



Universidade do Minho

Miguel Jonas Costeira de Passos

**Análise e Melhoria das Estratégias e
Processos de Abastecimento das Obras de
uma Empresa de Construção Civil**

Dissertação submetida na Universidade do Minho
para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho realizado sob orientação do
Professor José Manuel Henriques Telhada

Janeiro de 2020

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem a participação, direta ou indireta, dos que me rodeiam e dos que me acompanharam. Quero, por isso, deixar palavras de agradecimento a todos aqueles que de alguma forma facilitaram a conclusão deste capítulo pessoal.

Ao professor Doutor José Telhada, orientador do presente projeto, pelo acompanhamento, pelo apoio,

Pela disponibilidade e pela partilha de conhecimentos.

À empresa Domingos da Silva Teixeira, SA, por partilhar os seus recursos e apoio, dando-me os pilares necessários para desenvolver todo o trabalho.

À Doutora Cláudia Duarte, orientadora na empresa, pela ajuda incansável, pela partilha de conhecimentos e ideias, disponibilidade e apoio, que se refletiram não apenas no trabalho desenvolvido como no meu percurso profissional.

À engenheira Joana Duarte, por toda a sua contribuição e acompanhamento do projeto.

À minha família, à minha mãe, ao meu pai, e ao meu irmão. Por me guiarem e apoiarem em todos os momentos.

Por fim, a todos os meus amigos. Pela companhia, pela motivação e pela força.

A todos, obrigado.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

Resumo

A crescente competitividade empresarial e exigência dos consumidores resulta numa maior preocupação por parte das organizações na minimização dos custos associados aos processos logísticos e operacionais das cadeias de abastecimento. A presente dissertação foi desenvolvida na empresa DST, s.a., pertencente ao setor da construção civil, com o objetivo de estudar, analisar e melhorar os processos envolvidos na cadeia de abastecimento às obras.

O projeto está dividido em dois subtemas. O primeiro, a análise das vantagens de centralizar a cadeia de abastecimento, um projeto que já havia sido iniciado pelo departamento de logística da empresa que visa determinar se é vantajoso centralizar a cadeia de abastecimento, nomeadamente a responsabilidade de transporte de materiais para responsabilidade interna. Para o efeito foi considerado um caso de estudo de uma obra significativa, tendo sido levantados os custos diretos de transporte por parte do fornecedor e uma simulação dos custos internos de transporte, para efeitos de comparação direta.

De seguida foi desenvolvida uma política de gestão de inventários baseada em conhecimento científico aliado a uma análise aprofundada dos materiais que são armazenados pela empresa. Esta intervenção passou por estudar o comportamento da procura dos materiais, agrupamento de tipologias diferentes, e desenvolvimento de uma política adequada para cada caso.

Com as propostas de melhoria apresentadas, prevê-se conseguir melhorar a gestão de inventários e solucionar alguns problemas enraizados na empresa, nomeadamente a existência de materiais obsoletos em armazém, acumulação de materiais (fruto da devolução de obras), insuficiência de materiais em obra que resultam em atrasos de conclusão de projeto e conseqüente diminuição dos custos associados.

Palavras-Chave: Centralização; Gestão da cadeia de abastecimento; Gestão de inventários; Logística na construção; Normalização de processos.

Abstract

The growing business competitiveness and consumer demand results in a greater concern by organizations in minimizing the costs associated with the logistics and operational processes of the supply chain. The present dissertation was developed at the company DST, s.a., belonging to the construction sector, with the aim of studying, analyzing and improving the processes involved in the jobsite's supply chain .

The project is divided into two sub-themes. The first, Analysis of the advantages of centralizing the supply chain, a project that had already been initiated by the company's logistics department, which aimed to decide whether it would be advantageous to centralize the supply chain by carrying the responsibility of transporting materials with an internal fleet. For this purpose, a case study of a significant dimensions, with the direct transportation costs raised by the supplier and a simulation of the internal transportation costs, for the purposes of direct comparison.

An inventory management policy based on scientific knowledge was then developed together with a thorough analysis of the materials that are stored by the company. This intervention involves studying the behavior of demand for materials, grouping different types, and developing an appropriate policy for each case.

With the improvement proposals presented, it is expected to improve the management of inventories and solve some problems rooted in the company, namely the existence of obsolete materials in the warehouse, accumulation of materials resulting from the return of works, insufficient materials in work that result in project completion delays and consequent decrease in associated costs.

Keywords: Centralization; Construction logistics; Inventory management; Normalization of processes; Supply chain management.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract.....	vi
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	x
Acrónimos e Siglas.....	1
Capítulo 1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologias de Investigação	4
1.4 Estrutura da Dissertação.....	6
Capítulo 2 Revisão Bibliográfica	8
2.1 Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	8
2.2 Gestão da Cadeia de Abastecimento na Construção Civil	9
2.3 Gestão de <i>stocks</i> e armazenamento	11
2.3.1 Diferenciação dos <i>Stocks</i> para Efeitos de Gestão	13
2.3.2 Políticas de Gestão de <i>Stocks</i>	13
Capítulo 3 Descrição da empresa	17
3.1 O grupo DST	17
3.2 DST, SA.....	18
3.3 Departamento de Logística.....	18
Capítulo 4 Análise dos Processos da Cadeia de Abastecimento	20
4.1 Sistema Informático	20
4.2 Compras aos Fornecedores.....	21
4.3 Distribuição.....	22
4.4 Armazenamento dos Materiais.....	23
4.5 Tipologia de Materiais Armazenados	24
4.6 Devoluções.....	24
4.7 Localização.....	25
4.8 Preços Médios dos Materiais	25
4.9 Arranque das Obras.....	26
4.10 Síntese dos problemas encontrados	26
Capítulo 5 Desenvolvimento de Propostas de Melhoria	28
5.1 Centralização da Cadeia de Abastecimento.....	28
5.2 Desenvolvimento de uma Política de Gestão de Inventário	31

5.2.1	Consumos.....	31
5.2.2	Análise Estatística da Procura.....	32
5.2.3	Artigos com Distribuição Normal.....	34
5.2.4	Sazonalidade e Picos de Procura	34
5.3	Política mista para Artigos com Procura Estacionária	35
5.3.1	<i>Stock</i> de Segurança.....	36
5.3.2	Quantidade Ótima de Encomenda.....	36
5.3.3	Ponto de Encomenda.....	39
5.4	Artigos Especiais e Artigos com Procura Errática	39
5.4.1	Artigos Reutilizáveis.....	39
5.4.2	Artigos com Elevada Especificidade.....	40
5.4.3	Artigos com Procura Errática.....	41
Capítulo 6	Análise e Discussão dos Resultados	43
6.1	Procura Contínua não Sazonal	43
6.2	Procura Contínua Sazonal	46
6.3	Procura Contínua não Sazonal com Picos de Procura	49
6.4	Procura Errática.....	50
6.4.1	Análise de Pareto.....	51
6.4.2	Artigos de Baixo Custo e Artigos com Elevada Especificidade.....	53
6.4.3	Artigos de Custo Unitário Elevado	54
Capítulo 7	Conclusões e Sugestões de Trabalhos Futuros.....	56
Referências.....		60
Anexo I - Organigrama do grupo DST.....		63
Anexo II - Distribuição das empresas do Grupo DST pelas áreas de negócio		64
Anexo III - Organigrama do Departamento Logístico.....		66
Anexo IV - Fluxograma das devoluções provenientes das obras		67
Anexo V - Tipologias dos materiais armazenados		68
Anexo VI - Análise dos tempos de encomenda e receção de materiais.....		68
Apêndice I - Exemplo de Consumo (Retirado do SAP)		70
Apêndice II - Lista dos Artigos com Distribuição Normal		71
Apêndice III - Análise ABC do Valor dos Artigos		75
Apêndice IV - Análise ABC do Custo Unitário		82
Apêndice V – Lista de materiais para consignação		84

Lista de Figuras

Figura 1 – Modelo/política de revisão contínua. Fonte: Carvalho <i>et al.</i> (2010).	14
Figura 2. Fluxograma do processo de compras ao fornecedor.....	21
Figura 3 – Análise do custo de transporte do fornecedor.....	30
Figura 4 – Análise do custo de transporte interno.	30
Figura 5. Exemplo de resultado ao teste de hipóteses do tipo de distribuição (obtido no SPSS).....	33
Figura 6. Histórico do consumo do artigo mangueira de nível.....	43
Figura 7. Gráfico do histórico de consumo do artigo arame queimado.....	47
Figura 8. Gráfico dos consumos do artigo Fita isoladora.	49
Figura 9. Gráfico do consumo do artigo Fita Isoladora após remoção dos picos de procura.....	50
Figura 10. Gráfico de pareto dos artigos com distribuição aleatória.....	52
Figura 11. Gráfico de pareto da análise ao custo unitário	52
Figura 12 – Organigrama do grupo DST	63
Figura 13 - Empresas do grupo DST por área de negócio.....	64
Figura 14 - Organigrama do departamento de logística	66
Figura 15 - Fluxograma do processo de devoluções.....	67
Figura 16 - Tempos de operação do processo de compras.....	69
Figura 17 - Tempos de operação do processo de receção de materiais	69

Lista de Tabelas

Tabela 6.1. Valores do consumo da mangueira de nível.....	44
Tabela 6.2. Valores das variáveis para cálculo dos níveis de <i>stock</i>	44
Tabela 6.3. Valores de política de gestão para o artigo considerado.	46
Tabela 6.4. Valores de procura do período com menor consumo.....	47
Tabela 6.5. Valores de procura do período de maior consumo	48
Tabela 6.6. Valores das variáveis para aplicar no modelo matemático.	48
Tabela 6.7. Valores da política de gestão sazonal	49
Tabela 6.8. Valores para a política de gestão de inventário do artigo considerado.	50
Tabela 6.9. Valores dos consumos dos artigos Alicate de corte e Alcool 96%	53
Tabela 6.10. Procura Do artigo Disco de diamante DN230	55
Tabela 11 - Tipologias dos artigos armazenados.....	68
Tabela 12 - Consumo de materiais retirado do SAP da empresa.....	70
Tabela 13 - Lista de artigos com distribuição normal	71
Tabela 14 - Análise ABC ao valor dos artigos.....	75
Tabela 15 - Análise ABC ao custo unitário.....	82
Tabela 16 - Lista de materiais a serem tratados à consignação	84

Acrónimos e Siglas

Acrónimo / Sigla	Significado
DRP	<i>Distribution requirements planning</i>
DST	<i>Domingos da Silva Teixeira</i>
ERP	<i>Enterprise resource planning</i>
EPI	<i>Equipamentos de proteção individual</i>
MRP	<i>Material requirements planning</i>
SAP	<i>Systems Application and Product</i>
SA	<i>Sociedade Anónima</i>

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento

Com a crescente complexidade interna e competitividade do mercado, o papel da logística torna-se vital para a prosperidade e sucesso de qualquer empresa. Segundo o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2015), logística é a parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla o fluxo e armazenamento eficiente de matérias-primas, materiais e produtos semiacabados, as informações a eles relativas, desde o início da cadeia ao ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências do cliente. A logística aplicada à construção civil falhou em acompanhar a evolução sentida em outros setores como a produção, pois o baixo nível de competitividade e a elevada procura sempre permitiu haver margens de lucro e quotas de mercado favoráveis, mesmo numa indústria em que o imprevisto e o desperdício lideravam o ambiente operacional (Barbosa et al., 2008).

Aliado a uma baixa competitividade, a logística no âmbito da construção civil é também mais complexa do que o normal (nas restantes indústrias), dificultando a sua gestão e otimização, sendo isto resultado da diversidade de projetos, variação dos materiais usados em cada projeto, diferentes localizações de cada obra, metodologias adaptáveis a diferentes objetivos, complexidade técnica dos projetos e variabilidade das cadeias de abastecimento (Sobotka et al., 2005). No entanto, o aumento da competitividade de mercado causado pela globalização, o desenvolvimento técnico e tecnológico, a constante procura pela redução de custos e adição de valor, têm resultado num crescente investimento e consciencialização da importância da logística nas cadeias de abastecimento pertencentes à indústria da construção civil. O custo associado ao fluxo de materiais pode constituir mais de 50% do custo total de um determinado projeto, tornando a redução de desperdícios, minimização dos atrasos das encomendas e otimização da cadeia de abastecimento um dos principais objetivos de qualquer construtora (Nashwan, 1994).

O armazém é, por si, uma das principais peças da cadeia de abastecimento, que requer um estudo logístico rigoroso, uma vez que as suas funções passam pela retenção do fluxo de materiais ao longo da cadeia de forma a atenuar a variabilidade causada por fatores externos, preservação de material, controlo preciso da informação acerca do material existente, controlo de inventários e facilitação de transporte (Gu et al., 2007). A racionalização dos processos de armazenamento torna-se, assim, um fator importante na gestão da cadeia abastecimento, visando controlar a complexidade envolvida nos projetos de construção civil, normalmente caracterizados pela envolvimento de um elevado número de entidades, fornecedores e subcontratações. O armazém serve como ponto de aprovisionamento e abastecimento dos diversos projetos que podem ocorrer simultaneamente em diversas localizações geográficas, lidando com uma grande variedade de materiais, sendo a sua gestão e planeamento um desafio que se insere numa sucessão de serviços, manuseamentos, movimentos e armazenamentos que requerem uma logística apurada.

Resultante de elevada complexidade e elevado número de intervenientes, cada empresa deste setor industrial está sujeita a diferentes modelos da cadeia de abastecimento, visando sempre encontrar uma solução que dualize a minimização de custos, desperdícios e danos de material resultante de fatores externos, enquanto é mantida ou elevada a qualidade do serviço prestado, cumprimento de prazos e controlo do fluxo de materiais e informação.

A empresa DST Group, onde será desenvolvida a presente dissertação de mestrado, pertence ao setor da construção civil, emprega cerca de 1600 trabalhadores, e tem como objetivo a construção de projetos empresariais sustentáveis que acrescentam valor para a comunidade. Apesar do notório investimento que tem vindo a realizar na área da logística, e regendo-se por uma filosofia de melhoria contínua, foi iniciado um projeto que visa realizar uma análise do corrente modelo de abastecimento às obras, com todos os seus intervenientes e variáveis, analisando e simulando diferentes alternativas com potenciais benefícios económicos e competitivos. As metodologias logísticas foram, e continuam a ser, aplicadas às mais diversas componentes da empresa, existindo, no entanto, ainda determinadas áreas e ou atividades em que as estratégias e práticas correntes poderão ser melhoradas, como é o caso do abastecimento às obras. Neste caso, interessa ter em conta os fatores controlados pela empresa, mas também (em que medida e de que forma) os fatores externos que geram desperdícios e danos materiais, como sejam os que resultam

de atrasos ou danos causados pelo abastecimento ineficaz, danos no armazenamento local causados por falta de condições de segurança suficientes, custos de *stock* excessivos, e inutilização de material que chega à obra em quantidades superiores às que são de facto necessárias, fruto da falta de precisão de encomenda ou de resposta da parte do fornecedor.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste projeto é melhorar os processos da cadeia de abastecimento das obras da empresa, usando metodologias logísticas que permitam a redução ou eliminação dos desperdícios. O projeto será constituído por diferentes etapas:

- Levantamento e análise de todos os processos e custos envolvidos no abastecimento das obras segundo o modelo corrente;
- Análise dos fatores com mais impacto no fluxo de materiais;
- Análise de modelos alternativos de abastecimento às obras, visando uma otimização da relação entre as quantidades de abastecimento e as necessidades, a diminuição dos custos associados ao transporte de materiais e do armazenamento, e a redução da instabilidade dos fornecimentos;
- Análise dos processos e estratégias de gestão de inventários com foco num armazém de equipamentos situado em Lisboa;
- Propostas de melhoria baseadas nos resultados obtidos.

Para o desenvolvimento desta dissertação foram empregues os seguintes métodos:

Revisão da literatura: A fase inicial será composta por uma revisão de literatura no contexto do projeto, recorrendo à análise de artigos científicos, dissertações e relatórios, reunindo informação pertinente à abordagem do problema em questão. Os documentos estudados irão estar incluídos na temática da logística em contexto de construção civil, gestão operacional e de armazenamento e logística do fluxo de materiais e cadeia de abastecimento.

Diagnóstico: Esta etapa consiste no levantamento e análise pormenorizada da situação corrente na organização relativamente aos processos e custos da cadeia de abastecimento

e armazenamento, recorrendo a informações disponíveis no sistema informático da empresa, documentação disponível, bem como a recolha direta de dados.

Análise dos fatores com mais impacto no modelo corrente: Após uma recolha extensiva de dados e informação, estes serão analisados com vista a identificar os fatores do fluxo de materiais que, baseados na sua natureza, quantidade, origem e distância a percorrer até à obra, poderão requerer diferentes estratégias, práticas, ou mesmo a sua reestruturação, no sentido de melhor contribuir para o desempenho da organização em termos competitivos e económicos.

Análise de modelos alternativos: De acordo com os dados e conclusões retiradas das etapas anteriores, serão formuladas alternativas às práticas atuais da empresa, visando encontrar soluções que otimizem o fluxo de materiais em termos de gestão de armazenamento, fornecimento de quantidades adequadas às obras, diminuição do custo associado ao transporte de materiais, devoluções e danos causados por armazenamento inseguro, entre outros fatores que poderão ser analisados e alterados.

Avaliação das alternativas propostas: No presente projeto, pretende-se também estimar quantitativamente (tanto quanto possível, em termos de tempos, custos, etc.) as vantagens das alternativas estudadas para o fluxo de materiais, recorrendo a cálculos analíticos e ou simulação, para prever o potencial impacto das alterações propostas na cadeia de abastecimento.

Propostas de melhoria: Baseado nas conclusões retiradas das etapas anteriores, pretende-se, nesta fase final, realizar propostas de melhoria concretas da cadeia de abastecimento às obras, sugerindo à organização quais as alterações devidamente fundamentadas que devem ser feitas ao modelo corrente, para assegurar melhorias de qualidade, controlo, e sobretudo, melhorias económicas.

1.3 Metodologias de Investigação

Para a realização da presente dissertação, usou-se a estratégia da Investigação-Ação, pois trata-se de uma investigação gerada pela necessidade de solucionar problemas reais numa empresa, onde são feitas várias pesquisas e se colocam em prática os conhecimentos adquiridos (Coughlan e Coughlan, 2002). Complementarmente, esta estratégia baseia-se na abordagem “aprender-fazendo”, onde um conjunto de pessoas identifica um problema,

toma medidas para o resolver, verifica se, de facto, o problema foi resolvido e, se tal não aconteceu, volta a tentar (O'Brien, 1998).

A Investigação-Ação é um processo cíclico que se resume em cinco fases principais (Coughlan e Coughlan, 2002), expostas de seguida e explicadas em função dos trabalhos realizados.

A presente dissertação está dividida em 2 projetos distintos, pertencentes ao tema geral do plano de trabalhos. A primeira fase, consistiu na elaboração do diagnóstico, onde se identificou e definiu o problema. A recolha de informação foi obtida através de observação direta dos processos ou pela consulta do sistema informático integrado. Através da análise de documentos e da análise ABC, pretendeu-se perceber a importância dos fornecedores envolvidos no abastecimento da obra que serviu como caso de estudo com o objetivo de ser utilizado como termo de comparação de custos. Na segunda fase do projeto, a mesma metodologia foi utilizada, em que foi feito um levantamento dos processos envolvidos no abastecimento de matérias-primas e materiais consumíveis nas obras. Em paralelo, foi feita uma revisão da literatura sobre conceitos relacionados com processos logísticos de abastecimento e gestão de *stocks*.

Seguidamente, realizou-se a fase de planeamento de ação para a resolução do problema, indicando as melhores alternativas para eliminar os problemas diagnosticados. Para a temática da centralização, planeou-se estudar os custos de transporte praticados pelo fornecedor, e estimar os custos de transporte internos para efeitos de comparação. Para o desenvolvimento da política de gestão de *stocks*, planeou-se categorizar os artigos segundo o comportamento da sua procura, para uma posterior decisão de qual a melhor política de gestão de inventário. A terceira fase refere-se à tomada de ação, acima planeada, onde são sugeridas um conjunto de propostas de melhoria a ser implementadas. Foi possível obter a informação necessária para tomar uma decisão fundamentada relativamente à questão colocada pela empresa, assim como desenvolver uma política de gestão de *stocks* apropriada para cada categoria de artigos auxiliares à construção.

A quarta fase consistiu na avaliação dos resultados onde foi possível decidir se seria vantajoso ou não centralizar a cadeia de abastecimento e assim fechar o projeto. Para a gestão de inventário foi possível então apresentar e discutir uma metodologia apropriada para cada tipologia de artigos definida anteriormente.

Por último, na fase de especificação da aprendizagem, retiraram-se as principais conclusões do projeto e sugestões para trabalho futuro.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este documento está dividido em sete capítulos, ao longo dos quais estão descritas todas as etapas envolvidas no desenvolvimento desta dissertação. Apresenta-se assim neste subcapítulo uma descrição dos assuntos abordados em cada um dos capítulos deste documento.

O Capítulo 1 realiza uma introdução e um enquadramento ao tema em estudo, são definidos os objetivos do estudo, descrita a metodologia de estudo aplicada relativamente às duas partes do projeto e a estrutura da dissertação.

No capítulo 2 é apresentada uma breve revisão bibliográfica pertinente aos temas posteriormente abordados na dissertação, tendo sido estudadas as metodologias e práticas de gestão da cadeia de abastecimento das empresas, focando de seguida a mesma temática aplicada à indústria onde se insere a empresa. De seguida, são explorados os temas da gestão de inventários e os métodos da aplicação do modelo de planeamento MRP (*Material Requirements Planning*) e política de revisão contínua ou política de nível de encomenda, pertinentes para a exploração e aplicação destas metodologias e elaboração das propostas apresentadas.

O capítulo 3 é responsável pela descrição da empresa onde foi realizado o estágio curricular, explorando o grupo no qual a empresa se insere, a empresa, a constituição do departamento logístico e o sistema informático utilizado, que serviu como base para a obtenção de informação no decorrer dos projetos.

O capítulo 4 explora o funcionamento dos processos logísticos e da cadeia de abastecimento da empresa, focando os pontos mais importantes que são explorados na análise feita posteriormente, assim como diagnosticando problemas associados às práticas correntes.

No capítulo 5 discrimina-se o trabalho realizado para o desenvolvimento das propostas de melhoria, onde são apresentados os estudos realizados e discussão dos mesmos, categorização dos artigos e políticas a aplicar.

No capítulo 6 são apresentados os resultados relativos às políticas de gestão de *stocks* escolhidas consoante a tipologia dos artigos e sugestões de melhoria dos processos atualmente praticados.

Por fim, no capítulo 7 são apresentadas as principais conclusões do trabalho desenvolvido, assim como sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

Este capítulo tem o intuito de apresentar os fundamentos teóricos estudados que auxiliaram o desenvolver a presente dissertação. Inicialmente expõe-se uma abordagem geral da importância e definição de cadeia de abastecimento, sendo de seguida focada a sua vertente aplicada à indústria da construção civil, setor onde se enquadra a empresa e o projeto em estudo.

Tendo em conta o objetivo final da trabalho desenvolvido, são também apresentados fundamentos teóricos relativos às estratégias, processos e técnicas envolvidas na gestão de stocks, realçando as vantagens competitivas associadas a uma gestão eficiente da mesma.

2.1 Gestão da Cadeia de Abastecimento

A crescente competitividade empresarial em conjunto com a globalização do mercado, direciona a atenção e preocupação das empresas em gerir de forma eficiente as suas cadeias de abastecimento, assegurando a sua vantagem competitiva assim como o desenvolver do seu desempenho (Muppani, Muppant e Adil, 2008b).

De acordo com o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2015), a gestão da cadeia de abastecimento envolve o planeamento e gestão de todos os processos de fornecimento e aquisição, transformação, e todas as atividades de gestão logística. Inclui também a coordenação e colaboração dos parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, serviços de terceiros, e clientes. De modo geral, a gestão da cadeia de abastecimento integra a gestão da procura e oferta intra e inter-empresarial. Do ponto de vista industrial, a gestão da cadeia de abastecimento envolve uma variedade de problemas técnicos e administrativos, desde o *design* dos produtos e processos, a produção coordenada de bens através da sub-contratação de produtores e fornecedores, a coordenação da logística de terceiros e o armazenamento em diferentes localizações (Villa, 2001).

Segundo Sum *et al.* (2001), a gestão da cadeia de abastimento é uma estratégia de negócio para aumentar o valor dos bens envolvidos, otimizando o fluxo de produtos, serviços e informação desde a sua origem até ao cliente. Envolve criar e atingir os objetivos e exigências do mercado relativo a bens e serviços. Para assegurar a competitividade, as empresas devem reduzir custos operacionais, eliminando, tanto quanto possível, desperdícios de tempo, esperas e movimentações, coordenando o planeamento de várias etapas da cadeia (Thomas *et al.*, 1996). A logística, por sua vez, é responsável por concretizar estes objetivos ao movimentar eficientemente os materiais, serviços, informação e ativos financeiros, sendo, por este motivo, considerada como uma parte fundamental da cadeia de abastecimento (Hamzeh, Tommelein, Ballard e Kaminsky, 2007). Segundo Lourenço (2015), uma gestão eficiente da cadeia de abastecimento é de importância crítica nos negócios dos dias de hoje. Considerando a crescente globalização de mercado e o aumento dos requisitos de flexibilidade e qualidade por parte dos consumidores, a otimização da cadeia de abastecimento é vital para qualquer empresa. Segundo o Council of Logistics Management (CLM, 1998), a logística pode ser definida como a parte da cadeia de abastecimento associada ao processo de planear, implementar e controlar o fluxo e o armazenamento, eficiente e capaz em termos de custos, de matérias-primas, inventário em processo, produtos acabados e as informações desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de obedecer às exigências dos clientes.

2.2 Gestão da Cadeia de Abastecimento na Construção Civil

No setor da construção, a cadeia de abastecimento pode ser extremamente complexa, particularmente num projeto de grande dimensão, onde o número de organizações individuais que abastecem o projeto poderá chegar às centenas. A indústria da construção é a indústria menos integrada, entre os principais setores industriais (Zhang e Li, 2011).

A cadeia de abastecimento é uma rede de organizações envolvidas entre si, desde o fornecedor do fornecedor até ao cliente do cliente, em diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços para o cliente final. As suas principais componentes são a rede de distribuidores, a unidade de transformação, e a rede de clientes. A gestão eficiente da cadeia de abastecimento é uma necessidade para garantir sucesso na competitividade no mercado global da atualidade (Serpell e Heredia, 2006). De acordo com Serpell e Heredia (2006), para aplicar a gestão da cadeia de abastecimento na

indústria da construção, é necessário distinguir algumas características do sistema de produção do sistema da construção:

- o produto da construção é, maioritariamente, para um cliente singular;
- o produto varia para cada projeto;
- o local, equipamento e metodologias pode variar consoante o projeto em questão;
- ocorre uma elevada rotação de trabalhadores durante o tempo de construção, consoante a fase do projeto em execução num determinado momento;
- não é possível armazenar todas as peças e materiais no local de construção;
- há uma dificuldade acrescida de tirar vantagens das economias de escala e da aprendizagem por experiência.

A cadeia de abastecimento da construção é afetada por diferentes problemas, já estudados e realçados por diferentes autores, tais como Vrijhoef e Koskela, (2000), Akintoye *et al.* (2000), O'Brien (1999), e Ofori (2000). A maioria destes problemas não ocorrem no processo de transformação, mas sim nas diferentes envolventes da própria cadeia. Alguns dos problemas identificados são:

- Falta de coordenação, colaboração e compromisso entre os fornecedores e clientes da cadeia de abastecimento;
- Problemas de *design* (várias alterações de projeto e informação inconsistente);
- Fraca qualidade de materiais e componentes;
- Comunicação e transferência de informação pouco eficientes;
- Gestão da cadeia de abastecimento inadequada, maioritariamente por falta de planeamento e controlo;
- Formação inadequada para subcontratados e operários;
- Falta de métodos para avaliar a eficiência das diferentes partes da cadeia de abastecimento.

As características da cadeia de abastecimento da construção têm um impacto fundamental na gestão e implementação da mesma. Comparado com sistemas de produção convencional, onde diversos produtos atravessam a fábrica, cada parte de um sistema de

construção é focado num produto único. Em termos de estrutura e função, pode afirmar-se que a cadeia de abastecimento da construção civil:

- 1) É uma cadeia de abastecimento convergente, direcionando os materiais para o local de construção, onde o objeto final é produzido (Vrijhoef e Koskela, 2000);
- 2) Na maioria dos casos, a cadeia de abastecimento é temporária, produzindo um projeto único através de novas configurações e métodos de produção, de acordo com a especificidade da obra. Há também repetidas necessidades de alteração do projeto inicial e das suas necessidades, resultando em incertezas e imprecisões relativas à necessidade de material que implicam sobras ou insuficiências de matéria prima (Vrijhoef e Koskela, 2000);
- 3) É tipicamente uma cadeia de abastecimento *engineer-to-order*, pois cada projeto implica a conceção de uma nova obra com a sua própria especificidade (Golsing e Naim, 2009);
- 4) É um projeto de média a larga escala que envolve centenas de empresas diferentes para fornecer material, componentes e uma grande variedade de serviços.

A volatilidade da procura do mercado e a complexidade acrescida é uma das causas de fragmentação da indústria da construção, onde a subcontratação e o aluguer de equipamentos de elevado custo tem sido uma forma de mitigar o risco para as empresas de construção. A maior distinção entre a indústria da construção e da produção, é que a construção é baseada no projeto e descontínua na sua natureza, enquanto que as indústrias de produção envolvem processos e relações contínuas (Segerstedt e Olofsson, 2010).

2.3 Gestão de *stocks* e armazenamento

De forma geral, *stock* (ou inventário) é a existência de qualquer tipo de artigo ou recurso utilizado numa organização. Um sistema de *stocks* é o conjunto de políticas e controlos que monitorizam os níveis de *stock* e determinam que níveis devem ser mantidos, quando reabastecer o *stock* e qual deve ser a dimensão das encomendas (Chase, 1995).

Dependendo da natureza do negócio, podem ser verificados diferentes tipos de *stock*:

- *Stocks* necessários para a fabricação, incluindo matérias primas, matérias secundárias e material de embalagem;

- *Stock* de conservação que diz respeito às peças sobresselentes das máquinas, ferramentas e matérias consumíveis;
- *Stocks* em curso de fabrico, que correspondem a produtos não concluídos e que já implicaram consumo de recursos;
- *Stocks* de produtos acabados.

Os *stocks* são geralmente mantidos de forma a assegurar as seguintes necessidades: (Chase, 1995)

- Segurança contra atrasos na entrega de materiais ou produtos por parte dos fornecedores;
- Aumento da segurança perante variações da procura;
- Obtenção de eventuais vantagens económicas (ex. economias de escala devidas à dimensão das encomendas).

Desde modo, a gestão de *stocks* e do armazenamento torna-se uma componente essencial no crescimento competitivo de uma cadeia de abastecimento, porque permite disponibilizar o produto ao cliente nos prazos e condições acordados previamente. Porém, apesar da armazenagem dos produtos não acrescentar valor aos serviços prestados, contribui para que o sistema logístico consiga responder de forma eficaz e eficiente às exigências do mercado (Gu *et al.*, 2007).

Hompel *et al.* (2007) apresentam algumas das principais razões que levam à implementação de armazéns ao longo das cadeias de abastecimento:

- Otimização do desempenho logístico, assegurando a capacidade de resposta às necessidades dos clientes e da produção, garantindo o abastecimento de materiais;
- Constituição de *stock* de segurança para atenuar a variabilidade da procura;
- Redução dos custos de transporte, otimizando o transporte de pequenas cargas aos clientes;
- Obtenção de descontos de quantidade, isto é, usufruir de descontos no preço unitário do produto quando se adquire quantidades suficientemente grandes (de cada vez);
- Equilibrar as quantidades requeridas e expedidas, de modo a não constituir *stock* em excesso, pois este acarreta elevados custos e tempos de retenção que não acrescentam

valor. Ao mesmo tempo, encomendar frequentemente pequenas quantidades aumenta os custos de encomenda. Assim, é necessário equilibrar as quantidades a encomendar de forma a minimizar os custos.

2.3.1 Diferenciação dos *Stocks* para Efeitos de Gestão

De acordo com Partovi e Anandarajan (2002), em ambientes com centenas de itens de *stock* para serem geridos, a sua gestão eficiente torna-se mais complexa devido à diversidade. Uma alternativa é a separação dos itens em subgrupos, permitindo a escolha e adoção da política mais adequada para cada um deles. A análise ABC, por exemplo, é uma forma de classificação muito utilizada, normalmente com um critério único, como o valor, ou a rotação. No entanto, esta análise só é considerada eficiente para classificação de itens quase homogêneos, em que o valor de uso ou rotação é a principal diferença (Ramanathan, 2006). Através de uma análise ABC, é possível identificar e dedicar mais atenção aos artigos do tipo A por representarem alta participação nos valores movimentados em inventário. No entanto, uma grande variedade de itens em *stock* aumenta consideravelmente a complexidade da gestão, criando a necessidade de classificá-los com multicritérios. Esses critérios podem ser vários, tais como: prazo de entrega do fornecedor, existência de atributos comuns, obsolescência, facilidade de substituição, escassez, durabilidade, distribuição da procura, entre outros (Dos Santos e Rodrigues, 2006).

2.3.2 Políticas de Gestão de *Stocks*

Uma política de gestão de *stock* deve responder basicamente a duas questões primordiais: “Quando encomendar?” e “Quanto encomendar?”. Estas questões são essenciais para se conseguir obter o melhor compromisso possível entre os custos (da gestão) e o nível de serviço (e a satisfação) dos clientes. Existem diversas políticas e modelos de gestão de *stocks*, tendo como principal ponto diferenciador a existência ou não de aleatoriedade da procura (Carvalho *et al.*, 2010). Os modelos distinguem-se ainda pelos pressupostos que assumem, por exemplo em termos das distribuições estatísticas usadas e ou do objetivo principal a atingir (minimização do custo, ou, em alternativa, garantir primeiramente um nível de serviço predeterminado). A opção de se usar um nível de serviço de referência (para estimar os parâmetros das políticas a implementar) deve-se, por vezes, à falta de informação relativa às várias componentes de custos necessárias para um modelo baseado nos custos,

e, nomeadamente, ao custo de quebra (rutura) de *stock*. A maioria dos modelos assume também que o prazo de entrega é constante, o que reduz consideravelmente a complexidade do sistema (van der Schoot e Heuts, 2000).

Um dos modelos tradicionais mais comumente usado é o modelo de revisão contínua. Este modelo é um modelo probabilístico correspondente à política nível ou ponto de encomenda, e é aplicável a artigos com procura (consumo) aleatória mas estacionária, i.e. com média (e variância) sensivelmente constantes ao longo do tempo. O modelo de revisão contínua deve o seu nome à “monitorização constante dos níveis de *stock*” (Roldão e Ribeiro, 2007). Esta revisão contínua serve para que, quando os níveis de *stock* atinjam uma quantidade pré-definida (ponto de encomenda), desencadeie a ação de realizar uma nova encomenda, numa quantidade também pré-definida (a quantidade económica de encomenda). Na Figura 1 percebe-se a dinâmica do modelo descrito. Note-se que, sempre que o *stock* atinge o ponto de encomenda (nos instantes identificados a tracejado), é encomendada uma quantidade Q (constante, de encomenda para encomenda). Esta quantidade chega após o período (prazo de entrega, eventualmente variável) que o fornecedor demora a entregar a encomenda.

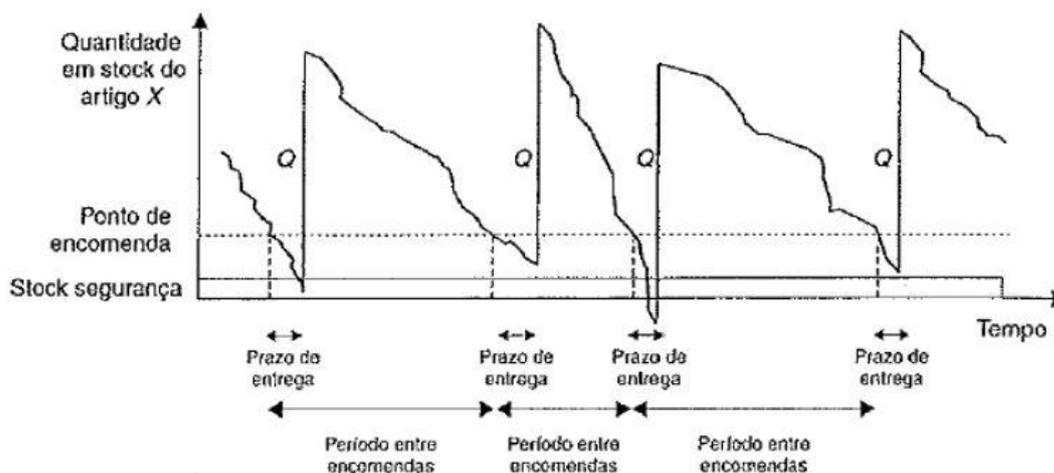


Figura 1 – Modelo/política de revisão contínua. Fonte: Carvalho *et al.* (2010).

Neste modelo está em causa a definição da quantidade a encomendar que minimiza o custo total de gestão de *stock*, assim como definir o *stock* de segurança que permite cumprir com o nível de serviço acordado com o cliente. Por nível de serviço pode entende-se, por exemplo, a percentagem de encomendas que são efetivamente satisfeitas nos termos em que foram pedidas pelos clientes (ex. sem atrasos relativamente à data de entrega prometida). O *stock* de segurança aumenta em função do aumento do nível de serviço e da

variabilidade (e, nomeadamente, da incerteza) da procura. Outro fator importante deste modelo é a definição de uma quantidade “ótima” de encomenda. Este sistema permite adicionar flexibilidade na resposta consoante as variações de procura, adicionando quantidades de materiais preventivas de casos de rutura, associada aos níveis de *stock* de segurança.

No caso em que a necessidade (procura) de materiais pode ser prevista, com alguma antecedência, a partir da (previsão de) procura de produtos compostos por esses materiais, fala-se em sistemas de procura dependente. Neste caso, é normal usar-se o modelo MRP (*Material Requirements Planning*). Segundo Slack *et al.* (2013), o MRP ou seja, o cálculo das necessidades de material, surgiu na década de 60 com o objetivo de auxiliar as empresas no cálculo da quantidade de encomenda de um determinado produto e em que momento deve ser produzido determinado produto. O objetivo do MRP é executar computacionalmente a atividade de planeamento das necessidades de materiais, permitindo, assim, determinar, precisa e rapidamente, as prioridades das ordens de compra e produção. O MRP é utilizado com o objetivo, de acordo com Gaither e Frazier (2001), de melhorar o serviço ao cliente, de reduzir investimentos em inventário e de melhorar a eficiência do processo produtivo. De acordo com Volman *et al.* (1997), o objetivo de um sistema MRP é:

- Assegurar a existência de materiais, componentes e produtos para produção planeada para entrega ao cliente.
- Minimizar os níveis de inventário.
- Planear a produção, entrega de produtos e o processo de compras ao fornecedor.

Os dados utilizados num sistema MRP provêm de: (Carravilla, 1997)

- Plano Director de Produção (PDP);
- Inventário geral;
- Estrutura de produtos (*Bill of materials*).

O plano diretor de produção é um planeamento efetuado para determinar o que é necessário produzir e quando é necessário produzir. Este plano consiste num plano de produção baseado em previsões de vendas e encomendas e dimensão do horizonte temporal de produção tendo em conta todos os prazos de entrega envolvidos no componentes do produto final.

O inventário geral reúne a informação das existências disponíveis em armazém, necessidades brutas de material, receções programadas, ordens de fabrico dos produtos, tamanho dos lotes, prazos de entrega, níveis de *stock* de segurança e níveis limite de produtos não conformes. A estrutura e produtos (*Bill of materials*) é a lista de necessidades dos componentes envolvidos nas necessidades dos produtos finais, discriminando as referências, descrições e quantidades de matéria prima ou semi-acabados (Carravilla, 1997).

Capítulo 3

Descrição da empresa

Este capítulo consiste na introdução e apresentação da empresa onde foi realizado o caso de estudo para a dissertação. O capítulo inicia com uma apresentação do Grupo DST, com uma breve contextualização teórica e apresentação da sua filosofia. É também explorada a empresa DST,SA assim com o funcionamento do departamento de logística, onde foi desenvolvido o projeto pilar da presente dissertação.

3.1 O grupo DST

O Grupo DST (Domingos da Silva Teixeira) teve o seu início na década de 40, sendo a área de negócio da família Silva Teixeira a extração de inertes, tendo o seu sucesso resultado na constituição da empresa Domingos da Silva Teixeira e filhos, Lda em 1985, sendo o seu setor de atividade a construção civil e obras públicas. Ao longo das décadas seguintes, o Grupo apresentou um crescimento notório, resultando na ramificação em diferentes áreas de negócio complementares à sua atividade principal, através da aquisição e criação de empresas em diversas áreas, englobando, atualmente, seis setores de atividade principais: engenharia e construção, ambiente, energias renováveis, telecomunicações, *real estate* e *ventures*.

O Grupo DST opera sob uma política de responsabilidade social baseada no desenvolvimento de projetos empresariais sustentáveis que acrescentem valor para a sociedade, contando atualmente com cerca de 1600 colaboradores.

De acordo com o relatório de contas de 2016, o Grupo apresentou um volume de negócios de 280 milhões de euros, procurando sempre o investimento e expansão internacional. No presente momento o Grupo opera em 11 países em diversos setores, principalmente a construção civil, energias renováveis e ambiente. A internacionalização e expansão do Grupo continua a ser parte da sua filosofia operacional, uma vez que aliada à expansão verificada até hoje, possui ainda iniciativas comerciais e propostas apresentadas em

diversos outros países e continentes. O organigrama do grupo, assim como a distribuição de empresas pelas áreas de negócio estão expostas nos Anexo I e II, respetivamente.

3.2 DST, SA.

A empresa DST,s.a., onde o presente projeto foi desenvolvido, é uma das empresas pertencentes ao Grupo DST. A empresa é um dos pilares do Grupo, sendo o seu setor de atividade focado na construção civil e obras públicas. Os projetos em que a empresa incorre são selecionados por concursos públicos e privados, sendo os fatores decisivos o orçamento e a data prevista de conclusão do projeto, servindo como um dos principais motivos do investimento claro na logística e constante mentalidade competitiva. Apesar da sede do Grupo DST ser na Rua de Pitancinhos, Braga, a empresa encontra a sua maior representatividade na Área Metropolitana de Lisboa.

Relativamente à sua organização, a empresa está dividida em departamentos com funções específicas, que trabalham de forma individual, mas simbiótica: Departamentos de Logística, Ambiente, Compras, Qualidade, Segurança, Recursos Humanos, Contabilidade, entre outros.

3.3 Departamento de Logística

O Grupo DST possui um departamento responsável pela logística, atuando como um centro de análise contínua e otimização dos processos envolvidos em variadas áreas, visando identificar e diagnosticar problemas internos e encontrar as respetivas soluções que permitam potenciar a competitividade da empresa no seu setor.

As funções do departamento passam pelo processamento de encomendas provenientes do fornecedor, gerir o armazenamento de materiais e equipamentos, efetuar a gestão e controlo do inventário de materiais, gerir a receção e expedição dos pedidos das obras e ainda a gestão da frota de veículos e dos equipamentos. Associados ao departamento de logística, existem também outros departamentos que participam na cadeia de abastecimento, trabalhando estes sinergeticamente no sentido de garantir a aquisição, abastecimento e conclusão dos projetos. O Departamento de Vendas é responsável pela aquisição de projetos de obra, funcionando como o ponto inicial da cadeia de abastecimento, articulando condições do projeto diretamente com o cliente. O

Departamento de Obra, entre outras funções, é responsável pela gestão da operação no local de construção, comunicando com o Departamento de Compras e o Departamento de Logística para efeitos de abastecimento de material. Por fim, o Departamento de Compras é responsável pela aquisição de material, quer seja este requisitado pelo gestor de armazém (pertencente ao Departamento de Logística), quer seja requisitado diretamente pelo diretor de obra.

O organigrama do Departamento de Logística encontra-se disponível no Anexo III.

Capítulo 4

Análise dos Processos da Cadeia de Abastecimento

Neste capítulo são apresentadas inicialmente diversas componentes da cadeia de abastecimento às obras, explicando o funcionamento logístico da empresa, de forma a identificar ineficiências e a fornecer a informação que serviu de base para o desenvolvimento do estudo da presente dissertação.

Na segunda parte do capítulo estão discriminadas e discutidas as informações acerca de determinados pontos da cadeia de abastecimento de forma a permitir desenvolver posteriormente um modelo para o planeamento de necessidades.

4.1 Sistema Informático

O sistema informático utilizado na empresa é o SAP ERP (*Systems Application, and Product Enterprise Resource Planning*). Este é um sistema de gestão fundamental para o funcionamento de toda a empresa, uma vez que permite introduzir, agregar e partilhar informação entre os diversos departamentos da mesma.

O sistema está dividido em diversos módulos adaptados às necessidades dos diferentes departamentos, permitindo otimizar a comunicação entre as diversas funções, uma vez que a informação se encontra centralizada.

No caso do departamento logístico, a sua utilização é a base para a maioria das operações, sendo que todas as tomadas de decisão e atividades administrativas são realizadas recorrendo ao sistema. O SAP permite registar entradas e saídas de materiais, realizar pedidos de materiais aos fornecedores, receber encomendas, verificar os níveis de inventário atuais, vender artigos a outras empresas do grupo e ainda realizar a sua faturação. Em adição, o sistema permite também aceder com facilidade aos registos históricos de todas estas atividades, tornando-se também uma ferramenta importante para estudos logísticos, permitindo a gestão e melhoria contínua dos processos que envolvem a cadeia de abastecimento.

4.2 Compras aos Fornecedores

O processo de compras aos fornecedores inicia-se com uma reserva de material ou requisição de compra feito por um gestor de obra através do sistema SAP. As reservas de material são sempre efetuadas apenas por parte de obras pertencentes à empresa DST, enquanto que as requisições de compra podem ser feitas tanto pela DST como por outras empresas do grupo. As diferenças nos dois tipos de pedidos está também associada à quantidade e tipologia dos materiais que são requeridos por parte da obra.

Quando uma requisição ou reserva de material dá entrada no SAP da empresa, é necessário que o gestor de armazém proceda à sua análise, com o intuito de averiguar se existe material em inventário suficiente para responder ao pedido, ou se é necessário realizar uma compra ao fornecedor da quantidade em falta, ou a sua totalidade. No caso de haver *stock* suficiente, segue-se o processo de *picking* dos materiais. Caso contrário, procede-se à realização de um pedido de compra aos fornecedores. Os pedidos de compra podem ser feitos pelo gestor de armazém, se o valor do mesmo não exceder o limite imposto pela administração. No caso da haver necessidade de adquirir material e o valor exceder o limite, a requisição de compra passa a ser responsabilidade do Departamento de Compras. O processo de compras ao fornecedor está sumariado na Figura 2 através de um fluxograma.

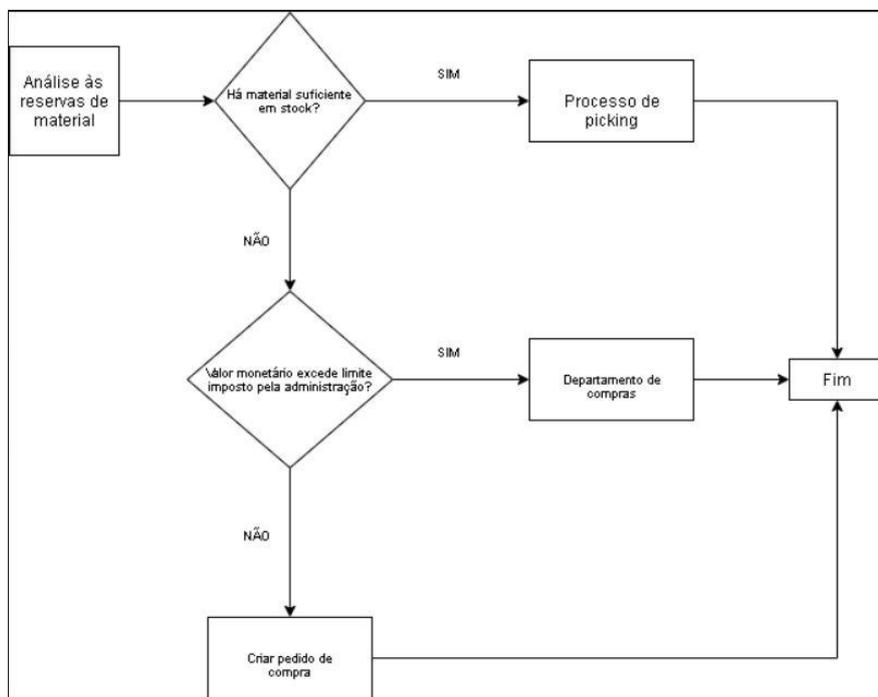


Figura 2. Fluxograma do processo de compras ao fornecedor.

As ineficiências associadas a este processo baseiam-se sobretudo no facto de não existir um planeamento de necessidades, sendo que o gestor de armazém se baseia na experiência para a realização de compra de materiais, desconsiderando os conceitos de *stock* mínimo e *stock* de segurança, tendo em vista apenas responder ao último pedido de compra ou reserva da forma mais rápida possível.

4.3 Distribuição

A empresa possui uma frota própria, capaz de transportar as matérias primas desde o parque de materiais até às obras nas quais serão posteriormente utilizadas. Devido a limitações de capacidade logística, no entanto, a empresa acaba por proceder a adjudicações de transporte, quer recorrendo a empresas externas de serviços de transporte de mercadorias, quer por negociação com os próprios fornecedores dos materiais, sendo estes os responsáveis pela entrega do mesmo aplicando custos adicionais associados.

O sistema de transporte e abastecimento é descentralizado, i.e. as obras podem ser abastecidas:

- pela frota própria, dependendo da localização de descarga e capacidade interna;
- diretamente pelos fornecedores;
- por adjudicação de transporte externo, que transporta material quer a partir do armazém da DST, quer a partir dos armazéns dos fornecedores.

A decisão do modo de abastecimento de determinado projeto é determinada pela sua localização, tipologia e capacidade interna de abastecer a obra em termos de quantidade de material e prazos de entrega.

As políticas de transporte a norte e a sul do país são diferentes. Pelo facto da empresa estar sediada em Braga, a maioria da frota de transportes encontra-se no norte, motivo pelo qual a empresa acaba por ser responsável por uma parte dos transportes de materiais. Relativamente às obras da zona sul do país, por motivos de falta de capacidade de transporte, a maioria das movimentações de material é adjudicada, quer a empresas externas (que fornecem serviços de transporte), quer pelos próprios fornecedores dos materiais.

4.4 Armazenamento dos Materiais

O armazenamento dos materiais da empresa é condicionado pela indústria em que a mesma se insere. A empresa possui um armazém central na Região Norte (Braga) e está a ser planeada a construção de um armazém na Região Sul (Lisboa). O sistema de armazenamento da Região Norte conta com um armazém de materiais, que armazena essencialmente materiais de pequena dimensão, assim como um armazém exterior, designado internamente por Parque de Materiais (PM), onde são armazenados materiais de média e grande dimensão, que, pela sua tipologia, não sejam suscetíveis a danos causados por condições meteorológicas adversas.

Os armazéns acima referidos situam-se dentro do complexo do grupo DST, sendo propriedade da empresa DST,SA. O armazém de materiais possui 280m² (18,6x15m) e está dividido em diferentes áreas:

- Área administrativa, responsável pela tomada de decisões e pela parte informática e informacional dos processos de armazenamento, recorrendo sobretudo à utilização do SAP ERP da empresa;
- Área de receção, situada na entrada do armazém, equipada com um balcão com o intuito de receber fornecedores e colaboradores do grupo para a requisição de material; e
- A área de armazenamento, destinada ao armazenamento de materiais vindos dos fornecedores ou de devoluções das obras, desde que se encontrem em estado reutilizável.

Os próprios projetos de obra funcionam, na maioria dos casos, como pequenos armazéns denominados de estaleiros de obra, recorrendo à necessidade de alocação de espaço para efeitos de armazenamento de material para determinadas fases do projeto, com o intuito de abastecer as obras para determinados períodos de tempo, evitando custos adicionais de transporte, a partir do armazém ou do fornecedor. A falta de planeamento de necessidades, no entanto, resulta, na maioria das vezes, em excesso ou insuficiência de material armazenado em obra, resultando em complicações de movimentação dos trabalhadores, custos adicionais de reabastecimento, ou danificação de material que fica exposto a condições meteorológicas adversas durante uma quantidade excessiva de tempo.

4.5 Tipologia de Materiais Armazenados

Os materiais armazenados são, de forma geral, constituídos por devoluções das obras e materiais de apoio à construção. Por materiais de apoio à construção entendem-se todos os materiais que auxiliam o processo construtivo, não envolvendo os materiais, de modo geral, que passam por processos de transformação de matéria-prima a produto final. A título de exemplo, alguns dos materiais armazenados são equipamentos de proteção individual (EPI), produtos químicos, material elétrico como extensões, fichas elétricas, equipamentos de luminosidade, materiais de limpeza, entre outros. Esta política de armazenamento possui, no entanto, algumas exceções, como por exemplo o cimento, que se caracteriza como um material de pouco valor e elevada rotação. Esta decisão é uma decisão política da empresa, que prioriza materiais para transformação de baixo custo e elevada rotação como o tipo de materiais a armazenar e a ser distribuído pelas obras através da frota de veículos pertencente ao grupo. No entanto, não existe em registo, e de forma tratável, uma lista dos materiais que são de facto armazenados. Para poder realizar um estudo da procura e revisão do planeamento de necessidades, foi necessário estudar os materiais armazenados.

Tendo-se analisado a informação extraível do sistema, foi depois possível consultar todas as entradas em armazém, sendo estas frutos de devoluções ou de materiais comprados para efeitos de armazenamento. O Anexo IV resume o tipo de artigos que são armazenados.

4.6 Devoluções

Como referido anteriormente, uma grande fração do espaço destinado ao armazenamento acaba por ser preenchido com produtos intermédios ou matéria-prima que resulta de devoluções das obras. Atualmente, mais de 30% do espaço do parque de materiais (armazém exterior) situado em Braga, é dedicado a materiais que foram devolvidos das obras frutos de planeamentos de necessidades ineficientes. Alguns dos produtos devolvidos, no caso de estarem em boa condição de reutilização, são repostos como inventário e podem ser utilizados em projetos futuros. Outros, no entanto, pela sua especificidade e estado de degradação, permanecem guardados nos armazéns da empresa, sem possibilidade de reutilização ou reciclagem. Enquanto esta situação não for resolvida, a empresa incorre em custos de posse crescentes ao longo do tempo, assim como numa redução contínua do espaço disponível para armazenar material, resultando numa eventual

necessidade de expansão dos espaços dedicados ao armazenamento. O processo de devoluções está descrito no fluxograma presente no Anexo V.

4.7 Localização

Os registos de consumo de material possuem também informação sobre o código de obra, podendo posteriormente ser verificados outros aspetos com informação mais aprofundada acerca do projeto em questão. Tendo a empresa DST,sa expandido a sua área de negócio para todo o país, a informação acerca dos artigos consumidos deve ter este aspeto em consideração. Quer pela tipologia das obras quer pelo volume das obras ativas em diferentes localizações do território nacional, por motivos de fiabilidade de resultados obtidos, é importante filtrar os consumos de material pela localização onde foram, de facto, consumidos. O armazém do sul do país será eventualmente responsável apenas pelas obras e abastecimentos daquilo que é considerada a Zona Sul do país. Para efeitos deste estudo, e após consultar a administração da empresa, será considerado Sul ou Norte todas as obras que sejam realizadas a sul ou a norte de Coimbra, respetivamente.

4.8 Preços Médios dos Materiais

Quando a responsabilidade de compra de material (por exceder o limite imposto para a responsabilidade ser do gestor da armazém) passa para o Departamento de Compras, é também responsabilidade do colaborador negociar o preço do artigo, mediante a quantidade a ser encomendada. Para efeitos de aplicação de modelos de gestão de inventário, os descontos de quantidade devem de facto ser considerados. No entanto, não é possível obter um registo dos descontos de quantidade conseguidos pela empresa DST,sa, quando encomenda. Os descontos dependem da capacidade de negociação do departamento de compras, mediante a quantidade encomendada e também consoante o fornecedor em questão, uma vez que o mesmo tipo de material pode ser encomendado a diferentes fornecedores. Como os descontos de encomenda não são registados nem constantes (sendo muitas vezes nulos), os preços unitários considerados no âmbito deste estudo são os preços médios do artigo, obtidos através de uma média móvel de todas as compras efetuadas dos preços unitários dos artigos até ao momento do estudo.

4.9 Arranque das Obras

A primeira fase dos projetos de obra é caracterizada por um elevado consumo de determinados materiais. Os projetos de obra podem ser divididos em diversas fases, em que cada fase consequente depende da conclusão da anterior. O processo de iniciação da obra envolve criar a estrutura base, assim como a montagem de estruturas e artigos auxiliares à construção que irão estar presentes no local até à conclusão do projeto. A influência dos inícios de obra no comportamento do consumo dos artigos adiciona variabilidade, isto é, é responsável por variações rápidas das necessidades dos mesmos. Este fator é importante e deve ser considerado para a estratégia de planeamento de necessidades, pois resulta na impossibilidade de tratar a procura como contínua ao longo do ano. A gestão dinâmica do planeamento de inventário pode ser facilitada por este fator, uma vez que o engenheiro responsável pela análise e determinação do material necessário para realizar a obra, fornece antecipadamente (num período superior ao prazo de entrega do fornecedor) a folha de arranque de obra. Este documento possui a informação acerca de todos os artigos e as quantidades dos mesmos que são necessárias para a fase primária do projeto.

4.10 Síntese dos problemas encontrados

Com base na análise realizada aos processos logísticos envolvidos na gestão da cadeia de abastecimento da empresa, é possível identificar algumas ineficiências associadas ao modelo operacional atualmente praticado:

- Existe uma comunicação insuficiente entre o Departamento de Obras e o Departamento de Logística, resultando num abastecimento inadequado de material às obras.
- O aprovisionamento de materiais é feito de acordo com a experiência do diretor de obra e do gestor de armazém, não havendo um planeamento a médio-longo prazo que optimize a chegada do material no momento e a quantidade adequada.
- Como resultado da falta de planeamento de necessidades para as obras e necessidades de *stock* de material a manter em armazém, verificam-se ocorrências de ruturas de material que é requisitado ao armazém e está indisponível, assim como, em outras situações, verificam-se excessos de *stock* (materiais) que, pela sua

especificidade, não poderão ser aplicados/usados em outras obras, resultando numa ocupação contínua de espaço de material em armazém proveniente de devoluções de obra.

- Um estudo aprofundado dos consumos de materiais, assim como relatos dos colaboradores permitem também concluir que há materiais obsoletos em armazém, cuja última requisição ultrapassa o tempo de vida dos artigos, resultando em custos adicionais de posse, oportunidade e inutilização do material por perda de qualidade.

Os problemas identificados motivaram o desenvolvimento do presente projeto no sentido de normalizar o planeamento de necessidades, nomeadamente a realização de um estudo que permita definir uma estratégia de abastecimento ao armazém, encontrando tipologias de artigos que possam ser tratados com políticas de gestão de inventário adequadas, assim como redefinir quais os artigos que, pelo comportamento da sua procura, devem ou não ser armazenados com o intuito de melhorar a eficiência do abastecimento à obra de materiais auxiliares à construção.

Capítulo 5

Desenvolvimento de Propostas de Melhoria

Neste capítulo serão apresentadas as propostas de melhoria para eliminar ou reduzir as ineficiências, descritas no capítulo anterior, associadas à cadeia de abastecimento. Na primeira parte do capítulo é exposta a primeira fase do projeto, que envolveu a realização de um estudo para averiguar a necessidade de centralização da atividade de transporte da cadeia de abastecimento à obra. Na segunda parte, é explorado o desenvolvimento de uma política de gestão de *stocks* para a empresa, apresentando os diferentes tipos de artigos e as propostas adequadas para cada caso.

5.1 Centralização da Cadeia de Abastecimento

A centralização da cadeia de abastecimento, dependendo da configuração atual da mesma, da indústria em que se insere e o tipo de negócio, pode trazer vantagens económicas e competitivas para a empresa. Por um lado, há um acréscimo das responsabilidades da empresa, sendo que passa a assumir o controlo de mais processos dentro da própria cadeia de abastecimento. Por outro lado, esse controlo pode traduzir-se em redução de custos externos (por exemplo, a adjudicação de transporte), na redução da incerteza relativa aos prazos de entrega e o estado em que o material é entregue, resultando numa possibilidade de aumento da qualidade do serviço prestado. Por este motivo, a empresa DST, SA. decidiu estudar de que forma a centralização da sua cadeia de abastecimento poderia ser benéfica em termos económicos e competitivos.

O objeto de estudo do projeto foi quantificar as vantagens ou desvantagens económicas da responsabilidade total do transporte de materiais passar a ser feito por utilização de frota própria, em contraste com o modelo atual que, baseado no tipo, valor e quantidade de material, pode ser feito tanto por frota própria, transporte por parte do fornecedor, ou adjudicação externa de transporte.

Para proceder à centralização da cadeia de abastecimento, seria necessário alterar processos fundamentais da atual configuração, nomeadamente a utilização de frota

própria, capaz de cobrir todas as movimentações necessárias desde o momento em que é feito um pedido de material, até que este chega à obra. Na configuração atual, o pedido de material é feito, sendo o departamento de compras responsável pela sua encomenda e negociação, desde o preço unitário do material, eventuais descontos de quantidade, preço de transporte e prazo de entrega. O fornecedor assume então a responsabilidade de realizar o transporte desde o seu armazém próprio até à obra ou até um armazém DST (em alguns casos), propondo um custo adicional à compra do material, para realizar o transporte. Num modelo centralizado, após o pedido de compras ter sido feito, a frota DST seria responsável pelo transporte do material: a partir do armazém do fornecedor, para obra, ou para armazém, dependendo da necessidade. A aplicação de um modelo centralizado obriga à consideração de custos adicionais adjacentes à nova responsabilidade: custo de transporte interno, custo de armazenamento, e custo do trabalhador responsável pela tarefa.

Caso de estudo: Continente Modelo em Belas

Atendendo à complexidade do projeto e à quantidade de variáveis envolvidas, foi tomada a decisão de analisar os custos inerentes aos fatores decisivos da hipótese de centralização para um caso de estudo específico, sendo assim possível tomar decisões e conclusões baseados em cálculos com valores reais, diminuindo a quantidade de suposições que seriam necessárias se o problema fosse abordado numa escala mais global. Para o caso de estudo, foi escolhido o continente Modelo em Belas, uma vez que, pelo facto de a empresa realizar e já ter realizado projetos semelhantes, os resultados obtidos seriam, pelo menos, aplicáveis a todas as obras futuras de composição semelhante.

Assim sendo, foram utilizados os registos no sistema integrado acerca da obra, nomeadamente todo o material que foi consumido, o seu custo, o fornecedor a quem foi comprada, a distância percorrida desde a origem até ao destino, e o custo de transporte por palete e por km, quando é feito pelo fornecedor. Em paralelo, foi considerado o custo de transporte por palete e por quilómetro (€/paquete/km) recorrendo à frota disponível, assim como seria estipulado o custo adicional de armazenamento e de adjudicar e ou contratar trabalhadores especializados no transporte de mercadorias. Com estes dados, poderia ser considerada vantajosa a centralização da cadeia de abastecimento no caso de o custo do transporte adjudicado pelo fornecedor ser superior ao somatório dos custos do transporte efetuado com a frota própria e dos custos de armazenamento, incluindo, obviamente, custos fixos e variáveis, custos com operadores e veículos e outras máquinas,

entre outros. Foi então realizado um estudo ao custo médio do transporte, quando este é feito ou adjudicado pelo fornecedor.

Inicialmente, de forma a escolher os fornecedores a considerar no estudo, foram analisados quais os fornecedores mais significativos para a empresa, em termos de valor monetário investido. O estudo foi realizado de acordo com os registos históricos de compras de material, tendo sido seleccionados os fornecedores considerados do tipo A (i.e. mais significativos em termos de fluxo monetário) que participaram no abastecimento da obra Continente Modelo de Belas. Na Figura 3, é possível verificar os valores médios obtidos para o custo de transporte por km e palete para três fornecedores diferentes que colaboram com a empresa na maioria das obras, sendo a estes comprados mais do que um tipo de matéria e em elevadas quantidades.

Material	Fornecedor	Distância	Paletes	Custo/km/paleta	total
Betão	VERDASCA&VERDASCA	145	508	0,0575	4235,45
Cimento C	Termipol	292	5	0,036	52,5
Rebocos	termipol	292	5	0,036	52,5
Geotextil	PANEIRA & CA	350	1	0,032	10,6
Manga plastica	PANEIRA & CA	350	1	0,032	10,6

Figura 3 – Análise do custo de transporte do fornecedor

Como termo de comparação, foi também feita a análise aos custos internos de transporte, tendo em conta a frota disponível, para posteriormente ser utilizado como termo de comparação e auxílio na tomada de decisões. Os resultados estão expostos na Figura 4.

Veículo	matricula	C	L	A	Paletes	Peso	CustKM	Cust/km/paleta
A	23-48-PN	5,5	2,2	12,1	8	1250	1,39	0,17375
B	24-FJ-02	7	2,2	15,4	10	8600	1,21	0,121
C	52-04-OJ	5,2	2,4	12,48	12	5600	1,57	0,130833333
D	43-68-PX	5,2	2,4	12,48	12	5600	0,73	0,060833333
E	72-39-PX	5	2,2	11	8	11000	2,03	0,25375
F	85-BF-93	3	2,2	6,6	4	3750	1,12	0,28
G	45-SR-03	3	2	6	4	1250	0,65	0,1625

Figura 4 – Análise do custo de transporte interno.

A conclusão óbvia a retirar acerca da problemática considerada é não centralizar. Após calcular o custo/km/paleta da frota própria da DST (0,16€/km/paleta) e comparar com a média do custo/km/paleta dos fornecedores (0,0387€/km/paleta) mais significativos, podemos concluir que a centralização resultaria em custos mais elevados. Considerando apenas a parcela do transporte, quando este é realizado pelo fornecedor, o custo é

significativamente mais baixo do que se fosse realizado pela DST. Aliado a este facto, seria ainda preciso adicionar o custo adicional do armazenamento dos materiais, a complexidade e reestruturação que seria necessária para o fazer, assim como o custo associado aos trabalhadores que iriam assumir a responsabilidade da realização das novas rotas de transporte. A diferença dos custos de transporte pode estar associada a uma otimização da rede de transportes que as empresas subcontratadas possuem, associadas a decisões logísticas vantajosas, como a otimização de rotas, investimento prévio em meios de transportes com melhores condições de funcionamento (maior capacidade e melhores consumos de combustível).

A conclusão aqui apresentada foi suficiente para que a administração da empresa tomasse a decisão de não centralizar a cadeia de abastecimento à obra.

5.2 Desenvolvimento de uma Política de Gestão de Inventário

De forma a poder elaborar uma política de gestão de inventário, o primeiro procedimento foi feito no sentido de estudar o comportamento da procura dos artigos, tentando agrupar os diferentes artigos em tipologias suscetíveis de serem geridas segundo a mesma metodologia.

5.2.1 Consumos

Uma das informações fundamentais para efeitos de cálculos dos planeamentos de necessidades é a estimativa da procura. Uma gestão de *stocks* eficiente deve ser adaptada consoante o caso em estudo, sendo que dependendo do histórico da empresa em questão, a estimativa de procura pode ser feita por estudos de mercado, ou então, de forma mais eficiente, por consulta do histórico de procura, que poderá ser atualizada em com o decorrer do tempo, tornando as previsões e planeamentos mais fiáveis.

Fruto do setor industrial em que a empresa se insere, a procura não pode ser considerada como a última fase do processo de transformação de determinada matéria prima, sendo a procura, nesse caso, o número de projetos e obras públicas que a empresa realiza, sendo essa informação insuficiente para planear o abastecimentos de materiais em obra e armazéns. Para o estudo em questão, a procura considerada foram os consumos de materiais em obra, que apesar de não ser uma procura direta por parte do fornecedor, esta

continua a depender dos projetos em questão mas é gerida de forma interna, sendo responsabilidade da empresa gerir os recursos que tem à sua disposição para completar a obra da forma mais eficaz, segura e atempada possível. Desta forma, foram extraídos do sistema informático da empresa os históricos de consumo de material de no período 2016-2018, refletindo-se num histórico de procura dos últimos 36 meses, tendo sido este o período selecionado por motivos de eficácia e fiabilidade de utilização do sistema nos anos posteriores.

Os registos de consumo são efetuados pelos *controllers* de obra, responsáveis por registar no sistema informático a utilização de material em determinado período, tendo sido possível também retirar informação sobre a obra e a sua região (Norte/Sul) onde o consumo foi efetuado, bem como a data de utilização (pertinente para estudos de periodicidade).

O Apêndice I demonstra uma pequena porção, a título de exemplo, da informação extraída para posterior utilização em cálculos matemáticos

A decisão da estratégia de política de gestão de inventário é baseada no comportamento dos consumos de material em obra, que no caso da indústria em questão, pode ser considerada como a procura, uma vez que a decisão e utilização de matérias para efeitos de transformação depende da gestão interna de cada projeto requisitado pelo cliente. Sendo uma empresa de construção Civil, que participa num número variável de projetos ao longo do ano, o consumo e necessidades de material é também variável ao longo do ano, assim como variável de ano para ano. De forma a compreender o comportamento dos consumos de material ao longo do tempo, foi inicialmente realizado um estudo estatístico à distribuição dos artigos armazenados, aliado a uma análise gráfica dos artigos. O resultado dos estudos permitiu fazer uma divisão dos artigos armazenados em dois grupos diferentes: artigos que seguem uma distribuição normal e artigos que seguem outros tipos de distribuição estatística.

5.2.2 Análise Estatística da Procura

O planeamento de necessidades para efeitos de abastecimento de obra e armazenamento de matéria prima e equipamentos são variáveis de artigo para artigo, sendo que no setor industrial da construção civil, o largo espetro de materiais utilizados dá origem a planeamentos e estratégias diferentes consoante o material em questão, sendo a principal

variável a procura ou necessidade do mesmo. De forma a criar estratégias aplicáveis a diferentes tipologias de artigos, surge como necessidade principal aferir a variabilidade da procura. De forma a automatizar o estudo da variabilidade da procura de cada artigo, foi recolhida informação acerca dos consumos em obra dos materiais que são armazenados, tendo sido estabelecida uma periodicidade trimestral de forma a igualar o número de amostras. A informação foi recolhida a partir do registo histórico dos consumos entre o início de 2016 e o final de 2018, sendo que a quantidade de registos que cada artigo possui no sistema informático é aleatória e baseada no número de vezes que determinado artigo foi consumido.

O teste às distribuições das variáveis ficou então reduzido a um número de amostras $n=12$ (correspondente a cada um dos trimestres entre 01/2016 e 12/2018, inclusive) por cada artigo.

O teste estatístico foi realizado recorrendo ao Software estatístico SPSS, tendo sido selecionado o teste Kolmogorov-Smirnov para determinar o tipo de distribuição estatística. Como verificável na Figura 5, o software avalia a hipótese de cada artigo, baseado no número de amostras fornecido, seguir uma distribuição normal ou uniforme, para um nível de significância de 0,05.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Soma de Quantidade1 is normal with mean -1.037,8 and standard deviation 429,915.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,200 ^{1,2}	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of Soma de Quantidade1 is uniform with minimum -2.008,0 and maximum -457,0.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,229 ¹	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Figura 5. Exemplo de resultado ao teste de hipóteses do tipo de distribuição (obtido no SPSS).

A Figura 5 é um exemplo de resultado do teste efetuado para os garrafões de água, que são armazenados pela empresa para posterior abastecimento em obra. O programa compara a distribuição dos dados fornecidos com a função empírica da distribuição normal e uniforme, sendo esta informação decisiva na posterior decisão da política a adotar na gestão de

inventário do material. Na coluna da decisão o programa refere que “retém” (i.e. não rejeita) a hipótese nula, discriminada na primeira coluna.

5.2.3 Artigos com Distribuição Normal

De acordo com os resultados obtidos a partir da utilização do software estatístico, foi possível discriminar os artigos que, pela sua natureza, possuem um comportamento de consumo regular, com distribuição normal ao longo do período estudado. Estes artigos constituem cerca de 50% da totalidade de artigos que são aprovisionados em armazém. A informação acerca da distribuição que caracteriza o comportamento da procura destes artigos ao longo do tempo, permite a aplicação de formulação matemática com o objetivo de calcular qual deve ser o *stock* de segurança a manter de cada artigo, de forma a evitar ruturas (i.e. inexistência) de material aquando da sua necessidade em obra. A lista completa dos artigos que seguem uma distribuição normal está apresentada no Apêndice II.

5.2.4 Sazonalidade e Picos de Procura

Após inferir a distribuição estatística do registo dos consumos de materiais, foi necessária uma análise mais aprofundada do comportamento dos artigos que seguem uma distribuição normal, de forma a poder planear a estratégia de gestão do inventário dos mesmos. A estabilidade da procura de determinado artigo está diretamente relacionada com a decisão do modelo matemático de gestão de inventário a utilizar, motivo pelo qual se recorreu a análise dos gráficos do histórico de consumo, tendo-se verificado dois comportamentos típicos comuns à maioria dos artigos: variação sazonal e picos de procura.

Devido ao tipo de negócio da empresa DST,SA, a estação do ano em que determinada obra é iniciada acaba por ser um fator importante a considerar no planeamento do projeto, devido à especificidade de condições atmosféricas de alguns artigos, assim como a própria segurança e condições de trabalho dos colaboradores. O resultado desta especificidade do setor da construção traduz-se numa grande variabilidade dos níveis de consumo em diferentes períodos do ano, e conseqüente necessidade de adaptar os níveis de *stock* de segurança e *stock* médio dos artigos consoante a época em questão.

Os arranques de obra referidos anteriormente também podem ser corroborados por esta análise gráfica aos consumos, sendo períodos que possuem picos de procura coincidentes com os arranques de obra.

5.3 Política mista para Artigos com Procura Estacionária

Tendo em conta as condicionantes do planeamento de necessidades da empresa, a decisão mais viável de acordo com a informação e capacidade disponível será aplicar uma política dinâmica, capaz de otimizar a gestão de armazenamento e encomenda de materiais tendo em conta todas as envolventes da complexidade dos processos de construção.

Esta política dinâmica envolve a sinergia entre uma política de nível de encomenda e uma política MRP.

Uma política de nível de encomenda, caracterizada pela estipulação de uma quantidade constante de material a ser solicitada aos fornecedores, possuindo um ponto de referência que indica a necessidade de uma nova encomenda, é indicada para um planeamento de materiais que possuem um consumo aproximadamente estacionário.

Uma política MRP (Material Requirements Planning) envolve a decisão das quantidades a encomendar a partir de informação fidedigna disponível como maior antecedência em relação ao prazo de entrega do fornecedor, de forma a permitir obter os materiais no tempo certo e na quantidade necessária, sendo a decisão de armazenar num armazém central ou em obra totalmente dependente da capacidade física dos estaleiros de obra. Ainda que não seja possível a aplicação da política MRP como solução integral, pois há imprecisões associadas ao desenrolar dos projetos, é aplicável como solução para a existência de picos de procura.

Os artigos em questão podem então ser divididos em quatro categorias principais:

- Artigos com procura não sazonal;
- Artigos com procura não sazonal com ocorrência de picos de procura esporádicos;
- Artigos com procura sazonal, sendo estacionária nos respetivos períodos de alta e baixa procura;
- Artigos com procura sazonal com ocorrência de picos de procura.

Para cada uma destas categorias, a estratégia de planeamento será um equilíbrio entre uma política de nível de encomenda, responsável pelo controlo contínuo de quantidades, e uma política MRP, responsável pela minimização de variabilidades associadas aos picos de procura.

5.3.1 Stock de Segurança

O **nível de serviço** é a medida que quantifica a qualidade do serviço prestado. Matematicamente, é a razão entre o número de pedidos de produto, e o número de pedidos que foram atendidos atempadamente. Devido à complexidade envolvida no setor da construção civil, decidiu-se em conjunto com o departamento de logística da empresa assumir como valor objetivo de 95%.

O **prazo de entrega do fornecedor** na empresa DST,SA, para efeitos de planeamento logístico, é de 2 dias (constante). Na realidade, o prazo de entrega poderá ser variável consoante o fornecedor e o artigo, no entanto, foi este o valor considerado para o cálculo de necessidades, na impossibilidade de obter um valor mais preciso no período de desenvolvimento.

O **desvio padrão** da procura foi obtido através do software estatístico utilizado para aferir a distribuição estatística do consumo dos artigos no período considerado.

5.3.2 Quantidade Ótima de Encomenda

Para aplicação do modelo matemático que visa encontrar a quantidade ótima de encomenda, de forma a otimizar os custos envolvidos no planeamento de necessidades de abastecimento, as variáveis envolvidas são:

C – Custo unitário do artigo

P – Procura anual média do artigo

H – Custo de posse unitário anual por unidade de artigo

S – Custo de encomenda

L – Prazo de entrega

Custo unitário do artigo - Os custos unitários dos artigos que foram objeto de estudo, foi obtido recorrendo à informação existente no sistema informático, sendo considerados como preços médios móveis, consoante a variação do preço do artigo ao longo do tempo, sendo este dependente de sazonalidade, quantidade encomendada, do fornecedor selecionado, e da capacidade de negociação do colaborador do departamento de compras.

Procura anual média do artigo – O valor da procura anual média de cada artigo foram obtidos a partir dos registos de consumos de material, tendo apenas sido considerados os anos de 2016-2018, uma vez que a aferição estatística foi feita para o período em questão.

Custo de posse unitário anual por unidade de artigo (ixc) – A taxa de custo de posse (i) representa todos os custos associados a armazenamento de material, em comparação com todos os custos em que a empresa incorre. Este valor é fixo para todos os artigos, mas pode ser variável ao longo do tempo, com a aquisição de espaço de armazenamento, aumento ou decréscimo de valores de amortização dos armazéns, quantidade e volume de artigos armazenados, entre outros. O Custo de posse de cada artigo é posteriormente obtido pela multiplicação da taxa de custo de posse com o custo unitário do artigo.

A determinação do custo de posse de uma empresa envolve um estudo financeiro dos balanços totais da empresa, de forma a discriminar quais os custos que estão associados à existência de inventário, devendo ser considerados os seguintes fatores:

Custo de oportunidade, que se traduz no custo para a empresa de investir na aquisição de material para inventário, impossibilitando a mesma de investir esse valor em outro tipo de atividade, bem ou serviço.

O custo de manuseamento e manutenção correspondente ao custo relacionado com a componente operacional da gestão dos inventários, seja receção, expedição ou próprio manuseamento da parte do gestor de armazém e os respetivos colaboradores. É também necessário contabilizar o custo físico do armazém, correspondente aos custos diretos da infraestrutura de armazenamento (amortização, aluguer, seguros, eletricidade, água, entre outros), e, por fim, o custo de obsolescência do material, caso haja uma deterioração do material que acabe por ficar inutilizável ou perca o seu valor.

Numa empresa de construção civil, a estimação destes custos é dificultada pela existência de estaleiros de obra que funcionam como armazéns temporários, sendo que a sua alocação, manuseamento e gestão tem custos associados. Na presente dissertação não foi possível realizar este estudo em colaboração com o departamento financeiro, tendo o custo de posse sido necessário para definir os níveis de encomenda, *stock* mínimo e *stock* de segurança, pelo que se estimou um valor que teve em conta as considerações teóricas do seu cálculo assim como a experiência profissional e aprovação da administração do departamento de logística. O valor considerado foi de 20% ao ano. Isto é, a taxa de posse

anual de cada artigo corresponde a 20% do seu valor unitário, da mesma forma que é considerado que os custos de existência de inventário correspondem a 20% ao ano do custo total da atividade da empresa em questão.

Custo de encomenda – O custo de encomenda é o custo associado à realização de uma encomenda de material. De forma geral, é a soma de todos os custos envolvidos no processo de obtenção de material a partir de terceiros, sejam esses custos vindouros de telecomunicações, material utilizado, tempo necessário, etc. Como a empresa DST,sa. Possui um departamento de compras cuja responsabilidade é unicamente a realização de encomendas, considerou-se como custo de encomenda o valor monetário do trabalhador (associado ao tempo médio envolvido na realização de uma encomenda. Um estudo previamente realizado na empresa procurou estudar o tempo médio que cada trabalhador do departamento de compras leva para realizar os processos envolvidos na realização de uma encomenda, envolvendo o processo informático, o contacto com o fornecedor e a receção do material. O estudo de tempos que baseou a estimação do custo de encomenda está descrito no anexo VI.

Prazo de entrega - Como referido anteriormente, o prazo de entrega é considerado de 2 dias úteis, sem variabilidade. A aferição de um prazo de entrega mais preciso envolveria a consulta da diferença temporal da data em que cada pedido de material é requisitado e a data em que efetivamente é registada a sua entrada em armazém ou obra. O processo, consoante a informação disponível atualmente, iria ser moroso, uma vez que a empresa colabora com centenas de fornecedores diferentes, e existindo milhares de registos de pedidos e entrada de materiais. Este processo, embora necessário, não foi realizado no período da presente dissertação, pois concluiu-se que será necessário inicialmente um processo de automatização da informação de prazos de entrega, sendo as conclusões posteriores obtidas após um período de estudo considerável, que possa representar o comportamento da relação entre os fornecedores e a empresa no que diz respeito que efetivamente um pedido de material se transforma na sua chegada.

Recorrendo à utilização do software Microsoft Excel, os dados foram organizados de forma a automatizar os cálculos matemáticos da modelação para todos os artigos que seguem distribuição normal.

5.3.3 Ponto de Encomenda

O ponto de encomenda é o valor de *stock*, para cada artigo, que desencadeia a ação de encomendar uma nova quantidade de material para armazenamento. Este valor é baseado na procura média diária e no prazo de entrega do fornecedor, de forma a prevenir a rutura de *stock* ou a necessidade de recorrer ao *stock* de segurança para responder de forma eficaz às necessidades de material. A equação (5.1) traduz tal relação:

$$PR = \text{Prazo de entrega} * \text{procura média diária} + \text{stock de segurança} \quad (5.1)$$

5.4 Artigos Especiais e Artigos com Procura Errática

Os resultados obtidos pela inferência estatística permitiram também identificar quais os artigos que possuem um comportamento não estacionário, muitas vezes intermitente e ou errático. Uma análise aos registos dos consumos ao longo do tempo permite verificar que são artigos cuja procura é altamente inconstante, tanto na quantidade utilizada como na sua periodicidade, isto é, artigos que são suscetíveis a ficarem vários trimestres consecutivos com consumo nulo, seguidos de uma necessidade de material em um ou mais trimestres, seguido de uma ausência de necessidade durante um novo período variável de tempo. Este comportamento exige uma solução de planeamento dinâmica, sendo o objetivo não incorrer em custos e ocupação de espaço durante longos espaços de tempo, resultantes de um armazenamento de material desnecessário. No entanto, é necessário para a empresa certificar-se que terá o material disponível para utilização quando eventualmente o mesmo é necessário em obra.

5.4.1 Artigos Reutilizáveis

A informação em que se baseia a decisão da estratégia mais adequada para a gestão dos artigos que se inserem nesta categoria é o facto da sua necessidade ser dependente de situações esporádicas e imprevisíveis e o facto de quando os artigos são requisitados ao armazém de materiais em quantidades adicionais àquelas requeridas no início do projeto, regularmente é em quantidades pequenas. Dentro desta categoria de artigos, é importante segregá-los baseado no seu custo unitário. Quando há necessidade de reposição de um artigo deste tipo, em que por utilização em obra, ou por um acidente de manuseamento, uma unidade perde a funcionalidade, o procedimento mais comum é requisitar ao

colaborador que se descole a uma loja nas proximidades da localização da obra, onde possa adquirir uma nova unidade da ferramenta que está a utilizar. Apesar de ser um método com algumas limitações, muitas vezes acaba por ser mais económico do que requisitar um transporte que vá com o único propósito desde o armazém central até à obra, para abastecer uma unidade de reposição. Este procedimento é apenas viável para ferramentas ou artigos de baixo custo e de fácil obtenção. Quando se trata de uma unidade cujo custo é alto e a sua disponibilidade é limitada, é encomendado ao fornecedor uma nova unidade para abastecer em obra, ou o colaborador desloca-se ao armazém para adquirir a unidade em falta. A sugestão de estratégia de planeamento decidida para este tipo de artigos será descrita no capítulo seguinte.

5.4.2 Artigos com Elevada Especificidade

Os artigos que possuem grandes volumes de procura mas que, ainda assim, são não estacionários, possuem este comportamento devido à elevada especificidade que, ainda que necessários na maioria dos projetos de obra, as quantidades variam imensamente com as características do projeto em questão. Precisamente pelo facto de serem bastante específicos às situações em que são requisitados, a previsão de quantidade que irá ser necessária para a totalidade do projeto é facilitada. Uma precisão exata da previsão da quantidade de material que será necessário desde o início até ao fim do projeto é quase impossível, pois depende não só da experiência do responsável do pedido de materiais, mas também de diversas circunstâncias externas e adaptações internas que ocorrem no desenrolar do projeto. O estudo do registo histórico da empresa e do consumo destes materiais permite concluir que o planeamento de necessidades deste tipo de artigos está dependente de diversos fatores incontroláveis, tendo assim que ser aplicada uma estratégia de planeamento mais subjetiva e ágil. Pelo facto de serem materiais específicos, que são utilizados em situações específicas, a previsão da sua necessidade vai sendo explorada pelo responsável em obra, sendo que um estudo realizado à média do número de dias que alguns artigos-exemplo são requisitados antes da sua necessidade em obra, permite concluir que a requisição de material é feita com uma antecedência superior ao prazo de entrega, com ainda alguma margem.

Para este tipo de artigos estudados, a média é de 4,2 dias, sendo o prazo de entrega estimado de 2 dias, facto que permite à empresa requisitar o transporte de quantidades

adicionais necessárias até ao final do projeto. Este fator permite concluir que o armazenamento deste tipo de materiais poderá ser desnecessário, uma vez que a empresa está a incorrer em custos de posse e de encomenda contínuos, tentando prever o seu consumo com base na experiência, quando o seu comportamento de procura é altamente instável e descontínuo.

5.4.3 Artigos com Procura Errática

Como rederido anteriormente, a partir dos resultados estatísticos obtidos, uma grande parte dos artigos que a empresa armazena possui uma procura errática. O setor da construção civil é caracterizado pela enorme variedade de materiais para transformação, ferramentas de trabalho, materiais auxiliares e infraestruturas de apoio ao trabalhador. Deste modo, são também armazenados, para além de materiais de baixo custo e elevada rotação, muitos materiais de utilização ocasional dentro de cada projeto, isto é, materiais que podem ser necessários durante qualquer fase do projeto e normalmente comuns a todas as obras. Por exemplo, este conjunto de artigos incluem alicates, pregos, baldes, brocas (entre outros) que podem ser reutilizados em diferentes obras, desde que as condições dos mesmos assegurem o seu estado de reutilização. Por este motivo, estes objetos estão em armazém antes de começar a obra e voltam para o mesmo no seu término, sendo que uma nova encomenda só será necessária em casos de inutilização de um ou mais artigos, ou caso a previsão de material necessário pelo Engenheiro responsável em obra dite que serão precisas mais unidades de determinado artigo do que as que estão disponíveis. Ainda na mesma categoria de comportamento de procura, inserem-se outros artigos cuja utilização, pela sua natureza, são requisitados de forma esporádica, por exemplo, diluentes, desinfetantes, separadores, cones de delimitação (entre outros), cuja sua utilização não depende da especificidade do projeto mas sim das especificidades e ocorrências no seu desenvolvimento. Este tipo de artigos constitui a grande maioria dos artigos, e têm um padrão de consumo errático (e ou intermitente). Este padrão resulta numa procura inconstante, difícil de prever sem erros de previsão significativos.

Após analisar os valores dos consumos de todos os artigos com padrão de consumo errático, é possível verificar ainda alguns casos de artigos que são comuns a todas as obras, de elevada rotação e baixo custo, mas as suas características causam uma grande variabilidade de procura (agregada) de trimestre para trimestre. A esta categoria de artigos pertencem

materiais como buchas com dimensões específicas, cabos elétricos com um determinado comprimento padrão, cimento de um tipo específico (cimento branco ou cimento rápido). De forma geral, são materiais que ainda que tenham elevada rotação, dependem largamente das especificidades e dimensões do projeto.

Capítulo 6

Análise e Discussão dos Resultados

Neste capítulo irão ser apresentadas as soluções práticas para cada um dos tipos de artigos referidos no capítulo anterior. Para cada uma das categorias de artigos, caracterizadas segundo o comportamento da sua procura ao longo do tempo, será apresentada uma solução exemplo. Devido ao número elevado de artigos diferentes que são utilizados pela empresa, o objetivo da presente dissertação é apresentar um modelo de procedimento que permita servir como base para a estipulação da estratégia que permite planear as necessidades dos artigos, de acordo com as condicionantes a que cada um dos mesmos esta sujeito devido à sua natureza e objetivo.

6.1 Procura Contínua não Sazonal

O artigo utilizado para demonstração da estratégia de planeamento de necessidades, considerando uma procura contínua e não sazonal é a mangueira de nível. A mangueira é uma ferramenta utilizada na construção com diversos objetivos e pouca especificidade, resultando numa elevada utilização do artigo que justifica a continuidade da sua procura. Como se pode ver na Figura 6, que representa o histórico do consumo do material em questão, a procura é contínua e variável.



Figura 6. Histórico do consumo do artigo mangueira de nível

Para ser possível responder a questões como o quanto e quando encomendar, é aplicável um modelo de revisão contínua (nível de encomenda), permitindo gerir a estratégia de armazenamento e abastecimento aplicável a todos os artigos da empresa cuja procura segue um comportamento semelhante.

Tabela 6.1. Valores do consumo da mangueira de nível.

Nome	Ano	Trimestre	Procura
Mangueira de Nível	2016	1	127
		2	50
		3	123
		4	15
	2017	1	70
		2	60
		3	122
		4	145
	2018	1	45
		2	90
		3	65
		4	115

Os dados da procura apresentados na Tabela 6.1 foram utilizados para efeitos de cálculo matemático da implementação de um modelo de revisão contínua para o material.

Na Tabela 6.2 estão discriminadas as variáveis necessárias para aplicação direta da formulação matemática, de acordo com o procedimento descrito no capítulo anterior:

Tabela 6.2. Valores das variáveis para cálculo dos níveis de stock.

D - Procura anual média	342,3 un.
Procura diária média	1,36 un.
Desvio padrão por trimestre	40,5 un.
Desvio padrão diário	4,98 un.
S - Custo de encomenda	4,91 €
Custo unitario	0,27 €
H - Custo de posse anual (i)	0,054 €

Segundo o modelo, apresentado na equação (6.1), estabelecido para uma política de revisão contínua:

$$QOE = \left(\frac{2DS}{H} \right)^{1/2} \quad (6.1)$$

Então, de acordo com os dados Tabela 6.2, a quantidade ótima a encomendar, por encomenda é de 112 unidades.

De seguida, resta estabelecer os níveis de inventário de segurança, isto é, o valor a manter em *stock* que garanta a segurança do sistema produtivo caso haja uma procura elevada repentina, de forma a impedir a rutura e consequente necessidade de paragem de atividade.

De notar que no caso específico da empresa DST, sa. O prazo de entrega médio é considerado de 2 dias, sem desvio padrão. Nesse caso, a formula para o *stock* de segurança de artigos que seguem uma distribuição normal é apresentada na equação (6.2).

$$SS = z_{\alpha} * \sigma D * \sqrt{LT} \quad (6.2)$$

Em que Z_{α} foi considerado 1,65, valor utilizado para um nível de serviço objetivo de 95%.

O desvio padrão da procura teve de ser convertido de trimestral para diário. Como o desvio padrão da procura foi obtido pelo software estatístico SPSS relativo a um período trimestral, este é convertível para desvio padrão diário multiplicando o seu valor pela raiz quadrada do número de dias úteis do trimestre. Para efeitos matemáticos, foram considerados 22 dias úteis por mês, resultando em 66 dias por trimestre.

Aplicando a equação (6.2), o *Stock* de Segurança recomendado para o artigo em questão é de 12 unidades.

Estando estipulado o *Stock* de Segurança e a quantidade ótima de encomenda por cada encomenda realizada, resta estabelecer o nível ou ponto de encomenda, que permite à empresa saber quando deve realizar um novo pedido do material.

O ponto de encomenda pode ser calculado através da conjugação do *stock* de segurança e a previsão de unidades que serão necessárias durante o prazo de entrega do fornecedor, apresentando-se assim a equação (6.3).

$$\text{Reorder point} = Dd * LT + SS \quad (6.3)$$

Pela aplicação direta da fórmula descrita em cima, o ponto de encomenda ideal para o artigo é de 18 unidades. Isto é, o sistema informático da empresa estará programado para avisar o controlador de logística responsável pelo planeamento de necessidades assim que as unidades existentes em inventário deste artigo atingam o valor de encomenda. Nesse momento, o controlador fica responsável por realizar um pedido de compra igual ao valor já estimado para a quantidade ótima de encomenda.

A Tabela 6.3 sumariza os resultados obtidos através da aplicação de um modelo de revisão contínua. Este procedimento padrão poderá ser aplicado a todos os artigos que se enquadram na mesma categoria comportamental da mangueira de nível.

Tabela 6.3. Valores de política de gestão para o artigo considerado.

Quantidade ótima de encomenda	112 unidades
<i>Stock</i> de segurança	12 unidades
Ponto de encomenda	18 unidades

6.2 Procura Contínua Sazonal

É importante também discriminar aqueles artigos que, apesar de terem um comportamento de consumo semelhante ao artigo apresentado no subcapítulo anterior, são amplamente afetados por diferenças sazonais na procura. Alguns artigos, pela sua natureza, apresentam uma procura claramente maior em determinados trimestres do ano em relação a outros trimestres. Isto pode ser justificado pelo facto de a empresa participar em projetos de obras públicas, cujas datas para o início dos projetos são influenciadas por terceiros, mas também pelo tipo de projeto ou que poderá ser sensível a condições meteorológicas, assim como o próprio artigo, que poderá necessitar de condições específicas para garantir a sua aplicação segura e fiável em obra. Na Figura 7 podemos verificar um artigo cuja procura segue um padrão sazonal, sendo assim necessária uma adaptação do modelo de revisão contínua para este tipo de materiais.



Figura 7. Gráfico do histórico de consumo do artigo arame queimado.

Pelo gráfico dos consumos do artigo, é possível verificar que a procura pelo mesmo é significativamente maior nos trimestres 2 e 3 de cada ano, e, conseqüentemente, os trimestres 1 e 4 de cada ano apresentam níveis inferiores de procura. Um modelo de revisão contínua permite a gestão de necessidades de forma flexível, estando este programado para conseguir responder às variações de procura, uma vez que uma nova encomenda é realizada baseada nas existências e no consumo das mesmas. No entanto, para o artigo em questão, sendo utilizada como base a procura anual indiferenciada, isso iria resultar numa estratégia inadequada para cada uma das fases sazonais. Mais especificamente, nos trimestres 1 e 4, o inventário médio seria superior ao necessário, resultando em custos de posse superiores, sendo nos trimestres 2 e 3 inferior ao necessário, resultando em custos acrescidos em encomendas.

De forma a encontrar uma solução que responda de forma eficaz às diferentes situações, a decisão foi aplicar um modelo de revisão contínua com as estimativas de procura ajustados aos diferentes períodos, isto é, a fase de maior e menor procura foram tratadas como situações independentes, sendo os níveis de quantidade de encomenda, *stock* