de destino.	82
Gráfico 17 - Evolução mensal do número de envios afetados.	83
Gráfico 18 - Apresentação da região de rejeição.	84
Gráfico 19 - Resultados da avaliação às propostas de implementação.	95

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
TPS	Toyota Production System
JIT	Just-In-Time
PDCA	Plan-Do-Check-Act
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control
SW	Standard Work
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work-In-Process
IT	Information Technology
IATA	International Air Transport Association
ULD	Unit Load Device
LDP	Lower Deck Pallet
MAWB	Master Air Waybill
DGR	Dangerous Goods Regulations
GHA	Ground Handling Agent
OCC	Operation Control Center
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
ADF	Augmented Dickey-Fuller
MAE	Mean Absolute Error
MSLE	Mean Squared Logarithmic Error
MSE	Mean Squared Error
RMSE	Root Mean Squared Error

Lista de Símbolos

V	Volume	m^3
-----	--------	-------

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Na presente dissertação foram explorados diferentes desafios, num caso prático, no decorrer do ano de 2020/2021, na empresa JIT GROUP, um agente transitário e operador logístico, líder no mercado da península ibérica no transporte de carga aérea.

Neste primeiro capítulo serão apresentados diferentes pontos como o enquadramento e pertinência deste trabalho, onde se contextualiza o trabalho a desenvolver e se apresenta a utilidade para outros setores e áreas; a Questão e Objetivos de investigação, mostrando qual a questão principal que reflete os objetivos principais; as Opções Metodológicas de Investigação, expondo a metodologia de abordagem na investigação a efetuar; a apresentação da empresa, onde foram estudados problemas de planeamento e execução de ordens de trabalho e se investigaram modelos e ferramentas capazes de os corrigir; e por fim, é apresentado o conteúdo e organização desta dissertação.

1.1. Enquadramento e pertinência

Em economia, o setor terciário corresponde às atividades de comércio de bens e à prestação de serviços. Este setor abrange uma vasta gama de entidades prestadoras de serviços, como hospitais, lojas, escolas, restaurantes, entre outros, que nos deparamos no nosso dia-a-dia, na maioria dos casos como clientes. A gestão de operações é a função responsável pela gestão das atividades e dos recursos que produzem os produtos e/ou serviços que as organizações disponibilizam no mercado (Graham Clark, 2005).

Para se conseguir a atenção e os recursos dos consumidores, é preciso, no mínimo, fazer frente aos concorrentes na sua área de atuação (Roth & Menor, 2003). Para isso, a gestão de operações acaba por ser essencial, afinal, é a melhor maneira de tornar os processos internos mais produtivos e mais eficientes. A concorrência no mercado é cada vez maior, assim sendo, a gestão de operações assume um papel fundamental no sucesso das empresas (Graham Clark, 2005).

A experiência do cliente é a experiência direta no processo do serviço e diz respeito à maneira como o cliente é tratado pelo prestador desse serviço. Esta experiência dependerá da organização como um todo, desde o grau de interação pessoal, à organização do sistema, à capacidade de resposta e flexibilidade do serviço (Hollocks, 1991). Um dos aspetos mais importantes, intrigantes e desafiadores da gestão de operações e/ou serviço (certamente quando comparado às operações na produção) é que muitos clientes estão envolvidos nos processos de prestação do serviço. Por exemplo, o médico não lhe pode dar uma vacina caso não esteja presente. Isso significa que a experiência do cliente é uma parte intrínseca das operações nos processos (Brown et al., 2001). Como resultado, o cliente vê e acompanha grande parte do processo. Importa notar que não significa que o cliente acompanhe todo o processo, poderá estar apenas envolvido no *'front office'*. O *'back office'* normalmente contém operações que não são visíveis aos olhos dos clientes como o manuseamento de bagagem nos aeroportos, por exemplo (Bill Hollins, 2006).

A sobreposição do processo e da experiência do cliente, juntamente com a intangibilidade de muitos serviços, torna o trabalho de um gestor de operações particularmente desafiante, estimulante e, por vezes, frustrante (Roth & Menor, 2003).

Gerir operações de serviço é algo que todos nós fazemos, quer sejam operações remuneradas ou não remuneradas, como gerir a nossa casa e a nossa família, partilhar feriados e fins de semana com a família ou amigos, pela participação em atividades religiosas ou de voluntariado, entre outros. Embora cada setor tenha a sua procura e clientes específicos há uma série de desafios enfrentados pela maioria, e comuns às diferentes áreas, que serão abordados mais à frente. Ainda assim, gerir o serviço com alto nível de rigor e eficiência, e atuar de forma flexível deve ser comum a qualquer organização (Brown et al., 2001)!

Diversas técnicas e ferramentas podiam ser exploradas para o aumento de eficiência dos processos nos serviços ou para melhorar a gestão da organização. No âmbito deste trabalho são consideradas e estudadas práticas, apresentadas em diversos artigos científicos, com elevada taxa de sucesso no setor da produção, com várias implementações, também, no setor dos serviços. Acreditamos que a implementação e o bom uso das técnicas *Lean* no setor dos serviços poderão resultar em melhoria de eficiência, facilitando e simplificando os processos, reduzindo e eliminando desperdícios.

1.2. Questão e objetivos de investigação

Partindo do tema do projeto e do enquadramento do mesmo, este trabalho possui como intuito responder à seguinte questão de investigação:

“Como analisar e melhorar processos na prestação de serviços logísticos?”

O objetivo geral é, portanto, o desenvolvimento, aplicação e avaliação de soluções que resolvam os problemas e falhas identificadas numa empresa de serviços logísticos. Para este objetivo ser executável definem-se os seguintes objetivos específicos:

- Planeamento de abordagem à questão de investigação;
- Mapeamento, identificação e análise dos processos nas operações logísticas durante o serviço prestado;
- Identificação de problemas e proposta de soluções com base em ferramentas *Lean* para as falhas detetadas;
- Verificação do impacto das soluções implementadas.

1.3. Opções metodológicas

No desenvolvimento deste trabalho foram adotados dois tipos de metodologias. Quanto à investigação, esta terá por base os princípios *Action-Research*, que segundo Saunders (2013) são indicadas para uma investigação onde se procura solucionar problemas reais numa empresa ou organização. Na fase de ação e implementação dos modelos a desenvolver, será adotada a metodologia do ciclo PDCA (do inglês: PLAN-DO-CHECK-ACT), uma metodologia *Lean*, que visa a melhoria contínua na análise e melhoria dos processos (Mourato et al., 2020).

No processo de investigação, a revisão de literatura desempenha um papel importante como em qualquer outro tipo de pesquisa. Servirá de base para o desenvolvimento do conhecimento, criar diretrizes para diferentes políticas e práticas, tal como, fornecer evidências (Snyder, 2019). Considera-se um ambiente onde a pesquisa tem um significado prático e com origem num sistema sociocultural, onde se projetam ações de maneira a entender melhor o problema e usar a

compreensão para ajustar a ação. Aprende-se continuamente com cada experiência e ação (Bardi, 2005). Tal como a pesquisa de métodos mistos, a *Action-Research* pode usar e extrair dados através de métodos qualitativos, quantitativos ou ambos, contudo, diferencia-se pela sua questão prática e objetiva na medida que procura obter soluções para um determinado problema (Creswell, 2019). Desta forma, na JIT GROUP, serão usados processos sistemáticos desde a extração e análise de um conjunto de dados relativamente aos processos usados à análise dos *outputs* produzidos.

Saunders (2013) identificou uma espiral do ciclo *Action-Research* no qual é iniciado num contexto específico e com um propósito claro. Este processo traduz-se em quatro fases que devem ser consideradas durante uma investigação, desde o diagnosticar, planejar, implementar ações e avaliar. Ainda assim, o autor Ogland (2007) acrescenta um quinto ponto que corresponde à especificação de abordagem. Segue uma breve descrição de cada ponto da metodologia:

1. Diagnóstico do problema – Definição dos objetivos gerais e específicos com o intuito de entender a situação atual do problema em questão identificando as principais falhas.
2. Planeamento da ação – Após a identificação dos problemas, descrever e desenvolver planos de ação e apresentar propostas de melhoria.
3. Ação -Implementação dos planos de ação descritos no ponto anterior.
4. Avaliação – Através da análise dos resultados obtidos, avaliar a precisão e a *performance* dos planos de ação desenvolvidos a fim de cumprir com os objetivos e/ou reajustá-los.
5. Especificação de abordagem – Apresentação das conclusões ao trabalho desenvolvido e de sugestões de melhoria.

Os quatro principais pontos definidos por Saunders (2013), podem ser divididos em três ciclos na espiral apresentada (ver Figura 1), sendo que o primeiro enfatiza o objetivo da pesquisa em ação, levantando as questões fundamentais à investigação; o segundo refere-se ao envolvimento dos elementos integrados na pesquisa, facilitando assim o entendimento dos membros do projeto; e por último, terceiro materializa o processo através de ações com base no conhecimento adquirido. Nesta estratégia, os resultados obtidos das ações implementadas devem ter implicações noutros contextos.

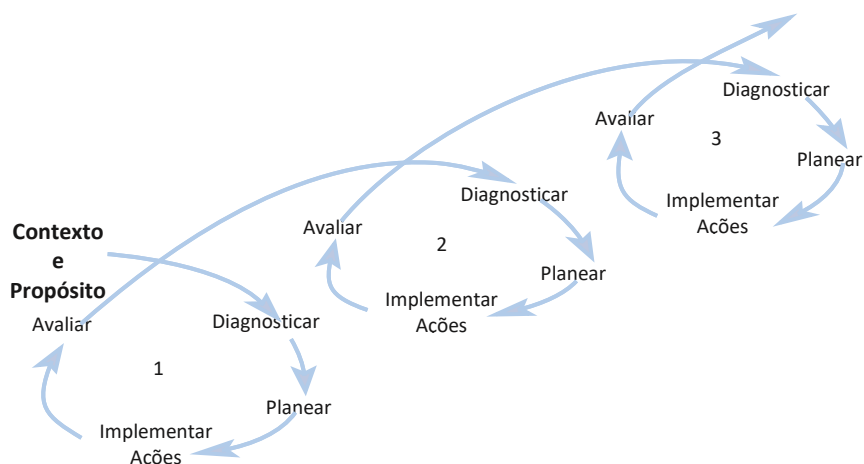


Figura 1 - A espiral do ciclo *Action-Research* (Adaptado de (Saunders, 2013)).

Na fase da ação e implementação da abordagem *Action-Research* procurar-se-á, também seguir uma metodologia *Lean*, o ciclo PDCA, sendo um método iterativo de gestão dividido em quatro passos e que é utilizado para o controlo e melhoria contínua de processos e/ou produtos (Corinne Johnson, 2016). Inicialmente serão planeados todos os passos para a identificação dos problemas e falhas que servirão de objeto de trabalho. Posto isto, propostas de melhoria serão apresentadas, seguidas da demonstração de abordagem à sua implementação. Por fim, serão analisados e postos em causa os resultados obtidos procurando perceber se existem oportunidades de melhoria e ainda, disciplinar e padronizar todas as implementações.

Através da aplicação das duas metodologias complementadas, *Action Research* e o ciclo PDCA, procura-se garantir a qualidade em cada fase através do seu estado ótimo, para na fase da avaliação poder ser realizada uma apreciação de e entre o antes e depois da implementação de medidas e analisar o seu desempenho.

1.4. Apresentação da empresa

A JIT GROUP é uma empresa logística portuguesa, inserida no grupo *JTM forwarding*, que tem vindo a demonstrar ao mundo toda a sua capacidade no que diz respeito aos serviços prestados relativamente ao transporte de carga aérea. Possui parcerias com as melhores companhias aéreas a nível mundial, sendo que o bom relacionamento com os parceiros, aliados ao profissionalismo e dedicação da equipa permitem um destaque que naturalmente proporciona um melhor serviço ao cliente (GROUP, 2019).

Atualmente está localizada e gere os seus serviços em três pontos na Península ibérica, no Porto, Zaragoza e Madrid. Através de uma excelente equipa procuram ser uma marca única no mundo da logística, valorizando a experiência adquirida ao longo do tempo e capitalizando todo o *know how Just In Time* (GROUP, 2019).

Diversos serviços podem ser prestados entre eles o transporte de animais vivos, construção de ULD (*Unit Load Devices*), manifestação de carga, gestão dos sistemas Handling, entre outros (ver Figura 2). Das diferentes atividades profissionais salienta-se a parte de diagnóstico e análise da formulação de soluções de maneira a melhorar o serviço prestado. Num mundo globalizado em constante mudança e onde a exigência e pressão são cada vez maiores, a JIT defende uma boa organização como sendo fundamental para melhorar a eficiência e aumentar a produtividade. A empresa diferencia-se pela capacidade de implantação de equipas onde se verifica essa necessidade quer em clientes quer em locais estratégicos de maneira a desempenhar as funções de acordo com as necessidades do cliente (GROUP, 2019).



Figura 2 – Principais atividades da empresa (GROUP, 2019).

1.5. Conteúdo e organização da dissertação

Neste tópico é possível encontrar a descrição da estrutura da dissertação. Antes de avançarmos para qualquer estudo prático, será importante reter e estudar as diferentes ferramentas existentes no seio técnico-científico e explorar a sua implementação. Thomas Fuller já diria que “O

conhecimento dirige a prática; no entanto, a prática aumenta o conhecimento”. Realizada uma revisão de literatura, o trabalho avança para a parte prática onde diferentes desafios são enfrentados. Na parte final, os resultados são apresentados, perante a *performance* demonstrada. Na Tabela 1 segue detalhada a estrutura da dissertação.

1. INTRODUÇÃO

Engloba o enquadramento geral do trabalho, os objetivos que foram traçados e a metodologia de investigação que levou à solução de interesse para a empresa.

2. REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Através do recurso à revisão da literatura tornam-se perceptíveis as diferentes formas de como um serviço pode ser explorado e melhorado através das práticas Lean. O sucesso da sua aplicação é demonstrada por diferentes autores.

3. ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NUMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS

Nesta fase é estudado e explorado o caso prático de uma empresa do setor da aviação. São mapeados processos e subprocessos, diferentes técnicas Lean são implementadas e são identificadas falhas e desperdícios nos processos de produção do serviço. São apresentadas também propostas de melhoria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados os resultados obtidos da aplicação das propostas de implementação e analisadas as principais variáveis que condicionam o seu desempenho.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nesta secção é feita uma análise crítica ao desenvolvimento do trabalho efetuado, como um todo. Ainda, são apresentadas sugestões para futura implementação na empresa, para solução de novos problemas identificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apresentação das fontes bibliográficas que apoiaram a elaboração da dissertação.

APÊNDICES

Documentos e outras informações.

Tabela 1 - Estrutura da dissertação.

2. REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo elabora o estado de arte que sustentou o desenvolvimento da dissertação na empresa, sobre as metodologias e artigos científicos que deram o conhecimento necessário para a resolução dos problemas que foram propostos. A pesquisa incidiu sobre temas como a análise e melhoria de processos, o conceito de Serviço e como funciona o setor da aviação, uma vez que o projeto é desenvolvido no seio de um transitário de referência, no transporte de carga aérea. Além disso, são estudadas a filosofia e as ferramentas *Lean*, bem como são exploradas ferramentas de exploração e automatização de dados, *Data Mining* e *Machine Learning*.

2.1. Análise e melhoria de processos

Nas últimas duas décadas, investigadores em estratégia, gestores de operações, cientistas na área do *marketing*, entre outros campos, notaram a crescente importância dos serviços nas estratégias e modelos de negócios de empresas de produção, e outras empresas de produtos (Carnahan et al., 2010). A evolução dos serviços nas mais diferentes áreas faz com que as entidades prestadoras estejam expostas a novos e difíceis desafios. A fim de cada organização se manter competitiva, conquistar a qualidade do serviço e a lealdade do cliente tornaram-se pontos chave para o sucesso deste tipo de negócios (Zhou et al., 2010).

Após várias e diferentes experiências e implementações dos princípios e pensamento *Lean* nas indústrias de produção, não existe dúvida sobre os seus benefícios relativamente ao desperdício e melhoria de eficiência (Conceição et al., 2019). No cenário econômico atual, marcado por cortes nos orçamentos e redução de custos, as empresas prestadoras de serviços empenham-se em atingir resultados idênticos aquando da aplicação das filosofias *Lean* nas indústrias de produção (Andrés-López et al., 2015). Com o objetivo de conquistar conhecimento, necessário para fundamentar a dissertação desenvolvida e avaliar até que ponto as ferramentas *Lean* são aplicáveis ao setor dos serviços, apresentam-se vários estudos científicos pesquisados na Tabela 2.

Referência	Descrição do estudo
(Garza-Reyes et al., 2018)	Foi realizado um estudo, na Tailândia, que investiga o estado e as consequências da aplicação das técnicas e metodologias <i>Lean</i> no setor dos transportes e logística. Os resultados do estudo indicam que a implementação as filosofias e do conceito <i>Lean</i> nas indústrias dos transportes e logística, garante uma elevada taxa de sucesso através da abordagem pela metodologia do ciclo PDCA, pela aplicação de ferramentas como 5S e análises de causa-efeito. Ainda assim, todas as implementações encontradas surgem de um departamento individual ou em projetos de melhoria contínua, no lugar de ser uma estratégia da empresa. Os principais benefícios estão relacionados com a identificação e redução de desperdício, o aumento da produtividade e organização dos postos de trabalho. Por outro lado, verifica-se que um grande número de empresas, devido à falta de conhecimento e compreensão dos conceitos <i>Lean</i> optam pelo uso e implementação de ferramentas baseadas em tecnologia sem definição efetiva das vantagens que podem trazer sob o ponto de vista daquilo que é valor para o cliente.
(Sumantri, 2019)	Este estudo, desenvolvido na Indonésia, tem como foco a avaliação da implementação dos princípios <i>Lean</i> na indústria e no setor da Logística, nas empresas Indonésias, a fim de alcançar atividades e processos eficientes de logística, distribuição e transporte. Foram definidos 14 princípios com base na

	definição da <i>Toyota</i> dos princípios para a indústria da produção. Os resultados da pesquisa demonstram que a aplicação do princípio 3, que corresponde ao uso de sistemas puxados, é significativamente diferente (positivamente) dos outros princípios. É demonstrado o melhor desempenho no planeamento dos processos, define como priorização o cliente e a sua exigência em cada processo. Por outro lado, o princípio 8, correspondente ao uso de inovações tecnológicas, mostra um fraco contributo e um desempenho fraco relativamente à apresentação de benefícios para a organização sob o ponto de vista do cliente. O estudo conclui e comprova a viabilidade da implementação de princípios <i>Lean</i> tendo por finalidade a melhoria de processos e atividades logísticas, na distribuição e transporte.
(Hadid & Mansouri, 2014)	Este trabalho, realizado em Inglaterra, demonstra a notável falta de modelos teóricos que estabelecem a relação das técnicas e abordagens <i>Lean</i> na indústria dos serviços e o impacto que estas podem ter na organização e no seu desempenho. Trata-se de um artigo que propõe diferentes abordagens num modelo teórico com base na filosofia <i>Lean</i> . As apresentações das diferentes técnicas baseiam-se em duas proposições: 1. Existe um impacto positivo das ferramentas no desempenho operacional; 2. Existe um impacto positivo da aplicação das diferentes técnicas em termos financeiros. São apresentados diferentes impactos da aplicação das técnicas sendo alguns deles: Identificação e eliminação de desperdícios, melhoria na satisfação dos trabalhadores e no seu desempenho, aumento de flexibilidade e produtividade, redução de custos e redução de retrabalho.
(Smith et al., 2018)	A implementação de técnicas e métodos <i>Lean</i> na indústria dos serviços é cada vez mais vista como uma resposta legítima e eficiente nos serviços de linha da frente ou de apoio a cliente. Este trabalho, realizado em Inglaterra, tem por base essas mesmas técnicas e demonstra excelentes ganhos de eficiência em processos frequentemente marginalizados por perdas na satisfação dos funcionários e foco no cliente. Entre várias abordagens resultam notas como a implementação <i>Lean</i> deve ser personalizada para cada tipo de trabalho e sugere que a qualidade do serviço sob a perspetiva do cliente seja de um serviço eficiente, estável e contínuo. Comprova-se com um caso concreto que a divisão do trabalho contribui para a melhoria de resultados. Por se tratar da prestação de um serviço, esta pesquisa mostra que o ajuste e flexibilidade de um trabalhador para o apoio ao cliente, dentro do processo, é mais importante que o processo em si.
(Liker & Morgan, 2006)	Neste estudo, desenvolvido nos Estados Unidos da América procura-se a explorar a aplicação do sistema <i>Toyota Production System</i> (TPS), com base nos princípios <i>Lean</i> , sendo o principal foco a melhoria contínua na prestação de um serviço a um cliente, com qualidade, através da redução de desperdícios e a identificação daquilo que realmente acrescenta valor. Ao longo do artigo é demonstrada a constante pressão para um desempenho sempre melhor, predomina a ideia de que falhar nunca é uma opção. Desta forma, ultrapassar adversidades muitas vezes consiste em trabalhar muitas horas, o que resulta em stress de todos os trabalhadores e não é, efetivamente, um caminho saudável a seguir. Para contornar isso, diferentes abordagens e técnicas são apresentadas, concluído com a nota do exercício de que uma empresa deve imaginar aquilo que gostaria de se tornar. Para atingir os objetivos não são necessários seguir exatamente os padrões e caminhos da Toyota mas, seguramente a sua compreensão ajudará a olhar para uma organização e a manter-se como um sistema vivo que cresce e evolui de maneiras complexas num ambiente particular.
(Mourato et al., 2020)	A produtividade dos fabricantes de autocarros em Portugal caiu 45% entre 2015 e 2018, devido ao aumento da competição no setor automóvel. O baixo nível de automação na maioria dos processos de fabrico exige trabalhadores bem formados e especializados para manter um fluxo contínuo de produção

	e organização do espaço de trabalho. Este estudo surge com o objetivo de melhorar a receção e a posição de materiais no armazém, bem como melhorar a logística interna de uma fabricante de autocarros, localizada em Portugal, atuando sobre os processos das linhas de abastecimento. Através do uso das ferramentas <i>Lean</i>, como <i>StandarWork</i>, 5S e <i>Kanban</i>, foi possível padronizar o processo de abastecimento e eliminar a retenção de carrinhos na linha, foi possível simplificar a gestão dos materiais fornecidos nas caixas do supermercado e, ainda, facilitar o processo de <i>picking</i> no armazenamento de materiais. Este estudo demonstra, também, como foi possível estabelecer um novo padrão dos processos de logística interna e a inclusão do registo do processo nas instruções de trabalho.
(Salam & Khan, 2016)	Neste trabalho pretende-se analisar o serviço de um centro de saúde, na Tailândia aplicando técnicas com base no pensamento <i>Lean</i>. O objetivo passa pela melhoria do processo em diferentes partes do sistema para uma maior satisfação do paciente. Primeiramente foram mapeados os processos de maneira a avaliar os fatores associados a um sistema de saúde eficiente. Foram também medidos os tempos de espera no centro de saúde antes e depois da aplicação das melhorias e o estudo conclui que a aplicação de diferentes técnicas <i>Lean</i> pode tornar um sistema de saúde melhor, mais rápido e seguro, contribuindo finalmente para a satisfação do cliente. Na principal abordagem, redução do tempo total no processo com envolvimento do paciente, foi possível verificar, num modelo específico, uma redução de 5,76 horas para 3,93 horas. Este trabalho contribuiu com a redução de aproximadamente 32% no lead time. Além disso, foi ainda possível identificar que 20% das tarefas a executar não acrescentavam valor ao processo. A sua remoção ou manipulação de maneira a acrescentar valor contribuiu de forma direta para a redução do lead-time.
(Kundu & Manohar, 2016)	Neste estudo, realizado na Índia, num domínio onde se pretende determinar a perceção de diferentes profissionais sobre a aplicabilidade das técnicas e práticas <i>Lean</i> no setor do IT, em empresas de serviços. Foi realizada uma análise de desempenho através de uma ferramenta de diagnóstico que permite ajudar as organizações a identificar as prioridades de melhoria. Os dados recolhidos foram analisados por meio de técnicas estatísticas envolvendo testes de hipóteses. Verificou-se que todas as entidades consideram relevantes a prática e aplicação das diferentes ferramentas <i>Lean</i> identificadas que convergem à filosofia <i>Lean</i> como o <i>Standard Work</i>, a transparência e clareza da descrição de cada tarefa, a partilha de conhecimento, entre outros. Conclui-se que a existência de um programa de melhoria contínua e de qualidade no setor contribui para o desempenho ideal das organizações aumentando a sua competitividade no mercado.
(Alsayouf et al., 2018)	Este estudo, realizado na Suécia, apresenta o trabalho de uma implementação de sucesso com base nas metodologias <i>Lean</i> e <i>SixSigma</i> para melhorar o fluxo de bagagem, num sistema de gestão de carga, identificando as causas de bagagens desviadas e soluções para melhorar o desempenho do sistema. Os resultados mostram que os principais problemas se devem à baixa confiabilidade do sistema e ao alto número de bagagens passadas por estações de codificação manual. Com início numa abordagem <i>Lean</i>, esta pesquisa ilustra como evitar o congestionamento de bagagem ou carga e fornece soluções aplicáveis e económicas.
(Albanna, 2018)	<i>QWZ Company</i> é uma empresa transitária indonésia que atende a ilha de Java, Bali e Nusa Tenggara. Esta empresa depois de ter vários problemas relacionados com a quantidade de reclamações de carga danificada, carga perdida e entregas tardias, realizou este estudo como pesquisa da abordagem e implementação <i>Lean</i>. O intuito passa por alcançar um processo eficaz e mais eficiente a partir da identificação de desperdícios ou do que não acrescenta valor às atividades. Para esta análise foram usadas ferramentas

	de mapeamento de fluxo como o VSM, elaborada a análise de raiz causa-efeito e ainda uma análise de risco. Como resultado da pesquisa identificaram-se onze atividades de desperdício classificados em três tipos: defeito/anormalidade, atraso/espera e sobreprocessamento. Foram identificados também as causas aos problemas identificados sendo 1. Nenhuma responsabilidade imposta ao motorista/operacional, 2. A ausência de concordância dos <i>deadlines</i> entre a empresa e os clientes, 3. Ausência de padrão nas tarefas realizadas, 4. Ausência de normas relativas à administração e emissão de documentos. Depois de identificados os problemas e as causas, o estudo passa pela apresentação e sugestão de melhorias.
(Costa et al., 2018)	Este estudo demonstra como a flexibilidade é um dos fatores de extrema importância nas organizações para possuírem a capacidade de responder rapidamente às solicitações dos clientes. A implementação das ferramentas <i>Lean</i> poderá requerer uma grande transformação na cultura da empresa, contudo, também gera enormes vantagens e permite grande adaptabilidade. Não se trata apenas de um método de limpeza da área ou setor de trabalho como também inclui métodos de classificação, organização e padronização. Este estudo teve como caso prático uma empresa metalúrgica em que o uso de outras ferramentas foram complementares ao 5S. O projeto teve como principal objetivo melhorar uma célula de trabalho, numa empresa portuguesa, tornando-a um local mais seguro para trabalhar. A aplicação dos 5S levou, também, a uma alteração de <i>layout</i> que, estimulou o aumento da produtividade e a redução drástica do desperdício.
(Nylund, 2013)	Este estudo surge no âmbito de uma empresa transitária e logística finlandesa que deseja melhorar e aumentar o seu crescimento financeiro. Desta forma pretende identificar se falhas apresentam oportunidades de melhoria no departamento aduaneiro e expedição com o intuito de melhorar a eficiência e flexibilidade do departamento. As principais ferramentas utilizadas, assentes na filosofia <i>Lean</i>, para estudar as operações da organização foram o VSM e a matriz de competências. Com os dados recolhidos, com a aplicação das duas ferramentas e com as sugestões de melhoria dos próprios colaboradores, foi recolhido um conjunto de áreas de melhoria. Algumas das soluções foram aplicáveis noutros departamentos e benéficas para toda a organização. O estudo teve um forte foco na flexibilidade do departamento e, através da matriz de competências foi possível classificar os funcionários de acordo com as suas capacidades e nível de competência. Uma parte da filosofia <i>Lean</i> consiste em dividir a responsabilidade por toda a organização, para todos os níveis, a fim de resolver problemas e encontrar soluções para aumentar a eficiência. Desta forma, foram criadas as equipas <i>Kaizen</i> e <i>iLean</i> com o intuito de assegurar a identificação de problemas e a manutenção da filosofia. É importante utilizar a experiência, criatividade e conhecimento de todos os funcionários no lugar de os impedir ou de não os permitir falar.
(Punnakitikashem et al., 2013)	Este estudo procurou identificar os fatores críticos que determinam o sucesso da implementação das ferramentas e metodologias <i>Lean</i> nas operações das indústrias que prestam serviços logísticos. Foram definidos cinco fatores críticos de sucesso que incluem a liderança e a gestão, a comunicação, a capacidade financeira, competências e formação dos trabalhadores e a cultura organizacional. O estudo permite-nos analisar a relação entre esses fatores críticos de sucesso e o sucesso das implementações <i>Lean</i> em empresas de logística tailandesas; concluindo que existe uma relação significativa entre si. É possível verificar que as implementações <i>Lean</i> geram resultados que impulsionam diretamente os fatores de liderança e gestão, a capacidade financeira e torna a cultura organizacional mais flexível. É conclusivo que a aplicação e implementação das práticas <i>Lean</i> nas empresas que prestam serviços logísticos, na Tailândia, permite aumentar vantagem

	competitiva dada à flexibilidade na gestão e à alta capacidade de resposta rápida ao cliente.
(Bowen et al., 2009)	O caso da Southwet Airlines (SWA) é frequentemente citada como um modelo de serviço. Esta empresa ganhou a “coroa tripla” do setor de aviação com menor número de voos atrasados, menor número de malas extraviadas e menos reclamações de passageiros por três anos consecutivos e foi a única grande companhia aérea dos EUA a obter grande margem de lucro na década de 1990. Através da adaptação e implementação das filosofias <i>Lean</i> , a empresa marca e vence no campo da competitividade, na indústria aérea, melhorando o seu desempenho entre a eficiência dos processos e os benefícios para o cliente como a flexibilidade, qualidade e variedade. Herb Kelleher, CEO da companhia, resume a aplicação do conceito <i>Lean</i> na sua empresa notando “More for less, not less for less” (“Mais por menos, não menos por menos”).
(Gutierrez et al., 2016)	Este estudo surge com o objetivo de analisar a aplicação dos conceitos <i>Lean</i> e <i>SixSigma</i> , na Holanda, como suporte à melhoria contínua em serviços logísticos. São usados como caso de estudo os processos de pagamento e de solicitação de envio, na parte logística de uma empresa de componentes eletrônicos. O estudo mostra que uma estratégia bem definida e a padronização dos processos refletem a qualidade do serviço logístico. Tornando como objetivo dos processos aquilo que é a focalização do cliente, a organização conseguiu apresentar benefícios como eliminação de desperdícios e reduções de tempo de fluxo. Conclui-se que os setores dos serviços logísticos apresentam um forte potencial para implementação de ferramentas <i>Lean</i> e <i>SixSigma</i> .

Tabela 2 - Aplicação da melhoria de processos no setor dos serviços

Depois de analisados os diferentes estudos expostos e apresentados na Tabela 2 conclui-se que a aplicação das ferramentas *Lean* contribuem para o aumento de eficiência e para a melhoria nos processos. Para além disso, podemos concluir, também, que uma abordagem com base numa metodologia *Lean* nos permite determinar e atingir problemas mais facilmente e de forma intuitiva.

2.2. O Serviço

Um serviço pode ser definido como uma ação ou processo cuja principal característica é a intangibilidade e, que pode estar ou não, ligado a um bem físico, que normalmente, mas não necessariamente sempre, ocorre nas interações entre o cliente e os funcionários de serviços enquadrados por um ambiente logístico apropriado (Selviaridis et al., 2013). A conceção do serviço passa pela definição das necessidades a satisfazer e, para tal pressupõe-se o conhecimento dos segmentos que se pretendem servir.

Na maioria dos países industrializados, nas últimas duas décadas é possível perceber e verificar que o setor dos serviços, abrangendo uma larga e complexa escala de organizações e empresas, torna-se o elemento dominante da economia (Bill Hollins, 2006).

2.2.1. A qualidade do serviço

A qualidade do serviço é um ponto crítico e determinante no que toca ao campo da competitividade. A atenção à qualidade do serviço pode ajudar uma organização a diferenciar-se das outras e, em consequência, obter vantagem competitiva (Ghobadian et al., 2008). Comprova-

se que a longo prazo, a atenção e o foco na qualidade de serviço, é um ponto crucial na *performance*; neste caso não só nas organizações de serviços, mas também nas de produção. Em muitos casos, no ambiente industrial, o serviço prestado internamente e o apoio ao cliente é um ponto vencedor e mais importante comparativamente à qualidade do produto. Existem estudos que comprovam que clientes insatisfeitos com determinado serviço divulgam as suas experiências com terceiros, concluindo que um mau serviço reduzirá o potencial base de novos clientes (Ghobadian et al., 2008). Questiona-se, então, qual o caminho a seguir para atingir a boa qualidade no setor.

Quatro fatores são decisivos e caracterizam o conceito de qualidade no setor dos serviços, sendo eles a Inseparabilidade, pois não é possível a separação entre o prestador e o serviço por ele oferecido; Intangibilidade, pois como não se trata de algo palpável o risco percebido pelo comprador de serviços é maior do que pelo comprador de produtos; Perecibilidade, pois os serviços não podem ser armazenados, representa os conflitos entre oferta e procura; e Heterogeneidade que representa a incapacidade das empresas fornecerem um mesmo serviço exatamente igual (Ghobadian et al., 2008). Neste trabalho focar-nos-emos no ponto da Heterogeneidade pelo desafio da prestação de um serviço retilíneo e padrão. De forma geral é difícil prestar um serviço de maneira consistente e exata. Vários fatores podem afetar a extensão da heterogeneidade das prestações nas seguintes formas (Ghobadian et al., 2008):

- O comportamento do prestador de serviços - influenciará a qualidade do consumidor. Torna-se difícil garantir a consistência e uniformidade do comportamento. Além disso, não é fácil padronizar e controlar esse campo.
- As operações no serviço - dependem dos consumidores para articular as suas necessidades e fornecer informações. A precisão das informações e a capacidade, daquele que presta o serviço, de as interpretar corretamente tem influência significativa sobre a qualidade do serviço prestado.
- A prioridade e as expectativas do consumidor - podem variar cada vez que ele pretende usar o serviço. Esses mesmos fatores podem variar durante a prestação do serviço. A variabilidade do serviço de um período para o outro e, de consumidor para consumidor, dificulta a garantia e o controle de qualidade.

O comportamento interpessoal do prestador de serviços é uma influência importante nas percepções dos clientes sobre a qualidade do processo de serviço e o resultado da prestação do serviço. No modelo desenvolvido e apresentado por Atanelov (2016), são destacados esses mesmos pontos, podendo ser descrito pela Figura 3.

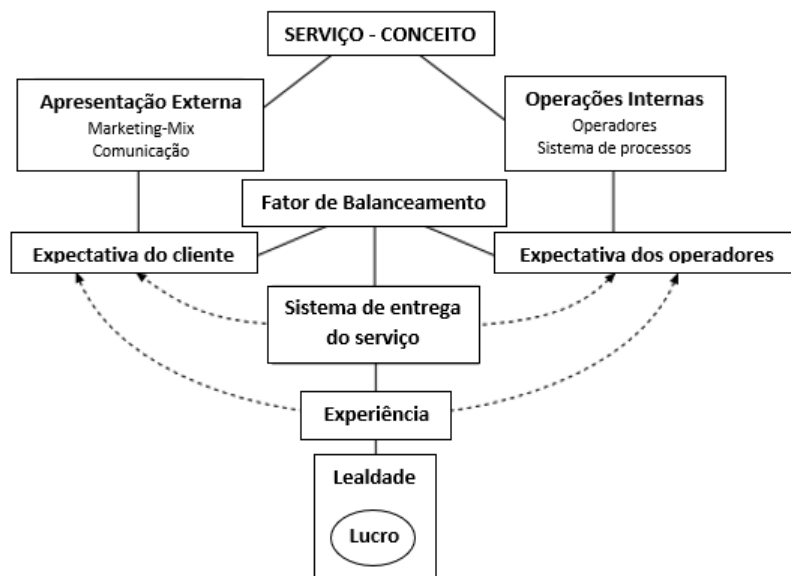


Figura 3- Comportamento do modelo da qualidade (Adaptado de (Ograjenšek, 2008)).

De acordo com este modelo, um dos fatores mais importante no sucesso da qualidade do serviço é o equilíbrio entre as expectativas do cliente e os operadores. De acordo com o autor Atanelov (2016) existe um perigo comum enfrentado por muitas organizações de serviços, uma vez que as expectativas do cliente estão influenciadas pelo trabalho do *Marketing*, sem equilibrar com aquilo que a empresa pode oferecer por meio de desenvolvimento adequado do sistema de processos e das capacidades dos operadores.

Posto isto, focamos a atenção para o campo das operações internas onde se procura perceber a forma como atingir a heterogeneidade de um serviço, garantindo uma resposta uniforme, cordial e responsável, ao mais variável comportamento do consumidor; padronizando e otimizado o sistema de processos para que a possibilidade de interpretação do cliente constitua um campo reduzido e para que o controlo de qualidade seja assegurado.

2.2.2. Gestão de operações

A gestão de operações acaba por ser essencial para obter resultados satisfatórios na qualidade final de um serviço, é a melhor maneira de tornar os processos internos mais produtivos e mais eficientes. A concorrência no mercado é cada vez maior, portanto, a gestão de operações assume um papel fundamental no sucesso das empresas (Graham Clark, 2005). Durante as duas últimas décadas, diferentes abordagens com base na casa TPS, têm recebido muita atenção no sucesso relativamente à melhoria de produtividade, especialmente na indústria da produção, contudo noutras indústrias a sua aplicação e resultados são igualmente visíveis, talvez mais notavelmente na área da saúde (Carlborg et al., 2013).

Womack, investigador no setor da melhoria contínua, em 1980, publica um estudo em que descreve o termo *Lean* como tendo o principal objetivo aumentar a eficiência de processos através da redução de desperdícios e atividades que não acrescentam valor. Todavia, em edições mais recentes podemos ver o autor acrescentando e defendendo novos pontos que apontam para o foco no verdadeiro valor apontado pelo cliente (Carlborg et al., 2013).

A competitividade aumenta à medida que a tecnologia avança e cada vez mais empresas descobrem maneiras de otimizar as suas tarefas. Ficar para trás nesta corrida, em busca de avanços nos diferentes setores de uma organização, pode representar uma queda significativa nos resultados de uma empresa. A gestão de operações em serviços é, uma forma de planejar, executar e monitorizar as diferentes decisões e processos que prestam os serviços, visando entender as necessidades dos clientes, prestando atenção especial à melhoria contínua dos serviços (Graham Clark, 2005). Ao aplicar-se a gestão de operações dentro da organização, o foco passa a ser no desenvolvimento das atividades e relações que resultem nos melhores números possíveis para a empresa.

Nos pontos seguintes estão descritos os princípios fundamentais da gestão de operações (Graham Clark, 2005):

- Reduzir custos: o trabalho de gestão operacional tem como um dos primeiros objetivos identificar excessos e, conseqüentemente, reduzir os custos. O objetivo é diminuir todos os custos que sejam desnecessários. Importante notar que tempo é dinheiro e reduzir tempos é reduzir custos.
- Aumentar a produtividade: com as ferramentas adequadas ao perfil e aos objetivos da empresa, é possível encontrar soluções que tornem o trabalho dos funcionários mais eficiente. Seja com um *software* de gestão, seja com a automação da estratégia definida, aumentar a produtividade é um dos benefícios para a otimização de uma empresa.
- Criar lucro: com a redução dos custos de operação e com o aumento da produtividade nos processos internos o aumento do lucro e o sucesso no alcançar de objetivos numa empresa surge de uma forma natural.
- Motivar os funcionários: com a escala de trabalho mais rápida e prática, assim como com o estabelecimento de estratégias organizacionais, os processos são de menor durabilidade e os resultados são efetivamente melhores, contribuindo assim diretamente para a satisfação e motivação dos funcionários, que se vão sentir mais inspirados e motivados para a realização das suas funções, uma vez que estão a acrescentar valor à empresa.

2.2.3. Gestão das expectativas e percepções do cliente

O cliente é um recurso chave na maioria das operações de serviços e, portanto, não só é necessário gerir a carteira de clientes, mas também é preciso entender o que eles esperam da operação (expectativa) (Graham Clark, 2005). O mais importante é que eles são, na maioria dos casos, o juízo final sobre a qualidade do serviço, ou seja, se corresponde aos requisitos desejados e, em caso positivo, podem tornar-se determinantes no seu sucesso a longo prazo (Graham Clark, 2005). Isso deve ser motivação mais do que suficiente para os gestores de operações garantirem uma correspondência entre as expectativas e a prestação de serviços, de modo a satisfazer as necessidades dos seus clientes.

O objetivo de tentar entender as expectativas dos clientes é tentar garantir que o serviço possa ser projetado para atender a essas expectativas. Se a operação atende às expectativas, ou se as excede, os clientes ficam satisfeitos com o serviço; se eles estão satisfeitos, é mais provável que se tornem clientes valiosos e podem até recomendar a empresa a outras pessoas (Graham Clark, 2005).

Já que o grau de satisfação ou insatisfação do cliente, resultará do confronto entre as suas percepções finais e as expectativas iniciais, há que, para ambas, definir o que são (Hosen et al., 2019):

- **Expectativa** - define-se como aquilo que o cliente acha provável que o serviço será, requerendo-o;
- **Percepção** - corresponde às impressões e/ou interpretações do cliente relativamente ao serviço que lhe foi prestado.

No estudo de Hosen (2019) encontra-se descrita uma metodologia métrica para os fatores Expectativa e Percepção. O desempenho de uma organização pode ser avaliado através da relação funcional entre as expectativas e percepção, resultando a qualidade do serviço e que afeta a satisfação do cliente:

- Qualidade excede as expectativas ($\text{Expectativa} < \text{Percepção}$)
- Qualidade aceitável ($\text{Expectativa} = \text{Percepção}$)
- Qualidade inaceitável ($\text{Expectativa} > \text{Percepção}$)

As organizações tentam entender as expectativas dos seus clientes e trabalham de forma a ir de encontro com essas expectativas. Um desafio importante para os gestores de operações de serviços é manter os clientes no nível certo de expectativa consoante aquilo que pode ser cumprido. Em muitas situações, a operação tem também a oportunidade de influenciar e moldar as expectativas do cliente, especialmente no início dos processos (Fernandes, 2000).

2.2.4. Satisfação do Cliente

Em termos simples, a satisfação é o resultado da avaliação de um serviço pelo cliente, com base na comparação de suas percepções sobre a prestação de serviços com as expectativas anteriores (Wallin Andreassen, 2000). Esta relação pode ser traduzida pela Figura 4.



Figura 4 - Nível de Satisfação dos clientes (Adaptado de (Graham Clark, 2005)).

Se a percepção do cliente sobre o serviço, a experiência e os resultados corresponderem às expectativas, o cliente ficará satisfeito. Se a percepção do serviço exceder as expectativas, ficará mais do que satisfeito. Se a sua percepção do serviço não atende às suas expectativas, o cliente poderá ficar insatisfeito e até indignado (Wallin Andreassen, 2000).

Assim que a satisfação do cliente resulte positivamente, a procura da lealdade do consumidor converte-se num autêntico objetivo estratégico para as empresas. A lealdade é um aspeto crítico, uma vez que a retenção de clientes é mais desejável e menos dispendiosa que a procura de novos clientes. A lealdade é um compromisso profundo do cliente pela futura recompra de um dado produto, apesar das influências ocasionais de *marketing* que podem ter o potencial suficiente para provocar uma alteração no comportamento do consumidor. À luz desta perspetiva, as intenções de recompra definem-se como a probabilidade de futuras compras ou renovações de contratos de serviços, ou como a probabilidade do cliente comprar novamente a oferta (Berry & Parasuraman, 1997).

2.3. Os serviços na aviação

2.3.1. O setor da aviação

O setor da aviação é um negócio distinto. Nas últimas décadas o transporte aéreo internacional desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento da economia no mundo, estimulando o intercâmbio entre os países e a promulgação de atividades económicas internacionais. Têm permitido que várias indústrias possam expandir os seus mercados geográficos e introduzir técnicas inovadoras *Just-In-Time* (Chan et al., 2007).

No mundo em geral, tem se vindo a perceber que os governos estão a reduzir as suas funções regulatórias no setor da aviação. A desregulamentação e a privatização aumentaram a competitividade dentro da indústria, com o aparecimento de novas companhias que adotam o baixo custo ou baixo preço como estratégia, combinado com a rápida expansão em novos mercados. Isso explica parcialmente a razão pela qual existem fortes alianças formadas entre companhias aéreas e transitários (Chan et al., 2007).

Comparada com a logística terrestre e marítima, a logística aérea não só leva menos tempo de transporte como também agiliza e facilita a prática *Just-In-Time*. Por isso, apesar das altas taxas de transporte, muitos transitários conseguem fazer uma excelente gestão e um bom uso das companhias aéreas. Para lidar com a concorrência nesta era global, a maioria dos remetentes e fornecedores, que usam a logística aérea, deseja receber diferentes tipos de informação, a qualquer momento, incluindo o estado dos processos, requer um seguimento próximo dos envios e procuram a maior rapidez e fluidez no movimento da carga e dos próprios processos. Muitas vezes, é difícil atingir o nível máximo de satisfação dos clientes (Alsyounf et al., 2018).

Quem usufrui dos serviços prestados pelas companhias aéreas pretende eliminar todas as incertezas sobre o estado dos processos e do movimento das cargas. São criadas e acordadas medidas imediatas para o acesso a informações e flexibilidade para a tomada de decisões. Para atender às necessidades dos fornecedores e remetentes, as organizações que participam na cadeia logística, fornecedores, transitários, despachantes aduaneiros, transportadores e as companhias aéreas devem estabelecer um sistema de cooperação vertical (Chan et al., 2007).

2.3.2. O transporte aéreo

O conceito de transporte é desencadeado quando uma empresa ou pessoa solicita a movimentação de determinada carga de um ponto para outro. O remetente poderá ser um fabricante ou vendedor de um produto, ou até mesmo um distribuidor terceiro, solicitando o transporte de mercadoria armazenada em determinadas instalações e que tem de ser movida de A para B (Sales, 2013).

No próximo passo na cadeia de transporte surge o transitário que, normalmente, é a entidade responsável por levar a carga para o aeroporto de partida ou subcontrata alguém para o fazer. Tem o dever de preparar todos os documentos necessários, é responsável pela passagem de instruções aos responsáveis pela recolha da carga e pelo seguimento da mesma, desde a saída das instalações de armazenamento até o destino final. Ainda está encarregue pelo alerta dos detalhes das condições de voo às equipas que aguardam pela mercadoria no aeroporto do destino (Sales, 2013).

Um dos grandes elementos participativos corresponde à companhia aérea, ou transportadora, que voa a carga do aeroporto de origem para o aeroporto do destino. Existem três tipos de transportadoras. Existem as companhias aéreas de passageiros ou transportadoras combinadas, que transportam passageiros e carga em serviços regulares; as transportadoras de carga total, onde operam aeronaves de carga numa base regular com rotas definidas, onde a procura de transporte é elevada ou o tráfego de potencial passageiros é limitada; e por fim, as companhias aéreas *charter* que voam em serviços *ad-hoc*, quando existe procura especial, voam para destinos incomuns não oferecidos por outros tipos de operadora ou operam serviços regulares em nome de clientes específicos. Os responsáveis em terra pela mercadoria antes ou depois da partida dos aviões, são os agentes (*Ground Handling Agent*) de cada companhia. São responsáveis pela saída da carga, pelo armazenamento ou transferência para outra aeronave e pela descarga e recuperação das mesmas quando no destino (Sales, 2013).

Na parte final do processo, quando as cargas chegam ao destino, são recebidas pela parte recetora, pelo consignatário, que se pode assumir como sendo a entidade importadora (Sales, 2013). Na Tabela 3 estão especificados em forma de resumo as principais tarefas de cada parte envolvente no transporte aéreo (Choi et al., 2005).

Member	Business Process	Required Information	Data Input Member
Shipper	MAWB Stock & Booking	Flight schedule	Airline
	Shipping Request & AWB fill out	Booking settlement approval or disapproval, Transport Charge	Forwarder
	Inland Transport	Real-time Cargo Tracing, Custody status	Forwarder
	Customs	Customs Clearance Progress Status	Forwarder
	Pre-alert to Foreign Partner	Real-time Cargo Tracing, Custody status, Clearance Progress Status	Forwarder
Forwarder	MAWB Stock & Booking	MAWB No., Airline, Airplane, Flight schedule	Airline
	Shipping Request & AWB fill out	Commercial Invoice & Packing List, Shipper, Console, MAWB	Shipper, Forwarder
	Inland Transport	Real-Time Cargo Tracing, Custody Status, Transport Charge (Fee)	Inland Trucker
	Customs	Customs Clearance Progress Status, The charge for Customs Clearance	Customs Agency
	Pre-alert to Foreign Partner	Real-time Cargo Tracking, Custody Status, Customs Clearance Progress Status	Foreign Partner
Inland Transport	Inland Transport	Request inland transport, The paper to be submitted to Airline	Forwarder, Shipper
Customs Agency	Customs	Customs Clearance Request, The paper to be submitted to Customs	Forwarder, Shipper
	Inland Transport	Real-time Cargo Tracing, Custody status	Forwarder

Foreign Partner Forwarder	Customs	Customs Clearance Progress Status	Forwarder
	Pre-alert to Foreign Partner	Pre-alert	Forwarder

Tabela 3 - As principais tarefas das entidades no setor da aviação (Choi et al., 2005).

2.3.3. O transitário

O transporte de carga aérea é mais complexo do que o transporte de passageiros porque primeiro envolve mais participantes, processos mais sofisticados, uma alta relação entre peso e volume, diferentes serviços estão envolvidos, estratégias de interação e consolidação e múltiplos itinerários numa rede só. Além disso, apresenta maior incerteza relativamente ao transporte de passageiros em termos de disponibilidade de capacidade. No transporte de passageiros, os passageiros podem cancelar as reservas e um pequeno número poderá não comparecer; no caso do transporte de carga, os transitários devem comprometer o uso da capacidade de carga em voos específicos com um definido tempo de antecedência (Leung et al., 2000).

A quantidade de carga normalmente informada numa primeira reserva irá diferir do volume real e, por isso, pode gerar altas flutuações na gestão de capacidade. Depende sempre dos contratos elaborados, mas normalmente, os agentes de carga não precisam de pagar pela capacidade não utilizada. Sem penalidades pela capacidade não utilizada, o transitário pode reservar mais do que a necessidade real e reduzir riscos ou competir imoralmente com outros. Enquanto isso, muitas reservas de carga aérea são canceladas, remarcadas e canceladas novamente porque as companhias aéreas normalmente não taxam para a alteração de reservas. Desta forma o processo de reserva está sujeito a uma considerável volatilidade (Amaruchkul et al., 2007).

Focando na entidade e nas operações do transitário, trata-se de uma parte central nos serviços de logística aérea. Fazendo uma busca e uma exploração ao comportamento e às suas obrigações, verifica-se que todo o trabalho começa com um pedido de uma remetente de embarque ou expedidor e onde todos utilizam informações unilaterais. Conforme apresentado na Figura 5, o processo de negócios da logística aérea de transitário começa com a obtenção de um número MAWB, um número identificativo das companhias aéreas seguido pelo processo de reserva, o processo de transporte e o processo de despacho aduaneiro. Posto isto, deverá ser emitido um pré-

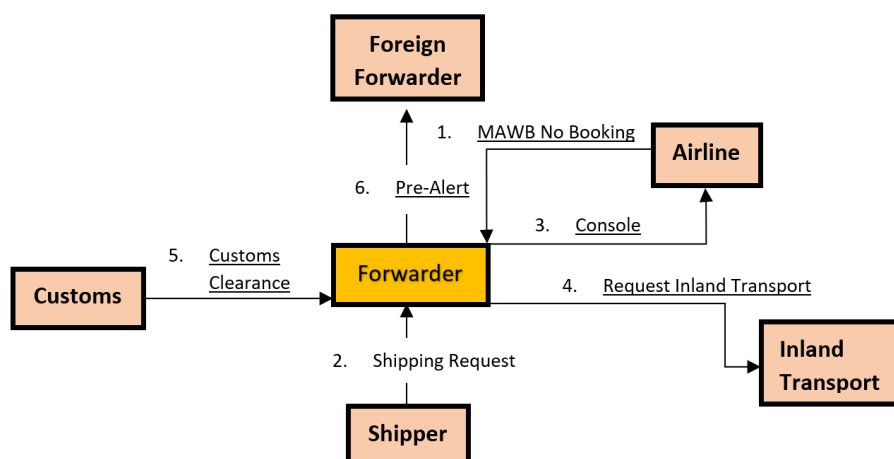


Figura 5 - As principais atividades de um transitário (Adaptado de (Choi et al., 2005).

alerta para o consignatário no destino final que certamente será um transitário que neste caso irá assumir tarefas de importação (Choi et al., 2005).

De uma forma simples, as operações de um transitário podem ser, assim, resumidas destacando-se como sendo a parte central. Mesmo na Tabela 3, podemos ver que o transitário (*Forwarder*) está como o recetor de praticamente todos *outputs* resultantes das tarefas das diferentes partes envolvidas. Entre os cinco grossos processos identificados na Figura 5, existem vários subprocessos que devem ser eficientes para que todo o processo possa cumprir os *deadlines* impostos. O transitário deverá possuir a capacidade de resposta imediata aos desafios que aparecem e assim atender e satisfazer os pedidos dos clientes.

Um dos focos no setor dos transitários será remover a sobreposição de trabalhos, eliminar o retrabalho, contribuir para a eficiência dos trabalhos das equipas nos aeroportos (GHA) e garantir o acompanhamento *online* para apoiar a tomada de decisões.

2.4. Filosofia *Lean*

O conceito *Lean* foi introduzido primeiramente, no ano de 1988, por Krafcic, num artigo intitulado “Triumph of the *Lean* Production System” com o intuito de elevar a ideia do uso mínimo de tudo, para aumentar a produtividade e eficiência nas organizações (Jastia & Kodali, 2015). Isso significa usar menos recursos humanos, menos inventário, espaço, investimento, ferramentas e tempo para desenvolver e criar produtos. A produção *Lean* é focada para identificar e eliminar atividades sem valor para os produtos e serviços e realçar o que efetivamente cria valor para os clientes (Jastia & Kodali, 2015).

O fundador da Toyota Motors, Kiichiro Toyoda, foi altamente influenciado pela teoria de Henry Ford sobre a estratégia de produção em massa. Toyoda não conseguiu adaptar a produção em massa, tal como a empresa de Ford, devido à situação económica do momento, no Japão, após a segunda Guerra Mundial onde a procura de veículos produzida em massa era baixa (Becker, 2016). Esta situação levou ao desenvolvimento do sistema Toyota Production System (TPS) em que realçou o processo de construir vários modelos de carros e camiões em pequeno volume, com baixo investimento. Adicionalmente, reduziu os gastos trabalhando o *Just-In-time* e, ainda foi possível reduzir o *Lead-time*. Esta teoria ajudou a Toyota a minimizar custos, manter a qualidade e fornecer diversos modelos para satisfazer os diferentes requisitos dos clientes (Jastia & Kodali, 2015).

2.4.1. A casa *Toyota Production System* (TPS)

TPS foi o início das práticas *Lean* na indústria produção que foi desenvolvida essencialmente para reduzir e eliminar desperdícios nos processos dentro da organização (Becker, 2016). A Figura 6 apresenta a casa TPS como um símbolo e representação da filosofia *Lean*, que foi criado por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda. Se todos os pilares desta casa forem respeitados, automaticamente os processos serão melhorados e levar-nos-ão a uma maior estabilidade no que toca ao processo produtivo (Kehr & Proctor, 2017).

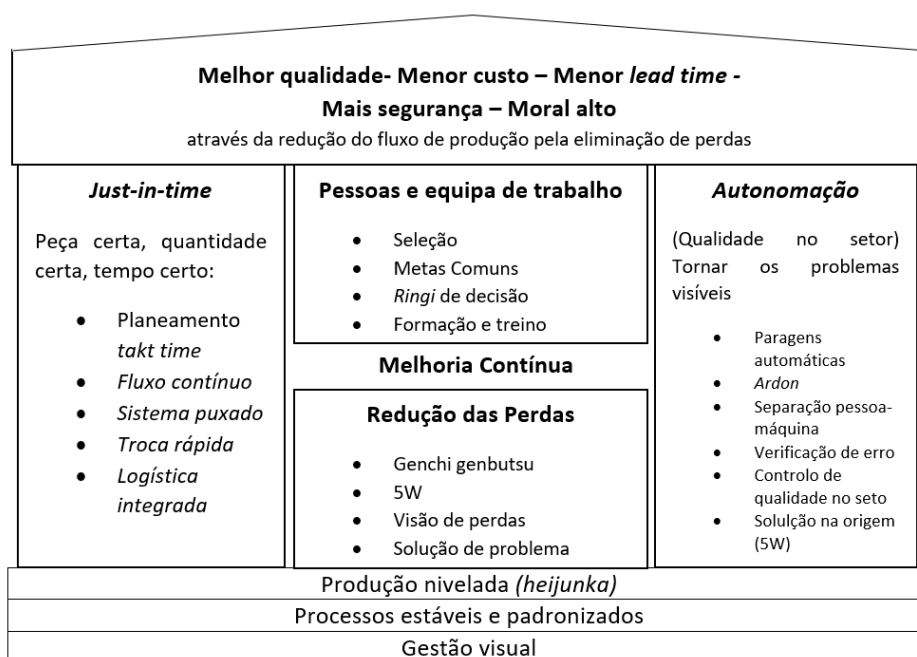


Figura 6 - Constituição da casa TPS (Adaptado de (Kehr & Proctor, 2017)).

O telhado da casa representa o objetivo desta grande filosofia para que os desperdícios sejam eliminados no processo contribuindo para a qualidade dos produtos e serviços aos clientes. No centro da casa predomina uma cultura de melhoria contínua que envolve todos os funcionários da organização e partes interessadas. Em ambos os lados da casa existem dois elementos, o *Just-In-Time* (JIT) com o objetivo de eliminar o desperdício, planeando e controlando a operação para atender à procura dos clientes, bem como o *Jidoka*, traduzindo, a Autonomia (qualidade integrada) para detetar os problemas de imediato e corrigi-los mais facilmente. Finalmente, a base corresponde à padronização dos processos através de diferentes técnicas. O desenho da casa TPS foi um meio muito importante para explicar visualmente o sistema pretendido, a todas as partes interessadas (Kehr & Proctor, 2017).

As empresas de produção começaram a implementar o *Lean* desde muito cedo, adaptando práticas semelhantes em departamentos de serviço interno, dentro da própria organização, pela apresentação dos seus excelentes resultados (Oliveira et al., 2019). Foi demonstrado que o setor dos serviços poderia realmente beneficiar da adaptação das teorias desenvolvidas para o setor da produção (P. Dias et al., 2019). Ao longo de tempo tem-se vindo a comprovar em diferentes estudos que, no setor dos serviços, as pessoas valorizam um serviço mais rápido e as práticas *Lean* ajudam a eliminar o desperdício da cadeia de valor, ajudando o cliente a receber o serviço imediatamente (Marchini et al., 2012).

2.4.2. Os cinco princípios do *Lean*

Os princípios *Lean* que são discutidos por Womack e Jones (1996) podem ser aplicados não só na indústria da produção, mas também na indústria dos serviços. As empresas devem concentrar-se na melhoria contínua usando os cinco princípios para melhorar as suas operações sendo eles: Definir valor, projetar o fluxo de valor, foco no fluxo contínuo, produção puxada e a busca da perfeição. Estes pontos são clarificados nos pontos seguintes (Asnan et al., 2015):

- **Value** (Valor) – Antes de tudo, é importante especificar e definir o que é valor sob o ponto de vista do cliente. As empresas de produção tendem a oferecer produtos convenientes para o fabricante, em vez de focar a produção em produtos que os clientes valorizam.
- **Value Stream** (Fluxo de Valor) – Corresponde à organização dos processos a partir de materiais para o cliente final com base no ponto de vista dos clientes, em vez daquilo que os departamentos pretendem. Procura identificar se as tarefas que realmente acrescentam e não acrescentam valor sob o ponto de vista do cliente.
- **Flow** (Fluxo Contínuo) – Retrata a criação do fluxo de valor relacionado com os processos, pessoas e culturas. É usado para reduzir atrasos nas atividades de valor acrescentado e eliminar atividades sem valor acrescentado.
- **Pull** (Produção Puxada) – Está diretamente relacionado com o fornecer o serviço com base na procura do cliente. Muitos serviços não podem ser prestados sem o pedido do cliente. Procura-se eliminar o excesso da produção sendo o foco a procura do cliente.
- **Perfection** (Perfeição) – Neste princípio procura-se a perfeição que envolve também aumentar a qualidade, produzindo o que os clientes desejam, no momento que desejam e com um preço justo, sem desperdício. Traduz-se num ciclo de melhoria que deve ser contínuo e sem fim.

Estes são os cinco princípios originalmente desenhados para as fábricas, mas que podem ser aplicadas na área dos serviços (Asnan et al., 2015). Na Figura 7 podemos ver os mesmos cinco princípios adaptados ao setor da prestação de serviços de transporte.

A implementação *Lean* tem sido um sucesso no setor da produção, contudo, ultimamente tem sido adaptado, implementado e adquirindo muita importância no setor dos serviços. As empresas que

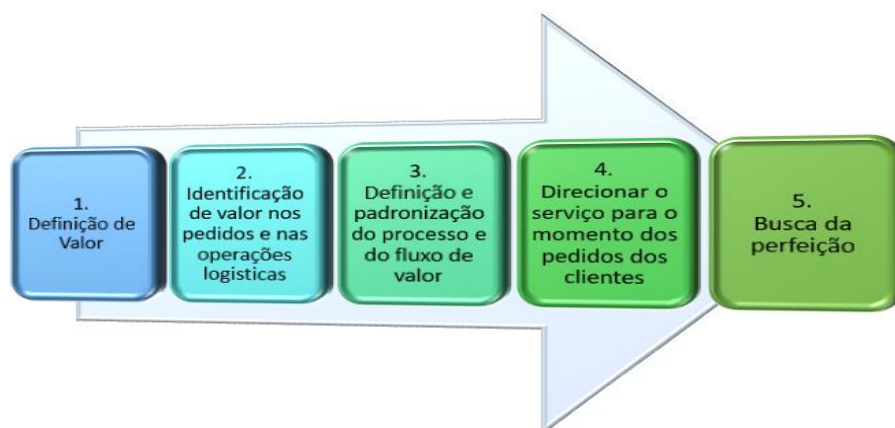


Figura 7 - Os cinco princípios *Lean* na perspetiva do setor dos serviços (Adaptado de (Asnan et al., 2015)).

constituem este último setor estão a adotar metodologias *Lean* para aumentar a sua eficiência na entrega e prestação de serviços de alta qualidade. O *Lean Thinking* envolve a compreensão da filosofia e uma busca constante de caminhos para alcançar a redução de desperdícios e a satisfação do cliente (J. A. Dias et al., 2019), (Vignesh et al., 2016).

Muitas vezes a indústria dos serviços é requerida pela indústria da produção quer seja no âmbito de otimizar custos ou por ser uma mais valia para corresponder à expectativa do cliente. Os serviços, geralmente, envolvem uma variedade muito ampla de encomendas ou trabalhos imprevisíveis. Desta forma, os agentes dos serviços são um elemento crítico neste processo para a resolução de problemas e a sua estratégia e inovação são significativamente importantes para melhorar o serviço e reduzir custos (Jaaron & Backhouse, 2011).

2.4.3. *Lean* no setor dos serviços

Nas empresas de produção, a maior parte dos custos advém das estruturas em volta de um produto, que inclui serviços, como recursos humanos e desenvolvimento, enquanto a menor percentagem vai de encontro ao processo de fabrico relacionado com a mão de obra. Isto faz com que os custos finais de produção sejam mais elevados. Com o aumento da concorrência, estes serviços podem ter perda de clientes, que até é mais comum nas indústrias dos serviços que propriamente nas indústrias da produção. Para manter os clientes satisfeitos, as empresas estão a tentar aumentar a qualidade do serviço integrando os princípios *Lean*, reduzindo os custos e aumentando o lucro (Smith et al., 2018).

O *Lean* é aplicável em qualquer organização, sendo que o objetivo é criar e gerir valor para o cliente (Neves et al., 2018). Além da aplicação nas indústrias da produção, um dos desenvolvimentos e atualização deste conceito foi na aplicação dos princípios na gestão das cadeias logísticas, na *supply chain*. Muitas organizações criaram um relacionamento mais próximo com fornecedores, sendo partilhada mais informação, inovando e reduzindo custos (Carlborg et al., 2013).

O *Lean* nos serviços pode ser aplicado nas organizações que têm informações limitadas e interrupções no desempenho de tarefas. Os serviços sofrem custos elevados, com processos lentos devido a atividades que não acrescentam valor, conduzindo para a má qualidade da prestação do serviço e a baixa satisfação do cliente (Atanelov, 2016).

No esquema da Figura 8 são espelhadas diferentes características dos princípios *Lean* no setor dos serviços propostas no artigo de Bowen (2009). Estes pontos apontam para a redução de compensações causadas pela baixa flexibilidade das operações perante os requisitos dos clientes, reduzir tempos de *setup* e aplicando o *JIT*, aumentando o envolvimento do cliente, projetando experiências de formação para os funcionários e clientes, bem como investir nas pessoas porque realmente podem fazer a diferença no negócio (Bowen et al., 2009). Desta forma, ao aplicar a filosofia *Lean* nos serviços, as empresas tendem a dar mais atenção ao investimento nas pessoas comparativamente com os equipamentos e ferramentas.

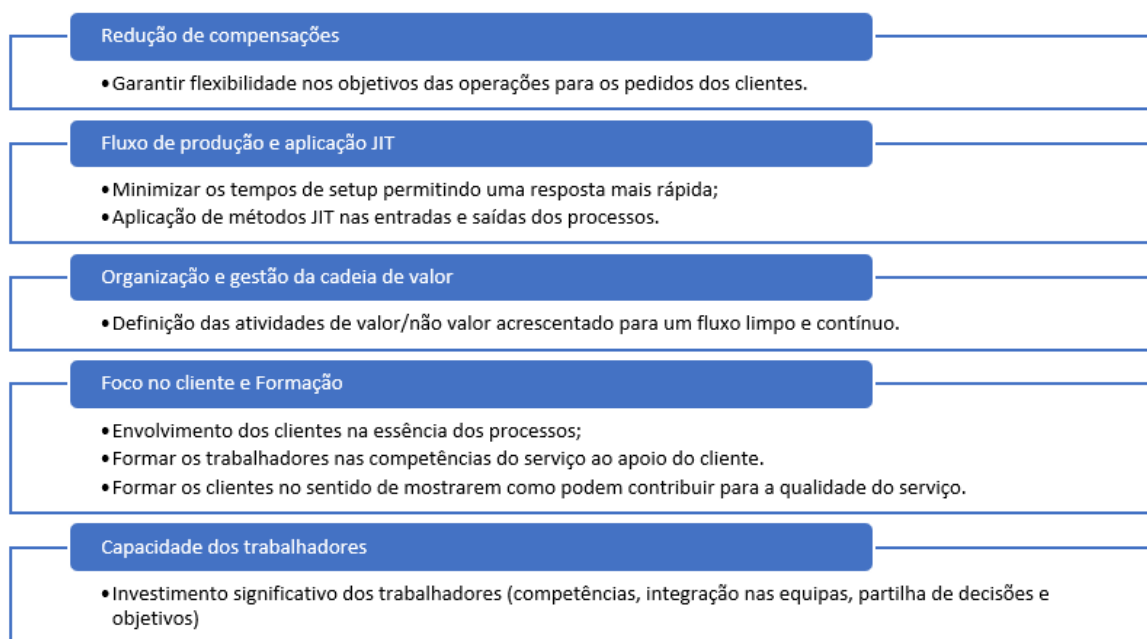


Figura 8 - Características *Lean* no setor dos serviços (Adaptado de (Bowen et al., 2009)).

Trata-se, essencialmente, de acrescentar valor ao cliente na aplicação dos modelos *Lean*, no setor dos serviços, fornecendo e prestando serviços com maior qualidade e velocidade, usando menos, mas os recursos certos. Existe a necessidade de analisar as tarefas sem valor acrescentado para reduzir os custos e a complexidade dos processos (Atanelov, 2016). Os trabalhadores devem ajudar na identificação dos desperdícios e dos gastos desnecessários causados por diferentes etapas nos processos, que podem envolver uma reorganização das empresas com menos material, ferramentas e pessoas, para executar o trabalho com mais eficiência. Desta forma, as necessidades dos clientes irão ser entendidas de melhor forma e perceber-se-ia quanto estarão dispostos a pagar para aumentar a qualidade do serviço (Bowen et al., 2009).

2.4.4. Os sete tipos de desperdício no setor dos serviços

O ponto chave para a filosofia *Lean*, como já revisto, concentra-se na eliminação dos desperdícios dentro dos processos. Desperdícios estes que não acrescentam valor quer para as empresas quer para os clientes, trata-se de um custo que não estão dispostos a pagar. É importante aumentar a consciência dos colaboradores sobre o conceito de desperdício, bem como sobre as formas de os identificar e reduzir (Chiarini, 2013).

No desenvolvimento da casa TPS, foram identificados os sete tipos de desperdício para os quais as empresas enfrentam dificuldades em identificá-los e a reduzi-los. Inicialmente estes desperdícios

foram identificados com foco na indústria da produção, contudo, podem ser descritos, também no setor dos serviços. Na Tabela 4 estão identificados e descritos os sete desperdícios quer na perspectiva dos serviços (PS), quer na perspectiva da produção (PP). Em seguida, alguns exemplos são apresentados em função de cada tipo de desperdício (Chiarini, 2013).

Desperdício	Descrição	Caso Prático
Over Processing (Processamento Excessivo)	- Processamento para além do que é requerido pelo cliente	PP: As organizações usam máquinas que não são eficientes, com baixa qualidade e que causa defeitos. PS: Investimento na tentativa de adicionar mais valor ao serviço do que no necessário para satisfazer o cliente.
Transportation (Transporte)	- Movimento desnecessário de produtos ou informação entre processos	PP: Movimento de materiais desnecessária pela possibilidade de dano. PS: Movimento de materiais e informação que não acrescentam valor ou relacionados com a ocorrência de tempos de espera.
Motion (Movimento)	- Movimento não necessário de um corpo	PP: Movimentos desnecessários de pessoas e máquinas. PS: Tempo e custos gerados pela movimentação desnecessária, como por exemplo ir de um computador para outro para terminar uma tarefa.
Inventory (Inventário)	- Matéria-prima, material ou informação em processo (WIP), produtos armazenados	PP: Envolve a existência excessiva de matérias primas, WIP e produtos não acabados. PS: Uso excessivo de inventário ou de informação. Muitas vezes resulta do <i>overproduction</i> .
Waiting Time (Tempos de Espera)	- Necessidade de espera antes do início de uma nova tarefa	PP: É considerado o inimigo do fluxo, uma vez que as matérias necessitam de se mover. Resulta, por exemplo, na espera de entrega de materiais. PS: Envolve o atraso numa atividade que causa atraso na atividade seguinte, por exemplo, aguardar o fornecimento de dados para a realização de uma tarefa.
Defectiveness (Defeitos)	- Produtos e serviços não conformes (em geral)	PP: Envolve qualquer desperdício relacionado com falhas no serviço, por exemplo, custos de atrasos, garantias ou reparos. PS: Acontece quando os serviços não são realizados dentro das especificações dos clientes. Por vezes não são caros se necessário corrigir, mas as empresas devem considerar que podem perder clientes.
Overproduction (Produção Excessiva)	- Produzir muito, cedo ou tarde, para responder à procura do cliente.	PP: Envolve produzir em demasia levando a prazos de entrega excessivos e deterioração de produtos. PS: Significa o excesso de produção de <i>outputs</i> , como por exemplo, gerar informação desnecessária para os clientes ou para a própria organização.

Tabela 4 - Os sete tipos de desperdícios na filosofia *Lean*.

2.4.5. Metodologia *Lean* – Ciclo PDCA

A base da melhoria contínua está diretamente relacionada com o conceito de valor acrescentado e se algum processo ou tarefa não acrescenta valor, então é desperdício. Um dos objetivos das metodologias *Lean* é a identificação do desperdício (John Nicholas, 2018). Diferentes estudos mostram que existe uma larga variedade de metodologias com possibilidade de aplicação, com base nos princípios *Lean*, tendo em conta cada tipo de problema associado.

Neste capítulo abordamos a metodologia considerada como a base para a qualidade de uma organização, associada a um conjunto de sequências que objetiva a melhoria, o ciclo PDCA (Jagusiak-kocik, 2017).

O ciclo PDCA, representado pela Figura 9, é constituído por diferentes etapas com o intuito de passar pela “identificação do problema” à “solução do problema”. Trata-se de uma ferramenta que contribui para a normalização de uma determinada tarefa, procurando a sua execução da forma mais eficiente (Conceição et al., 2019). É um princípio que contribui para a implementação da melhoria contínua contribuindo com a redução da taxa de variabilidade da execução e difusão do conhecimento relativo de determinado processo ou operação (Hasan & Hossain, 2018).

As quatro etapas referidas anteriormente são:

- **Planear (Plan):** Definir objetivos, identificar possíveis causas e planear uma ação;
- **Executar (Do):** Aplicar o que foi planeado anteriormente obtendo dados para análise onde possamos verificar de onde surge ou como se comporta o problema para finalmente apresentar soluções;
- **Verificar (Check):** verificar resultados, partilhar e comunicar;
- **Agir (Act):** Revisão, *feedback*, corrigir e apresentar.

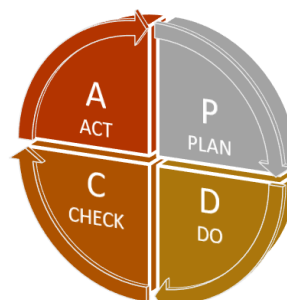


Figura 9 - Ciclo PDCA (Adaptado de (Jagusiak-kocik, 2017)).

Após se definir como objetivo a melhoria de processos, o planeamento de ação deve ser cuidadoso de forma a resultarem ações corretivas e preventivas apoiadas por ferramentas adequadas de garantia de qualidade. A integração de ferramentas adequadas com ciclo PDCA irão garantir e comprovar a verdadeira melhoria do processo e aprovar a fase Executar (Do). Na Tabela 5 podemos analisar a correlação do uso de cada uma das sete ferramentas da qualidade com cada etapa do ciclo (Paliska et al., 2007).

As 7 ferramentas básicas da qualidade	Etapas do ciclo PDCA			
	Planear	Planear, Verificar	Planear, Agir	Verificar
	Problema	Análise do Processo	Soluções	Avaliação
Fluxograma	✓		✓	
Diagrama Ishikawa	✓	✓		
Folhas de verificação	✓	✓		✓
Diagrama de Pareto	✓	✓		✓

Histograma	✓		✓
Diagrama de Dispersão		✓	✓
Controlo estatístico	✓	✓	✓

Tabela 5 - Correlação entre as sete ferramentas da qualidade e o ciclo PDCA (Adaptado (Paliska et al., 2007)).

É possível verificar pela tabela que retrata a correlação entre as sete ferramentas da qualidade e o ciclo PDCA que, em todas as etapas de análise ou planeamento do ciclo, é possível o cumprimento do objetivo com a aplicação de mais do que uma ferramenta da qualidade.

2.4.6. Ferramentas *Lean*

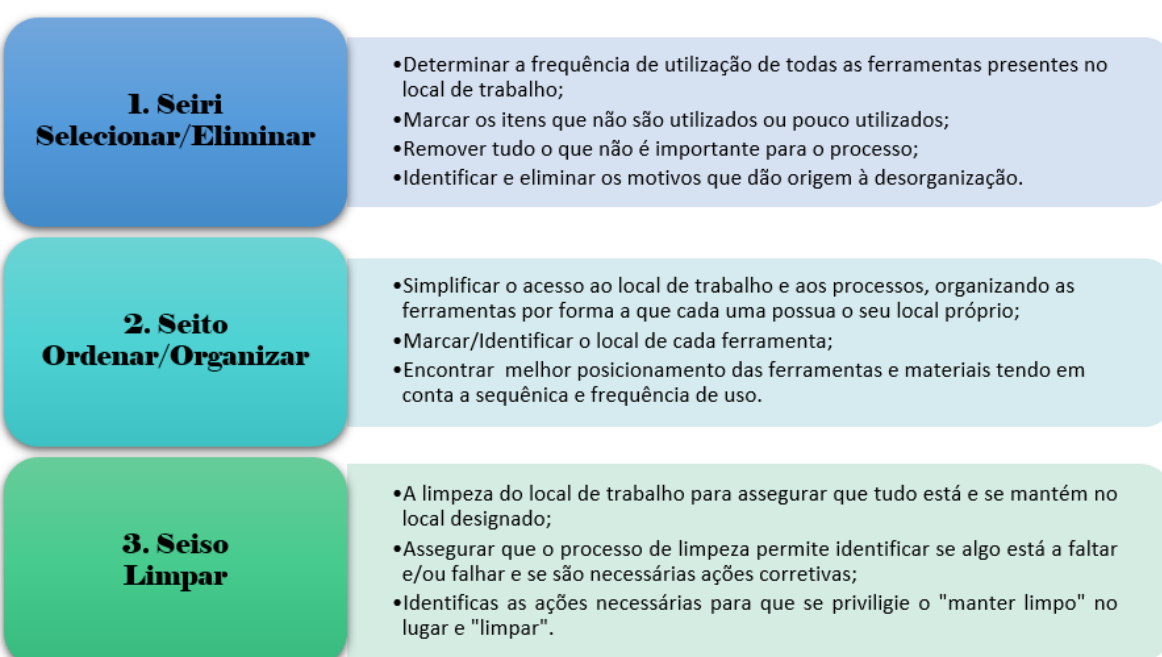
As ferramentas e técnicas *Lean* para os serviços são e devem ser desenvolvidas e adaptadas a partir da sua aplicação ao setor fabril. Existem diferentes ferramentas que as organizações podem aplicar, contudo, seguem abaixo alguns exemplos aplicáveis ao setor dos serviços:

➤ Os 5S (Selecionar, Organizar, Limpar, Normalizar, Sustentar)

Os 5S é uma ferramenta que envolve os acrónimos japoneses Seiri (Selecionar), Seiton (Organizar), Seiso (Limpar) e Seiketsu (Normalizar) e Shitsuke (Disciplina). O objetivo é contribuir para a prática de criar um melhor ambiente, reduzindo a carga de trabalho dos funcionários, organizando um ambiente mais saudável e apoiar e incentivar a formação na educação dos trabalhadores para melhorar a sua formação e produtividade (Gapp et al., 2008).

Ao implementar os 5S as empresas podem mudar o comportamento dos funcionários e contribuir para a produtividade, qualidade e segurança (Azevedo et al., 2019). Diferentes autores defendem que é uma ferramenta simples e útil para criar a cultura *Lean* nas indústrias (Pombal et al., 2019).

Para a implementação das ferramentas 5S podem ser seguidos os passos descritos no esquema da Figura 10.



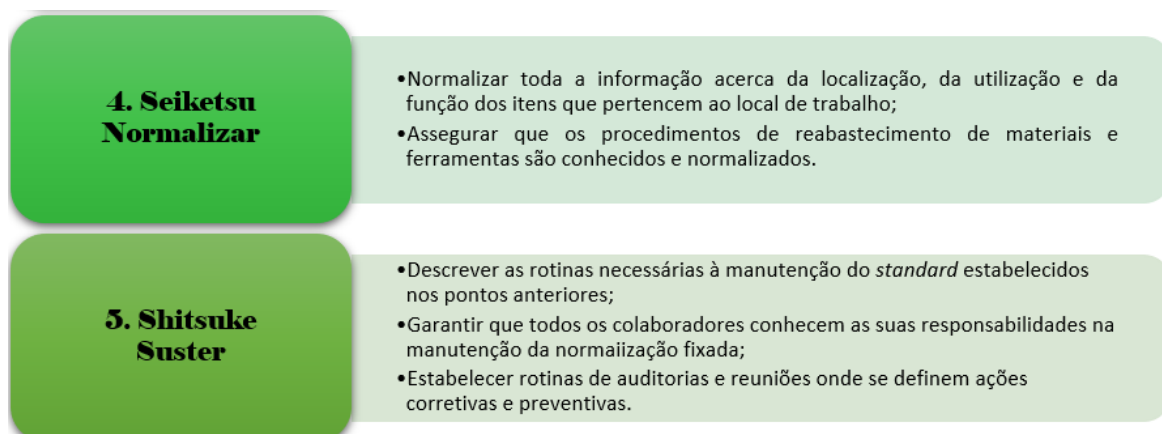


Figura 10 - Implementação 5S (Adaptado de (Randhawa & Ahuja, 2017)).

➤ **Kanban**

O *Kanban* é um dispositivo de controlo usado como um sinal para controlar a libertação e o despacho de materiais em operação. Desta forma, as organizações sabem quando adquirir materiais dos fornecedores (Rocha et al., 2018). Isso também fornece um sinal visual que ajuda na medida em que as organizações tenham produtos de acordo com as necessidades dos clientes (Melton, 2005). Este dispositivo é utilizado para melhorar a entrega final de produtos e serviços.

Existem diferentes tipos desta forma de controlo, sendo que na Figura 11 está representado o primeiro *Kanban* de produção desenvolvido, que indica o estado de cada tarefa. Cada cartão deve conter os detalhes da tarefa a realizar e o seu *deadline* (Rodrigo Cavallari, 2019).



Figura 11 - Exemplo de aplicação *Kanban* (Rodrigo Cavallari, 2019).

Um exemplo de *Kanban* comum, no setor dos serviços é quando os funcionários que enfrentam problemas com os clientes dão instantaneamente um sinal ao supervisor para pedir ajuda. Em ambiente hospitalar, também é útil para notificar a conclusão do processo para enviar outro paciente ou mesmo fornecer medicamentos (Atanelov, 2016). A utilização do sistema *Kanban* ajudará a encontrar equipamentos, medicamentos, o que for necessário em menos tempo.

O *Kanban* é uma ferramenta simples e eficaz na gestão de grandes inventários (Melton, 2005).

➤ **Diagrama Ishikawa**

É uma ferramenta também denominada de diagrama causa-efeito, muito útil para identificar a raiz da causa de um problema. As organizações enfrentam vários problemas, e caso as decisões sejam tomadas sem entender a causa do problema, irá ocorrer o mesmo problema provavelmente e levará tempo para ser solucionado em, conseqüentemente, custos (Liliana, 2016).

Trata-se de um instrumento gráfico simples que depois de identificadas as causas permite, também, analisar a relação entre todas. São definidas as categorias M (Máquina, Man-Homem, Materiais, Meio Ambiente) para os domínios produtivos e que se podem inserir e corresponder à base dos desperdícios identificados na filosofia *Lean* (Liliana, 2016). Na figura seguinte podemos encontrar um esboço do diagrama (Carvalho, 2020).

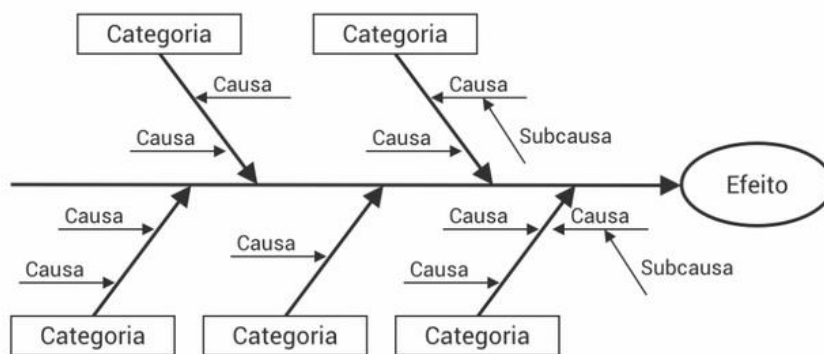


Figura 12 - Esboço do diagrama *Ishikawa*.

➤ O mapeamento de processos

O mapeamento de processos é umas das ferramentas de análise com o intuito de identificar desperdícios que pertence à casa TPS e à filosofia *Lean*. Nesta secção procura estudar se as diferentes práticas usadas com o intuito de entender o ponto de vista de cada uma, em diferentes níveis de abstração. O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta muito usada e, mais recentemente, o *Business Process Model and Notation* (BPMN) foi desenvolvido para modelar processos de negócios. Com o objetivo de fazer uma ponte entre o mapeamento de processos e a sua implementação, o BPMN ganhou uma considerável adesão com a implementação por diferentes fornecedores. Existem características diferentes entre estas duas ferramentas que, segundo diferentes autores, se complementam.

✓ Value Stream Mapping (VSM)

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que ajuda a mapear todas ações em progresso, analisando fluxo, com o intuito de identificar e reduzir atividades que não acrescentam valor (Peter et al., 1999). Para desenvolver, fabricar um produto ou prestar um serviço final, diferentes informações e materiais são necessários. Ao abalisar este fluxo de processo em detalhe, ajudará a identificar os desperdícios que ocorrem no processo (Atanelov, 2016).

Para a obtenção de melhores resultados e mapas de fluxo de valor precisos, as empresas devem desenvolvê-los envolvendo as pessoas que são responsáveis por essas atividades. Nesta ferramenta não se pretende que se mapeie apenas o fluxo de materiais, mas também o fluxo de informações que sinalizam e controlam o fluxo de materiais e ações. Trata-se essencialmente de acompanhar e mapear um processo do início ao fim, no caso da indústria da produção, desde a receção de matérias primas, até o produto acabado (Lian & Landeghem, 2002).

Na Figura 13 é apresentado um exemplo do mapeamento de uma atividade fabril. São representadas as diferentes entidades, os tempos de ciclo, *Takt-time*, assim como *Lead time*, entre outros aspetos. Cada forma e esboço tem a sua função específica de representação.

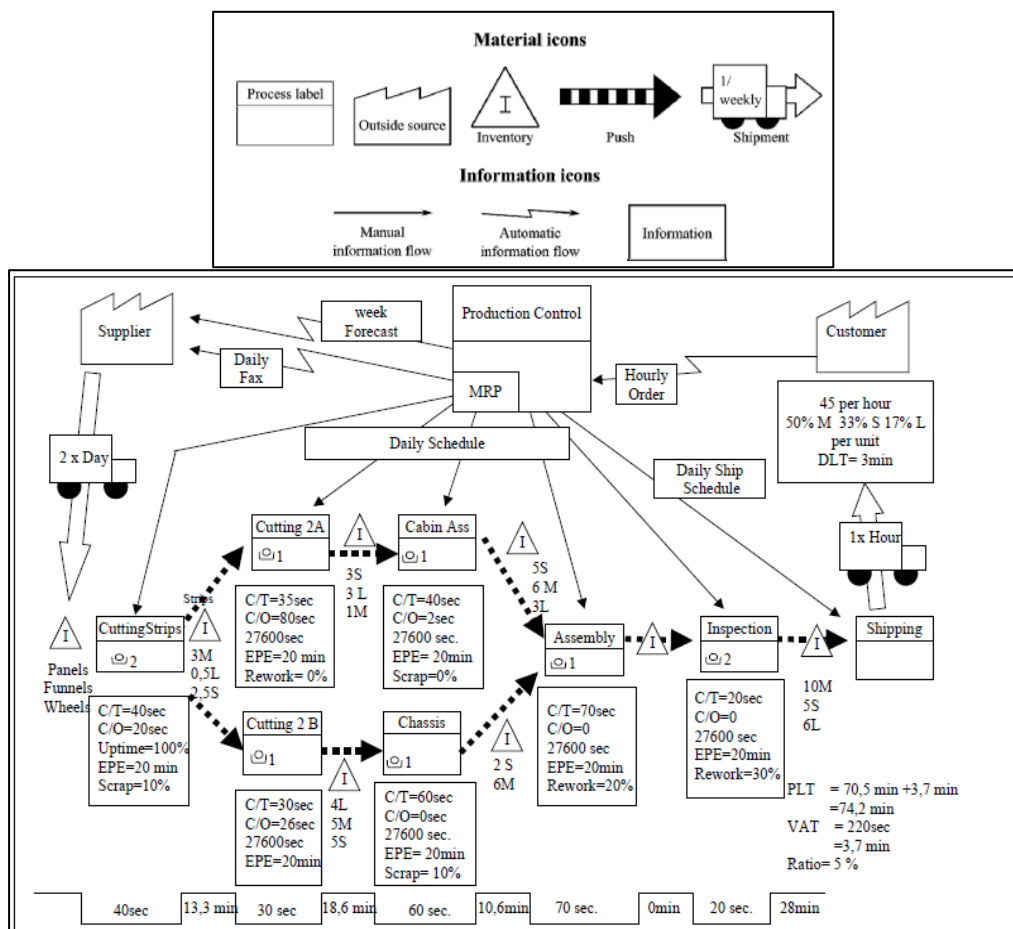


Figura 13 - Esboço VSM (García-Domínguez et al., 2012).

O VSM é um método frequentemente utilizado aquando da aplicação do Ciclo DMAIC, na fase “Medir”, uma vez que é um método muito valioso para a visualização do fluxo (Ferreira et al., 2019). Não obstante, algumas falhas são identificadas e estão relacionadas com o facto de não ter em conta aspetos como as taxas de defeito, processos de verificação, circuitos de controlo de qualidade e mesmo os custos associados a cada tarefa (Carnahan et al., 2010) (Correia et al., 2018).

✓ A modelação BPMN

Nos últimos anos, o interesse em modelar processos de negócios para a engenharia, impulsionou o desenvolvimento e o trabalho na área da simulação. As proliferações do baixo nível de notações para a execução de processos motivaram a criação do *Business Process Model Notation* (BPMN) que pode ser usada por analistas de negócios, engenheiros e mesmo por programadores. No programa de simulação é usada semântica de execução formal baseada em redes *Petri* tornando-o utilizável, tanto para o mapeamento de processos, quanto para processo de promulgação. Alguma da notação usada na ferramenta está exposta na Figura 14 (García-Domínguez et al., 2012).

As atividades representam unidades de trabalho no processo. Estas atividades podem ter subprocessos descrevendo-os com mais detalhes. Alguns desses subprocessos podem ser iniciados em reposta a um evento. As atividades realizadas por diferentes partes interessadas são geralmente colocadas em *piscinas* diferentes, que podem ser divididas em pistas. O tipo de tarefa é notado ao ser decorado com um ícone no canto superior esquerdo. Os eventos são situações às quais o processo BPMN reage (Yilmaz et al., 2012). Os eventos são desenhados como círculos: o estilo de linha do círculo indica se é um evento inicial, um evento intermediário ou final. Os ícones internos indicam que tipo de evento está a ser tratado.

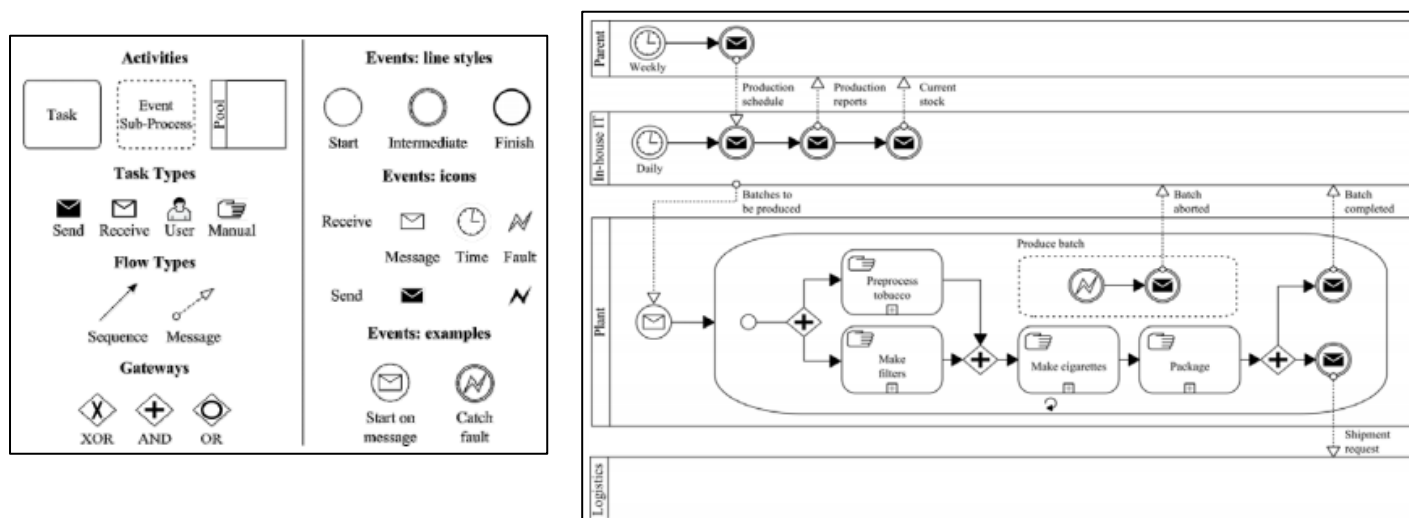


Figura 14 - Esboço BPMN (García-Domínguez et al., 2012).

✓ A comparação entre VSM e BPMN

Ambas as notações permitem definir sequências válidas para tarefas no mapeamento de processos. O VSM usa tarefas de alto nível, dividindo apenas o processo onde o fluxo contínuo é interrompido. As sequências de atividades, no sistema BPMN, podem divergir em caminhos diferentes ou convergir a partir do uso de *gateways*. Esta última notação pode também descrever o que fazer se algo não estiver conforme, como desfazer alterações e como responder aos sinais. O VSM não modela explicitamente as restrições de tempo, porque não podem ser emuladas por meio de descrições textuais. No caso do BPMN, permite definir alarmes em determinados momentos, frequências ou atrasos. Na Tabela 6 encontra-se um pequeno resumo que diferencia as duas notações em campos semelhantes (García-Domínguez et al., 2012).

	VSM	BPMN
Sequência de atividades	Grosso Modo (fluxo de materiais)	Modo Refinado (Controlo de fluxo, eventos)
Restrições de tempo	Implícito (Texto)	Explícito (Alarmes/Alertas)
Associação Máquina/Operador	Implícito (Caixas de informação)	Implícito (Piscinas)
Fluxo de materiais	Explícito	Implícito (Mensagem)
Fluxo de informação	Explícito (Sem estrutura interna)	Explícito (Depende das extensões na estrutura interna)

Tabela 6 - Comparação entre VSM e BPMN.

O BPMN ajuda essencialmente na modelação e no mapeamento dos participantes das tarefas apresentando as suas responsabilidades com manipuladores de eventos e trocas de mensagem. Todavia, não pode modelar os objetos existentes e as suas transições (Dicken & Walker, 2012). No caso do VSM, trata-se de uma notação mais simples e fornece uma imagem de alto nível do fluxo de processo, com foco no material e na informação que fluem ao contrário da sequência exata de operações (Mahmood & Shevtshenko, 2015). Por este motivo, o VSM complementa o BPMN em que o primeiro é uma ferramenta rápida de caneta e papel para processos iterativos de melhoria contínua e, o último destaca-se para projeto e mapeamento de processos detalhado.

➤ Gestão Visual

A ferramenta de gestão visual foi desenvolvida na indústria da produção para permitir maior rapidez e fluidez nos processos e aumentar a eficiência na comunicação. O controlo visual é considerado uma ferramenta poderosa no fabrico de produtos, pelo que, devido à sua extrema eficácia e aos diferentes casos de sucesso com a sua implementação, até mesmo o setor dos serviços começou a implementá-lo (Pena et al., 2020). Esta ferramenta é eficaz no que diz respeito à melhoria da comunicação e ao fornecimento de informações por meio de luzes e sinais aos trabalhadores e clientes (Parry & Turner, 2006).

Existem dois tipos de ferramentas de gestão visual, o controlo e a exibição visual. Em diferentes locais de prestação de serviço podemos encontrar dispensadores de etiquetas com números para definir a ordem nas listas de espera. Esta prática ajudará os clientes a perceber quanto tempo precisam de esperar pela sua vez. A exibição envolve gráficos e diagramas que são usados para passar mensagens e informações aos funcionários ou clientes, nomeadamente, na referência ao estado de determinado processo (Tezel et al., 2016).

➤ Standard Work (SW)

Normalizar é a prática de definir, comunicar, seguir e melhorar padrões. É uma das ferramentas mais fortes da filosofia *Lean*, formando a linha de base para a melhoria contínua. Muitas vezes é usada como ferramenta de referência para as equipas de produção, de maneira a que seja possível medir a eficiência dos trabalhadores na execução de tarefas (Sousa et al., 2019). Por outro lado, é

uma ferramenta que ajuda a otimizar a produtividade, garante os padrões de segurança e contribui significativamente para a qualidade final dos produtos ou serviços (Pereira et al., 2016).

O SW é um dos elementos que pode ser usado para estabelecer as práticas de trabalho melhores e mais confiáveis para cada processo, máquina e trabalhador, que contém uma forma diferente de motivar toda a organização a trabalhar mais, com mais eficiência e entregar uma qualidade superior a um custo mais baixo (Johansson et al., 2013).

No trabalho de Puvanasvaran (2018), estão definidas oito etapas para o desenvolvimento e implementação do *Standard Work*:

- Definir equipas de melhoria;
- Determinar o *takt-time*;
- Determinar o tempo de ciclo;
- Determinar a sequência de processos;
- Determinar a quantidade padrão de trabalho em processamento;
- Desenhar um diagrama de fluxo de trabalho padrão;
- Preparar uma folha de operações normalizada;
- Melhorar continuamente as operações padrão.

Este trabalho será capaz de minimizar e controlar a variação da qualidade dos *outputs* de cada tarefa, WIP, níveis de stock, bem como poderá ser visível a redução de custos de produção (Pereira et al., 2016). Do ponto de vista do setor dos serviços, é importante manter os trabalhos padronizados porque caso contrário cada trabalhador executará as tarefas à sua maneira. No caso de um novo funcionário ser recrutado, um assistente será selecionado para dar formação e a mensagem a passar será aquela que cada um acredita ser a melhor. O novo funcionário aprenderá a fazer o trabalho da mesma forma que a pessoa que o está a formar e não necessariamente pela maneira melhor de executar (Johansson et al., 2013).

Uma maneira normalizada de executar uma tarefa deve ser discutida com os funcionários e descobrir qual é a melhor forma, verdadeiramente, de a executar. As melhorias devem ser discutidas em conjunto e o padrão escolhido deve ser atualizado conforme mudanças ou melhorias. “O trabalho normalizado é a base para a criação de um processo repetível que produza com segurança o resultado desejado” (Jayamaha et al., 2014).

A vantagem da implementação desta ferramenta deixa claro e anotado as responsabilidades de cada trabalhador que realiza determinada tarefa, reduzindo qualquer confusão indesejada sobre as responsabilidades de cada um (Jayamaha et al., 2014).

2.5. Ferramentas de exploração de dados

Apesar da Estatística ser uma área científica muito desenvolvida, vale sempre a pena analisar as ferramentas e metodologias estatísticas existentes. A exploração de dados está diretamente relacionada com ferramentas matemáticas, análise numérica e computação. Uma motivação para sua aplicação é a necessidade e o seu vasto suporte na resolução de problemas (Box, 1984). A evolução e o desenvolvimento estatístico contribuíram para que fosse usada em grande parte das

tarefas e métodos *Lean*, principalmente, no que diz respeito a fases de análise de resultados e definição de métricas. Nos últimos anos têm vindo a surgir diferentes técnicas em volta do conceito de extração de conhecimento de dados (*Data Mining*) e da aprendizagem automática (*Machine Learning*) que completa muitas das ferramentas e técnicas *Lean*.

2.5.1. Data Mining

Na literatura podem ser encontradas diferentes definições de *Data mining*, que em português pode ser traduzido como “mineração de dados” ou “extração de conhecimento de dados”. Uma delas, apresentada em Mitchell (1997), define *Data Mining* como sendo “a capacidade de melhorar o desempenho na realização de alguma tarefa por meio da experiência”. O processo de extração de dados considera-se importante nas mais diferentes áreas desde a ciência, ou a farmacêutica, à segurança, desporto e indústrias. A extração de conhecimento de dados inclui a acumulação e o armazenamento de informação com o intuito de fragmentá-lo e avaliar as oportunidades futuras em cada situação a estudar. Diferentes ferramentas podem ser usadas, tais como algoritmos matemáticos, modelos estatísticos ou métodos de aprendizagem automática (*Machine-Learning*) (Ezzati & Ajam, 2020).

Os métodos de extração de conhecimento de dados podem ser divididos em vários passos. A Figura 15 apresenta um esquema que reflete os passos a seguir na abordagem a um problema através de *Data Mining*. Inicialmente devem ser recolhidos os diferentes dados, que servirão de base para solucionar o problema, e armazenados num sistema próprio. De seguida, esses mesmos dados devem ser preparados e analisados de maneira a tornar a modelação e a aquisição do resultado mais eficiente. Posteriormente é desenvolvido um algoritmo ou modelo capaz de obter e atingir o resultado. Na fase final devem ser avaliados os resultados e caso o modelo tenha um bom desempenho poderá ser feito uso dos resultados para o fim desejado. No caso de o modelo não corresponder ao desempenho desejado deverão ser procuradas as razões pelas quais tal sucedeu e melhorar o trabalho voltando à fase da preparação dos dados (Moro et al., 2011).

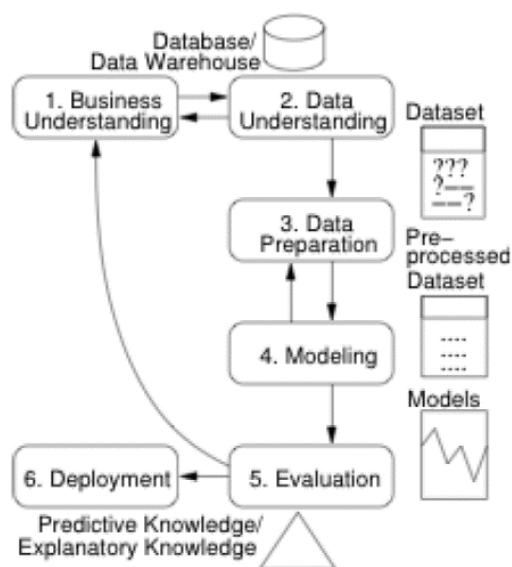


Figura 15 – Processo de Extração de Conhecimento de Dados (Moro et al., 2011).

Os dados poderão ser recolhidos em grande quantidade e em excesso. Ainda que possam existir dados inúteis, poderão ser convertidos em informações pertinentes. Procura analisar se essa grande quantidade de dados e extrair informações úteis. Torna-se importante compreender e definir exatamente qual é o problema, a explorar e preparar os dados, modelar, avaliar e a respetiva implementação. Assim que todos os processos tiverem sido concluídos poderemos usar essas informações para melhorar uma área específica (Gama et al., 2017).

As unidades da área comercial estão entre os maiores utilizadores de métodos e ferramentas de extração de conhecimento de dados. Por exemplo, algumas lojas fornecem cartões gratuitos com condições de promoções especiais de maneira a poderem rastrear e armazenar aquilo que os

clientes vão comprando e obter uma percepção diferente do valor dos diferentes produtos (Moro et al., 2011).

Várias técnicas poderão ser exploradas para descobrir padrões ocultos numa grande base de dados. Como já abordado, esses padrões poderão ser usados para prever comportamentos futuros através de algoritmos específicos para um determinado tipo e conjunto de dados. Diferentes modelos podem ser usados para a mesma base de dados, contudo, a precisão e o desempenho definirão qual o melhor modelo a usar (Ezzati & Ajam, 2020).

2.5.2. Aprendizagem Automática

Nos dias de hoje, olhamos em redor e sente-se a necessidade de máquinas e/ou automação em diferentes tarefas diárias. O *Machine Learning* (ML) é um dos métodos que usamos para simplificar diferentes tarefas diárias. Em El Naqa (2015), ML é definido como sendo “um ramo em desenvolvimento de algoritmos computacionais que são projetados para emular a inteligência humana, aprendendo com o ambiente”. O ML poderá ser descrito como um campo da inteligência artificial onde determinada máquina “aprende” com a sua experiência, assim como os humanos. São fornecidos dados a um modelo construído ou a um algoritmo que tem a capacidade de prever valores e encontrar aquilo que é desconhecido (Angra & Ahuja, 2017).

Fazendo parte de um dos campos da ciência computacional e um dos ramos da inteligência artificial (IA), os algoritmos de *Machine Learning*, usam os seus resultados anteriores, para melhorar autonomamente, sem qualquer orientação extra. Literalmente, trata-se da aplicação da IA para descrever algoritmos e aprender com base em dados históricos fornecidos. Diferentes profissionais na área da estatística têm mostrado o seu interesse na adoção de algoritmos ML, designados por *Statistical Learning*, como sendo um dos campos da ciência Estatística que se refere a um largo conjunto de ferramentas para a compreensão de dados (Gareth et al., 2017).

O ML pode ser utilizado em diferentes áreas desde a saúde, finanças, jornalismo, às indústrias e ao desporto. A abordagem e a aplicação dos algoritmos deverão ser organizadas de acordo com diferentes critérios que vão de encontro à área de aplicação (Gama et al., 2017).

As tarefas de aprendizagem podem ser divididas em preditivas e descritivas (Gama et al., 2017). Esta classificação é independente da área de aplicação, e é feita consoante no problema em concreto se conhece algum tipo de dados de saída, que se quer prever de forma análoga em situações futuras, ou não se conhecem dados de saída e apenas se quer encontrar relações nos dados de entrada.

No caso das tarefas de previsão, o objetivo principal passa por determinar uma função, modelo ou hipótese, que possa ser utilizado para prever um novo valor com base em dados de treino; trata-se de através dos atributos de entrada obter as saídas desejadas. Os algoritmos desenvolvidos para responder a tarefas de previsão correspondem a um tipo de aprendizagem supervisionada. O termo surge como supervisionada devido à existência do conhecimento de um supervisor externo, isto é, que conhece a saída associada a cada conjunto de valores de entrada, existindo a capacidade para avaliar o desempenho da hipótese induzida em prever o valor de saída para novos exemplos (Gama et al., 2017). Na aprendizagem não supervisionada, nas tarefas de descrição, existem entradas, mas nenhuma saída de supervisão; contudo, é possível criar e analisar relações na estrutura dos próprios dados de entrada (Gareth et al., 2017).

Nos modelos supervisionados pretende-se, então, prever com precisão a resposta para observações futuras (previsão) ou compreender melhor a relação entre os preditores (inferência). As abordagens mais comuns são modelos de regressão linear ou logística, bem como as abordagens mais modernas como *Boosting* ou *Support Vector Machines* (Gareth et al., 2017). Relativamente aos modelos não supervisionados o principal objetivo passa pela descrição e a exploração de um conjunto de dados, composto por um conjunto de N observações $(x_1, x_2, \dots, x_N)$, num vetor X de uma determinada dimensão, possuindo uma determinada função densidade de probabilidade conjunta. O objetivo passa por inferir diretamente as propriedades desta densidade sem a ajuda de um supervisor externo (Hastie et al., 2008). Enquanto que no caso dos modelos supervisionados as previsões são com base numa amostra de treino, de casos previamente resolvidos, em que os valores de todas as variáveis são conhecidas, sendo possível estimar de várias maneiras o sucesso do modelo; nos modelos não supervisionados é mais difícil verificar a validade das inferências, recorrendo muitas vezes a argumentos heurísticos para julgamento da qualidade de resultados (Hastie et al., 2008).

As variáveis podem ser categorizadas como quantitativas, quando estão medidas por valores numéricos, ou qualitativas em que estão associadas a diferentes classes ou categorias. Os problemas relacionados com variáveis de saída quantitativas tendem a ser designados por problemas de regressão enquanto os problemas com variáveis de saídas qualitativas por problemas de classificação. Estes dois grupos, regressão e classificação inserem-se na linha da aprendizagem automática supervisionada (Gareth et al., 2017). Normalmente, as tarefas descritivas e relacionadas com a exploração de dados são divididas em agrupamento, onde os dados são agrupados de acordo com a sua semelhança; sumarização, a qual consistem simplesmente em descrever um conjunto de dados; e associação, em que podem ser identificados padrões frequentes de associações entre os atributos do conjunto de dados (Gama et al., 2017). Toda a hierarquia aqui abordada pode ser refletida no esquema representado pela Figura 16.

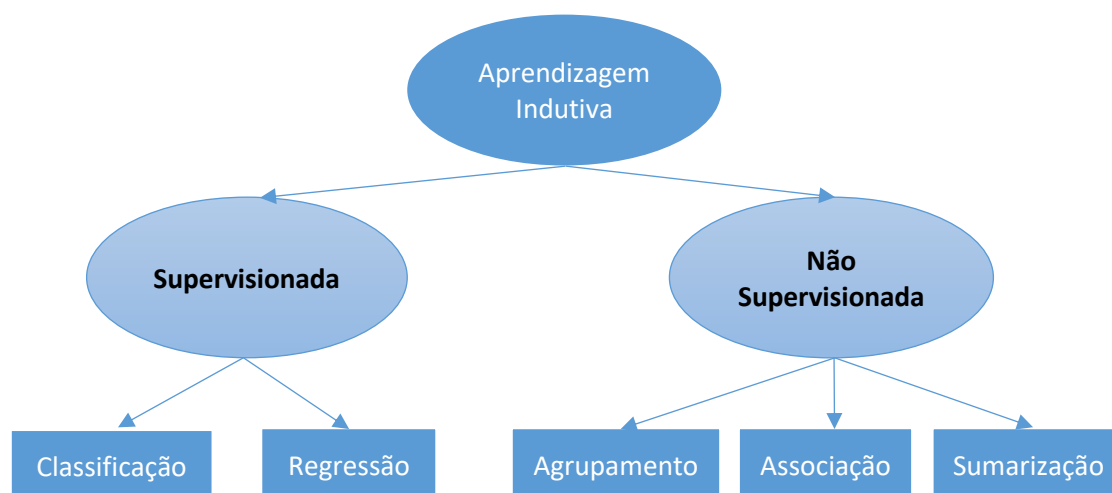


Figura 16 - Hierarquia de aprendizagem (Gama et al., 2017).

É importante referir que apesar de toda a divisão entre os modelos preditivos e descritivos, um modelo preditivo também contém uma vasta descrição compacta de um conjunto de dados. Desta forma, um modelo descritivo poderá efetuar previsões a partir do momento em que é validado (Gama et al., 2017).

Na possibilidade da existência de uma tarefa que não se enquadre nos quadros das aprendizagens anteriores, é considerada uma aprendizagem por reforço. Neste tipo de aprendizagem os atributos são expostos a um ambiente de tentativa e erro, ou seja, todos os possíveis estados são procurados repetidamente com o intuito de maximizar o desempenho do algoritmo e minimizar os riscos. Procura-se valorizar uma ação positiva e recusar uma ação considerada negativa. Desta forma, é necessário um *feedback* constante de maneira ao algoritmo aprender como se comportar (Angra & Ahuja, 2017).

A ideia que assenta sobre ML consiste na execução de algoritmos que criam um modo automático de modelos que apresentam determinado conhecimento com base num conjunto de dados. A recolha de dados históricos e o treinar desses mesmos dados deverá proporcionar uma experiência ao algoritmo capaz de se ajustar autonomamente e melhorar sempre o seu desempenho. À *posteriori* o modelo terá a capacidade de efetuar previsões de qualidade, em situações futuras e que estejam relacionadas com padrões históricos. É um conceito relacionado com a análise de dados que está diariamente presente no nosso dia-a-dia. As aplicações destes tipos de modelos permitem agir de forma rápida e subtil mesmo existindo, por vezes, um grande volume de dados.

2.5.3. Previsão de séries temporais

Em diferentes setores e áreas de negócio procura-se prever informações futuras com base em dados passados. Na previsão em séries temporais a principal tarefa passa por prever a próxima observação num conjunto de observações, num dado período. Os dados históricos assumem-se como premissa (padrões e tendências passados) para previsão dos dados futuros (Bodily, 2008).

No processo de previsão, segundo Fiorucci (2016), podem ser considerados os seguintes passos:

- Recolha de dados de fontes internas e externas - No caso das fontes internas podem corresponder aos números de vendas anteriores, registo de quantidades de produção e *stock*, entre outros. No caso das fontes externas, podem incluir indicadores económicos ou registos demográficos.
- Gerar uma previsão baseada em dados numéricos – Poderão ser realizadas previsões qualitativas, no entanto, deverão ser convertidas em dados numéricos para uma melhor performance do modelo a aplicar.
- Verificação da técnica de previsão – Por muito bem que seja escolhida a técnica de previsão tendo em conta o contexto, os resultados obtidos devem ser monitorizados continuamente para garantir que as previsões mantêm a sua integridade e correspondência.
- Inclusão de julgamentos qualitativos não representados nos dados numéricos – Por vezes o profissional tem razões para acreditar que as observações futuras serão diferentes do que resultará no preditor, por questões que não estão representadas numericamente na base de dados. Assim sendo, os valores das previsões devem ser ajustados tendo em conta os julgamentos subjetivos.
- Aplicação das previsões na tomada de decisões – Uma previsão útil não inclui apenas um resultado esperado, mas também uma medida da incerteza sobre a previsão pontual. Basear uma decisão num valor previsto (e não na incerteza), poderá causar problemas

sérios, principalmente se o custo do resultado real exceder a previsão ou se for muito mais baixo que a previsão.

Em algumas séries económicas, por exemplo, facilmente é possível executar uma previsão simples através do conhecimento de observações mais recentes para prever a próxima. No caso de séries determinísticas, quando uma série muda periodicamente ao longo do tempo e de maneira sistemática, também facilmente prevemos a próxima observação ou fase. O principal interesse está nas séries onde normalmente se usam variáveis e parâmetros médios, onde não se conseguem prever atributos exatos mas que contêm uma estrutura que pode ser explorada e progressivamente serem realizadas previsões mais precisas (Chatfield, 2001).

Para combater o tipo de dificuldades mencionado, muitas vezes são postas em causa a combinação de um método de previsão com técnicas de extração de conhecimento de dados e aprendizagem computacional e, desta forma, trabalham como um sistema. Ainda assim, tarefas como ajustar, dimensionar e a adição de variáveis exógenas são cada vez mais estudadas e experimentadas, de maneira a que os modelos sejam evolutivamente robustos (Laptev et al., 2017).

Os clássicos modelos de séries temporais requerem o ajuste manual para definir a sazonalidade e outros parâmetros; para além disso, ainda que existam modelos de séries temporais que têm a capacidade de incorporar variáveis exógenas, estes podem sofrer com a dimensionalidade e requerem uma reciclagem dos dados frequente. Deste modo, procura combinar se técnicas de modelos univariados com modelos de aprendizagem computacional de maneira a combater este tipo de questões (Laptev et al., 2017).

➤ Principais componentes das séries temporais

Primeiramente, antes de explorar possíveis modelos de implementação e aplicação a séries temporais é necessário procurar distinguir os diferentes componentes da série temporal. Nas séries temporais é importante realizar previamente uma análise do que são os componentes que as constituem, como são formulados, como podem estar relacionados, verificar a sua presença e como estimar os parâmetros associados. Quando os primeiros economistas procuraram compreender a natureza de um ciclo de negócios, começaram por estudar as séries, na procura de efeitos no calendário, como tendências, componentes sazonais, ciclos e componentes irregulares ou aleatórios (ruído). Esses componentes podem ser somados ou multiplicados para constituir a série temporal (Yaffee & McGee, 2000). Descrevemos agora os principais componentes:

- Tendência

Existe uma tendência quando há um aumento ou diminuição a longo prazo nos dados, não necessariamente linear (Hyndman & Athanasopoulos, 2013). As tendências, sejam determinísticas ou estocásticas, devem ser consideradas para extração, ajuste e previsão. Uma tendência determinística pode derivar de uma função que prescreve uma fórmula bem definida para o incremento ou decréscimo, dependente do tempo, como os juros contratuais. A tendência estocástica surge devido à mudança aleatória de nível, que possa estar relacionada com o efeito cumulativo de alguma força que esteja presente na série, com uma mudança de nível a longo prazo. As tendências podem resultar de mudanças na sociedade, movimentos sociais, tecnologia, hábitos sociais, condições económicas, de mercado ou do meio ambiente (Yaffee & McGee, 2000).

- Sazonalidade

Definir o conceito de sazonalidade não é simples e não deverá ser restrito, uma vez que o fenômeno tem muitos aspectos que se refletem nos diferentes métodos de modelação e deteção. Por conveniência, o conceito de sazonalidade numa série temporal pode ser descrito como fenômenos típicos, num dado intervalo de tempo, ainda que possam possuir médias e variâncias distintas. A sazonalidade consiste em padrões de crescimento e decrescimento da série que se repetem a intervalos de tempo regulares. Em geral, os valores de sazonalidade correspondem a intervalos regulares de calendário como mensal ou trimestral (Hylleberg, 1992).

- Ciclo

Um ciclo ocorre quando os dados exibem subidas e descidas que não têm uma frequência fixa. Essas flutuações geralmente são devidas às condições económicas e costumam ter uma duração de pelo menos dois anos (Hyndman & Athanasopoulos, 2013). Poderá ser descrito como o componente da série temporal que tem recorrência ou consistência e que pode ser descrito e modelado (Musbah et al., 2019).

- Ruído

Componente que corresponde à variação aleatória na série temporal (Dorathi Jayaseeli et al., 2020).

A compreensão do comportamento dos principais componentes das séries temporais ajudam a contruir modelos preditivos com sucesso, clarificando o conjunto de dados presente, permitindo também, monitorizar ou controlar (Musbah et al., 2019).

➤ **Estacionariedade de uma série temporal**

Uma série temporal diz-se estacionária quando a média e variância são constantes, e a autocovariância e autocorrelação (Eq. 1) são independentes do instante de tempo e dependem apenas do número de períodos de desfasamento de tempo entre os pontos de referência temporais na série (Yaffee & McGee, 2000). A estacionariedade é considerando um dos termos mais importantes que os investigadores se interessam por estudar, uma vez que as séries temporais não estacionárias são mais complexas para a previsão e modelação. Os resultados obtidos a partir das séries temporais não estacionárias podem ser falsos ou enganosos, particularmente quando não existe relação entre as variáveis. Além disso, alguns modelos e abordagens, como a abordagem Box-Jenkins, assumem como premissa que a série temporal deve ser estacionária. Assim sendo, quando se verifica a presença de uma série não estacionária, geralmente procura-se convertê-la em estacionária, através do processo de diferenciação; os componentes de tendência e sazonalidade são aqueles contribuem para a conversão de uma série temporal não estacionária em estacionária (Musbah et al., 2019).

Para comparar as propriedades básicas de séries temporais, geralmente é útil ter uma função que não seja influenciada pelas unidades de medida. A função de autocorrelação (ACF) e a de autocorrelação parcial (PACF) determinam a aleatoriedade do modelo. Este diagnóstico irá determinar a tendência, avaliar a estacionariedade, e também trazer clareza sobre a sua distribuição ao longo do tempo (Dorathi Jayaseeli et al., 2020). Para este fim, define-se a função autocorrelação de uma série estacionária por (Fuller, 1996):

$$\rho(k) = \frac{\gamma(k)}{\gamma(0)} = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \quad (1)$$

Assim, a função de autocorrelação ρ é a função de autocovariância γ normalizada para ser 1 em $k = 0$. A função de autocorrelação parcial (PACF) mede o grau de associação entre as duas observações com defasamento k , quando os efeitos dos outros defasamentos $1, 2, \dots, k - 1$ são removidos. A autocorrelação parcial é o coeficiente b_k calculado a partir da Eq. 2, do modelo autoregressivo $AR(k)$ (Fuller, 1996):

$$X_t = b_0 + b_1 X_{t-1} + b_2 X_{t-2} + \dots + b_k X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (2)$$

No Gráfico 1 podemos visualizar um exemplo de uma série temporal, como também a respectiva função ACF. A função ACF mede a relação entre cada duas observações consecutivas nas séries temporais, sendo que vários estudos usam o ACF para determinar se a série temporal é estacionária ou não, e identificar a existência de sazonalidade (Musbah et al., 2019).

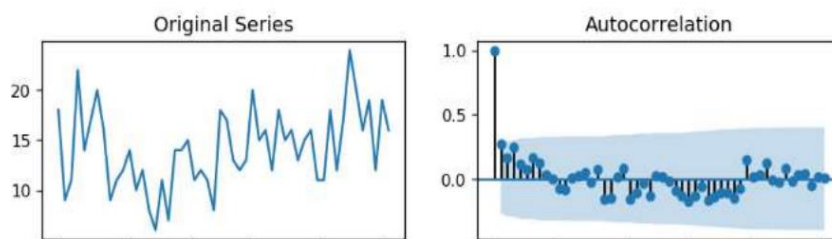


Gráfico 1 - Exemplo de uma série temporal e respectiva autocorrelação (Dorathi Jayaseeli et al., 2020).

➤ Ferramentas de diagnóstico e comparação de parâmetros

O teste **Augmented Dickey Fuller (ADF)** é um teste estatístico comum usado para testar se uma determinada série temporal é estacionária ou não. Tendo por base um teste de significância estatística, envolve um teste de hipóteses. Este tipo de teste pertence à categoria “Unit Root Tests” (em português, testes de raiz unitária), portanto, como a hipótese nula assume a presença de raiz unitária ($\alpha = 1$), o *p-value* obtido deve ser menor que o nível de significância para rejeitar a hipótese nula. Se assim for, inferimos que estamos perante uma série estacionária (Yaffee & McGee, 2000).

O teste **Ljung-Box** verifica se os resíduos dos modelos autoregressivos ainda contêm alguma informação relevante que pudesse ser aproveitada para os modelos, ou se os modelos já estão bem ajustados. Este teste é desenhado com base no gráfico de autocorrelação, com a ajuda das funções ACF e PACF (equação 1 e 2), e verifica a independência da variável com base em defasamentos de tempo (Dorathi Jayaseeli et al., 2020)

O **Akaike Information Criterion (AIC)** é usado e atua como uma medida de desempenho de um estimador para os modelos estatísticos com dados relativos a séries temporais. Por exemplo, nos modelos ARIMA (que serão abordados em seguida), os modelos com diferentes valores dos parâmetros são comparados usando o AIC para determinar a qualidade do modelo, tendo por objetivo ajudar a definir quais os parâmetros para o modelo com melhor desempenho. Quando usamos um modelo estatístico para a apresentação de dados, existe sempre perda de informação, condicionando uma representação não exata. Então, o AIC poderá, também, estimar a quantidade

informações perdidas pelo modelo e quanto mais informações perdidas, menor será a qualidade desse modelo e vice-versa (Dorathi Jayaseeli et al., 2020).

O **Bayesian Information Criterion (BIC)** também é um critério de seleção de modelos entre AR, MA e ARIMA, sendo que o modelo que possuir menor BIC é sempre preferido sobre outro. É muito semelhante ao AIC e é baseado em parte na função de verosimilhança. Na estimação dos modelos de ajuste, a probabilidade pode ser aumentada pela adição de parâmetros, contudo é necessário especial foco para que o resultado não seja condicionado pelo sobre-ajuste. Tanto o AIC, como o BIC são critérios que procuram resolver o problema de selecionar os parâmetros com melhor desempenho para um modelo (Dorathi Jayaseeli et al., 2020).

➤ Métricas de erro e medidas de desempenho

A avaliação de um algoritmo preditor é normalmente realizada por meio da análise do desempenho do preditor na classificação de novos exemplos; ou seja, exemplos não utilizados no conjunto de treino. No caso dos problemas de regressão, o erro da hipótese $\hat{f}$ pode ser calculado através da distância entre o valor y_t conhecido e o valor previsto pelo modelo, ou seja, $\hat{f}(x_t)$. As medidas de erro mais comuns e usadas nos problemas de regressão são o MAE – Mean Absolut Error, MSLE - Mean Squared Logarithmic Error, MSE- Mean Squared Error e o RMSE - Root Mean Squared Error (Gama et al., 2017):

- O erro absoluto médio (**MAE**) é dado pela Eq.3:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{f}(x_t)| \quad (3)$$

O erro pode ser, também, designado como desvio médio absoluto (MAD). É responsável por mostrar a magnitude do erro geral que ocorre durante a previsão. Por isso, os efeitos dos erros negativos e positivos não se anulam. Para uma boa previsão, o MAE obtido deve ser tão menor quanto possível. A sua utilização depende, também, da escala de medição se for executada transformação de dados na fase de processamento e preparação de dados. Neste método, também, os erros extremos de previsão não são afetados (Gama et al., 2017).

- O erro quadrático médio (**MSE**) é dado pela Eq. 4:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{f}(x_t))^2 \quad (4)$$

Neste método o erro de sinal oposto não se anula. Ainda assim, é sensível a erros extremos que possam ocorrer durante a previsão e, também, à mudança de transformações de dados e à escala de medição. É uma medida de erro que poderá ser útil na comparação de variâncias (Gama et al., 2017).

- A raiz do erro quadrático médio (**RMSE**) é dado pela Eq. 5:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{f}(x_t))^2} \quad (5)$$

Ou seja, como próprio nome indica, pela raiz quadrada do valor obtido do MSE. O RMSE permite-nos interpretar e comparar mais facilmente os resultados para efeitos estatísticos, uma vez que o RMSE vem nas mesmas unidades de medida que a série temporal (Dorathi Jayaseeli et al., 2020).

- O erro logarítmico quadrático médio (**MSLE**) é dado pela Eq. 6:

$$MSLE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\log(y_t + 1) - \log(\hat{f}(x_t) + 1) \right)^2 \quad (6)$$

Está diretamente relacionado com a variação do MSE. Preocupa-se com a diferença relativa entre o valor verdadeiro e o previsto, ou seja, cuida da diferença percentual entre eles. Isto significa que tratará pequenas diferenças entre pequenos valores verdadeiros e previstos, sendo que da mesma forma tratará grandes diferenças entre grandes valores verdadeiros e previstos. Deverá ser usado quando se acredita que o alvo a estudar, condicionado na entrada, é normalmente distribuído e não se pretende que erros grandes sejam significativamente penalizados relativamente aos pequenos, nos casos em que a faixa do valor alvo é grande (Peltarion, 2020).

➤ **Validação de dados em séries temporais (*Backtesting*)**

Os métodos mais rápidos e poderosos, para a validação e treino de dados, habitualmente usados em *Machine Learning* (ML) como a divisão treino-teste e a validação cruzada (*K-fold cross validation*) não são viáveis na aplicação em conjunto de dados que constituem uma série temporal, porque ignoram os componentes temporais inerentes ao problema. No campo das previsões em séries temporais este tema designa-se por *Backtesting* ou *Hindcasting* (Arnott et al., 2019).

Na avaliação de um modelo para a previsão de séries temporais, é de todo o interesse ter em consideração, para o desempenho do modelo, os dados que não foram usados para treiná-lo. Em *Machine Learning*, este tipo de dados designa-se por invisíveis ou fora da amostra. Uma forma de combater este problema e de tornar os dados invisíveis em visíveis será dividindo os dados que temos disponíveis. Uns são usados para preparar o modelo e outros são retidos para o modelo fazer a previsão nesse período. Em ML este processo até poderá ser usado de forma sistemática pela validação cruzada *K-fold*, em que o processo de divisão aleatória dos dados, em treino e teste, é repetido, em *K* grupos sendo cada divisão uma oportunidade de contribuir para um modelo com excelente desempenho (Brownlee, 2016).

No caso das séries temporais, não se pode realizar uma validação cruzada aleatória, não faz sentido dividir uma amostra de forma aleatória, pois existe relação temporal entre cada observação, não se tratam de observações independentes. Assim, devem-se dividir os dados respeitando a ordem temporal em que os valores foram observados (Arnott et al., 2019).

A avaliação de modelos com base em dados históricos e o contributo da validação dos dados poderá ser realizada por diferentes métodos. Entre eles, estão a divisão treino-teste respeitando a ordem temporal, através de múltiplas divisões treino-teste que respeitam a ordem temporal ou pela validação *Walk-Forward* em que um modelo pode ser atualizado cada vez que novos dados são recebidos (Brownlee, 2016).

Explorando o método de validação *Walk-Forward*, pode dizer-se que, aquando da sua aplicação, cada modelo será treinado cada vez que novos dados forem disponibilizados. Desta forma, o modelo terá a oportunidade de fazer boas previsões em cada momento da série (Brownlee, 2016).

Na implementação deste modelo deverá ser selecionado o número mínimo de observações necessárias para treinar o modelo, isto é, definir a largura da janela temporal necessária e que será usada como deslizante; como também, se a essa mesma janela será deslizante ou expansível. Nesta última fase, terá de se decidir se o modelo será treinado com todas as observações disponíveis ou

apenas com as observações mais recentes, portanto, determina-se se teremos uma janela deslizante ou expandida (Brownlee, 2016).

Este método pode ser traduzido pelo Gráfico 2. É possível verificar que temos seis anos de dados para treinar/testar. No final do primeiro ano ($T=1$) poderíamos construir o modelo M_1 , que foi treinado com os dados do primeiro ano (barra cinzenta). Após o quinto ano, poderíamos usar até cinco anos de dados para treinar o modelo M_5 (Gray, 2018).

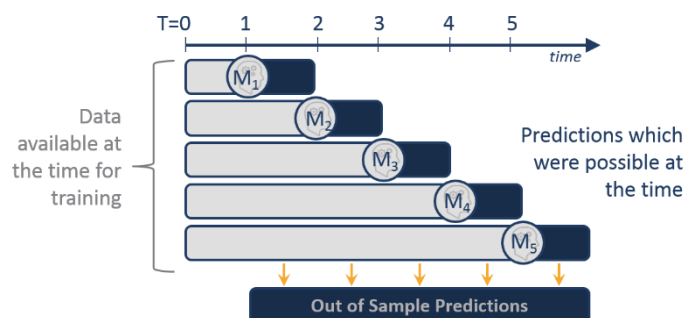


Gráfico 2 - Representação da validação Walk-Forward (Gray, 2018).

A aplicação deste método traz o benefício de fornecer uma estimativa mais robusta e sólida de como o método de modelação e os parâmetros escolhidos serão executados na prática. Computacionalmente, não se trata de um método caro se for usado numa modelação simples ou num conjunto de dados pequeno, contudo, poderá trazer custos elevados se nos depararmos com um problema de grande dimensão. Como tal, a largura e o tipo de janela devem ser tomados e tendo presentes estas limitações.

➤ Modelo ARIMA

Os métodos e modelos preditivos podem, de forma rápida, gerar previsões para séries temporais. Os modelos Autoregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA) são considerados uma boa técnica adequada a séries temporais longas e em que as correlações entre as observações são estáveis (Alsharif et al., 2019). Trata-se de um modelo preditivo com características de previsão notáveis em séries temporais estacionárias, ou séries temporais não estacionárias que se podem tornar “estacionárias”, por diferenciação (Zhao et al., 2018).

Existem dois modelos de séries temporais lineares frequentemente utilizados na literatura, os modelos Autorregressivo (do inglês, Autoregressive, AR) e a Média Móvel (do inglês, Moving Average, MA). Com a combinação destes dois modelos surgem a média móvel autorregressiva (do inglês, Autoregressive Moving Average - ARMA) e a média móvel integrada autorregressiva (ARIMA). O modelo ARIMA e as suas diferentes variações são baseadas no conhecido princípio Box-Jenkins, o que os faz também serem conhecidos por esta mesma designação (Adhikari & Agrawal, 2009).

Os modelos ARIMA possuem três componentes, a autorregressiva de ordem p , componente de diferenciação d e componente de médias móveis de ordem q . A formulação corresponde à Eq. 7 em que B representa o operador de desfasamentos, ∇ o operador de diferenças, X_t a observação no instante t , ε_t representa o ruído branco no instante t ($\varepsilon \sim N(0, (\sigma_\varepsilon^2))$), $\phi_p(B)$ o polinómio autorregressivo de ordem p , e $\theta_q(B)$ o polinómio de média móveis de ordem q .

$$\phi_p(B)\nabla^d X_t = \theta_q(B)\varepsilon_t$$

em que,

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p),$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q),$$

$$B = \frac{X_{t-1}}{X_t},$$

$$\nabla = \frac{X_t - X_{t-1}}{X_t} = 1 - B.$$

Vários estudos comprovam que os modelos ARIMA fornecem resultados com elevada precisão, principalmente, quando comparados com os modelos Média Móvel ou os modelos Autoregressivos (Dorathi Jayaseeli et al., 2020).

Os modelos ARIMA possuem, ainda, extensões relacionadas com a componente sazonal e com variáveis exógenas.

➤ Modelo SARIMAX

O modelo SARIMAX (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average model with exogenous factor*) é uma extensão do modelo SARIMA, designado também por ARIMA sazonal, é melhorado com a capacidade da integração de variáveis exógenas com o intuito de aumentar o desempenho das previsões. Esta versão multivariada do modelo SARIMA, com o fator exógeno, pode ser expresso matematicamente pela Eq. 8 (Vagropoulos et al., 2016).

$$\phi_p(B)\phi_p(B^S)\nabla^d\nabla_S^D y_t = \beta_k x_{k,t}' + \theta_q(B)\theta_Q(B^S)\varepsilon_t \quad (8)$$

onde:

y_t é a variável de previsão;

$\phi_p(B)$ é o polinómio regular AR de ordem p ;

θ_q é o polinómio regular MA de ordem q ;

$\phi_p(B^S)$ é o polinómio sazonal AR de ordem P ;

$\theta_Q(B^S)$ é o polinómio sazonal MA de ordem Q ;

O operador diferencial ∇^d e o operador diferencial sazonal ∇_S^D estão diretamente relacionados com a eliminação da sazonalidade e da sazonalidade não estacionária. B corresponde ao operador de retaguarda que atua na operação y_t deslocando-o um ponto no tempo, ou seja, $B^k(y_t) = y_{t-k}$. O termo ε_t é uma variável aleatória que segue o processo de ruído branco, ou seja, se cada valor da série tiver média zero, variância constante, e não apresentar correlação na série, e S reflete o período sazonal. A variável $x_{k,t}'$ corresponde a um vetor que inclui o k -ésimo valor de entrada no tempo t , sendo β_k o coeficiente do valor de entrada da k -ésima variável de entrada exógena (Vagropoulos et al., 2016).

O desenvolvimento deste modelo foi baseado na metodologia Box-Jenkins que consiste em quatro iterações: Identificação, Estimativa, Verificação e Previsão. Importa reter neste modelo que normalmente são definidos os parâmetros (p,d,q) e (P,D,Q) que correspondem a números inteiros não negativos, que se referem à ordem do polinómio Autorregressivo (AR), integrado (I) e média móvel (MA).

3. ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NUMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS

As operações geridas pela JIT GROUP, no serviço prestado ao cliente usado como caso de estudo, o grupo Inditex, dividem-se em dois ciclos, isto é, como o cliente possui lotes diferentes de carga para partir dos centros de distribuição, duas vezes por semana, a equipa terá de planear como o fazer. Trata-se de definir o aeroporto de saída e acompanhar todo o processo de transporte, duas vezes por semana. Nesta gestão devem ser tidas em conta as reservas de espaço nos aviões cargueiros ou camiões para cada destino, as parcerias e contratos com diferentes companhias aéreas e os volumes de carga a transportar em cada ciclo.

Atualmente, são passados dados previsionais para a JIT GROUP, pelo seu cliente, com um tempo passível de preparação para a gestão, em média de 3 dias. Ao longo destes três dias, o valor de volume de carga previsual inicialmente passado, para cada lote, sofre um ajuste, em que à partida deverá ser ajustado para um valor próximo do volume de carga a gerir. Deste modo, o objetivo do ajuste será de adequar, também, a gestão e a logística no planeamento da saída de carga respetivamente. Neste processo, verifica-se que, frequentemente existem discrepâncias significativas entre o volume efetivo de carga a transportar e os valores previsionais e ajustados passados pelo cliente; e que são o ponto de partida para o início do planeamento da gestão da JIT GROUP. O facto de existir discrepância entre os volumes efetivos, os passados inicialmente e no ajuste, origina diferentes tipos de incidências¹, envio de novas instruções de trabalho, como também, impossibilita uma *performance* na gestão e na logística “*best in class*”, como descreve o *slogan* da marca da organização. Para combater estes problemas, a organização deve trabalhar constantemente na melhoria contínua das operações, de maneira a que as alterações de diferentes variáveis externas não afetem, de forma drástica, os trabalhos realizados. As operações devem ser flexíveis e eficientes para que os impactos quer dessas alterações, quer das alterações nas rotas ou nas capacidades das aeronaves, reservados pelas companhias aéreas, sejam reduzidos.

Para o desenvolvimento da presente dissertação, inicialmente foi realizado o mapeado do fluxo dos processos no departamento da logística operacional. Posto isto, são apresentadas as tarefas a realizar no departamento OCC (*Operation Control Center*), departamento responsável pelo controlo da qualidade das operações logísticas, pelo serviço de acompanhamento ao transporte das cargas e apoio ao cliente. Depois de mapeados e definidos os processos em ambos os departamentos são identificados diferentes processos que constituem atividades e tarefas com necessidade de melhoria, devido à prática de ações que contribuem para o desperdício ou que não acrescentam valor ao processo. São apresentadas e exploradas, então, falhas em ambos os departamentos com o objetivo de apresentar propostas de melhoria. Na parte final do capítulo serão analisados os resultados da apresentação e/ou implementação das propostas de melhoria, em que se verificará quais propostas foram ou possuem forte potencial de implementação. Na parte conclusiva será, também, exposto o resultado de uma avaliação psicométrica, baseada nas opiniões dos operadores, relativamente às propostas de melhoria apresentadas.

A estrutura do capítulo seguirá os parâmetros da metodologia do ciclo PDCA.

¹ Denomina-se por incidência todas as não-conformidades sobre a gestão ou planeamento desenhadas.

3.1. Planear (*Plan*)

O trabalho e as tarefas a desempenhar pela JIT GROUP pode, perfeitamente, ser resumido pelo esquema apresentado no subcapítulo 2.3.3, na Figura 5. Ainda assim, no seio de cada um dos seis processos existe uma complexidade notória, constituídos por um largo número de tarefas, que devem ser expostas e analisadas.

Diariamente, no *Head Office* da empresa JIT GROUP, várias questões são levantadas, relacionadas com o incumprimento de tarefas em tempo útil, pela ineficiência na resposta rápida aos pedidos do cliente, assim como problemas de flexibilidade. Para além disso, existem padrões e repetições na realização de determinadas tarefas em que a possibilidade de serem solucionadas por ferramentas automáticas devem ser revistas. Desta forma, é colocado a questão objetivo:

“Como analisar e melhorar processos na prestação de serviços logísticos?”

Em resposta à pergunta, partimos agora para o mapeamento dos processos, no departamento das operações, através da ferramenta *BPMN*. De seguida, por se tratar de um departamento onde a complexidade do fluxo de operações é mais baixa e como existe um elevado nível de independência entre tarefas, no departamento do *OCC* são descritas as tarefas a realizar semanalmente.

3.1.1. Mapeamento dos processos no departamento das operações

Para o mapeamento dos processos no departamento das operações logísticas, dada a sua complexidade, utilizaremos a ferramenta de modelação *BPMN*, através do *software Bizagi Modeler*. Nesta ferramenta, o sistema de notação para o mapeamento dos processos foi desenvolvido com base em redes *Petri*, o que torna bastante perceptível a interpretação do fluxo dos processos.

Antes de avançar para o mapeamento e respetiva modelação importa definir todas as responsabilidades de cada entidade. A modelação está dividida em três *piscinas*, nas três principais ações e que estão refletidas na Tabela 7.

Ação	Entidade	Responsabilidades
Expedição de Carga	Inditex	- Supervisão e controlo do processo de expedição de carga.
	Cadenas (Marcas da Inditex)	- Responsáveis pelo processo de expedição da carga dos centros de distribuição e faturação.
Planeamento dos Cargueiros	Supervisores	- Análise, Controlo e <i>Reporting</i> do estado do processo de planeamento da expedição de carga.
	Operadores Logísticos	- Gestão de reservas e planeamento da expedição de carga.
Reservas	Companhia Aérea	- Gestão e confirmação de reservas; - Transporte da carga desde o aeroporto de origem para o destino final.
	GHA	- Receção de carga no aeroporto de origem, Construção de ULD e acumulação da mesma na aeronave.

Tabela 7 - Entidades no mapeamento dos processos.

Definidas as principais ações para o planeamento e transporte de carga aérea, identificadas as principais entidades participantes no processo e as suas responsabilidades, importa agora descrever as atividades em cada entidade, que correspondem a um processo. Na Tabela 8 estão refletidas todas as atividades distribuídas por cada entidade interveniente no processo.

Entidade	Atividade
Inditex	– Receção da informação relativamente ao estado dos cargueiros; – Balanceamento dos cargueiros; – Confirmação do planeamento realizado pelo transitário; – Passagem de novas instruções para otimização dos cargueiros.
Cadenas (Marcas da Inditex)	– Lançamento de previsões de volume de carga a transportar – Receção de MAWB e instruções de paletizados; – Envio de informação de volumes ajustados; – Envio de dados finais e faturação da carga em função de cada MAWB recebido; – Construção de ULD ou paletes (processo de paletização) – Expedição de carga para o GHA, para o aeroporto de origem.
Supervisores JIT GROUP	– Análise e gestão de operações logísticas; – Passagem de informação e <i>reporting</i> à Inditex.
Operadores Logísticos JIT GROUP	– Recolha de dados dos volumes de carga previsionais; – Emissão de MAWB e passagem de instruções de paletizados às cadenas; – Registo de MAWB com a descrição de cadenas, quantidade de peças, peso e volume num ficheiro Booking associar cada MAWB e respetivo paletizado na aplicação da organização com comunicação ao sistema das Cadenas; – Envio do ficheiro Booking provisional, Booking Ajustado e Booking final para a companhia aérea; – Análise de não conformidades em instruções passadas e implementação de soluções; – Construção de LoadPlan com indicação da carga que o GHA irá receber no seu armazém dos CD (Centros de distribuição) e passagem de respetivas instruções de construção de ULD para a carga a receber em paletes.
Companhia Aérea	– Receção de Bookings; – Confirmação de espaços reservados; – Informar dos horários, rotas e <i>breakdowns</i> dos cargueiros – Transporte da carga desde o aeroporto de origem para o destino final.
GHA	– Receção de carga no aeroporto de origem; – Construção de ULD; – Informar de não conformidades; – Transporte e acumulação de carga na aeronave.

Tabela 8 - Tarefas mapeadas.

Uma vez que foram definidas todas as tarefas a desempenhar por cada entidade nas ações de Expedição de carga, Planeamento dos cargueiros e nas Reservas, estão reunidas as condições para a modelação e mapeamento dos processos que pode ser encontrado no APÊNDICE A.

3.1.2. Identificação de problemas nas operações logísticas

Ao longo da avaliação de todo o processo, foram constatados alguns processos e procedimentos que, numa era de constante evolução tecnológica, exigem métodos mais modernizados sendo métodos automatizados há risco de se perder flexibilidade e qualidade na resposta aos pedidos do cliente ou de se afetar o desenvolvimento de tarefas, em tempo útil do horário de trabalho dos operadores. Os problemas foram escrutinados e estudados ao máximo detalhe de forma a perceber a solução mais enquadrada. Faremos então, uma aproximação, através da Figura 17, ao início do processo do planeamento dos cargueiros.

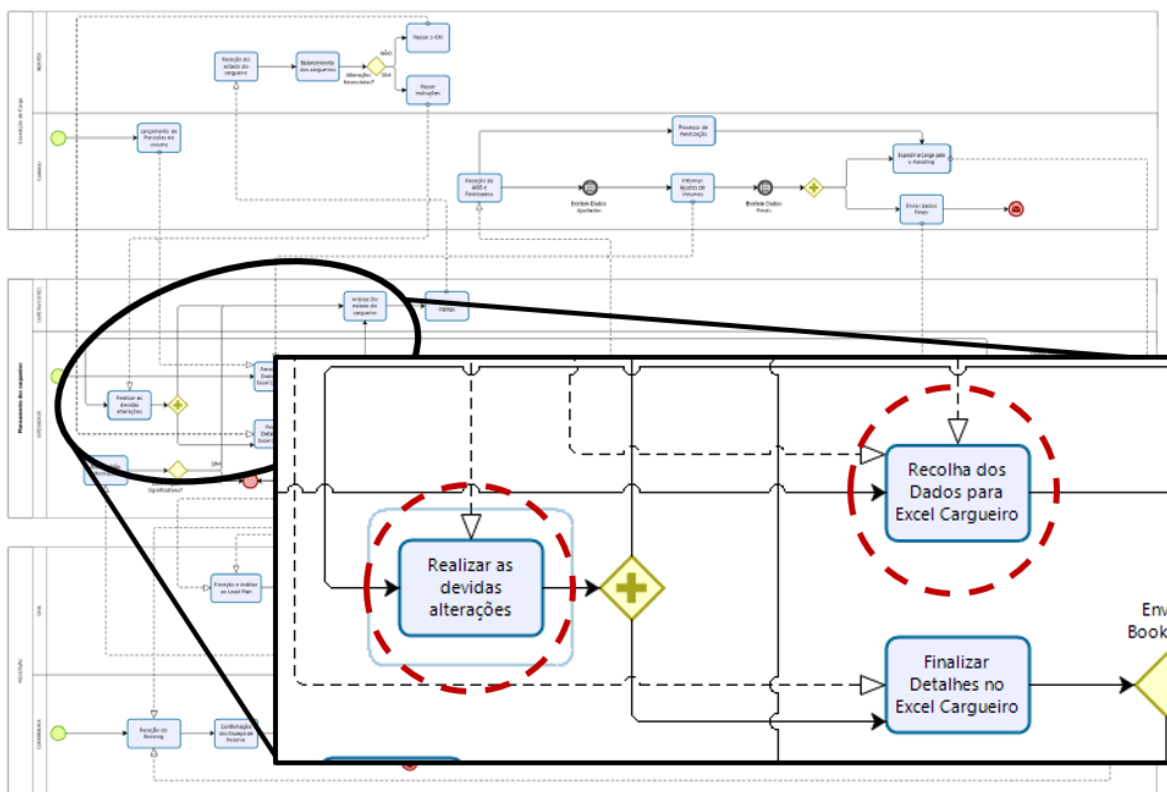


Figura 17 - Aproximação do mapa do fluxo de processos.

Na aproximação realizada ao mapeamento estão demarcados dois processos realizados pelos operadores logísticos em que depois de analisados em detalhe constituem diferentes fragilidades e tempos de espera. Na Tabela 9 estão detalhados os problemas identificados nos processos descritos:

	Processo	Descrição e problemas associados
Operadores Logísticos JIT GROUP	Recolha de dados para o Excel, ficheiro Booking	– Tempos de espera detetados na receção de dados previsionais fornecidos pelas cadenas e variações notórias em vários casos entre os volumes previsionais passados, comparado com os volumes reais, influenciando o retrabalho na criação ou adaptação de instruções de trabalho;
	Realizar as devidas alterações	– Elevado número e padrões de incidências pela mesma companhia aérea; – Inexistência de dados estatísticos base para o confronto de decisões discutidas com o cliente e apresentação de novas opções.

Tabela 9 - Problemas identificados no departamento operacional.

3.1.3. Identificação das causas dos problemas nas operações logísticas

Para perceber os principais motivos que originam os problemas identificados, em conjunto com um grupo de operadores, foi construído o diagrama de *Ishikawa* representado pelos esquemas que se seguem. Para a construção do diagrama foi, previamente, realizado um *brainstorming*, entre os operadores, com o objetivo de discutir detalhadamente as causas e determinar aquelas que constituem maior possibilidade de produzir os problemas identificados. Cada diagrama reflete uma atividade, com um problema associado e onde estão descritas as principais causas para esse mesmo problema.

Começamos pela análise às causas dos problemas identificados no processo de “Recolha de dados para o Excel, ficheiro Booking”, na Figura 18, e que está diretamente relacionado com a **recolha de dados previsionais**. As diferentes causas identificadas originam, essencialmente, tempos de espera

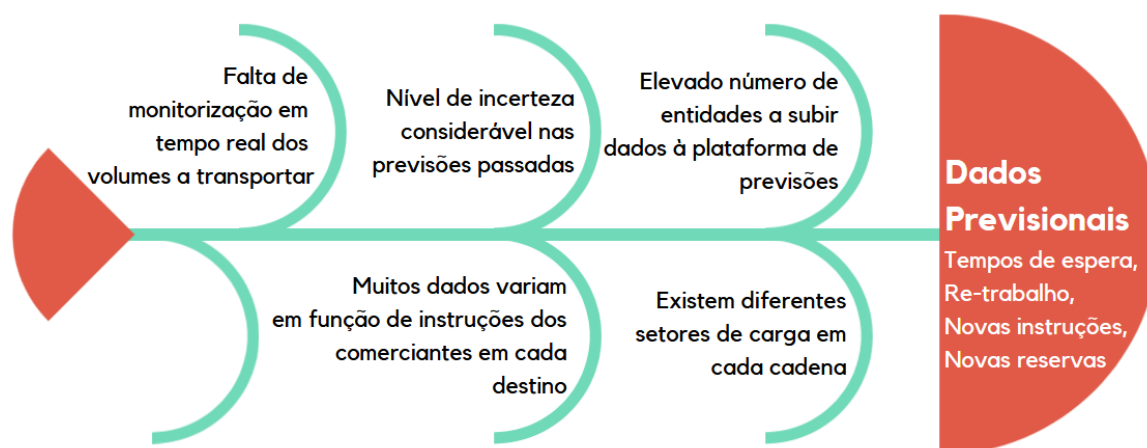


Figura 18 - Diagrama causa-efeito associado aos Dados Previsionais.

e, muitas vezes, obrigam a passagem de novas instruções de paletização e busca de novas reservas, quer por um aumento ou diminuição significativos de volume.

De seguida, são identificadas as principais causas de um problema, inserido no processo “Realizar as devidas alterações”, relacionado com a tomada de decisões na **seleção de reservas** que pode originar custos extra para o cliente devido à presença de incidências e não-conformidades. O facto de se seleccionar constantemente uma companhia aérea, para transportar um determinado volume de carga para um certo destino e em que, apesar de apresentar uma tarifa de transporte baixa, são notadas chegadas tardias em 90% dos voos, poderá trazer mais custos do que benefícios para o cliente. No esquema da Figura 19 estão espelhadas as principais causas da existência de incidências tendo como foco as ações internas da organização.

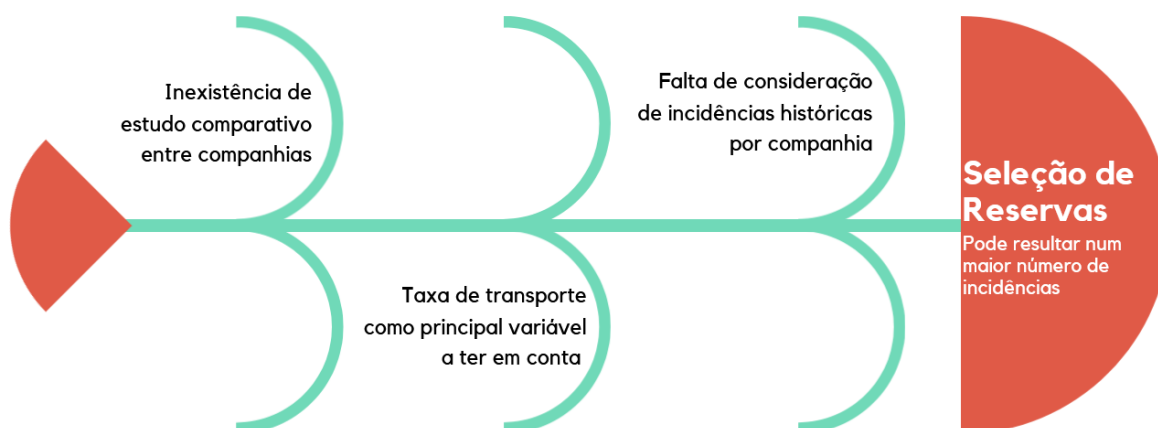


Figura 19 - Diagrama causa-efeito associado à Seleção de Reservas.

3.1.4. Apresentação de soluções dos problemas identificados nas operações logísticas

Depois de identificados diferentes problemas no departamento operacional procede-se à apresentação e sugestão de medidas de melhoria. Na Tabela 10 é possível verificar a correspondência entre as atividades em que foram identificados os problemas e as respetivas soluções propostas.

Entende-se que com o desenvolvimento e aplicação das medidas propostas se possam combater os problemas previamente identificados e, ainda, eliminar a maioria das causas apresentadas em cada diagrama.

Atividade		Propostas de melhoria
Operadores Logísticos JIT GROUP	Dados Previsionais	– Desenvolvimento, comparação e aplicação de modelos preditivos;
	Seleção de Reservas	– Construção de reportes estatísticos bimestrais com o histórico de incidência por companhia aérea, por origem e destino. – Elaboração de estudos estatísticos comparativos entre companhias aéreas ou épocas temporais.

Tabela 10 - Propostas de melhoria no departamento operacional.

3.1.5. Identificação de atividades no departamento do OCC

O departamento do OCC é responsável por garantir a qualidade do *output* resultante do planeamento de tarefas pelo departamento operacional, pelo seguimento do transporte da carga desde o aeroporto de origem até ao aeroporto do destino final, é responsável por funções de apoio ao cliente e, ainda deve atender aos diversos pedidos, como o envio de quadro de registos, requeridos pelo seu cliente.

Quando se pretende identificar as tarefas do departamento ficam pouco claras as atividades que cada operador é responsável, existe um padrão experimental, mas não definido. Para além disso, não são perceptíveis os graus de exigência e o peso, no sentido da taxa de ocupação, que cada tarefa representa. Deste modo é identificado desde logo o primeiro problema no departamento.

Depois de aplicada a ferramenta 5S para a organização do departamento, todas as atividades e tarefas ficam definidas e descritas, simultaneamente com a aplicação da ferramenta *StandardWork*, com um padrão definido quanto ao modo de serem executadas. A implementação desta ferramenta está descrita e explorada mais à frente no subcapítulo 3.2.3. Organização do departamento OCC.

Neste departamento, não é seguido o mesmo princípio em que procuramos mapear todas as atividades e os processos que foram definidos. Neste departamento não existe um fluxo necessariamente interligado de atividades e tarefas. As diferentes atividades apresentadas na Tabela 11, apesar de se incluírem num grupo definido e de se poderem relacionar, são independentes. Esta tabela, pretende descrever se as principais atividades associadas a cada grupo de ação.

Ação	Descrição das principais atividades
Apoio ao cliente	– Apoio e resposta aos pedidos dos clientes; – Registo e acompanhamento de incidências; – Gestão de carga perdida; carga danificada e reclamações; – Garantia da qualidade das ações do departamento operacional; – Elaboração de reclamações; – Categorização de assuntos na caixa geral de <i>email</i>; – Faturação dos envios transitados.
Suporte às Operações e Seguimento de Carga	– Verificação dos voos Pré-alertados em função das reservas realizadas; – Gestão e coordenação dos seguimentos da carga desde a saída do aeroporto de origem, à chegada ao aeroporto de destino; – Transmissão de <i>E-freights</i>; – Preparação de ferramentas de apoio ao seguimento de carga para os turnos intermédio e da noite;
Reportes	– Construção e manutenção do quadro dos envios com saída do centro de distribuição de Lelystad (AMS), com chegada fora do <i>deadline</i> estipulado; – Construção e envio do quadro de incidências com os envios afetados; – Envio de mapas FLF (tarefa realizada 1x por mês);

Tabela 11 - Descrição das principais atividades no departamento do OCC.

Depois de identificadas as principais atividades em cada grupo de ação, a equipa avança para a análise escrutinada de cada atividade e procura-se perceber quais os problemas que se identificam e se apresentam com oportunidades de melhoria. Na Tabela 12 estão detalhadas e identificadas duas das principais atividades com problemas de rentabilidade e eficiência associados.

Tarefa	Descrição / Problemas Associados
Gestão de carga perdida ou danificada e reclamações	- Não existe uma forma definida para gerir as incidências reportas como carga perdida, excesso de carga, ou carga danificada. Muitas vezes, não é recebido <i>feedback</i> por diferentes partes interessadas e, devido a ausência de resposta o assunto acaba por evaporar. Mais tarde, se o mesmo assunto sofrer condensação, deixa de existir forma de solucionar o problema, por ultrapassagem de tempos definidos.
Gestão e coordenação dos seguimentos da carga desde a saída do aeroporto de origem, à chegada ao aeroporto de destino	- O seguimento das cargas a transportar deve ser realizado através de uma aplicação interna desenvolvida pela JIT GROUP. Deve ser verificado o estado de carga através do <i>webtracking</i> de cada companhia aérea e registar na aplicação em conformidade. São notadas, diferentes formas de abordagem em ocasiões semelhantes, comprometendo a heterogeneidade do serviço prestado.

Tabela 12 - Problemas identificados no departamento do OCC.

3.1.6. Identificação das causas dos problemas no departamento OCC

Para a análise das causas dos problemas identificados, foi seguido exatamente o mesmo princípio utilizado no departamento operacional. Inicialmente, através de um *brainstorming*, com a equipa do departamento, procurou-se discutir e identificar as diferentes causas para cada problema. Definidas as que possuíam maior impacto, a equipa avançou para a construção dos diagramas de *Ishikawa*. Assim sendo, cada diagrama reflete uma tarefa associada com um problema, com oportunidades de melhoria, onde estão inseridas as respetivas causas

Começando por abordar a atividade de “Gestão de carga perdida ou danificada e reclamações” e a que se dá o título de “Incidências e Reclamações” percebe-se que as principais falhas contribuem,

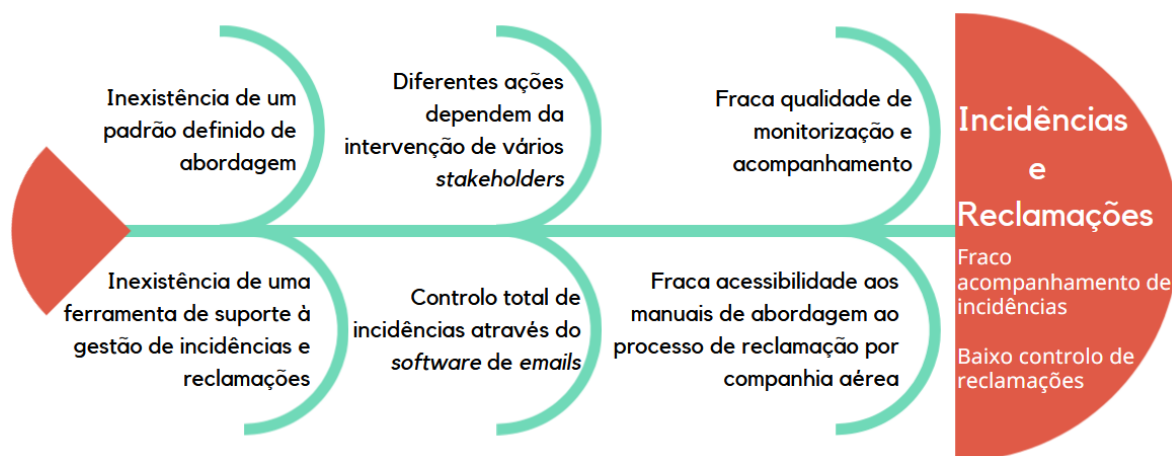


Figura 20 - Diagrama causa-efeito associado à gestão de incidências e reclamações.

diretamente, para o fraco acompanhamento de incidências e o baixo controlo de reclamações às companhias aéreas. As causas relacionadas com este problema foram identificadas e são apresentadas na Figura 20.

Posto isto, procura-se identificar as principais causas relacionadas às funções de gestão de seguimentos de carga e alertas ao destino. Apesar de ser uma das principais atividades do departamento do OCC, muitos trabalhadores podem ocupar a responsabilidade de seguimento de carga. Por norma, fora do horário nobre de trabalho da organização, o turno intermédio e da noite deve realizar tarefas de seguimento de carga e, como tal, os responsáveis pelo turno devem estar preparados e operacionais para as responsabilidades a cumprir.

Acontece que é notada falta de confiança pela maioria dos operadores, não pertencentes ao departamento do OCC, na execução da atividade. Desta forma, podem resultar inconformidades e o baixo nível de heterogeneidade na prestação de serviço. As principais causas detetadas estão identificadas pelo diagrama da Figura 21.



Figura 21 - Diagrama causa-efeito associado ao seguimento de carga e alertas.

3.1.7. Apresentação de soluções aos problemas identificados no departamento OCC

Identificados os problemas e as causas com maior nível de afetação, partimos agora para a apresentação das respetivas propostas de melhorias. Na Tabela 13 é possível verificar a correspondência entre as atividades, em que foram identificados os problemas, e as respetivas soluções propostas.

Atividades	Propostas de melhoria
Gestão de carga perdida ou danificada e reclamações	– Desenvolvimento de <i>Kanban</i> para melhorar o fluxo de receção e acompanhamento de incidências; – Construção e desenvolvimento de uma <i>dashboard</i> interativa para uma gestão eficiente de qualquer tipo de incidência e reclamações em simultâneo.
Gestão e coordenação dos seguimentos da carga desde a saída do aeroporto de origem, à chegada ao aeroporto de destino	– Identificação, definição e padronização dos modos de abordagem a cada possível estado; – Gerar ficheiros audiovisuais com conteúdo de gravação de ecrã, com duração máxima de um minuto, explicando e clarificando o modo de como proceder na aplicação para cada estado de envio (a carga partiu, ficou retida, está com atraso...).

Tabela 13 - Propostas de melhoria no departamento OCC.

Tal como na abordagem ao departamento operacional, com o desenvolvimento e aplicação das medidas propostas procurar-se-á combater os problemas previamente identificados e, ainda, eliminar a maioria das causas apresentadas em cada diagrama.

3.2. Executar (Do)

Depois de detalhado o plano para a melhoria dos processos identificados no ponto anterior, neste capítulo coloca-se em prática todo o plano de ação. Será fundamental explorar todas as oportunidades e propostas de melhoria com o objetivo de obter os resultados capazes de combater os principais problemas e, se possível, eliminar as causas dos problemas identificados. Para além disso, é importante definir as responsabilidades de cada interveniente no processo.

Ao longo deste capítulo serão exploradas individualmente as diferentes oportunidades de melhoria para cada problema identificado.

3.2.1. Previsão do volume de carga a gerir

Para contornar e melhorar a eficiência do trabalho da JIT GROUP, sugere-se procurar e comparar diferentes modelos preditivos e identificando aquele que obtém melhor previsão, de maneira a que os valores previsionais iniciais, os dados que são o ponto de partida para o início do planeamento, sejam o mais aproximado do volume efetivo de carga a gerir. Apresentam-se a viabilidade do estudo e uma aplicação, a título de exemplo, através da aplicação de técnicas de extração de conhecimento

de dados e de aprendizagem automática. Para isso, será usado o *software Anaconda* que nos permite analisar dados através da linguagem de programação *Python* e ainda será usado o *software Excel* para a recolha de dados históricos.

O cliente da JIT GROUP conta com onze marcas para exportação de carga, sendo que praticamente todas possuem o seu próprio armazém de distribuição e o seu próprio fluxo de exportação. Para além disso, vários destinos são geridos pela organização. Com isto, é importante notar que para tornar a exploração da melhoria mais objetiva será selecionado o destino México (MEX) e apenas uma marca a título de caso de estudo. Selecionamos este destino por ser um dos com maior variação no comportamento ao longo da série temporal.

Inicialmente foram recolhidos e analisados um conjunto de dados históricos procurando tendências, sazonalidades e outros fatores de interesse de maneira a estudar a aplicabilidade de um modelo preditivo.

➤ Visualização e análise de dados

Depois de importada a base de dados recolhida relativamente à marca “IDX”, foram usadas diferentes funções disponíveis na biblioteca *pandas* para diferentes análises aos dados. No Gráfico 3 é possível verificar o comportamento de uma série que corresponde ao volume de carga, da marca “IDX”, transportada para o destino MEX, durante o primeiro ciclo de saída, entre os anos 2017-2019. No comportamento da série, pela análise ao gráfico, não é clara uma tendência, mas é possível verificar uma certa sazonalidade, pelo menos de ano em ano.

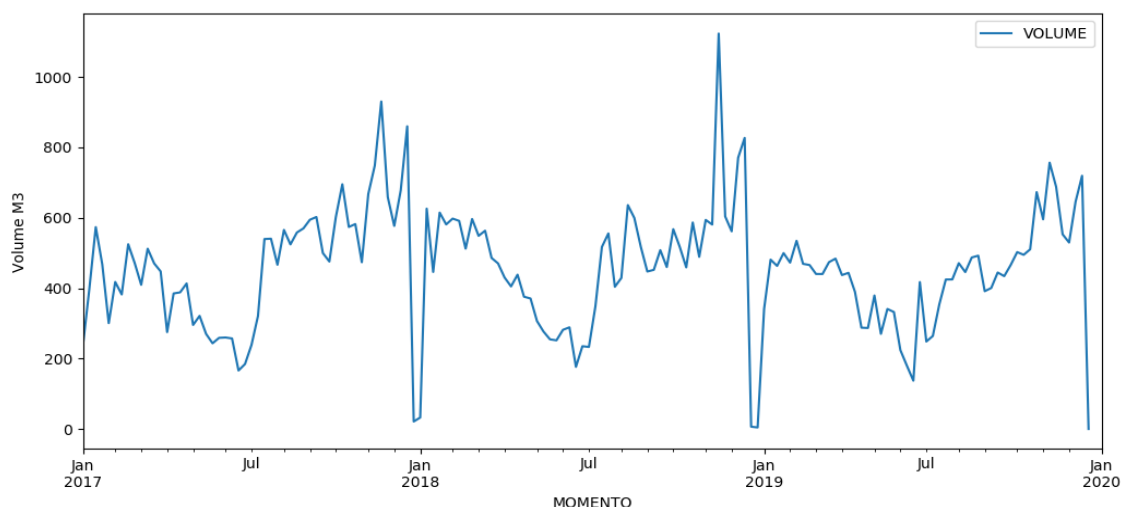


Gráfico 3 - Comportamento da série no intervalo dos anos [2017;2020[.

Em jeito de confirmação, considere-se o Gráfico 4 representado por pontos ao longo do tempo e com a linha da tendência demarcada. É possível, perceber agora que existe uma tendência positiva, mas não muito acentuada. Ainda assim, neste gráfico é possível perceber que efetivamente a série apresenta uma sazonalidade aparentemente anual. Para além disso, é possível verificar pelo gráfico por pontos que, existem momentos da série temporal em que o volume se afasta significativamente do conjunto, principalmente nas fases finais e iniciais de cada ano.

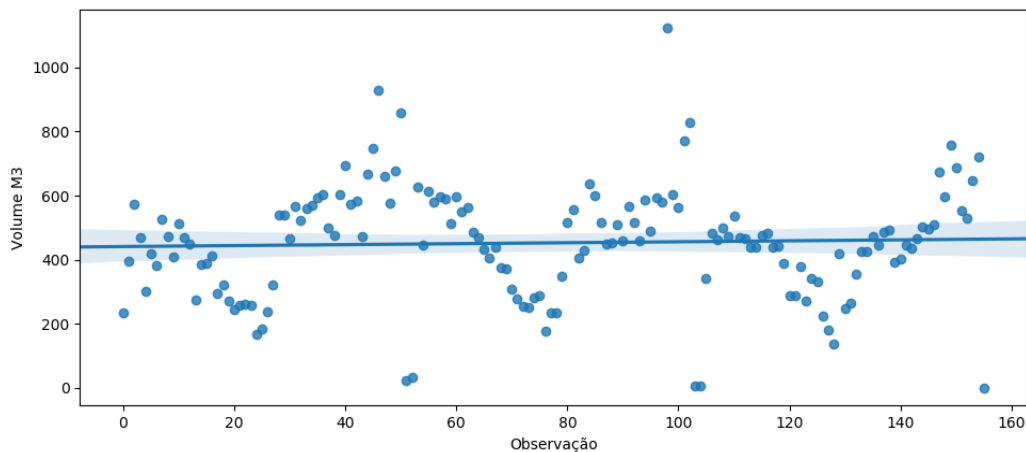


Gráfico 4 - Representação gráfica da série por pontos.

Na Figura 22 é possível verificar também um resumo descritivo relativamente ao volume de carga ao longo da série temporal. Destacamos o número de observações, que representa o número de semanas analisadas, de 156, a média do volume de carga que ronda o 452m³ e, por fim, o desvio-padrão de aproximadamente 173.57m³, um valor tomado como muito elevado. É possível também verificar que na semana com maior volume transportado, foram exportados 1123m³ de carga para o MEX, da marca “IDX”.

```
In [19]: finalDataset.describe()
Out[19]:
```

	VOLUME
count	156.000000
mean	452.359038
std	173.568031
min	0.000000
25%	346.592500
50%	466.210000
75%	561.965000
max	1123.530000

Figura 22 – Descrição dos dados.

De seguida, procura perceber se a série a ser explorada corresponde a uma série estacionária ou não estacionária, se possuem médias e variâncias constantes ao longo da série. Para isso, criou-se uma função em que através de um teste de hipóteses, designado *Augmented Dickey Fuller* (teste ADF), nos devolve como resultado se estamos perante uma série estacionária ou não. A função implementada em *Python* considera as hipóteses H_0 : “Não Estacionário” e H_1 : “Estacionário”, através da comparação entre o *p-value* do Teste ADF e o nível de significância 0.05, como podemos visualizar na Figura 23. Neste caso, como *pvalue* < 0.05, rejeita-se a hipótese nula para este nível de significância, havendo evidências para considerar a série estacionária.

```
In [24]: adfuller_test(finalDataset['VOLUME'])
ADF Test Statistic : -3.9254929091308943
p-value : 0.0018550412030562964
#Lags Used : 4
Number of Observations Used : 151
strong evidence against the null hypothesis(Ho), reject the null hypothesis.
Data has no unit root and is stationary
```

Figura 23 - Verificação da Estacionariedade da série.

Outro ponto considerado importante sob o ponto de vista de análise será estudado através da construção do Gráfico 5, tradicionalmente chamado de *Lag Plot* que nos permite relacionar o valor, neste caso o volume no instante t , com o volume no instante $t + 1$. Com este gráfico verificamos que apesar da existência de alguns *outliers*, existe uma forma linear, o que sugere a escolha por um modelo de previsão autorregressivo. Em diferentes partes do gráfico também é possível visualizar um agrupamento de dados, o que remete para a existência de autocorrelação; recordando que correlação é uma medida da dependência linear entre duas variáveis, no entanto, se for relativamente a si própria denomina-se por autocorrelação (Equação 1).

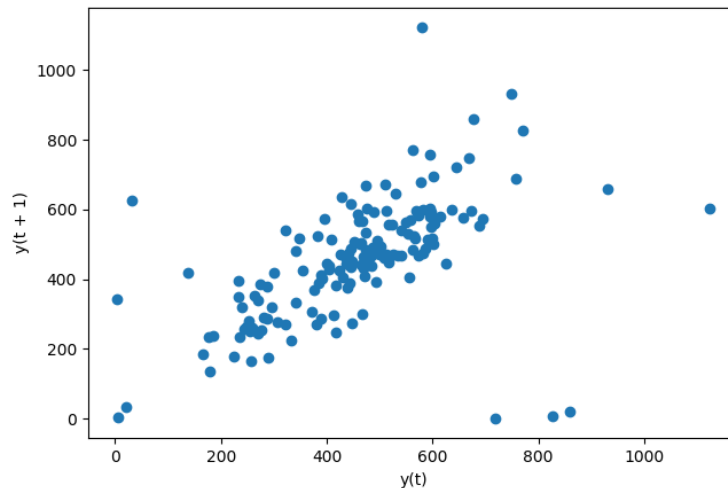


Gráfico 5 - Lag plot.

➤ Seleção do modelo preditivo

Principalmente pelo facto da existência de sazonalidade, pelo estudo de uma série estacionária e pela verificação da forte possibilidade de existência de autocorrelação, selecionou-se o modelo SARIMA, tendo por base os princípios da aprendizagem automática. Desta forma, para testar o modelo parte-se a série temporal num conjunto de dados de treino (2/3) e um conjunto de dados de teste (1/3), em contexto supervisionado, com o intuito de treinar o modelo e tentar prever os valores futuros com máximo nível de precisão.

➤ Aplicação do modelo

Construiu-se o Gráfico 6 para analisar a correlação entre os dados ao longo do tempo. Quanto mais próximo de zero o valor de autocorrelação, menor será a correlação entre a variável Volume e a mesma variável Volume desfasada no tempo, o que significa que o volume numa semana seria independente do volume algumas semanas atrás. Sendo “Lag” o número de períodos (neste caso semanas) de desfasamento, é possível verificar pelo gráfico que há uma correlação significativa no *lag* 1 que decresce depois de alguns *lags*, contudo, em mais seis *lags* é possível verificar correlação acima do nível de significância (definido pela zona sombreada a azul) indicando um termo autorregressivo de ordem superior nos dados. Note-se ainda a elevada autocorrelação para os *lags* 52 e 53 que indiciam a existência de sazonalidade anual.

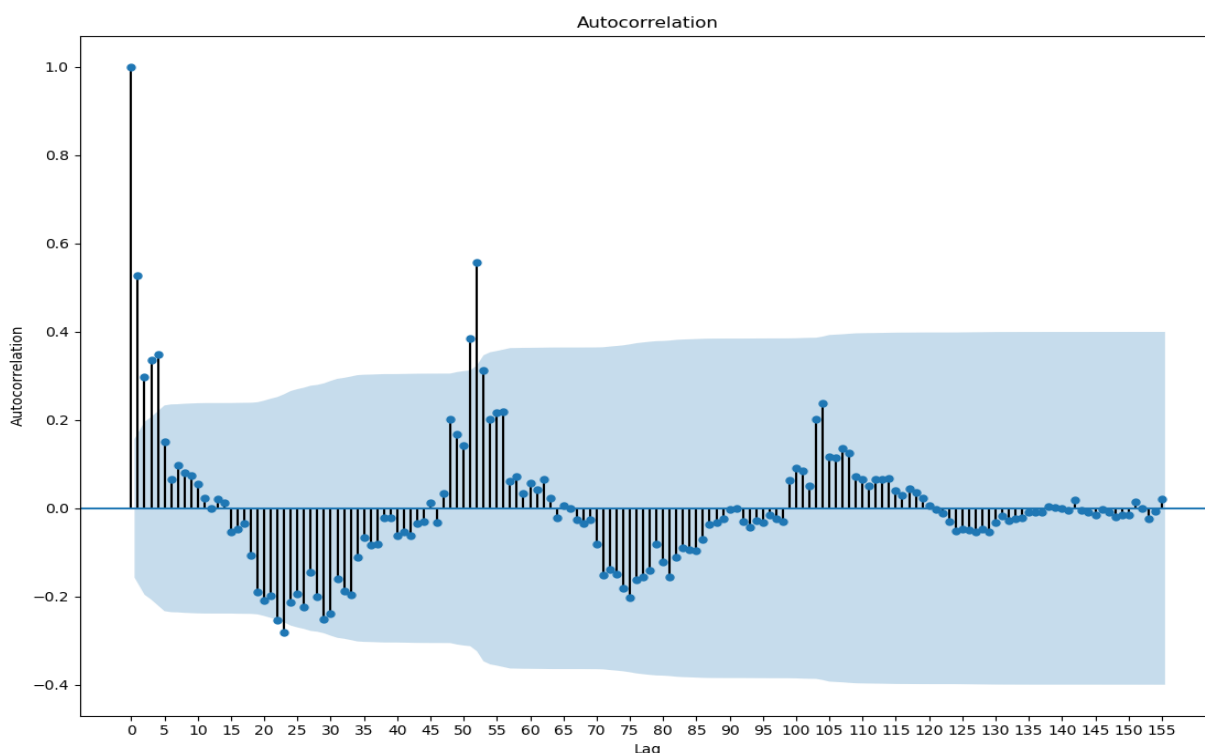


Gráfico 6 - Função de Autocorrelação para o Volume.

Depois de identificado o termo autorregressivo é usada a função de autocorrelação parcial, refletida pelo Gráfico 7, permitindo determinar a ordem do termo autorregressivo. Neste caso, se

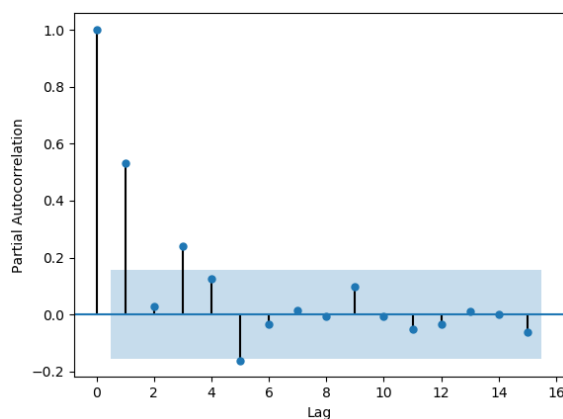


Gráfico 7 - Função de Autocorrelação Parcial para o Volume.

estivesse a ser usado o modelo ARIMA, seria usado como fator AR o valor de 1 uma vez que existe uma elevada queda no valor da autocorrelação a partir da *lag* 1.

Ainda que tenhamos definido o fator AR, estamos a explorar o modelo SARIMA que envolve vários e diferentes parâmetros $((p,d,q)$ e (P,D,Q)). Mais uma vez, através de uma função da biblioteca do *Python* procuramos percorrer todas as combinações possíveis entre os parâmetros a estabelecer no modelo, de maneira a encontrar a melhor combinação de parâmetros, para obtenção das previsões com melhor resultado. Para isso, importamos a função *autoarima* que executará essas mesmas combinações e nos apresentará a melhor combinação de parâmetros através do melhor AIC, definido como sendo o critério de desempenho em cada combinação. O resumo da aplicação da função pode ser observado na Figura 24, traduzindo a melhor combinação de parâmetros como sendo SARIMA(p,d,q) (P,D,Q) = (1,0,0) (2,0,0)₅₂.

```
Fit ARIMA(0,0,4)x(1,0,0,52) [intercept=True]; AIC=1931.643, BIC=1952.992, Time=8.908 seconds
Fit ARIMA(0,0,5)x(0,0,0,52) [intercept=True]; AIC=1993.490, BIC=2014.839, Time=0.250 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(0,0,0,52) [intercept=True]; AIC=2002.575, BIC=2011.725, Time=0.016 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(0,0,1,52) [intercept=True]; AIC=1953.058, BIC=1965.258, Time=5.235 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(0,0,2,52) [intercept=True]; AIC=1933.449, BIC=1948.698, Time=34.997 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(1,0,0,52) [intercept=True]; AIC=1930.081, BIC=1942.280, Time=4.967 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(1,0,1,52) [intercept=True]; AIC=1925.396, BIC=1940.645, Time=7.063 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(1,0,2,52) [intercept=True]; AIC=1924.948, BIC=1943.247, Time=38.897 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(2,0,0,52) [intercept=True]; AIC=1922.676, BIC=1937.925, Time=36.133 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(2,0,1,52) [intercept=True]; AIC=1934.077, BIC=1952.376, Time=41.960 seconds
Fit ARIMA(1,0,0)x(2,0,2,52) [intercept=True]; AIC=1935.300, BIC=1956.649, Time=53.901 seconds
Fit ARIMA(1,0,1)x(0,0,0,52) [intercept=True]; AIC=2004.640, BIC=2016.840, Time=0.062 seconds
Fit ARIMA(1,0,1)x(0,0,1,52) [intercept=True]; AIC=1950.341, BIC=1965.591, Time=6.974 seconds
Fit ARIMA(1,0,1)x(0,0,2,52) [intercept=True]; AIC=1932.660, BIC=1950.960, Time=46.647 seconds
Fit ARIMA(1,0,1)x(1,0,0,52) [intercept=True]; AIC=1937.198, BIC=1952.447, Time=12.001 seconds
Fit ARIMA(1,0,1)x(1,0,1,52) [intercept=True]; AIC=1932.046, BIC=1950.345, Time=33.701 seconds
Fit ARIMA(1,0,1)x(1,0,2,52) [intercept=True]; AIC=1930.552, BIC=1951.901, Time=68.924 seconds
Fit ARIMA(1,0,1)x(2,0,0,52) [intercept=True]; AIC=1942.311, BIC=1960.610, Time=52.987 seconds
Fit ARIMA(5,0,0)x(0,0,0,52) [intercept=True]; AIC=1993.926, BIC=2015.275, Time=0.130 seconds
Total fit time: 1948.380 seconds
1922.6761031549036
```

Figura 24 - Seleção dos melhores parâmetros (p,q,d) (P,Q,D).

Posto isto, partimos, então, a base de dados em treino e teste onde serão realizadas validações e que o modelo usará para conhecer e ganhar a experiência dos dados em função do tempo. Frequentemente, é usado nos dados de treino 70% da base de dados e, 30% como de teste. Neste caso, como é possível verificar pela Figura 25, utilizam-se os dados entre 2017-2018 como os dados de treino e os dados 2019 como dados de teste. Pretende-se então treinar o modelo com estes conjuntos sendo que o conjunto teste será usado como fator de supervisão para uma posterior análise do desempenho do modelo. Desta forma, tentaremos prever os valores do ano de 2019, valores já conhecidos.

```
In [2]: Train = finalDataset.loc[finalDataset.index<'2019']
...: Train_values=Train.values
...:
...: Test=finalDataset.loc[finalDataset.index>'2019']
...: Test_values=Test.values
```

Figura 25 - Definição dos conjuntos treino e teste.

No Gráfico 5 - *Lag plot*, foi visível que poderá existir uma certa dependência dos volumes ao longo do tempo. Desta forma, assumindo que existe uma dependência em momentos anteriores, é necessária uma previsão contínua. Uma forma de realizar a previsão continuamente será de reconstruir o modelo cada vez que é previsto o volume para uma nova observação. Com este intuito, é adicionada como complemento, uma ferramenta de validação dos dados e otimização do modelo, a validação *Walk-Forward*, um passo à frente. Desta forma, serão tidos em conta os valores previstos em cada momento anterior.

Depois da aplicação do modelo (disponível o *script* na totalidade no APÊNDICE B) é projetado o Gráfico 8, com os valores previstos para o conjunto usado como teste. Em azul é representado o conjunto de dados usado como treino, em verde o conjunto de dados como teste, e em laranja é apresentado o resultado da aplicação do modelo. Será importante agora, registrar e avaliar a qualidade do modelo.

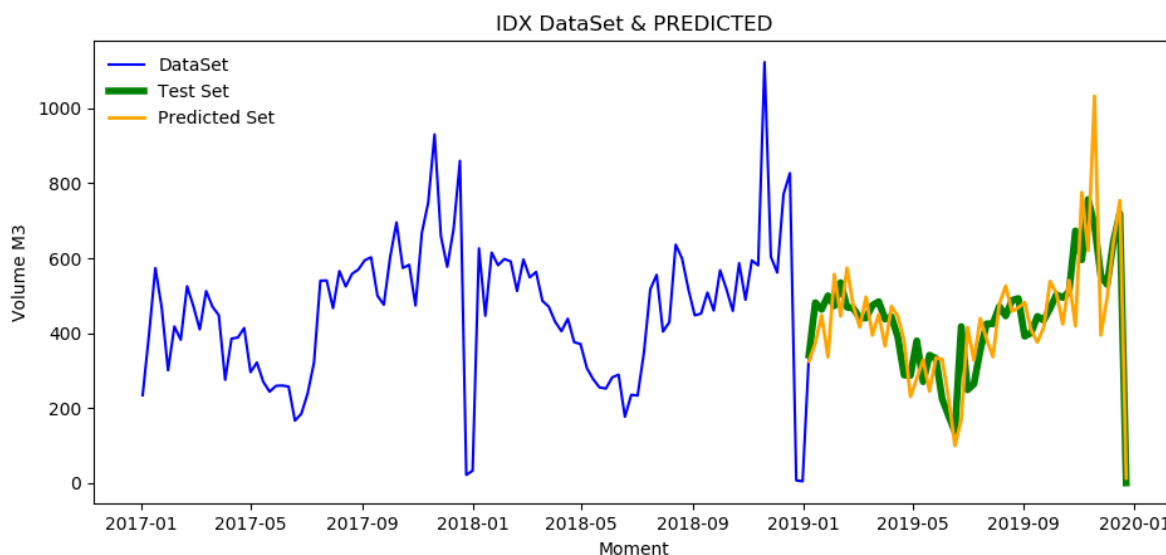


Gráfico 8 - Resultado da aplicação do modelo SARIMA ao volume de carga transportada entre 2017 e 2019.

Partindo para uma análise descritiva das previsões realizadas pelo modelo, podemos verificar pelo Gráfico 9 que, apesar do modelo não atingir o nível ótimo de precisão, será possível obter conclusões importantes e que poderiam fazer a diferença na tomada de decisões, no ano de 2019. O modelo utilizado devolve previsões que acompanham a tendência da série testada de forma consideravelmente positiva. Além disso, é possível identificar as semanas com volume mais baixo de carga a transportar (semanas 23 e 50), assim como a semana com volume mais alto (semana 45). Nos anos de 2017-2018, nas semanas entre os meses 06 e 07, apesar do considerável decréscimo de volume transportado, será importante referir que o modelo retornou valores muito precisos. Podemos também comprovar que entre o mês 11 e 12 (a partir da semana 43), o modelo

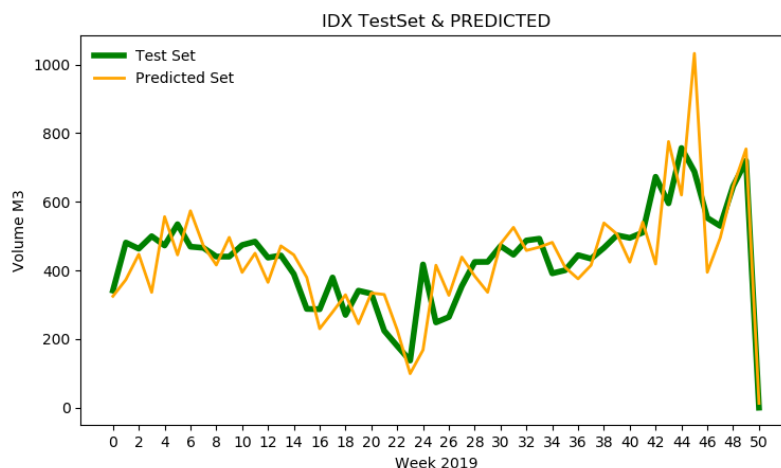


Gráfico 9 - Comparação entre o conjunto teste e as previsões.

procura apresentar previsões precisas, contudo, a sua experiência passada aponta para uma típica instabilidade na época de final de ano. As semanas inseridas no primeiro e segundo mês (entre as semanas 01 e 10) são, igualmente, consideradas instáveis relativamente ao volume de carga a mover. Ainda assim, tendo em conta a experiência obtida em apenas dois anos (2017 e 2018), o modelo esteve próximo de prever o real volume transportado.

Uma vez previstos os valores para o conjunto de teste, pode-se avaliar o desempenho do modelo através da utilização de métricas de erro e testes estatísticos, ou seja, é necessário quantificar se o valor de resposta previsto para as observações de teste estará próximo do verdadeiro valor para cada observação. Para a avaliação deste modelo foi definida uma função no *script*, que devolve o erro absoluto médio, o erro quadrático médio e sua raiz, e o erro logarítmico quadrático médio, métricas tipicamente utilizadas na avaliação do desempenho de modelos regressivos. Através da aplicação de funções integradas nas bibliotecas do *Python* pode-se, também, obter rapidamente os resultados para os testes de *LjungBox* e o teste da Heterocedasticidade, ambos testes efetuados aos valores residuais do modelo. Todas as métricas incluídas estão apresentadas na Tabela 14.

Resultados da aplicação do modelo				
Modelo SARIMA(1,0,0)(2,0,0)₅₂			Nº Observações: 156 AIC: 1922.676 BIC: 1937.925	
	Coefficiente	Erro Desvio Padrão	z	P> z
ARL1	0.4144	0.068	6.065	0.000
AR.S.L52	0.3627	0.098	3.690	0.000
AR.S.L104	0.4683	0.128	3.671	0.000
Ljung-Box (Q):	23.65	MAE = 76.29		
Prob (Q):	0.98	MSLE = 0.20		
Heterocedasticidade (H):	0.81	MSE = 10586.41		
Prob (H):	0.45	RMSE = 102.89		

Tabela 14 - Resultados para avaliação do desempenho do modelo.

Começando pela análise aos erros, no caso do erro absoluto médio (MAE), para a diferença média entre os valores previstos e os reais, é possível verificar o valor de 76.29m³. Relativamente ao erro logarítmico quadrático médio (MSLE), que pode ser interpretado como uma medida da razão entre os valores verdadeiros e previstos, obtemos o valor de 0.20. No erro quadrático médio (MSE) obtemos o valor de 10586.41, é semelhante ao MAE, contudo não está incluída a diferença das médias quadrada entre os valores previstos e os valores reais. Por fim, calculamos a raiz do MSE (RMSE), resultando o valor de 102.89m³, que nos permite interpretar e comparar mais facilmente os resultados estatisticamente. Todos os resultados obtidos devem ser guardados para futura comparação com a exploração de novos modelos, portanto, quanto menores os erros obtidos, melhor desempenho terá o respetivo modelo.

O teste *Ljung-Box*, que analisa se os resíduos contêm informação que possa ser aproveitada para o modelo, cujas hipóteses são H_0 : Os resíduos são ruído branco e H_1 : Os resíduos não são ruído branco. Para um nível de significância de 5%, perante o valor obtido de 23.65, não rejeitamos a hipótese nula uma vez que $p - value = 0,98 > 0,05$, pelo que há evidências estatísticas para considerar que os resíduos são ruído branco.

Na análise ao Gráfico 10, visualiza-se que o nível de autocorrelação e autocorrelação parcial dos volumes residuais para 52 e 32 *lags*, respetivamente. Segundo Hyndman (2013), considera-se o número de *lags*, para análise da autocorrelação parcial dos valores residuais, sendo n o número total de observações, $lags = \frac{n}{5} = \frac{156}{5} \cong 32$, se o resultado da multiplicação de 2 com o valor do intervalo de sazonalidade, neste caso 52 semanas (anual), for superior a $\frac{n}{5}$. Podemos verificar que no correlograma PACF dos valores residuais existem 2 valores em 32 calculados que excedem os limites críticos, $\pm \frac{1,96}{\sqrt{156}}$. Com $\frac{2}{32} = 0.0625 > 5\%$ para a rejeição da hipótese nula do teste *Ljung-Box*, contudo, não excede por muito, e repare-se que as autocorrelações que estão acima dos limites críticos do gráfico PACF não se afastam por muito desses mesmos limites. Ainda que o gráfico PACF aponte para que possa existir alguma autocorrelação nos resíduos que não está a ser captada no modelo, esta não é muito flagrante. Note-se que pelo gráfico ACF dos valores residuais é possível verificar que $\frac{2}{52} < 5\%$. Também se obtiveram bons resultados nos restantes testes efetuados (*Ljung-Box*, Homocedasticidade, AIC e significância dos coeficientes).

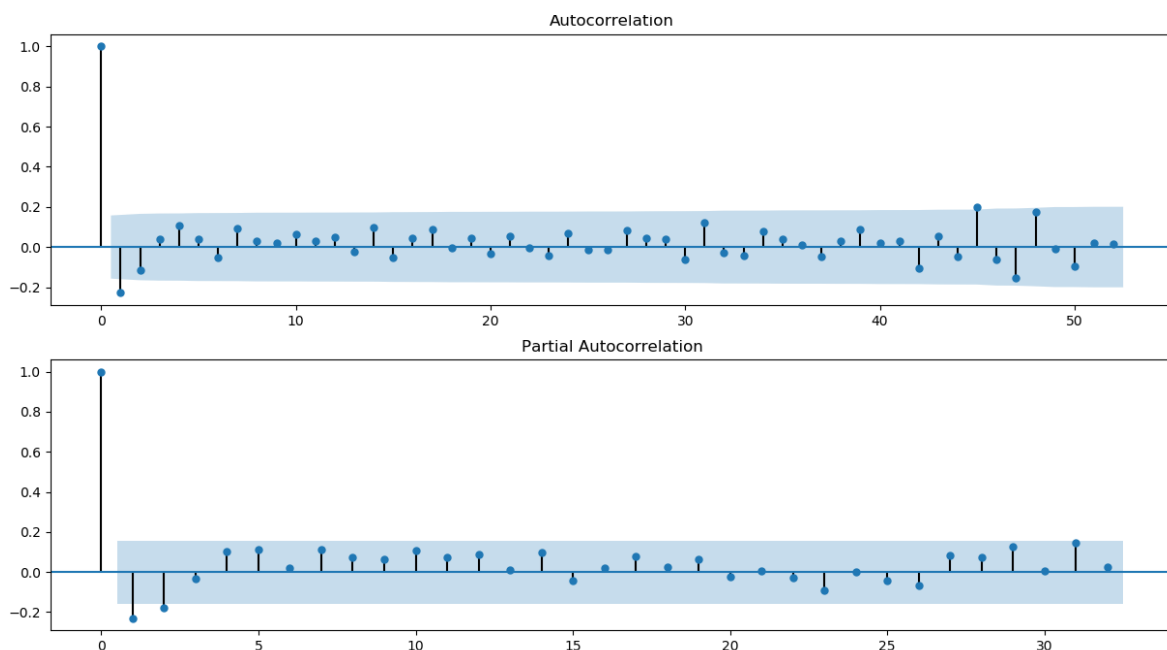


Gráfico 10 - ACF e PACF dos valores residuais

Em seguida, na Tabela 14, também se pode consultar o valor de 0.81 para o teste à heterocedasticidade e que corresponde ao pressuposto de a variância dos resíduos ser constante, isto é, permite calcular a variância do erro entre as previsões calculadas e os resultados reais observados no conjunto de dados (Hayes, 2020). Como $p - value = 0.45 > 5\%$, então não se rejeita a hipótese nula de que a variância dos resíduos seja constante (homocedasticidade), validando o modelo. Será, também, uma medida importante a ter em conta para a comparação de modelos.

No Gráfico 11 é possível verificar que tanto nas primeiras quatro como nas últimas quatro semanas, existe um considerável desfasamento entre o volume real e previsto. Como já referido, dada a instabilidade nesta época, nos anos anteriores, poderá ser necessário transformar os dados na fase de pré-processamento e/ou recolha de mais dados históricos para baixar o nível de discrepância no momento da previsão. No intervalo das semanas [20-26] há uma mudança de tendência de volume

de carga a transportar, o que poderá ter condicionado, significativamente, uma certa discrepância perante os valores reais. Assim sendo, as fases iniciais e finais dos anos anteriores, como o intervalo das semanas [20-26] deverá ser analisado e explorado, com especial atenção para que futuros resultados sejam melhores. É sugerida, também, a possibilidade de integração de uma variável exógena para que o modelo procure corresponder com melhor desempenho, principalmente, nestas fases.

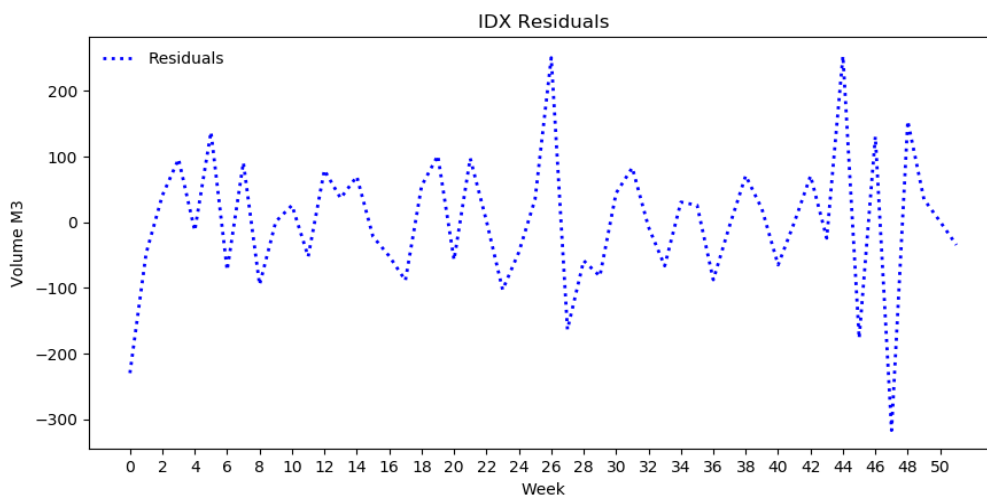


Gráfico 11 - Flutuação dos volumes residuais em 2019

Ainda que se comprove a validade do modelo tendo em conta os resultados obtidos, para o problema em questão, um excelente modelo seria o que tivesse um MAE de 33m^3 . Este volume corresponde ao somatório da capacidade de três *Lower-Deck Pallets (LDP)*, e que a equipa logística considera serem as *Unit Load Devices (ULD)* mais flexíveis de gerir. Deste modo, poder-se-ia realizar uma reserva com 33m^3 de margem de erro, ou seja, três posições ULD. Define-se como objetivo seguinte a procura e/ou melhoria do modelo atual para que se possam realizar reservas antecipadamente e o mais precisas possível.

No capítulo 2.5.1 *Data Mining*, verificamos que uma das etapas do processo de *Data Mining* aponta para que “no caso de o modelo não corresponder ao desempenho desejado deverão ser procuradas as razões e melhorar o trabalho na fase da preparação dos dados”. Passaria, então, por objetivo seguinte proceder a uma nova análise e exploração dos dados obtidos inicialmente, procurar as possíveis razões que estarão a afetar o desempenho do modelo, aplicá-las e, testar novamente até obter um resultado considerado satisfatório. Depois de avaliados os erros e o desempenho resultante do modelo, tendo o problema e o contexto em questão definidos, estarão reunidas ou não as condições para a previsão de valores futuros reais.

Neste capítulo pretende-se, essencialmente, mostrar a aplicabilidade de técnicas de *Data Mining* e *Machine Learning* no processo de receção de dados previsionais, complementando o processo de seleção de reservas. É essencial a exploração e comparação de outros modelos, tanto nos mais usados em séries temporais como outros usados em problemas de regressão como árvores de decisão, *Support Vector Machine (SVM)* ou o algoritmo do vizinho mais próximo. Será importante explorar as mais diferentes variáveis envolvidas com o intuito de obter melhores resultados na

avaliação de cada modelo. Depois de encontrado e definido o melhor modelo, segue-se a implementação do mesmo em busca do cálculo dos valores das previsões.

3.2.2. Seleção de Reservas

Neste capítulo procura-se aplicar as soluções apresentadas para os problemas identificados relacionados com a atividade de seleção de reservas. Começa-se pela apresentação da análise estatística bimestral às incidências relacionadas com a chegada tardia das cargas aos destinos finais e termina-se com a proposta de implementação de uma tarefa associada ao tratamento de dados estatísticos. Ambas as soluções servirão de suporte à tomada de decisões para o processo de seleção e discussão de reservas.

➤ Análise estatística de suporte

Um das principais funções no departamento operacional corresponde à busca e análise de opções externas aos contratos fixos existentes com várias companhias aéreas. Deste modo, sempre que os aviões cargueiros de contrato fixo estão sobrelotados, os operadores devem procurar opções extra, denominada por opções em voos regulares. O principal objetivo é de reservar todo o excesso de carga sobrando dos cargueiros com contrato fixo.

Verifica-se que a maioria das tomadas de decisões estão relacionadas com dois fatores, a tarifa mais económica e o cumprimento do *deadline* de entrega. Privilegiando o fator da tarifa mais económica, muitos envios encontram-se com chegada fora do prazo estipulando, contribuindo para a possibilidade de perdas de vendas pelo cliente, dos produtos incluídos nestes envios.

Para contribuir para a tomada de decisões nas opções de voos regulares, foi atribuída ao departamento do OCC uma nova tarefa que consiste na realização de uma análise Bimestral aos envios considerados prioritários, e que chegam depois do *deadline* definido. Na Figura 26, é possível encontrar um excerto do documento correspondente à análise de atrasos entre os meses maio e junho de 2020.

JIT AIRLINES by OSA

ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA
DELAYS ZARA MAI/JUN20

IT_PT.DO

Data: 19/03/2020

Pág. 3 de 12

2. ATRASO_DESTINO

O gráfico 2 apresenta a quantidade de *delays* por destino (barras azuis) e respetivo atraso médio (barras alaranjadas).

➔ Neste ponto será importante verificar quais os destinos com maior número de envios afetados pelo atraso e perceber qual a principal razão associada.

- JNB é o destino com maior número de atrasos durante este bimestre, no ciclo 1. Apenas 0.4% dos serviços afetados foram transportados pela EK, os restantes fazem parte da lista FIRAV com a QR. Na tabela abaixo apresentam-se os motivos de atraso predominantes por companhia:

Mês	IATA	Nr Envios	Motivo	Atraso Médio (Horas)
5	QR	24	- Reservados no voo com atraso como primeira opção disponível	26.4
6	QR	32		
5	EK	1	- Reservados no voo com atraso como primeira opção disponível	35.3
		1	- Voo remarcado devido a restrições de espaço	

Tabela 2 - Atrasos no destino JNB

- De seguida surge CAN diretamente relacionado com os voos da QR:

Mês	IATA	Nr Envios	Motivo	Atraso Médio (Horas)
5 + 6	QR	36	- Reservados no voo com atraso como sendo a primeira opção disponível	32.8
5	QR	4	- Voo atrasado	
6	ET	6	- Voo atrasado	38.5
4 + 3	CZ	3	- Reservados no voo com atraso como sendo a primeira opção disponível	13.3
		2	- Voo atrasado	

Tabela 3 - Atrasos no destino CAN

- HKG está classificado como o terceiro destino mais afetado e contamos com as seguintes incidências:

Mês	IATA	Nr Envios	Motivo	Atraso Médio (Horas)
3	EK	1		20.6
3	CK	1		47.8
3	KL	1	- Reservados no voo com atraso como sendo a primeira opção disponível	70.2
3+1	QR	12		17.7

Tabela 4 - Atrasos no destino HKG

FALTA APROVAÇÃO

Clique no conteúdo para imprimir
Elaborado: Departamento OCC

Aprovação:

Figura 26 - Análise estatística bimestral.

A análise bimestral consiste essencialmente em analisar os motivos mais frequentes em três pontos: atraso por companhia, atraso por destino e pela análise dos incidentes mais frequentes.

Com o intuito de otimização desta tarefa, foi desenvolvida uma macro em *Excel* que nos permite a obtenção automática dos principais gráficos para a análise e construção do reporte bimestral (exemplificado no APÊNDICE C parte de um documento com o resumo e o principal objetivo).

Ainda que tenhamos um reporte de registo e análise aos principais destinos e companhias aéreas que contribuem e se inserem no grupo que contém envios chegados com atraso, será importante realizar um estudo de possibilidades e simulações de cenários.

➤ **Tratamento de dados estatísticos**

Em diferentes fases do ano alguns dados são requeridos com o intuito de avaliar o desempenho e a eficiência das companhias aéreas contratadas. Estas empresas são responsáveis e completam a fase final do processo logístico, gerido pela JIT GROUP, que abarca desde a receção da carga em determinado aeroporto de origem, à expedição e entrega da mesma num determinado destino final.

Um dos principais temas requeridos pelo cliente traduz-se num quadro resumo das incidências ocorridas, relacionadas com a chegada tardia da carga a cada destino final, semanalmente. Ainda assim, acontece que no final de determinado período são pedidas diferentes justificações em que a organização tem de saber responder, pois não tem base argumentativa para refutar o que está a ser pedido. Um exemplo prático seria o pedir justificação para a predominância de uma incidência sem uma base concreta e demonstrativa: “Atualmente o atraso médio da companhia QR é significativamente diferente das restantes, qual é o motivo?”. Neste caso a empresa não tem como testar ou averiguar se efetivamente, em determinado destino, o atraso de determinada companhia é significativamente diferente das restantes ou não.

Com o intuito de responder imediatamente e averiguar se é legítimo e correto o que está a ser pedido à empresa procedemos neste ponto à demonstração da aplicação de algumas metodologias que poderão ajudar a JIT GROUP a responder a diferentes tipos de questões.

Começa-se, então, pela demonstração e pelo resumo dos dados recolhidos desde o início do ano (janeiro 2020) até o final de setembro, do mesmo ano, relativamente à carga exportada pela Inditex Holanda e com taxa de incidência superior a zero, que nos permite ter uma visão mais simples e objetiva das incidências ocorridas por companhia aérea, com base na origem e destino. Foi escolhido o cenário da gestão da carga exportada pela Inditex Holanda, uma vez que corresponde à zona de exportação em que a empresa possui maior margem de gestão, seleção, e flexibilidade no que respeita à tomada de decisões e na escolha de determinada companhia aérea. Cada ponto seguinte apresentará diferentes relações quanto à chegada tardia aos destinos finais.

• Incidências por companhia aérea e o respetivo atraso médio

No Gráfico 12 é possível verificar que as três companhias aéreas com maior número de envios afetados possuem uma taxa de afetação inferior a 40% com exceção da companhia EK. Ainda assim, conclui-se também que apesar de possuírem uma taxa considerável de afetação (acima de 20%), o atraso médio associado (visível no Gráfico 13) é inferior a 48 horas, considerando assim atrasos pouco problemáticos. Relativamente às companhias que apresentam maior atraso médio deve ser

notado que a quantidade de envios associados deverá ser o menor possível, uma vez que quando são notadas incidências, o tempo de entrega é, normalmente longo.

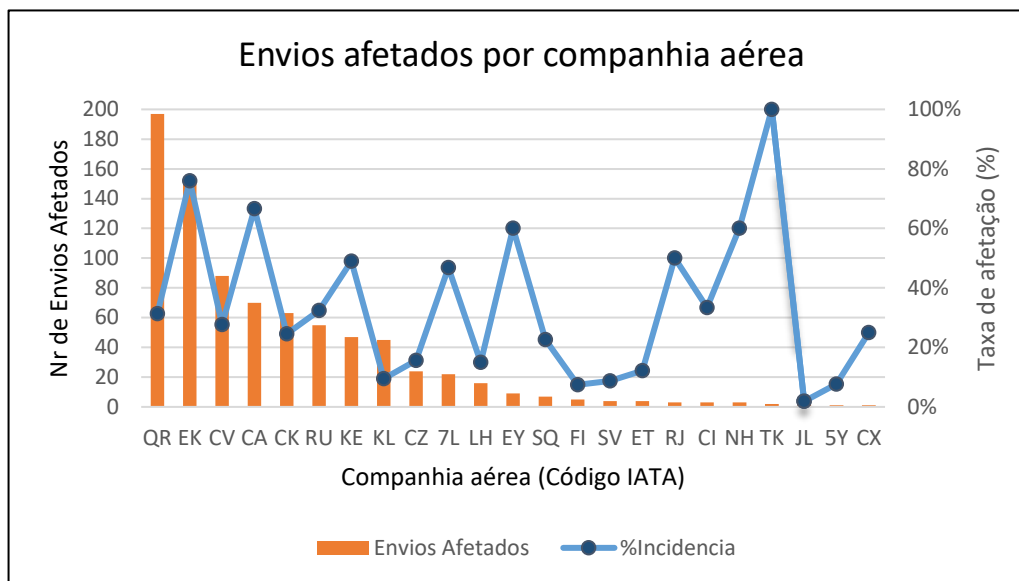


Gráfico 12 - Envios afetados por companhia aérea.

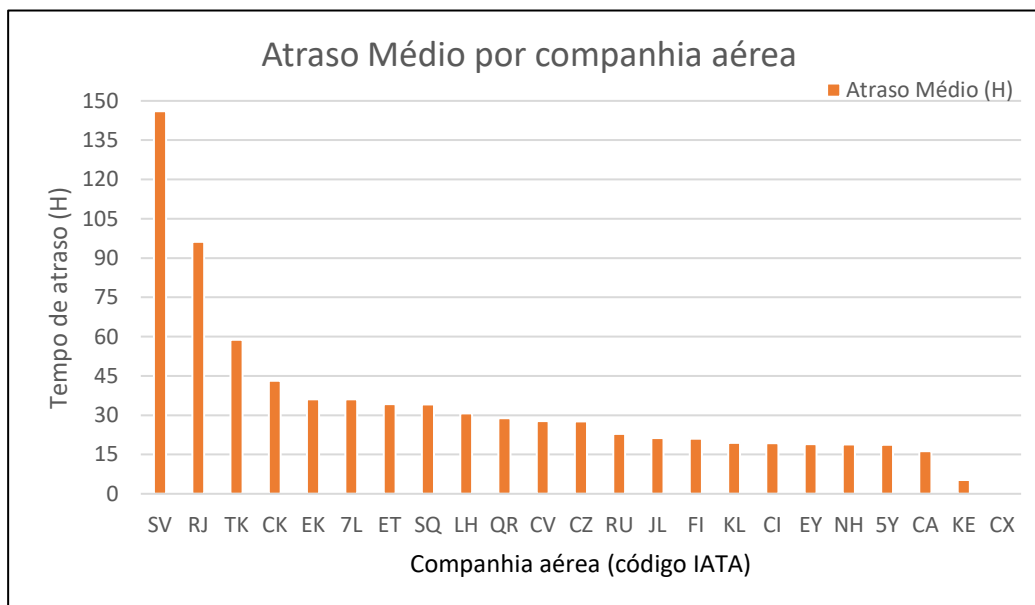


Gráfico 13 - Atraso médio por companhia aérea.

- Incidências ocorridas com base no aeroporto de saída

No Gráfico 14, é possível verificar que os envios com atraso no destino surgem pela origem no aeroporto de AMS, contudo, a maior parte dos envios têm saída neste mesmo aeroporto. Ainda que o número de envios seja elevado é possível verificar que a taxa de afetação corresponde a menos de 30%. Uma especial atenção deverá centrar-se nos aeroportos de MST e ZAZ que refletem

uma elevada taxa de afetação e que pode estar diretamente relacionado com problemas no próprio aeroporto ou devido ao facto de se posicionarem a longas distâncias do centro de distribuição.

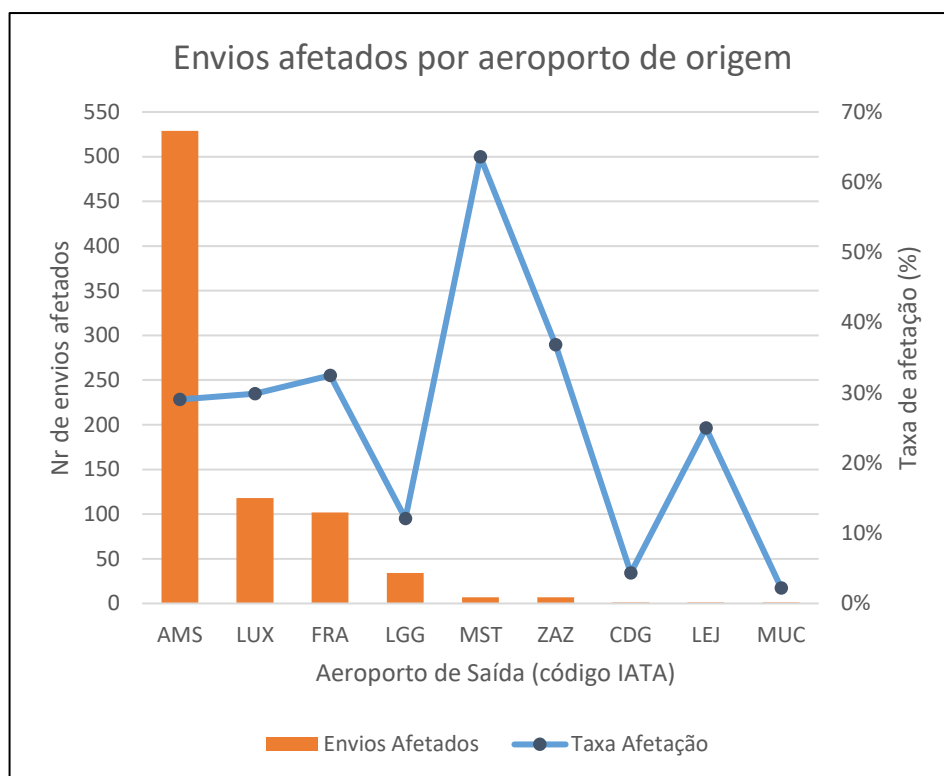


Gráfico 14 - Envios afetados por aeroporto de origem.

- Incidências ocorridas com base no aeroporto de destino

Na análise do Gráfico 15 é possível verificar que os cinco primeiros destinos com maior número de envios afetados, possuem, também, taxas de afetação superiores aos 50%, com a exceção de PVG. Desta forma, será importante verificar se estas taxas estão diretamente relacionadas com os próprios aeroportos de chegada ou se estão relacionados com problemas associados às companhias aéreas selecionadas. Relativamente ao atraso médio, descrito pelo Gráfico 16, é possível verificar que os dois destinos com maior de atraso médio possuem uma taxa de afetação inferior a 20%. Todavia, AKL é um destino que merece uma especial atenção, porque para além de conter um número elevado de atraso médio, possui também uma taxa de afetação próxima dos 70%.

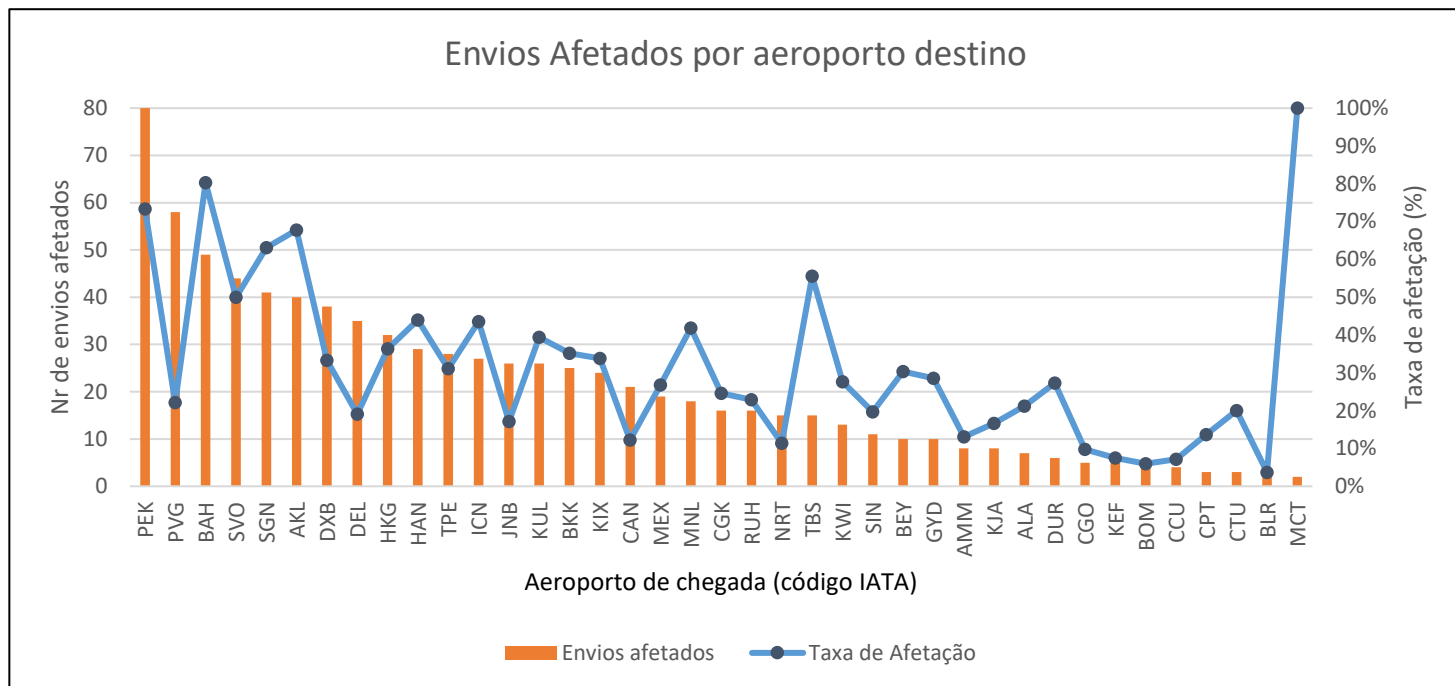


Gráfico 15 - Envios afetados por aeroporto destino.

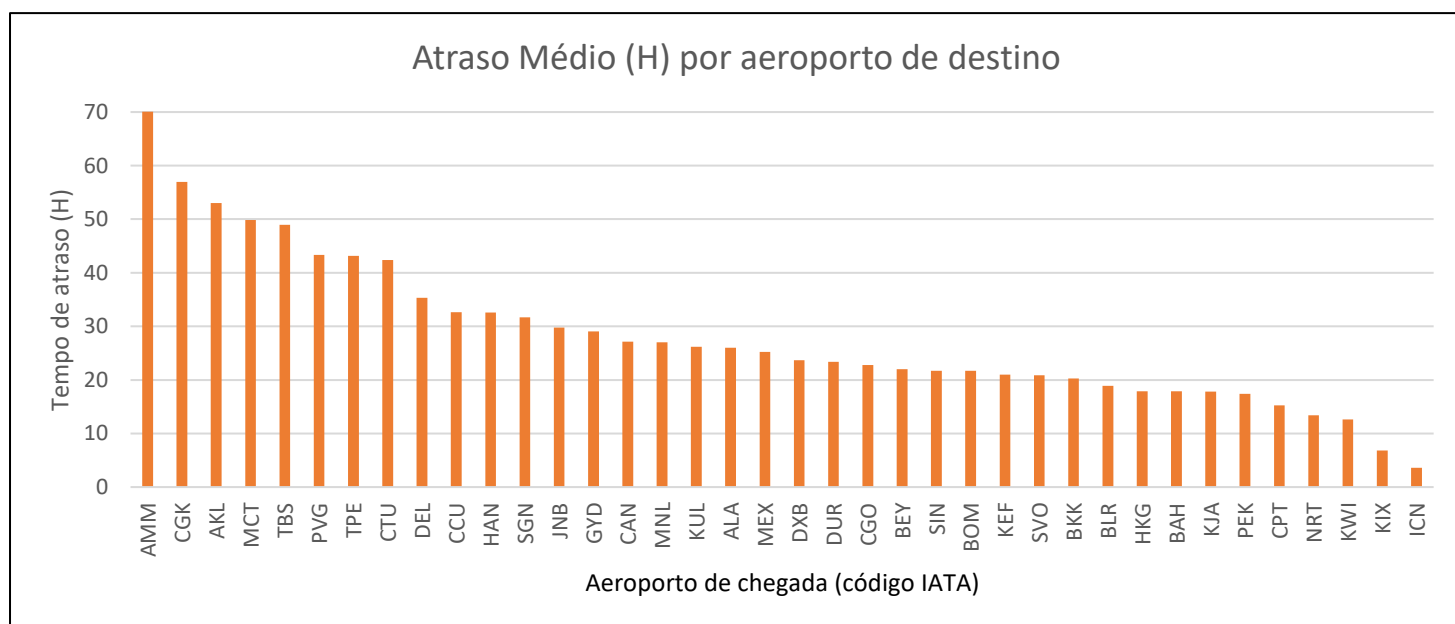


Gráfico 16 - Atraso médio por aeroporto de destino.

Construídos e analisados os gráficos anteriores, estuda-se, agora, diferentes questões que se colocam, atualmente, com base nos dados inseridos. As questões “Em que altura do ano predomina o maior número de atrasos?” ou “Estarão os atrasos diretamente relacionados com a atual pandemia Covid-19?” poderão ser colocadas e servem também como exemplo de abordagem a outras futuras questões que podem ser resolvidas e esclarecidas pelo mesmo método adotado e aplicado nos pontos seguintes.

- **Efeito da pandemia Covid-19 no número de envios afetados**

Tendo em conta que a Inditex Holanda exporta mais de 80% dos seus envios pelos aeroportos holandeses, pretende perceber-se se o aumento da taxa de envios afetados mensais poderá estar

diretamente relacionado com a implementação do estado de emergência na Holanda e nos países vizinhos decretado no início de março de 2020.

Desta forma, apresenta-se uma amostra constituída por 21 meses da taxa de envios afetados e reportados:

ANO	Mês	Taxa afetação
19	JAN	9%
	FEB	12%
	MAR	14%
	ABR	19%
	MAI	29%
	JUN	24%
	JUL	24%
	AGO	19%
	SET	26%
	OUT	21%
	NOV	27%
	DEZ	18%
20	JAN	11%
	FEB	14%
	MAR	21%
	ABR	45%
	MAI	49%
	JUN	36%
	JUL	36%
	AGO	30%
	SET	28%

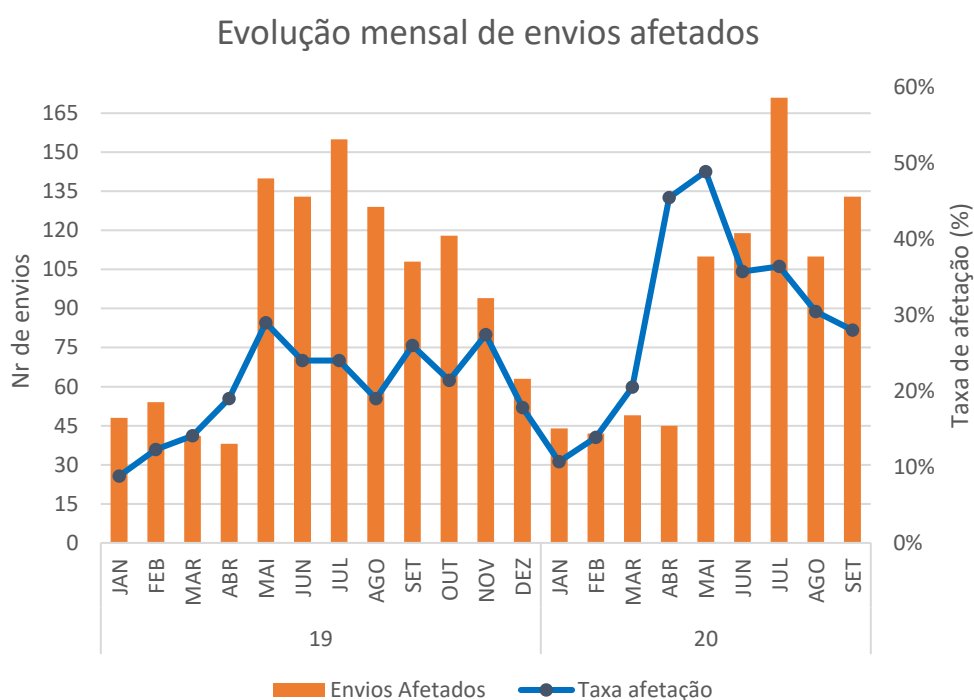


Gráfico 17 - Evolução mensal do número de envios afetados.

Tabela 15 - Recolha de dados dos envios com chegada tardia.

Uma vez que se tenta perceber se as médias das taxas de envios afetados são equivalentes entre dois momentos, com um nível de significância de 10%, a amostra (ver Tabela 15) foi dividida em Pré-Pandemia (JAN19-FEB20) e Pandemia (MAR20-SET20).

Variáveis:

X_{PRE} – representa os valores da taxa de afetação registados Pré – Pandemia

X_{PAN} – representa os valores a taxa de afetação registados durante a Pandemia

Admitimos que:

$$X_{PRE} \sim N(\mu_1; \sigma_1^2)$$

$$X_{PAN} \sim N(\mu_2; \sigma_2^2)$$

X_{PRE} e X_{PAN} são independentes

Sendo duas variáveis com a mesma ordem de grandeza e que se inserem numa série temporal, assumimos que têm variâncias equivalentes:

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

Pretende-se testar:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad \text{contra} \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Através da aplicação do teste T para duas amostras independentes com variâncias desconhecidas e iguais, pelo *software Excel* obtemos o resultado apresentado na Tabela 16.

	<i>Pré-Pandemia</i>	<i>Pandemia</i>
Média	0,191009	0,350622
Variância	0,004187	0,009739
Observações	14	7
Variância agrupada	0,00594	
Hipótese de diferença de média	0	
gl	19	
Stat t	-4,47377	
P(T<=t) uni-caudal	0,00013	
t crítico uni-caudal	1,327728	
P(T<=t) bi-caudal	0,00026	
t crítico bi-caudal	1,729133	

Tabela 16 - Teste T: duas amostras com variâncias iguais

Pela análise da Tabela 16 percebemos que o valor da estatística teste ($t_{obs} = -4,47$) se encontra na cauda esquerda da região de rejeição de H_0 definida pelos limites críticos da distribuição T-Student +/- 1,729133. Não obstante, podemos também verificar que o *P-value* é inferior ao valor do nível de significância assumido de 10%. O Gráfico 18 (que não está desenhado à escala) permite perceber onde se encontra o valor da estatística teste perante o t crítico.

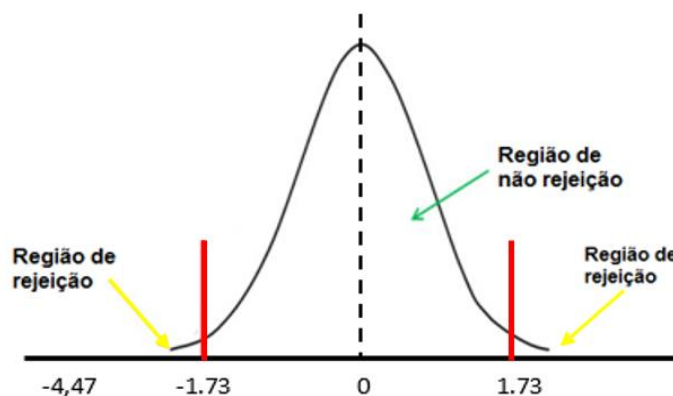


Gráfico 18 - Apresentação da região de rejeição.

Concluindo, pode-se afirmar com um nível de confiança de 90% que as médias da taxa de afetação são significativamente diferentes entre os períodos Pré-Pandemia e Pandemia. Com esta análise é, também, possível perceber que no período da pandemia o número médio da taxa de afetação subiu dos 19% para os 35%, ou seja, um aumento médio de 16%.

- **Análise da proporção de voos em atraso com saída por AMS**

Constantemente são pedidos relatórios estatísticos onde se pretende analisar e identificar a proporção de vezes em que diferentes incidências ocorrem. Na análise seguinte ilustra-se como se pode estimar um intervalo de confiança para a proporção de vezes que ocorrem incidências relacionadas com a entregas tardias.

Neste caso procura-se um intervalo, a 95% de confiança, para a proporção de voos originários do aeroporto mais popular e com mais envios afetados no que diz respeito à chegada tardia ao destino final. Para a solução deste problema são necessários os dados:

Nº total de envios com saída por AMS: 1822

Nº total de envios afetados com saída por AMS: 529

Nº total de envios transportados: 2914

$\hat{p}$ – Proporção dos voos em atraso no destino de uma amostra de 1822 envios

Para amostras de tamanho n suficientemente grandes ($n \geq 30$) sabemos, pelo Teorema do Limite Central, que a proporção amostral:

$$\hat{p} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \sim N\left(p, \frac{p(1-p)}{n}\right) \Leftrightarrow Z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \sim N(0,1)$$

Assim sendo, torna-se simples determinar o intervalo de confiança $(1 - \alpha) \times 100\%$ para a proporção p . Sendo $z_{\frac{\alpha}{2}}$, para $0 < \alpha < 1$, o percentil $100 \times \frac{\alpha}{2}$ da distribuição $N(0,1)$, temos:

$$P\left(-z_{\frac{\alpha}{2}} \leq Z \leq z_{\frac{\alpha}{2}}\right) = 1 - \alpha,$$

Assim, o intervalo de confiança para proporção pode ser dado por:

$$\left[p_0 - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}} ; p_0 + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}} \right]$$

$$\hat{p} = p_0 = \frac{529}{1822} \cong 0.290 - \text{Proporção amostral}$$

$$\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}} = 0.011$$

Pela tabela da Distribuição Normal observa-se que o valor crítico para um intervalo de confiança de 95% corresponde a 1,96. Desta forma, percebe-se que:

$$P(-1,96 \leq Z \leq 1,96) = 0.95$$

Ora, o valor desconhecido p , e que se pretende estimar, aparece nos limites do intervalo. Para n suficientemente grande, podemos substituir p pelo seu estimador $\hat{p}$. Obtemos então o seguinte intervalo:

$$IC = [\hat{p} - 0.022, \hat{p} + 0.022]$$

Dado que temos conhecimento da constituição da amostra total, ou seja, estamos perante um contexto de população finita, podemos atribuir e aplicar o fator de correção sendo que $\frac{n}{N} > 0.05$:

$$\frac{1822}{2914} > 0.625$$

Aplicando o fator de correção:

$$IC = \hat{p} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}} \times \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}}$$

$$IC = [\hat{p} - 0.022 \times 0.612, \hat{p} + 0.022 \times 0.612]$$

$$IC = [0.277; 0.303]$$

Com estes resultados, podemos concluir com 95% de confiança que a percentagem dos voos que chegam atrasados ao destino e que partem do aeroporto de AMS está entre o intervalo 27,7% a 30,3%.

- **Análise da proporção de voos atrasados com uma companhia aérea em particular**

Como é possível analisar pelo Gráfico 12, a companhia aérea EK destaca-se em segundo lugar com maior número de envios afetados pelo atraso da chegada da carga aos diferentes destinos, assim como, a segunda que apresenta maior proporção de envios afetados. Será aceitável afirmar que a proporção de envios afetados pela companhia aérea EK é significativamente diferente das restantes companhias (utilizando um erro de 5%)?

Variáveis:

X_{EK} – proporção de voos atrasados da companhia aérea EK

X – proporção de voos atrasados das restantes companhias aéreas (excluindo EK)

Proporção amostral:

Sendo que $\hat{X}_{EK}$ e $\hat{X}$ seguem distribuições binomiais de parâmetros n e p , então quando $n \rightarrow +\infty$:

$$\hat{X}_{EK} \sim N(p_{X_{EK}}, \frac{p_{0EK}(1-p_{0EK})}{n_1}) \text{ e } \hat{X} \sim N(p_X, \frac{p_{0X}(1-p_{0X})}{n_2});$$

$$p_{0EK} = \frac{152}{200} \text{ e } p_{0X} = \frac{671}{2696} \text{ logo:}$$

$$\hat{X}_{EK} \sim N(p_{X_{EK}}, 9.12 \times 10^{-4}) \text{ e } \hat{X} \sim N(p_X, 6.93 \times 10^{-5})$$

$$\hat{X}_{EK} - \hat{X} \sim N(p_{X_{EK}} - p_X, 9.813 \times 10^{-4})$$

Para a proporção dos voos atrasados da EK não ser diferente das restantes companhias, a sua diferença terá de ser igual a zero.

$$\text{Sob } H_0: p_{X_{EK}} - p_X = 0 \text{ e } H_1: p_{X_{EK}} - p_X \neq 0$$

$$Z \sim N(0,1)$$

$$\text{Erro do tipo I: } P(\text{rej}H_0 | H_0) = 0.05$$

Pela tabela da Distribuição Normal observa-se que o valor crítico para um intervalo de confiança de 95% corresponde a 1.96. Desta forma temos que:

$$P(-1,96 \leq Z \leq 1,96) = 0.95$$

Sendo

$$R.R.] -\infty, -1.96] \cup [1.96, +\infty[$$

Como $n_1 = 200$, $n_2 = 2696$, $p_{0EK} = 0.76$, $p_{0X} = 0.25$ temos que:

$$\hat{p} = \frac{n_1 p_{0EK} + n_2 p_{0X}}{n_1 + n_2} = \frac{200 \times 0.76 + 2696 \times 0.25}{200 + 2696} = 0.285$$

Calculando o Z_{obs} :

$$Z_{obs} = \frac{p_{0EK} - p_{0X}}{\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p}) \times (\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}} \cong 15,42$$

$$Z_{obs} \in R.R. \text{ logo rejeitamos } H_0$$

Desta forma conclui-se, com erro tipo I de 5%, que a proporção dos voos atrasados da companhia aérea EK é significativamente diferente das restantes companhias. É uma companhia que deverá ser submetida a análise com o intuito de perceber a principal razão da grande taxa de envios afetados (75%) e se o atraso médio é considerado aceitável.

3.2.3. Organização do departamento OCC

O departamento do OCC foi uma parte da organização criada já perto do final de 2019. Surge com o intuito dar uma resposta ao cliente mais clara, mais rápida e, ainda, com o objetivo de garantir um serviço, no sentido do acompanhamento personalizado de cada carga, “*best in class*”. Foram reunidos quatro operadores, com base no volume de trabalho expectável e com base na carga horaria legislada, para constituir este departamento. Será importante notar que a JIT GROUP garante um acompanhamento e um serviço de 24 horas por dia, 365 dias por ano.

À medida que foram aparecendo novos desafios o departamento foi se organizando e conseguindo responder, no entanto, não existia um conjunto de tarefas definido nem um padrão associado quanto ao modo da sua realização. Para combater este problema, garantir a homogeneidade do grupo e melhorar o serviço prestado foram aplicados os princípios 5S.

➤ **Zoom In nas tarefas a realizar (*Seiri, Seito, Seiso, Seiketsu*)**

Começou por analisar se as principais atividades a realizar com o intuito de definir quais as tarefas e subtarefas associadas. Realizou-se um *brainstorming*, entre a equipa do departamento, através de diferentes cartões, visível um exemplo na Figura 27, para serem definidas todas as tarefas e subtarefas.

Depois de identificadas todas as tarefas e subtarefas, através de cartões com palavras e/ou expressões, procurou selecionar-se objetivamente cada tarefa e subtarefa, organizá-las e agrupá-las por atividade, e eliminar as que não acrescentavam valor.

Como resultado da atividade, foi possível construir a Tabela 17 refletindo de forma clara e objetiva as tarefas a executar, por atividade.



Figura 27 - Definição de tarefas e subtarefas.

Atividade	Tarefas
Apoio ao cliente	– Email – Incidências e Reclamações – Faturação dos envios transitados.
Suporte às Operações e Seguimento de Carga	– Verificação <i>Bookings</i>; – Transmissão de <i>E-freights</i>; – Seguintos
Reportes	– Reportes <i>delays Lelystad</i> – Envios Zara Diário; – Reporte <i>delays</i> Zara Fase 1 - Registo; – Reporte <i>delays</i> Zara Fase 2 - Manutenção; – Quadro de incidências; – Quadro DGR; – Envio de mapas FLF (tarefa realizada 1x por mês); – Reportes Extra

Tabela 17 - Tarefas a realizar pelo departamento OCC.

➤ **Descrição de cada tarefa e a respetiva rotina (*Shitsuke*)**

Depois de identificadas as principais tarefas e subtarefas foi realizada a descrição das responsabilidades a assegurar em cada uma. Todo processo está refletido no documento construído e exposto no APÊNDICE D. Além disso, foram também definidas e expostas num calendário semanal, traçando quais as tarefas a realizar diariamente.

Depois de descritas cada uma das tarefas e construído o calendário semanal foram atribuídas etiquetas, aos cartões das tarefas, que traduzem o nível de conciliabilidade de cada uma. Pretende-se com esta atividade através de técnicas de gestão visual tentar perceber como as tarefas poderão

ser distribuídas. A escala de cores está identificada na Figura 28 e é possível verificar a sua aplicabilidade na Figura 29.



Figura 28 - Etiquetas do nível de conciliabilidade.

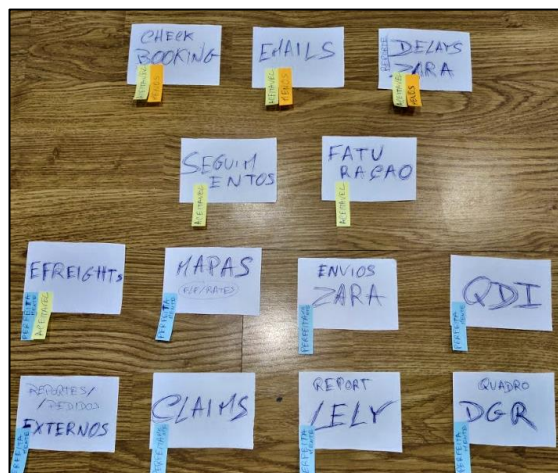


Figura 29 - Ordenação de tarefas pelo nível de conciliabilidade.

Atualmente o departamento é constituído por quatro operadores, assim sendo, depois de identificado o nível de conciliabilidade, as tarefas foram distribuídas por quatro grupos exibidos na Tabela 18.

Grupo 1 - Emails	Grupo 2 – Seguintos
- Emails	- Report Delays Zara - Manutenção
- Mapa FLF	- Seguintos
	- Envia Zara

Grupo 3 – Bookings	Grupo 4 – Other issues
- Check Bookings	- Faturação
- Report Lelystad	- Claims
- Reportes Extra	- QDI
- Report Delays Zara - Registo de Firavs	- Quadro DGR
	- Efreights

Tabela 18 - Distribuição de tarefas por grupo.

Depois de agrupadas as tarefas nos quatro grupos, e como cada grupo está associado a um operador, os mesmos devem ir alternando, semanalmente, os grupos entre si. Procura-se que todos os operadores conheçam o funcionamento de cada grupo e cada tarefa a ele associada e, se sinta confortável em assumir determinada posição sempre que necessário.

Para além da distribuição em quatro grupos, é possível verificar no APÊNDICE D que as mesmas tarefas foram distribuídas por três (FASE 2) e dois grupos (FASE 3) tendo em conta o mesmo nível de conciliabilidade. Cada fase corresponde ao número de operadores a trabalhar (Fase 1 – quatro operadores, FASE 2 – três operadores, FASE 3 – dois operadores). Esta ação passa por distribuir as tarefas em três fases e definir o controlo direto das tarefas para quando apenas três ou dois operadores estiverem a trabalhar devido à ausência de outro(s), por qualquer motivo justificável. Desta forma, a FASE 1 corresponde ao agrupamento das tarefas nos quatro grupos previamente definidos, isto é, quando todos os operadores estão no ativo.

3.2.4. Incidências e reclamações

Como já foi referido no início do capítulo 3, denomina-se por Incidência todas as ações que possam comprometer o trajeto ou planeamento de determinada carga. Pode dizer-se que, atualmente, raros são os dias em que não são reportadas incidências. As principais estão relacionadas com carga perdida ou carga encontrada e carga danificada, incidências estas que contribuem para a grande possibilidade de ser necessário avançar para uma reclamação à companhia aérea. Caso as reclamações sejam aceites, o valor da carga afetada deve ser debitado na conta do cliente. Neste ponto explora-se o desenvolvimento e a implementação de uma ferramenta capaz de combater os problemas identificados nas atividades de gestão de carga perdida ou danificada e de reclamações.

➤ Receção e entrada de emails

Inicialmente, a gestão de incidências e reclamações é simplesmente gerida através da categorização e arquivo de *emails*, relacionados com o tratamento das mesmas, em pastas específicas no *software* de *email*. Para um melhor controlo e acompanhamento de incidências começou, inicialmente, por se criar uma zona de arquivo denominada por *MSCA* que funciona como um *cross-docking* de incidências pendentes. Com isto, pretende dizer-se que todas as incidências reportadas com alguma das categorias anteriormente identificadas e se mantenham pendentes, quer de alguma confirmação na origem (no caso da falta de carga no destino), quer pendentes de alguma documentação para avançar com o processo, serão arquivadas na pasta *MSCA*, exemplificado na Figura 30. À medida que se vão concluindo as incidências, os temas serão arquivados na pasta de *INCIDENTES* e *CLAIMS*, no caso de não se ter avançado com reclamação ou se ter avançado com reclamação, respetivamente.

Na Figura 30 também é possível encontrar uma zona demarcada e denominada por *Categoria*. É da responsabilidade, de quem está com o controlo da caixa de email e com serviço de apoio cliente, manter a caixa de entrada limpa, organizada e com cada email devidamente categorizado. Visualmente será mais fácil e eficiente associar de imediato cada email a um determinado assunto.

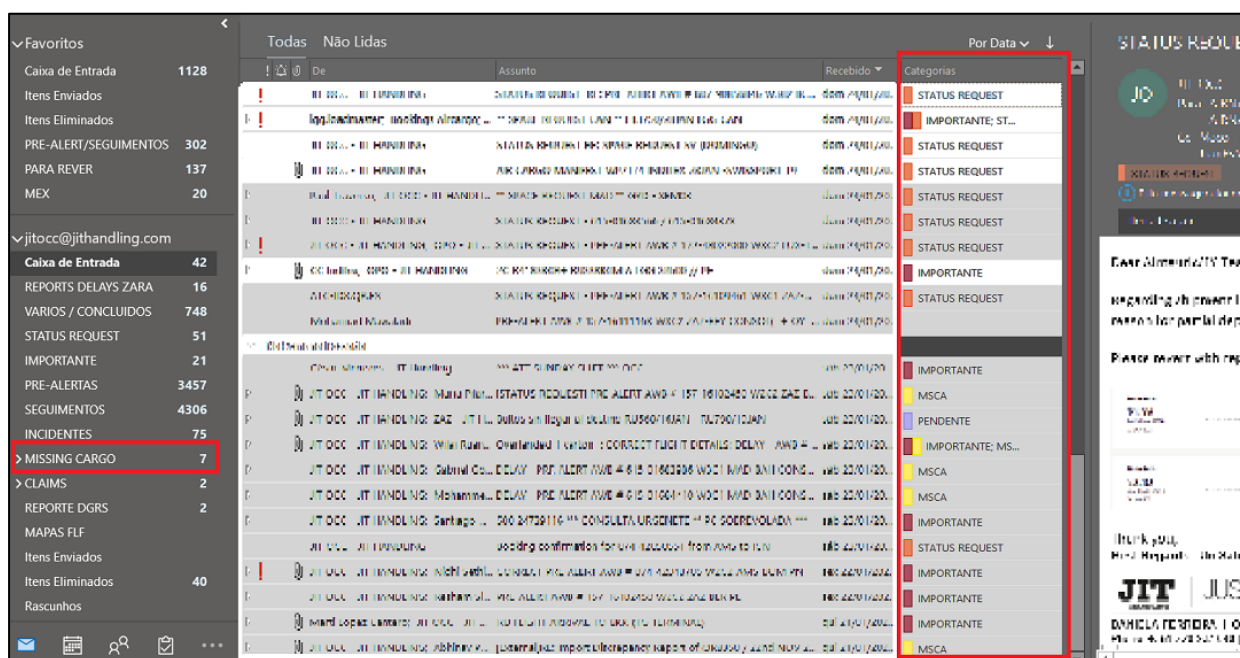


Figura 30 - Gestão de incidências no *software* de *email*.

Desta forma, quando entrar um novo *email* sem categoria perceber-se-á que se tratará de um novo assunto.

➤ **Construção de um *Kanban de controlo* complementado por um *Kanban de informação***

O facto do tratamento de incidências e reclamações ser simplesmente gerido no *software* de *email*, contribui para a inexistência de um histórico e registo de incidências. Deste modo, a tarefa de analisar mensalmente e/ou anualmente o comportamento de incidências, para que se possa tomar ou sugerir ações corretivas em função dos resultados, torna-se muito dificultada ou até mesmo impossível. Para além disso, diferentes acompanhamentos acabam por deixar de existir assumindo-se diferentes incidências como concluídas. De notar que uma gestão desta forma não pode ser considerada “*best in class*”.

Para contornar e a solucionar este problema foi desenvolvido e definido um *Kanban de informação*, representado pela Figura 31, que depois de enviado para o operador responsável, este deve registar e acompanhar num desenvolvido *Kanban de controlo*, em *Excel*. Pretende-se o registo, categorização e acompanhamento de incidentes mais eficientes.

Kanban de incidencia
AWB:
SemanaCiclo:
Origem:
Destino:
Categoria:
Status:
Comentários:

Figura 31 - *Kanban* de incidência.

Quando é recebido um *email* com o reportar de uma determinada incidência, o operador responsável pela receção de *emails* e apoio ao cliente deverá enviar o *Kanban* de incidência para o operador responsável pelo grupo *Other Issues*, onde são geridas as incidências e reclamações. Através da informação recebida pelo *Kanban* de informação, o operador deverá ser responsável pelo registo no *dashboard*, representado na Figura 32, e pelo acompanhamento de cada incidência.

Neste *dashboard*, desenvolvido em *Excel*, com o objetivo de ser utilizado como um *Kanban* de controlo, o operador responsável pelo registo apenas deve preencher os campos respetivos às colunas AWB, SemanaCiclo, Origem, Destino, Categoria, Data Inicio (dia do envio do *Kanban de incidência*), Status e Comentários (se necessário). Pode-se verificar através das aproximações, na Figura 32, que os campos Categoria, Data Início, e Status são auxiliados por uma lista de opções e por um calendário no caso da Data, de maneira que o processo de preenchimento seja mais rápido e à prova de erros. Os campos *Deadline* e *Folga* são preenchidos automaticamente com base no registo dos campos Data de início e Status. O *deadline* definido para o tratamento de cada incidência foi de 15 dias, ou seja, existem 15 dias de folga para o tratamento de cada incidência. Desta forma o campo *Folga* devolverá o número de dias restantes para o tratamento de cada incidência tendo em conta o *Deadline* e a data do momento. No caso de passar o *Deadline* e o status do envio for diferente de CLAIM ou DONE (ambos os status definem o término e o fecho de uma incidência), o campo da coluna *Folga* será preenchido automaticamente com o alerta de “PENDENTE”. Caso alguma tarefa for terminada fora do *deadline*, o campo devolverá o valor de “DONE W/D”, que significa incidência fechada fora do *deadline*.

Por fim na parte superior é possível verificar, através dos gráficos de anel e de barras, um resumo do estado das incidências em geral e ainda, na parte demarcada a verde, um botão de validação de dados que nos permite facilmente filtrar as incidências por cada estado.

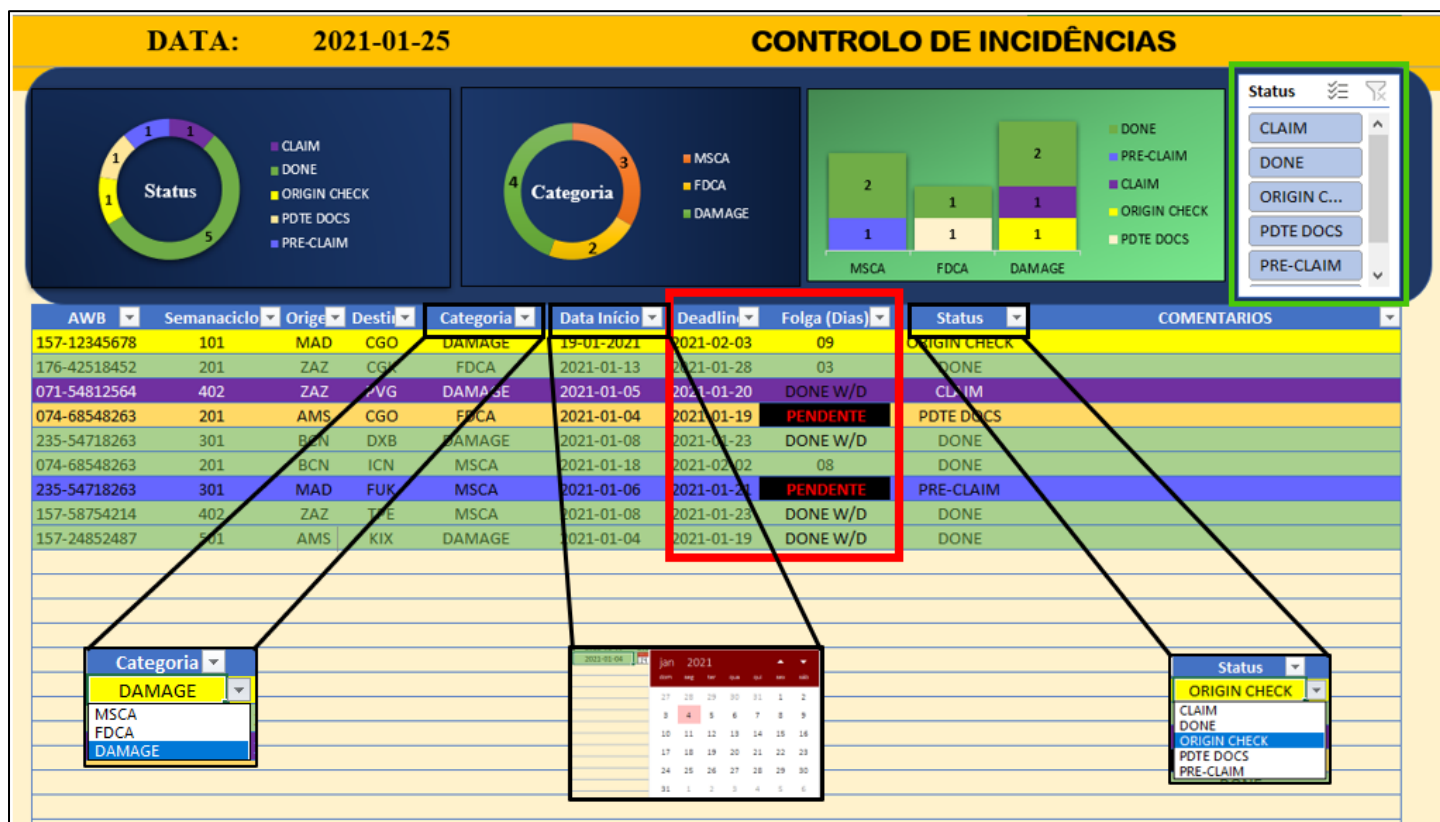


Figura 32 - Kanban de controlo de incidências e reclamações.

3.2.5. Gestão e coordenação de seguimentos

A gestão e coordenação de seguimentos da carga desde o aeroporto de saída até à chegada no aeroporto de destino é uma das principais e diárias tarefas a realizar pelo departamento do OCC. Ainda assim, este departamento realiza funções apenas durante o horário nobre de trabalho, sendo que entre o horário das 17h30 e 07h, os operadores do departamento operacional devem assumir o controlo desta tarefa. Entre o horário das 17h30 e as 00h será um operador inserido no turno intermédio (turno este rotativo semanalmente) e das 00h-07h será o turno da noite (um turno fixo), que irão realizar as mesmas funções de gestão e coordenação de seguimentos. Desta forma, vários operadores poderão realizar esta tarefa no turno intermédio, uma vez que é rotativo, podendo até, apenas assumir estas funções durante uma semana, de dois em dois meses. Assim sendo, importa estar bem claro a forma de atuação.

A gestão e coordenação de seguimentos é realizada através de uma aplicação própria e desenvolvida pelo departamento informático da JIT GROUP. É uma aplicação constituída por diferentes interfaces, dezenas de botões e que permite atuar de diferentes formas. Apesar da existência de um manual de instruções que é principalmente usado na integração de um novo membro que possa ser responsável por esta tarefa, estes manuais são longos e com bastante detalhe.

Verifica-se, então, que a heterogeneidade na prestação do serviço do seguimento e acompanhamento de carga está sendo diretamente afetada pela falta de formação neste sentido, pela falta de experiência na utilização da aplicação pelos elementos do departamento operacional, e da consulta constante de membros do departamento do OCC para esclarecimento de dúvidas relacionadas com o seu funcionamento. O turno intermédio é responsável por assegurar a qualidade de todo o trabalho e planeamento desenvolvido, por cada parte do departamento operacional, do turno de horário nobre. Verifica-se, então, constantemente a falta de tempos disponíveis para consulta dos manuais de instruções de funcionamento da aplicação de seguimentos.

Com o intuito de ajudar, relembrar, solucionar e padronizar a forma de utilização da aplicação dos seguimentos, foram realizados vídeos com gravações de ecrã, com a duração máxima de dois minutos, onde estão esclarecidas as formas de utilização da aplicação para as ações mais comuns:

- Correção dos detalhes dos voos (trajeto e horário);
- Registo de incidências de saídas de carga parciais e da apresentação dos novos voos para as restantes parcialidades;
- Registo de outros tipos de incidência e apresentação de novos voos no caso de alguma carga não voar como previsto;
- Registo da antecipação de voos;
- Apresentação do procedimento de pedido de esclarecimentos às companhias aéreas para as não-conformidades.

Na Figura 33 é possível verificar um exemplo de aplicação.

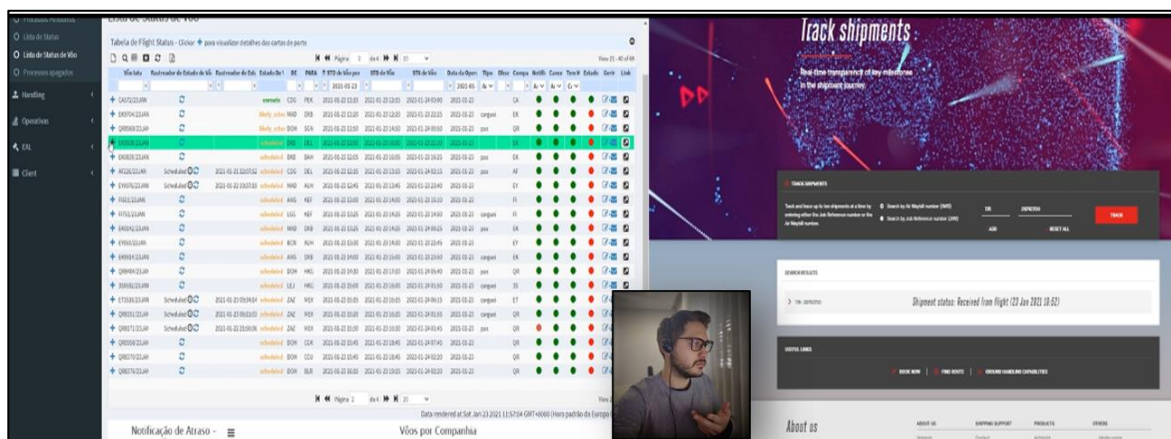


Figura 33 - Exemplo de gravação (PrintScreen).

Todas as gravações foram realizadas através do *software ShareX*, que nos permite realizar as gravações das ações projetadas no ecrã do dispositivo a utilizar, como a gravação de áudio e vídeo através de uma câmara externa e, adicionar comentários no vídeo ao longo da gravação. Estas gravações, com baixos tempos de duração, têm por finalidade agilizar e relembrar as principais funções na atividade de gestão e coordenação de seguimentos através da aplicação de gestão interna.

3.3. Verificar (*Check*)

Neste capítulo procura perceber-se e verificar o nível de aplicabilidade de todas as propostas de melhoria apresentadas tendo em conta o período espectável de implementação e a opinião dos operadores quanto à viabilidade e à expectativa de sucesso de cada uma. No contexto organizacional da JIT GROUP torna-se complicado o cálculo de indicadores de desempenho e a determinação de tempos de ciclo das tarefas, para futuras comparações. Existe uma elevada variabilidade na forma de execução da mesma tarefa, em contextos diferentes e devido ao facto de existirem inúmeros fatores externos capazes de influenciar os processos. É de notar que, o cliente em questão, se trata de uma entidade que marca uma forte presença em todo o processo; como é visível no mapeamento dos processos no APÊNDICE A. Assim sendo, foi selecionada uma escala de *Likert* dos cinco pontos como indicador para avaliação das propostas apresentadas, com base na opinião de diferentes operadores logísticos internos.

A escala de *Likert* é aplicada como uma das principais ferramentas psicométricas frequentemente usadas tanto a nível educacional e social, como também em muitos debates para análise e discussão de pontos, numa determinada escala (Joshi et al., 2015). No estudo das propostas apresentadas será utilizada a escala representada na Figura 34 para avaliar a viabilidade e o sucesso das mesmas:



Figura 34 - Escala de avaliação das propostas.

Foi realizado um questionário a um conjunto de quinze pessoas, em que foram apresentadas as propostas de melhoria referidas e em que se espera a receção do grau de viabilidade e importância, sob o ponto de vista de cada operador, com base na escala apresentada e no tempo expectável de implementação previamente definido. Calculada a média das respostas, com base nos valores dos respetivos indicadores, foi construída a Tabela 19.

<i>Proposta de Implementação</i>	Tempo expectável de implementação (dias)	Viabilidade/Importância
A. Dados Previsionais - Exploração e definição de um modelo preditivo	30	3
B. Seleção de Reservas - Análise estatística bimestral - Tratamento de dados estatísticos	5	5
C. Organização do departamento OCC - Definição e distribuição de tarefas	5	5
D. Incidências e Reclamações - Desenvolvimento de um Kanban de controlo	7	5
E. Gestão e coordenação de seguimentos - Gravação dos procedimentos na aplicação de gestão interna	1	4

Tabela 19 - Avaliação das propostas apresentadas.

Depois de construída a tabela que relaciona o tempo expectável da implementação de cada tarefa com a avaliação da viabilidade e importância de cada proposta, é-nos possível a construção do Gráfico 19, com base no conceito do diagrama de Pareto, para uma análise mais rápida e eficiente.

Pela análise do gráfico é possível verificar que todas as propostas se encontram com um *feedback positivo* quanto à viabilidade/importância de implementação. Ainda assim, será importante notar que a Proposta A, para além de ser a que possui maior tempo expectável para implementação, é a que apresenta menor nível de viabilidade.

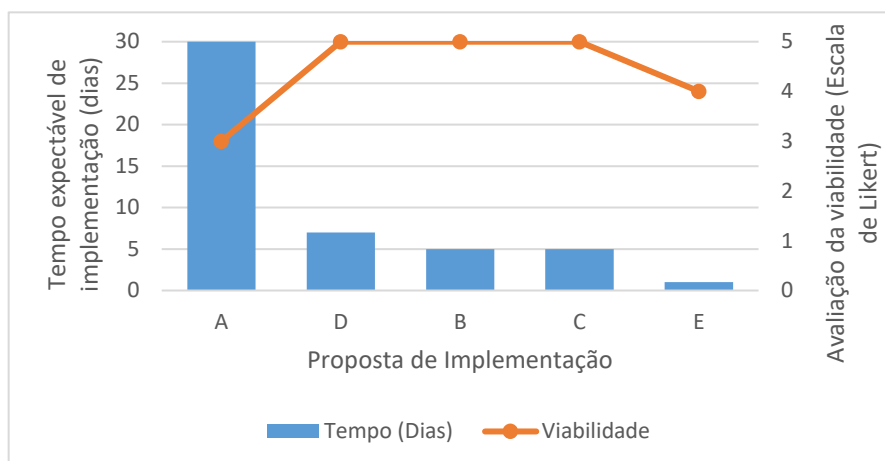


Gráfico 19 - Resultados da avaliação às propostas de implementação.

Depois de explorar o principal motivo para a avaliação da proposta A, conclui-se que a opinião geral é justificável pela alta variação dos valores dos volumes de carga a gerir. Uma vez que muitos destinos são geridos e partilhados entre diferentes transitários, o volume de carga será sempre determinado e distribuído segundo as decisões do cliente. Por exemplo, se determinado transitário apresenta melhor desempenho com a gestão de carga, num determinado destino, o cliente poderá balancear e distribuir esse mesmo volume de acordo com esse desempenho; sendo que poderá mesmo restringir a gestão total a determinado transitário. Este argumento é o principal aliado ao tempo expectável de implementação.

Por fim, é de notar que nenhuma destas tarefas contém custos extra associados, uma vez que diferentes operadores internos possuem competências e poderão implementar as propostas internamente.

3.4. Agir (Act)

A eficácia das propostas de melhoria ou das propostas implementadas é confirmada pela fase “Verificar (*Check*)”, contudo, é necessário esclarecer e comprovar o potencial de todas elas neste ponto, “Agir (*Act*)”. O potencial da definição e padronização das propostas de melhoria dependem, essencialmente, desta última fase para garantir o nível de desempenho esperado em todas as restantes fases do ciclo PDCA (Lodgaard & Einar, 2011).

Procura-se, então, perceber o estado atual de cada proposta, padronizar e melhorar aquelas que já se encontram implementadas. Com esse intuito, foi construída a Tabela 20 que nos permite uma rápida análise quanto ao estado de cada proposta, à disciplina no sentido de definir e padronizar a sua utilização, juntamente com a apresentação de novas melhorias em cada proposta.

Proposta de implementação	Estado	Definição de utilização	Proposta de Melhoria
A. Definição de um modelo preditivo - Exploração e definição de um modelo preditivo	Em estudo	Definido o modelo preditivo, as previsões deverão ser realizadas mensalmente.	Recolha de mais dados históricos, controlo de <i>outliers</i> , testagem de novos modelos e captação de novos atributos.
B. Seleção de Reservas - Análise estatística bimestral - Tratamento de dados estatísticos	Implementada	Análise bimestral às incidências que constituem o atraso dos envios. Inferência de simulações e testes estatísticos aos casos definidos como mais críticos.	Converter a análise bimestral em quadrimestral. Não se verifica a necessidade de análise num período de dois meses.
C. Organização do departamento OCC - Definição e distribuição de tarefas	Implementada	Revisão das tarefas e respetiva distribuição anualmente e sempre que necessário.	Indefinida
D. Incidências e Reclamações - Desenvolvimento de um <i>Kanban</i> de controlo	Implementada	A utilização do <i>Kanban</i> de controlo deve ser usada diariamente para a gestão de incidências.	Bloqueio de todos os campos não necessários no registo de incidências impedindo alterações indesejáveis.
E. Gestão e coordenação de seguimentos - Gravação dos procedimentos na aplicação de gestão interna	Implementada	Deverão ser gravados novos procedimentos de execução na aplicação, sempre que requeridos.	Indefinida

Tabela 20 - Atual estado das propostas de implementação apresentada.

Verifica-se que a exploração e definição de um modelo preditivo é a única proposta de implementação, relacionada com a receção dos dados previsionais, em estudo e pendente de aprovação. É uma proposta exigente, em que o nível de estudo e exploração da ferramenta é altíssimo para submissão de aprovação. Adicionalmente, deverá também ser discutido com a parte administrativa a viabilidade do estudo e da implementação pela principal razão e argumento da maioria dos operadores relacionado com a variação dos volumes a gerir. Sugere-se uma análise causa-efeito para averiguar as principais causas que podem levar à variação dos volumes recebidos e, desta forma, averiguar a viabilidade do estudo e exploração da ferramenta proposta.

As restantes propostas de implementação, atualmente implementadas, devem ser supervisionadas consoante a definição de utilização e melhoradas perante a proposta de melhoria apresentada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados todos os resultados que decorreram deste trabalho e dos dados apresentados ao longo do trabalho, sendo depois formuladas as conclusões mais relevantes.

4.1. Apresentação de resultados

Depois realizado o estudo detalhado com a monitorização dos resultados, estudam-se e analisam-se o impacto das propostas de melhoria implementadas. Este impacto é qualificado como ganhos qualitativos devido à ausência de variáveis numéricas (ver Tabela 21).

Proposta de solução	Ganhos qualitativos
A. Definição de um modelo preditivo	– Gestão controlável e eficiente de reservas; – Diminuição de cancelamentos de reservas; – Maior flexibilidade e captação de mais opções para reservas; – Prevenção das alterações nas instruções de trabalho.
B. Análise estatística bimestral e tratamento de dados estatísticos na seleção de reservas	– Valorização das reservas bem-sucedidas e possibilidade de análise e monitorização de incidências; – Suporte estatístico de base de apoio à tomada de decisões.
C. Definição e distribuição de tarefas no departamento OCC	– Organização e agrupamento de tarefas; – Padronização de tarefas; – Criação de cenários para a ausência de operadores e respetiva distribuição de tarefas.
D. Desenvolvimento de <i>Kanban</i> de controlo	– Acompanhamento personalizado de incidências; – Padronização do processo de registo e acompanhamento de incidências; – Controlo e registo de reclamações; – Uniformização dos processos de acompanhamento de incidências e gestão de reclamações.
E. Gravação dos procedimentos na aplicação de gestão interna	– Eliminação de tempos em atividades sem valor acrescentado; – Inexistência da procura de auxílio para a execução de tarefas na aplicação; – Redução de tempos na execução de ações através da aplicação.

Tabela 21 - Análise de resultados às propostas de melhoria.

É possível verificar a existência de dois ou mais fatores que apontam para os ganhos qualitativos em qualquer uma das propostas de implementação apresentadas.

4.2. Discussão de resultados

Como podemos observar na Tabela 21, os resultados mostram que as soluções tiveram um impacto positivo na sua implementação. Comprova-se também este impacto positivo com o estudo realizado com base na opinião dos operadores relativamente a cada proposta na Tabela 19.

Apesar da Proposta A se encontrar pendente de aprovação, o *feedback* apresentado pelos operadores, ainda que corresponda ao valor mínimo na escala de *Lickert*, encontra-se no intervalo do *feedback positivo*. Os diferentes fatores que podem causar a não viabilidade da proposta devem ser analisados cuidadosamente. Estão provados em diversos casos práticos que as técnicas de *Data Mining* e *Machine Learning* são capazes de lidar com diferentes níveis de variabilidade. O resultado obtido na aplicação do modelo preditivo estudado não alcança o estado ideal, contudo, a recolha de mais dados históricos, o estudo das diferentes variáveis que constituem os modelos, a redução do impacto dos *outliers* no desempenho dos modelos preditivos, são pontos que devem ser analisados com o intuito de alcançar melhores resultados. Concluindo, sugere-se e defende-se o estudo e exploração destes fatores, assim como a análise e comparação de novos modelos preditivos.

A proposta B, relacionada com o desenvolvimento de reportes e tratamento de dados estatísticos foi implementada com sucesso apresentando ganhos qualitativos significativos. Trata-se de uma ferramenta de seguimento próximo às incidências decorrentes e que permite adicionar variáveis e fatores em consideração para a seleção e escolha de reservas para toda a carga que excede os contratos fixos com diferentes companhias aéreas.

Quanto à organização do departamento do OCC, a proposta C apresenta um papel determinante. Explorada através da aplicação das ferramentas 5S e gestão visual, a organização, seleção, limpeza, padronização e aplicação prática das tarefas a executar pelo departamento, assim como a distribuição das mesmas pelos operadores, foram fatores que contribuíram significativamente para que ficasse clara e definida a forma de atuar nas funções a desempenhar pelo departamento.

A implementação da proposta D trouxe vários ganhos qualitativos no que diz respeito à gestão de incidências e das reclamações. O desenvolvimento de um *Kanban* de controlo para as incidências permitiu um acompanhamento mais próximo e cuidadoso em cada incidência reportada, assim como melhorou consideravelmente o processo e gestão de reclamações. Considera-se uma ferramenta essencial que é usada diariamente pelo departamento OCC.

A gestão e coordenação de seguimentos é uma das principais atividades do departamento do OCC, não obstante, conta também que operadores externos ao departamento, com menos experiência na atividade e menos formação. A implementação da proposta ajudou, consideravelmente, a execução das tarefas de gestão de seguimentos, através da aplicação interna, aos operadores não pertencentes ao departamento OCC. Cada procedimento está descrito e definido em vídeos de curta duração que permite rapidamente aos operados lembrar e aprender como cada ação deve ser tomada. As gravações de ecrã ajudaram também a manter estável o nível de heterogeneidade da organização na execução desta tarefa.

De um modo geral, as soluções aos problemas identificados forma colmatadas com sucesso apresentando ganhos significativos para a organização.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões retiradas neste projeto como também são sugeridos trabalhos futuros.

5.1. Conclusões finais

A presente dissertação foi desenvolvida, fundamentalmente, sobre a análise e melhoria de processos com base em ferramentas e numa das metodologias *Lean*, em que se procura desmistificar os problemas e os métodos de abordagem para encontrar as soluções capazes de prover a qualidade; predomina uma busca constante da utilização de menos recursos, resultando a prestação de um serviço mais limpo e eficiente.

Nos primeiros momentos da dissertação é colocada uma questão que resume o tema em estudo: **“Como analisar e melhorar os processos no setor dos serviços?”**. Depois de todo o trabalho realizado serve-se como resposta: os processos, no setor dos serviços, podem ser analisados e melhorados através de ferramentas *Lean*, focando a eliminação de desperdícios, a velocidade de implementação e, claro, naquilo que é o valor para o cliente. Neste trabalho verifica-se e comprova-se a aplicabilidade da filosofia e dos pensamentos criados no seio do sistema *Toyota*.

Entre as diferentes ferramentas *Lean* utilizadas, a metodologia e a abordagem pelo ciclo PDCA, foi uma ferramenta chave para desmembrar os processos que aparentavam pouca evolução. Esta metodologia, juntamente com as ferramentas *Lean*, permitiu tornar visível problemas e falhas jamais identificados e ainda, ajudar na busca de possíveis soluções. Uma das fases fulcrais deste estudo e uma ferramenta a revelar-se decisiva foi na execução do mapeamento do fluxo de processos, pela modelação BPMN. Além de ajudar na identificação dos problemas referidos, permitiu visualizar um largo campo de oportunidades de melhoria e que serão sugeridas, no capítulo 5.3.

5.2. Dificuldades encontradas

As principais dificuldades encontradas devem-se à pandemia atual, presente no mundo em geral, o COVID-19. O principal impacto foi no estudo dos modelos preditivos. Tornou-se complicado o estudo exaustivo dos dados de volume de carga a transportar em 2020, a busca por dados mais precisos, uma vez que vários contratos foram refeitos, notou-se um claro ajuste no balanceamento de carga entre transitários por decisão do cliente, tornando pouco exequível, tendo por objetivo o alcance de previsões ótimas, o desenvolvimento de uma ferramenta que resulta previsões com base em experiências passadas. Por outro lado, a pandemia conduziu, também, à redução do número de trabalhadores nos aeroportos, centros de distribuição e nos transportes, em geral. Este facto perseguiu um excesso de trabalho nas equipas da linha da frente, resultando um maior número de incidências. Este maior número tornou claro a necessidade do aumento da flexibilidade e eficiência dos processos da organização.

5.3. Trabalhos futuros

A principal recomendação após todo o trabalho envolvido no desenvolvimento desta dissertação, tal como sugerido no estudo de Nylund (2013), será a manutenção e a sustentabilidade da melhoria contínua nos processos internos. Para isso, recomenda-se a formação de uma equipa de dois ou mais elementos responsáveis por criar indicadores de desempenho, analisar cada processo interno nos mais diferentes setores e, garantir a melhoria contínua. Sugere-se a formação de uma *Green Team*, tendo como principal filosofia os conceitos *Lean*, garantindo a procura e eliminação de desperdícios, permitindo aumentar a eficiência dos processos.

A necessidade da formação de uma equipa *Lean* é desperta quando, através de uma simples análise ao mapeamento do fluxo das operações, surgem inúmeros problemas e processos com oportunidades de melhoria. De notar que a JIT GROUP desempenha atividades em diferentes centros de distribuição do cliente e ainda, nos aeroportos de Zaragoza y Madrid. Assim sendo, existem muitos processos que podem ser mapeados e analisados em busca da eliminação de desperdícios e, conseqüentemente, pela melhoria dos processos.

Relativamente aos processos e às tarefas a desempenhar no *head office* da organização é possível através da Tabela 22 encontrarmos algumas das oportunidades de melhoria detetadas e que se destacam como foco para os próximos trabalhos.

Proposta de solução	Descrição
A. Integração da interface do planeamento das reservas na aplicação interna	Atualmente todos os operadores trabalham a partir de um ficheiro <i>Excel</i> onde é planeado toda a distribuição dos volumes de carga nos aviões cargueiros. Como a aplicação interna, da empresa, está conectada ao sistema do cliente, toda esta gestão tem de ser copiada para a mesma aplicação para que o cliente possa visualizar todo o planeamento; originado retrabalho, desperdício .
B. Ferramenta de apoio à distribuição de paletizados	Um avião cargueiro é composto por diferentes posições ULD. Sendo que cada ULD contém uma determinada capacidade, os operadores devem passar instruções aos CD e a cada GHA, considerando a capacidade de cada unidade, o número de unidades disponíveis e os volumes previstos. Desta forma, cada operador procura estudar, tendo em conta os contratos com as companhias aéreas, que posições ULD devem atribuir a cada marca, a cada volume recebido. Sugere-se o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à distribuição de paletizados, tendo em conta a capacidade de cada ULD e os volumes recebidos, capaz de distribuir os volumes automaticamente e, otimizando a capacidade disponível de cada aeronave. Uma vez que existem funcionalidades e métodos capazes de realizar esta distribuição automaticamente, o estudo individual de cada trabalhador pode ser considerado desperdício .

C. Interface descritiva do desempenho mensal	Reportes estatísticos são elaborados apenas quando são requeridos e, geralmente, são dispensados largos intervalos de tempo na busca e reunião de toda a informação. Aliado à análise estatística, desenvolvida e apresentada nesta dissertação, sugere-se o desenvolvimento de uma interface gráfica capaz de demonstrar os volumes de carga movidos mensalmente, em contraste com as incidências reportadas nesse espaço de tempo. Após a construção da interface, a ferramenta apenas necessitará da manutenção da base de dados. Depois, sempre que sejam pedidos reportes relativamente ao desempenho de alguma companhia aérea ou do envio de carga a algum destino, por exemplo, toda a informação estará disponível à distância de um clique, evitando atividades sem valor acrescentado (reunião e busca de informação), eliminando desperdício.
D. Kanban de processos	Como já referido, a JIT GROUP opera durante vinte e quatro horas diárias, na prestação de serviços logísticos. Como tal, no final de cada turno diário, informações relativas ao estado de cada operação responsável por cada operador e a nota dos processos concluídos devem ser passados ao turno seguinte. Atualmente toda esta informação é passada através de um <i>email</i> individual, ou seja, cada operador envia um email para o turno que se segue com a informação daquilo que se encontra pendente e/ou finalizado. No caso de serem doze trabalhadores, serão doze emails a receber pelo turno do momento. Este processo gera um elevado nível de entropia e acaba por ter um impacto negativo, afetando a estabilidade e o nivelamento do trabalho do turno. Para combater este problema sugere-se o desenvolvimento de um <i>Kanban</i> de processos, idêntico aquele desenvolvido na gestão das incidências e reclamações, em que todas as informações necessárias a transmitir ao turno seguinte estarão espelhadas e formalizadas. Sendo que não existe um padrão definido para a passagem de turno, a variedade na forma e no contexto das informações seria reduzida a 99% e a constante busca por <i>emails</i> de passagem de informação seria eliminada. De notar que ambas as atividades referidas correspondem a um dos sete desperdícios.

Tabela 22 - Proposta de trabalhos futuros

Finalizando, será importante notar que fica visível a aplicabilidade da metodologia *Lean*, o ciclo PDCA, na abordagem à análise e melhoria de processos na indústria dos serviços. Sugere-se a abordagem ao estudo das propostas de trabalhos futuros com base no ciclo PDCA. O caminho de uma abordagem simples, clara e que nos remete para uma procura cíclica, ajudará na identificação das soluções aos problemas; complementando com a identificação de novos problemas e falhas com oportunidade de melhoria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adhikari, R., & Agrawal, R. K. (2009). *An Introductory Study on Time Series Modeling and Forecasting*. Lap Lambert Academic Publishing.
- Albanna, R. A. (2018). Reduction of Waste on Freight Services of QWZ Company with *Lean Service* Application. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 3(1), 689–697.
- Alsharif, M. H., Younes, M. K., & Kim, J. (2019). Time series ARIMA model for prediction of daily and monthly average global solar radiation: The case study of Seoul, South Korea. *Symmetry*, 11(2), 1–17.
- Alsyouf, I., Kumar, U., Al-Ashi, L., & Al-Hammadi, M. (2018). Improving baggage flow in the baggage handling system at a UAE-based airline using *Lean Six Sigma* tools. *Quality Engineering*, 30(3), 432–452. <https://doi.org/10.1080/08982112.2018.1437180>
- Amaruchkul, K., Cooper, W. L., & Gupta, D. (2007). Single-leg air-cargo revenue management. *Transportation Science*, 41(4), 457–469. <https://doi.org/10.1287/trsc.1060.0177>
- Andrés-López, E., González-Requena, I., & Sanz-Lobera, A. (2015). *Lean Service*: Reassessment of *Lean Manufacturing* for Service Activities. *Procedia Engineering*, 132, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.463>
- Angra, S., & Ahuja, S. (2017). Machine learning and its applications: A review. *JASC: Journal of Applied Science and Computations*, January, 57–60.
- Arnott, R., Harvey, C. R., & Markowitz, H. (2019). A Backtesting Protocol in the Era of Machine Learning. *The Journal of Financial Data Science*, 1(1), 64–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.3905/jfds.2019.1.064>
- Asnan, R., Nordin, N., & Othman, S. N. (2015). Managing Change on *Lean Implementation* in Service Sector. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.040>
- Atanelov, L. L. (2016). Resident's handbook of medical quality and safety. Em *Resident's Handbook of Medical Quality and Safety*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24190-6>
- Azevedo, J., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Santos, G., Cruz, F. M., Jimenez, G., & Silva, F. J. G. (2019). Improvement of production line in the automotive industry through *Lean* philosophy. *Procedia Manufacturing*, 41, 1023–1030. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.029>
- Bardi, M. (2005). Research Methodology in Social Sciences. *Synergy*, 1, 77–87.
- Becker, R. M. (2016). The Toyota Production System and *Lean Manufacturing*. “Faster, Better, Cheaper” in the History of Manufacturing, 325–353. <https://doi.org/10.1201/9781315367941-17>
- Berry, L. L., & Parasuraman, A. (1997). Listening to the Customer -The Concept of a Service-Quality Information System. *The Wall Street Journal*, 38(3), 65–76.
- Bill Hollins, S. S. (2006). *Managing Service Operations: Design and Implementation*. SAGE Publications.
- Bodily, S. E. (2008). Time Series Forecasting. *Darden Business*, 1–3.
- Bowen, D. E., Youngdahl, W. E., Bowen, D. E., & Youngdahl, W. E. (2009). “Lean” service : in defense of a production-line approach. *International Journal of Service Industry Management*, 9(3), 207–225.

- Box, G. E. P. (1984). The importance of practice in the development of statistics. *Technometrics*, 26(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00401706.1984.10487916>
- Brown, S., Blackmon, K., Cousins, P., & Maylor, H. (2001). *Operations Management: Policy, Practice and Performance Improvement* (Reed Elsevier (ed.)).
- Brownlee, J. (2016). *How To Backtest Machine Learning Models for Time Series Forecasting*. Machine Learning Mastery. <https://machinelearningmastery.com/backtest-machine-learning-models-time-series-forecasting/>
- Carlborg, P., Kindström, D., & Kowalkowski, C. (2013). A *Lean* approach for service productivity improvements: Synergy or oxymoron? *Managing Service Quality*, 23(4), 291–304. <https://doi.org/10.1108/MSQ-04-2013-0052>
- Carnahan, S., Agarwal, R., & Campbell, B. (2010). The Effect of Firm Compensation Structures on the Mobility and Entrepreneurship of Extreme Performers. *Business, January*, 1–43. <https://doi.org/10.1002/smj>
- Carvalho, H. (2020). *Análise de causa raiz: Diagrama de Ishikawa*. Gestão de Produto. <https://vidadeproduto.com.br/diagrama-de-ishikawa/>
- Chan, F. T. S., Chan, H. K., Ip, R. W. L., & Lau, H. C. W. (2007). A decision support system for supplier selection in the airline industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 221(4), 741–758. <https://doi.org/10.1243/09544054JEM629>
- Chatfield, C. (2001). *Time Series forecasting*. Chapman & Hall/CRC.
- Chiarini, A. (2013). *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office* (2nd Editio). Springer.
- Choi, H.-R., Park, N.-K., Lee, H.-C., Seo, Y.-J., & Shin, J.-J. (2005). A Study on Information System Improvement for Air Logistics SCM. *International Journal of Kais*, 14(3), 63–70.
- Conceição, R., J. G. Silva, F., Pinto Ferreira, L., & Sá, J. C. (2019). *Lean Manufacturing Applied to the Production and Assembly Lines of Complex Automotive Parts*. Em *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Nova Science Publisher.
- Corinne Johnson. (2016). The Benefits of PDCA. *Quality Progress, January*, 45.
- Correia, D., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Pereira, T., & Ferreira, L. P. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying *Lean* tools. *Procedia Manufacturing*, 17, 663–671. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.115>
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company. Em *DAAAM International Scientific Book* (Número January, pp. 001–012). <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Creswell, J. (2019). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (6th Editio). Pearson Education.
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the order fulfilment process at a metalwork company. *Procedia Manufacturing*, 41, 1031–1038. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.030>
- Dias, P., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., & Santos, T. (2019). Analysis and improvement of an assembly line in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 38, 1444–1452. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.143>
- Dicken, C., & Walker, C. (2012). BPM and *Lean* : The Plan. *BP-Trends, October*, 1–9.

- Dorathi Jayaseeli, J. D., Malathi, D., Sisodia, M., & Ruvinga, C. (2020). Time series analysis for predicting environmental earthquakes using ARIMA model. *Journal of Green Engineering*, 10(1), 76–90.
- El Naqa, I., Li, R., & Murphy, M. J. (2015). *Machine Learning in Radiation Oncology*. Springer.
- Ezzati, A., & Ajam, A. (2020). Data mining classification algorithms. *International Journal of Mathematics and Computer Science*, 15(1), 389–394.
- Fernandes, A. (2000). *Qualidade de serviço : pela gestão estratégica*. Pergaminho.
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). ILeanDMAIC - A methodology for implementing the *Lean* tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- Fiorucci, J. A. (2016). Time series forecasting: advances on Theta method. *Thesis of Doctor Degree in Statistics*, May, 99.
- Fuller, W. A. (1996). *Introduction to Statistical Time Series* (2nd Editio). Wiley.
- Gama, J., Carvalho, A., Faceli, K., Lorena, A., & Oliveira, M. (2017). *Extração de Conhecimento de Dados*. Edições Sílabo.
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- García-Domínguez, A., Marcos, M., & Medina, I. (2012). A comparison of BPMN 2.0 with other notations for manufacturing processes. *AIP Conference Proceedings*, 1431(1), 593–600. <https://doi.org/10.1063/1.4707613>
- Gareth, J., Witten, D., Hastie, T., & Tibsirani, R. (2017). *An Introduction to Statistical Learning*. Springer.
- Garza-Reyes, J. A., Tangkeow, S., Kumar, V., & Nadeem, S. P. (2018). *Lean* manufacturing adoption in the transport and logistics sector of Thailand - An exploratory study. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (Indonesia)*, 6-8 March, 104–115.
- Ghobadian, A., Speller, S., & Jones, M. (2008). Service Quality. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 117–136. <https://doi.org/10.1002/9780470997482.ch6>
- Graham Clark. (2005). *Service Operations Management: Improving Service Delivery*, 2nd Edition (2nd Editio). Prentice Hall.
- Gray, C. (2018). *Stock Prediction with ML: Walk-forward Modeling*. The Alpha Scientist. https://alphascientist.com/walk_forward_model_building.html
- GROUP, J. (2019). *JIT GROUP*. <https://jithandling.com/>
- Gutierrez, L., de Leeuw, S., & Dubbers, R. (2016). Logistics services and *Lean* Six Sigma implementation: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 324–342. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2015-0019>
- Hadid, W., & Mansouri, S. A. (2014). The *Lean*-performance relationship in services: A theoretical model. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(6), 750–785. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2013-0080>
- Hasan, Z., & Hossain, M. S. (2018). Improvement of Effectiveness by Applying PDCA Cycle or Kaizen : An Experimental Study on Engineering Students. *Journal of Scientific Research*, 2(10), 159–173.

- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. H. (2008). *The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction* (2nd Editio). Springer.
- Hayes, A. (2020). *Heteroskedasticity*. Financial Analysis.
<https://www.investopedia.com/terms/h/heteroskedasticity.asp>
- Hollocks, B. W. (1991). Operations Management. *Journal of the Operational Research Society*, 42(4), 343. <https://doi.org/10.1057/jors.1991.72>
- Hosen, M. N., Lathifah, F., & Jie, F. (2019). Perception and expectation of customers in Islamic bank perspective. *Journal of Islamic Marketing*. <https://doi.org/10.1108/JIMA-12-2018-0235>
- Hylleberg, S. (1992). *Modelling Seasonality*. Oxford University Press.
- Hyndman, R., & Athnasopoulos, G. (2013). *Forecasting: Principles and Practice* (2nd Editio). OTexts.
- Jaaron, A., & Backhouse, C. J. (2011). A methodology for the implementation of *Lean* thinking In manufacturing support services. *International Journal of Services and Operations Management*, 9(4), 389–410. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2011.041239>
- Jagusiak-kocik, M. (2017). PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company - a case study. *Production Engineering Archieves ISSN*, 14, 19–22.
<https://doi.org/10.30657/pea.2017.14.05>
- Jastia, N. V. K., & Kodali, R. (2015). *Lean* production: Literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867–885.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>
- Jayamaha, N. P., Wagner, J. P., Grigg, N. P., Campbell-Allen, N. M., & Harvie, W. (2014). Testing a theoretical model underlying the «Toyota Way» - An empirical study involving a large global sample of Toyota facilities. *International Journal of Production Research*, 52(14), 4332–4350.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2014.883467>
- Johansson, P. E. C., Lezama, T., Malmköld, L., Sjögren, B., & Ahlström, L. M. (2013). Current state of standardized work in automotive industry in Sweden. *Procedia CIRP*, 7, 151–156.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.026>
- John Nicholas. (2018). *Lean Production for Competitive Advantage* (2nd Editio). Boca Raton.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396–403. <https://doi.org/10.9734/bjast/2015/14975>
- Kehr, T. W., & Proctor, M. D. (2017). People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), 921–930. <https://doi.org/10.1002/qre.2059>
- Kundu, G. K., & Manohar, M. (2016). Prioritizing *Lean* practices for implementation in IT support services. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 46(1), 104–122.
<https://doi.org/10.1108/VJIKMS-12-2014-0064>
- Laptev, N., Yosinski, J., Erran Li, L., Smyl, S., Li, E. L., & Smyl, S. (2017). Time-series Extreme Event Forecasting with Neural Networks at Uber. *International Conference on Machine Learning - Time Series Workshop (Sydney)*, 34, 1–5.
- Leung, L. C., Cheung, W., & Hui, Y. Van. (2000). A framework for a logistics E-commerce community network: The Hong Kong air cargo industry. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans.*, 30(4), 446–455.
<https://doi.org/10.1109/3468.852438>
- Lian, Y.-H., & Landeghem, H. Van. (2002). An Application of Simulation and Value Stream Mapping

- in *Lean Manufacturing. Proceedings 14th European Simulation Symposium (Belgium)*, 300–307.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of *Lean* product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20.
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *20th Innovative Manufacturing Engineering and Energy Conference (Romania)*, 1, 6.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>
- Lodgaard, E., & Einar, K. (2011). An examination of the application of Plan-Do-Check-Act cycle in product development. *International conference on engineering design (Denmark)*, 15–18.
- Mahmood, K., & Shevtshenko, E. (2015). Productivity improvement by implementing *Lean* production approach. *Proceedings of the International Conference of DAAAM Baltic (Estonia), January*, 45–51.
- Marchini, D., Fernandes, G., Santos, R., & Silva, I. (2012). Uma Revisão Sistemática Sobre Práticas Do *Lean Service*. *XIX SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção - Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos (Brasil)*, 5-7 June.
- Melton, T. (2005). The benefits of *Lean* manufacturing: What *Lean* thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mitchell, T. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill.
- Moro, S., Laureano, R. M. S., & Cortez, P. (2011). Using data mining for bank direct marketing: An application of the CRISP-DM methodology. *ESM 2011 - European Simulation and Modelling Conference: Modelling and Simulation (Portugal)*, 117–121.
- Mourato, J., Pinto Ferreira, L., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Dieguez, T., & Tjahjono, B. (2020). Improving internal logistics of a bus manufacturing using the *Lean* techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0327>
- Musbah, H., El-Hawary, M., & Aly, H. (2019). Identifying seasonality in time series by applying fast fourier transform. *IEEE Electrical Power and Energy Conference (Canada)*, 3, 3–6.
<https://doi.org/10.1109/EPEC47565.2019.9074776>
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing *Lean* Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- Nylund, J. (2013). Improving Processes Through *Lean*-Management: Case Study. *Bachelor of Business Administration European Management Thesis*, 16th June.
- Øgland, P. (2007). Improving research methodology as a part of doing software process improvement. *Proceedings of the 30th Information Systems Research Seminar in Scandinavia*, 1–18.
- Oliveira, M. S., Moreira, H. D. A., Alves, A. C., & Ferreira, L. P. (2019). Using *Lean* thinking principles to reduce wastes in reconfiguration of car radio final assembly lines. *Procedia Manufacturing*, 41, 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.073>
- Paliska, G., Pavletic, D., & Sokovic, M. (2007). Quality tools – systematic use in process industry. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 25(1), 79–82.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of *Lean* visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86.

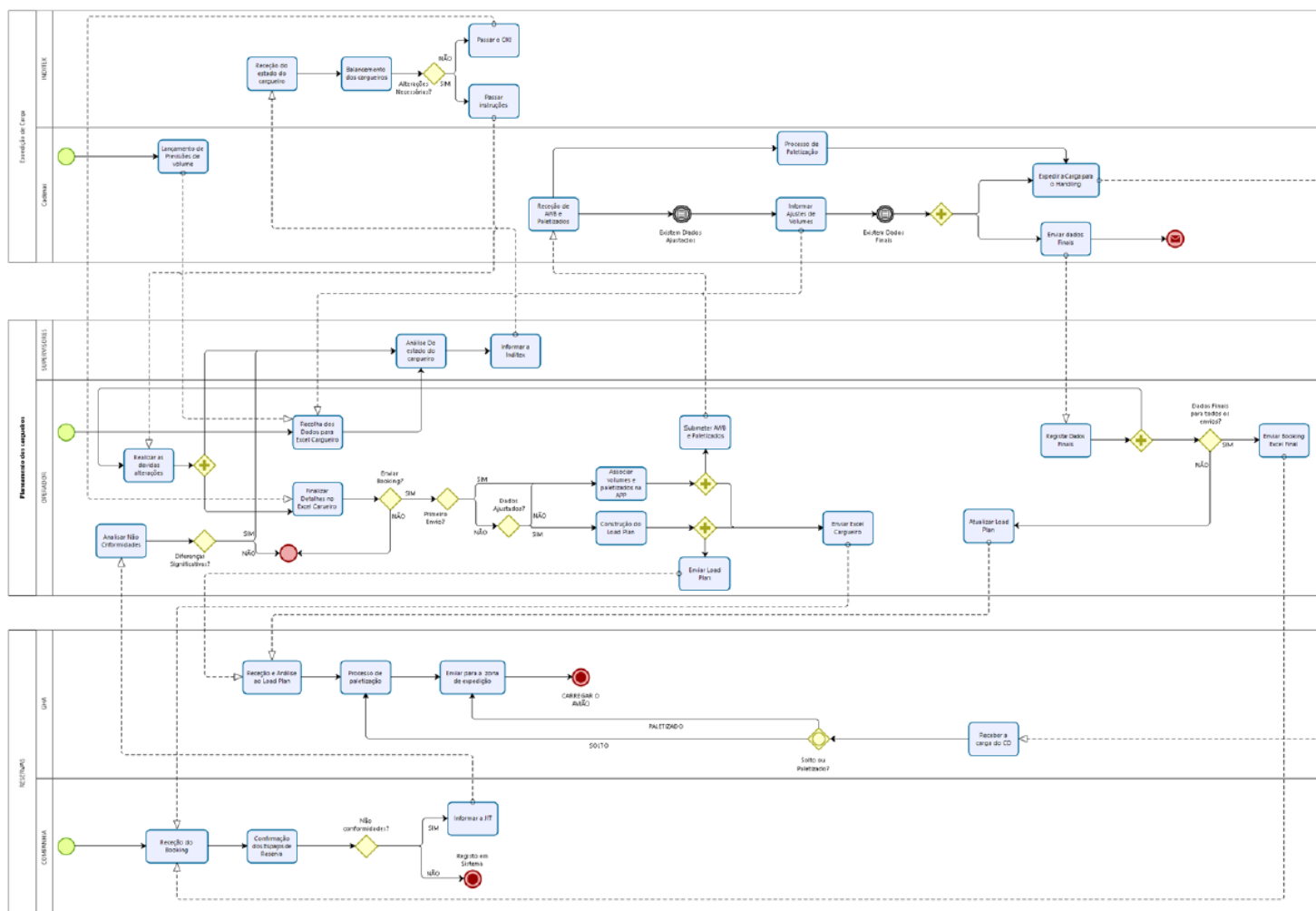
- <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Peltarion. (2020). *Build an AI model*. [https://peltarion.com/knowledge-center/documentation/modeling-view/build-an-ai-model/loss-functions/mean-squared-logarithmic-error-\(msle\)](https://peltarion.com/knowledge-center/documentation/modeling-view/build-an-ai-model/loss-functions/mean-squared-logarithmic-error-(msle))
- Pena, R., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Sá, J. C., Fernandes, N. O., & Pereira, T. (2020). *Lean manufacturing applied to a wiring production process*. *Procedia Manufacturing*, 51, 1387–1394. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.193>
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a *Lean* Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>
- Peter, H., Nick, R., & Ann, E. (1999). Value stream mapping: A distribution industry application. *Benchmarking: An International Journal*, 6(1), 60–77. <http://dx.doi.org/10.1108/14635779910258157>
- Pombal, T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Implementation of *Lean* methodologies in the management of consumable materials in the maintenance workshops of an industrial company. *Procedia Manufacturing*, 38, 975–982. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.181>
- Punnakitikashem, P., Buavaraporn, N., & Chen, L. (2013). An Investigation of Factors Affecting *Lean* Implementation Success of Thai Logistics Companies. *Strategy and Innovation*, 1, 1–10.
- Puvanasvaran, A. P., Ab. Hamid, M. N. H., & Yoong, S. S. (2018). Cycle time reduction for coil setup process through standard work: Case study in ceramic industry. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(1), 210–220.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S implementation methodologies: Literature review and directions. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 20(1), 48–74. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2017.080692>
- Rocha, H. T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2018). Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 640–646. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.110>
- Rodrigo Cavallari. (2019). *Kanban*. <https://blog.delogic.com.br/quais-sao-os-tipos-de-kanban-e-como-utilizar/>
- Roth, A. V., & Menor, L. J. (2003). Insights into service operations management: A research agenda. *Production and Operations Management*, 12(2), 145–164. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2003.tb00498.x>
- Salam, M. A., & Khan, S. A. (2016). Value creation through *Lean* management: A case study of healthcare service operations. *International Journal of Services and Operations Management*, 25(3), 275–293. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2016.079513>
- Sales, M. (2013). *The Air Logistics Handbook: Air Freight and the Global Supply Chain*. Routledge.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2013). Research methods for business students. Em *Prentice Hall* (Fifth Edit, Vol. 30).
- Selviaridis, K., Spring, M., & Araujo, L. (2013). Provider involvement in business service definition: A typology. *Industrial Marketing Management*, 42(8), 1398–1410. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.07.019>
- Smith, M., Paton, S., & MacBryde, J. (2018). *Lean* implementation in a service factory: views from the front-line. *Production Planning and Control*, 29(4), 280–288.

- <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1418455>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104(March), 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., & Pimentel, C. M. O. (2019). SMED Applied to Composed Cork Stoppers. Em *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Nova Science Publisher.
- Sumantri, Y. (2019). Lean adoption in third party logistics industry to achieve efficient logistics activities. *Journal of Distribution Science*, 17(12), 71–79. <https://doi.org/10.15722/jds.17.12.201912.71>
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799.
- Vagropoulos, S. I., Chouliaras, G. I., Kardakos, E. G., Simoglou, C. K., & Bakirtzis, A. G. (2016). Comparison of SARIMAX, SARIMA, Modified SARIMA and ANN-based Models for Short-Term PV Generation Forecasting. *International Energy Conference (Belgium)*, 4-8 April.
- Vignesh, V., Suresh, M., & Aramvalathan, S. (2016). Lean in service industries: A literature review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 149(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/149/1/012008>
- Wallin Andreassen, T. (2000). Antecedents to satisfaction with service recovery. *European Journal of Marketing*, 34(1/2), 156–175. <https://doi.org/10.1108/03090560010306269>
- Yaffee, R., & McGee, M. (2000). *Introduction to time series analysis and forecasting with applications of SAS and SPSS*. Academic Press.
- Yilmaz, V. T., Ersoy, F. F., Kocak, H., Yakupoglu, G., & Suleymanlar, G. (2012). Full Dose Cyclosporine Versus Low Dose Takrolimus as Maintenance Immunosuppression in Renal Transplant Recipients with Posttransplant Diabetes Mellitus. *Turkish Nephrology Dialysis Transplantation*, 21(02), 161–166. <https://doi.org/10.5262/tndt.2012.1002.10>
- Zhao, Z., Fu, C., Wang, C., & Miller, C. J. (2018). Improvement to the Prediction of Fuel Cost Distributions Using ARIMA Model. *IEEE Power and Energy Society General Meeting (Portland, EUA)*, August, 1–5.
- Zhou, W., Zhang, J., & Chen, H. (2010). Service quality evaluation for international freight forwarder. *2010 7th International Conference on Service Systems and Service Management, Proceedings of ICSSSM (Japan)*, 28-30 June, 515–519. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2010.5530185>

APÊNDICES

APÊNDICE A – MAPEAMENTO DOS PROCESSOS NO DEPARTAMENTO OPERACIONAL

PROCESSO_JITGROUP



APÊNDICE B – SCRIPT PARA O ESTUDO DO MODELO PREDITIVO

```

1 #TIME SERIES FORECASTING
2 """
3 ARIMA and Seasonal ARIMA
4 Autoregressive Integrated Moving Averages
5 The general process for ARIMA models is the following:
6
7     Visualize the Time Series Data
8     Make the time series data stationary
9     Plot the Correlation and AutoCorrelation Charts
10    Construct the ARIMA Model or Seasonal ARIMA based on the data
11    Use the model to make predictions
12 """
13
14 ##1st Step - Importing the data set and Pre-processing
15
16 #Importing the general libraries
17 import numpy as np
18 import pandas as pd
19 import matplotlib.pyplot as plt
20 import statsmodels.api as sm
21
22 #Importing the dataset
23 """ciclo=input("Ciclo: ")"""
24 ciclo = "1"
25
26 #Importing through relative path
27 inicial_dataset = pd.read_csv("CICLO"+ciclo+"-171819.csv")
28
29 #Filter by brand
30 """marca=input("Selecione a marca: ")"""
31 marca="IDX"
32 marcaData = inicial_dataset[inicial_dataset.MARCA== marca]
33
34 #Select the columns
35 '''On original dataset, ANO column just has got the year with 2 digitis and to convert
36 to datetime is necessary to has 4 digits'''
37 marcaData['ANO'].replace(17,2017, inplace=True)
38 marcaData['ANO'].replace(18,2018, inplace=True)
39 marcaData['ANO'].replace(19,2019, inplace=True)
40
41 #Converting X to datetime
42 from datetime import datetime
43
44 def year_week(y, w):
45     return datetime.strptime(f'{y} {w} 1', '%G %V %u')
46
47 marcaData['MOMENTO'] = marcaData.apply(lambda row: year_week(row.ANO, row.SEMANA), axis=1)
48 marcaData['MES'] = marcaData.apply(lambda row: row.MOMENTO.strftime('%m'), axis=1)
49 marcaData=marcaData.reset_index(drop=True)
50
51 #Building the final dataset
52 finalDataset=marcaData.drop(columns=['ANO', 'SEMANA', 'MARCA', 'MES'])
53 finalDataset['MOMENTO'].dtype
54
55 finalDataset=finalDataset.reset_index(drop=True)
56 finalDataset=finalDataset.set_index('MOMENTO')
57
58 finalDataset.describe()
59
60 #Visualize the data
61 finalDataset.plot(xlim=('2017-01-01','2019-12-31'))
62 plt.ylabel('Volume M3')
63
64 #Checking the trend
65 import seaborn as sns
66 sns.regplot(x=marcaData.index.values, y=finalDataset['VOLUME'], order=1)
67 plt.xlabel('Observação')
68 plt.ylabel('Volume M3')
69
70 #Seasonality
71 marcaData['MES'] = marcaData.apply(lambda row: row.year_week_ts.strftime('%m'), axis=1)
72 marcaData.groupby('MES')['VOLUME'].mean()
73 marcaData.groupby('MES')['VOLUME'].mean().plot()
74
75 #Autocorrelation plot
76 from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf
77 acf_plot=plot_acf(marcaData['VOLUME'], lags=155)
78 plt.xlabel('Lag')
79 plt.ylabel('Autocorrelation')
80 plt.xticks(np.arange(0, 160, step=5))
81
82 #Partial Autocorrelation plot
83 from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_pacf
84 plot_pacf(marcaData['VOLUME'], lags=15)
85 plt.xlabel('Lag')
86 plt.ylabel('Partial Autocorrelation')
87
88 #Checking Volume vs Lag relacion
89 from pandas.plotting import lag_plot
90 lag_plot(marcaData['VOLUME'])
91
92 ### Testing For Stationarity
93 from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
94 test_result=adfuller(finalDataset['VOLUME'])
95
96 #Ho: It is non stationary
97 #H1: It is stationary

```

```

101 def adfuller_test(volume):
102     result=adfuller(volume)
103     labels = ['ADF Test Statistic','p-value','#Lags Used',
104              'Number of Observations Used']
105     for value,label in zip(result,labels):
106         print(label+' : '+str(value) )
107     if result[1] <= 0.05:
108         print("strong evidence against the null hypothesis(Ho),
109               reject the null hypothesis. Data has no unit root and is stationary")
110     else:
111         print("weak evidence against null hypothesis, time series has a unit root,
112               indicating it is non-stationary ")
113
114 adfuller_test(finalDataset['VOLUME'])
115
116 #Checking the best parameters
117 from pmdarima.arima import auto_arima
118 autoarima_model=auto_arima(finalDataset, start_p=1, max_p=6, max_q=6, m=52, start_P=0,
119                             seasonal=True, trace=True, error_action='ignore',
120                             suppress_warnings=True,
121                             stepwise=False)
122
123 BestAic=autoarima_model.aic()
124 print (BestAic)
125 autoarima_model.summary()
126
127 #Splitting the dataset on train and test
128 Train = finalDataset.loc[finalDataset.index<'2019']
129 Train_values=Train.values
130
131 Test=finalDataset.loc[finalDataset.index>'2019']
132 Test_values=Test.values
133
134 #Using the SARIMAX with fit results about the parameters
135 #Walk Forward SARIMAX to validation
136 from statsmodels.tsa.statespace.sarimax import SARIMAX
137 data_SARIMA = Train_values
138 predict_SARIMA = []
139 for t in Test_values:
140     model = SARIMAX(data_SARIMA, order=(1,0,0), seasonal_order=(2,0,0,52))
141     model_fit = model.fit()
142     k = model_fit.forecast()
143     print(k)
144     predict_SARIMA.append(k)
145     data_SARIMA = np.append(data_SARIMA, t)
146
147 #Build a function to evaluate forecast using different metrics
148 from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error, mean_squared_log_error,
149     r2_score
150
151 def evaluate_forecast(Test,y_pred):
152     results = pd.DataFrame({'MAE':mean_absolute_error(Test,predict_SARIMA),
153                             }, index=[0])
154     results['MSLE'] = mean_squared_log_error(Test,predict_SARIMA)
155
156     return results
157
158 Evaluation=evaluate_forecast(Test,predict_SARIMA)
159
160 r2_score(Test,predict_SARIMA)
161
162 # calculate residuals
163 resid2 = pd.DataFrame(model_fit.resid)
164 resid2 = resid2.drop(resid2.index[0:103])
165 resid2=resid2.reset_index(drop=True)
166
167 #Plotting the residuals
168 plt.plot(resid2, color = 'Blue', linewidth=2, label="Residuals", fillstyle='bottom', linestyle=":")
169 plt.title(marca + ' Residuals')
170 plt.xlabel('Week')
171 plt.ylabel('Volume M3')
172 plt.legend(loc='upper left', frameon=False)
173 plt.xticks(np.arange(0, 52, step=2))
174 plt.show()
175
176 #ACF / PACF Residuals
177 res = model_fit.resid
178 fig,ax = plt.subplots(2,1,figsize=(15,8))
179 fig = sm.graphics.tsa.plot_acf(resid2, lags=51, ax=ax[0])
180 fig = sm.graphics.tsa.plot_pacf(resid2, lags=16, ax=ax[1])
181 plt.show()
182
183 #Plotting the prediction
184 y_pred=pd.DataFrame(predict_SARIMA, index=Test.index)
185 plt.plot(finalDataset, color = 'blue', label="DataSet")
186 plt.plot(Test, color = 'green', linewidth=4, label="Test Set")
187 plt.plot(y_pred, color = 'orange', label="Predicted Set", linewidth=2)
188 plt.title(marca + ' DataSet & PREDICTED')
189 plt.xlabel('Moment')
190 plt.ylabel('Volume M3')
191 plt.legend(loc='upper left', frameon=False)
192 plt.show()
193
194 #Plotting the prediction per week
195 lasttest=Test.reset_index(drop=True)
196 y=pd.DataFrame(predict_SARIMA, index=lasttest.index)
197 plt.plot(lasttest, color = 'green', linewidth=4, label="Test Set")
198 plt.plot(y, color = 'orange', label="Predicted Set", linewidth=2)
199 plt.title(marca + ' TestSet & PREDICTED')
200 plt.xlabel('Week 2019')
201 plt.ylabel('Volume M3')
202 plt.legend(loc='upper left', frameon=False)
203 plt.xticks(np.arange(0, 52, step=2))
204 plt.show()

```

APÊNDICE C – PARTE DOCUMENTAL DA ANÁLISE ESTATÍSTICA BIMESTRAL

	ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DELAYS ZARA MAIJUN20	IT.PT.DO. Data: 19/03/2020 Pág. 1 de 12
---	--	---

1. **Objetivo:** Este trabalho tem por objetivo a análise estatística e apresentação sumariada de todos os dados quanto às incidências "Delays ZARAS" no terceiro bimestre de 2020.
2. **Âmbito:** A análise a desenvolver é aplicável e serve de apoio ao departamento operacional com o intuito de melhorar e reduzir este tipo incidências.
3. **Responsabilidades:** A análise deste tipo de incidências (por BIMESTRE) é realizada por parte do departamento do OCC. Passa pela responsabilidade de todos os departamentos com origem no departamento operacional pela obtenção de alternativas e soluções com o intuito da redução de incidências.

Os contratos de alocação e capacidade acordados entre a Inditex, dependendo dos volumes calculados, e os diferentes parceiros e intermediários (GSAs) assim como as diferentes reservas a requerer são realizadas e decididas por ciclo. Desta forma, torna-se importante realizar uma análise estatística a qualquer tipo de incidência por ciclo também. É de notar que a análise será realizada de forma bimestral por se considerar 2 meses a quantidade mínima de dados para uma análise satisfatória e rápida.

A análise será, então, dividida por Ciclo, sendo que consequentemente se encontra subdividida pelo estudo dos atrasos por companhia, por destino e por fim pela incidência predominante neste bimestre, neste caso o FIRAV.

CICLO 1

1. ATRASO_COMPANHIA

A tabela e o gráfico seguintes apresentam a quantidade de *delays* por companhia e o respetivo atraso. No gráfico, as barras traduzirão a quantidade de *delays* distribuído por companhia e a linha laranja representa o comportamento do atraso médio por companhia.

- Todos os *delays* devem ser explorados com o intuito de se considerar aceitável/justificável ou não. Ainda assim, nesta análise são estudadas as companhias com maior número de atrasos e com duração do atraso maior.
- É possível verificar pelo gráfico abaixo que os envios com maior número de envios afetados por atraso correspondem às companhias QR, EK, CV e KE sendo que a quantidade de atrasos no KE devem-se ao atraso do cargueiro 16/06 que culminou o atraso de 15 envios.
- Quanto à duração dos atrasos, é possível verificar que a RJ, 7L e SV pertencem ao grupo com maior atraso médio sendo o tipo de incidente predominante a primeira opção disponível. Contudo o atraso destas companhias consideramos como sendo pontuais uma vez que cada uma contém menos de quatro envios afetados com a exceção da RJ.
- Será importante ter em conta que um certo número de *delays* pode estar associado ao mesmo voo, não obstante, esse número corresponde ao efetivo número de envios afetados pela incidência e deverão ser contabilizados com o intuito de perceber o impacto que cada companhia poderá causar no respetivo destino.

FALTA APROVAÇÃO

Cópia não controlada após impressão
 Elaborado: Departamento OCC

Aprovado:

APÊNDICE D – ORGANIZAÇÃO DO DEPARTAMENTO OCC

JIT OCC

Segunda-feira

REPORTES DELAYS ZARA
SEGUIMENTOS
EMAILS
REPORTES DELAYS LELYSTAD
EFREIGHTS
QUADRO DE INCIDÊNCIAS
QUADRO DE DGR
FATURACÃO
CHECK BOOKINGS
ENVIOS ZARA DIÁRIO

Quarta-feira

REPORTES DELAYS ZARA
SEGUIMENTOS
EMAILS
EFREIGHTS
FATURACÃO
CHECK BOOKINGS
ENVIOS ZARA DIÁRIO

Sexta-feira

REPORTES DELAYS ZARA
SEGUIMENTOS
EMAILS
EFREIGHTS
FATURACÃO
CHECK BOOKINGS
ENVIOS ZARA DIÁRIO

Terça-feira

REPORTES DELAYS ZARA
SEGUIMENTOS
EMAILS
EFREIGHTS
FATURACÃO
CHECK BOOKINGS
ENVIOS ZARA DIÁRIO

Quinta-feira

REPORTES DELAYS ZARA
SEGUIMENTOS
EMAILS
REPORTES DELAYS LELYSTAD
EFREIGHTS
QUADRO DE INCIDÊNCIAS
QUADRO DE DGR
FATURACÃO
CHECK BOOKINGS
ENVIOS ZARA DIÁRIO

Sábado/Domingo

REPORTES DELAYS ZARA
SEGUIMENTOS
EMAILS
EFREIGHTS
ENVIOS ZARA DIÁRIO

Tarefas a priorizar oportunamente:

- CLAIMS
- MAPAS FLF (MENSAL)
- REPORTES EXTRA

Descrição de Tarefas:

REPORTES DELAYS LELYSTAD

- Atualização do ciclo anterior
- Envio do reporte do ciclo atual

QUADRO DE INCIDÊNCIAS

QUADRO DE DGR

- Atualização do quadro de DGRs da semana anterior
- Sacar o mapa com os envios de DGR da semana atual

CLAIMS

- Gestão de emails com pedidos de claims
- Dar seguimento a claims anteriores
- Atualizar estados das claims / pedidos de documentação

EFREIGHTS

- Ver e-mail com transmissões pendentes

FATURACÃO

- Fechar faturação da semana anterior

CHECK BOOKINGS

- Análise dos bookings (cargueiros, Lelystad, MAD)
- Comprovar voos da APP com tracking
- Confirmar e ajustar/atualizar horários dos voos em conformidade com os trackings
- Enviar info a quem está com os Reportes de Delays de Zara (c/info: Cadena, Origem, Destino, Voo, Data de Saída e ETA)

ENVIOS ZARA DIÁRIO

- Atualizar o quadro do próprio dia
- Informar o middle de algum seguimento que fique pendente
- Abrir o quadro dos envios do dia seguinte

REPORTES DELAYS ZARA

Fase 1 – Registo de Firavs

- Abrir reportes semanais (C1 e C2)
- Inserir delays Firav

Fase 2 – Manutenção

- Sacar firavs diariamente
- Registrar delays e chegadas
- Sacar valores das secções
- Inserir incidentes na APP
- Enviar templates
- Deixar o reporte atualizado

SEGUIMENTOS

- Limpar seguimentos anteriores (dando prioridade ao dia anterior)
- Atualizar seguimentos do dia

MAPAS FLF (MENSAL)

- Final de cada mês (até ao dia 3 ou 2º dia útil de cada mês) – Mapa de todos os envios + Mapa de Rates

EMAILS

- OPO – orientar emails OCC, ver se há emails não categorizados como OCC que são para tratar
- Categorizar a caixa de entrada
- Ver MSCA
- Apagar emails antigos / Limpar caixas / Arquivo

REPORTES EXTRA

- Dar prioridade aos reportes pedidos (em caso de dúvida esclarecer detalhes com quem o pede)

Tarefas Agrupadas

Grupo 1 - Emails	Grupo 2 - Seguimentos
- Emails	- Report Delays Zara - Manutenção
- Mapa FLF	- Seguimentos
	- Envios Zara

Grupo 3 - Bookings	Grupo 4 - Other issues
- Check Bookings	- Faturação
- Report Lelystad	- Claims
- Reportes Extra	- QDI
- Report Delays Zara - Registo de Firavs	- Quadro DGR
	- Efreights

Grupo 1 - Emails	Grupo 2 - Seguimentos
- Emails	- Report Delays Zara - Manutenção
- Mapa FLF	- Seguimentos
- QDI	- Envios Zara
- Quadro DGR	- Faturação
	- Efreights

Grupo 3 - Bookings
- Check Bookings
- Report Lelystad
- Reportes Extra
- Report Delays Zara - Registo de Firavs
- Claims

Grupo 1 - Emails	Grupo 2 - Seguimentos
- Emails	- Report Delays Zara - Manutenção
- Mapa FLF	- Report Delays Zara - Registo de Firavs
- Claims	- Envios Zara
- QDI	- Seguimentos
- Quadro DGR	- Envios Zara
- Report Lelystad	- Check Bookings
- Faturação	Tarefas Partilhadas entre os dois grupos conforme disponibilidade
- Efreights	

FASE 1

FASE 2

FASE 3

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS COM BASE EM
FERRAMENTAS LEAN NA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS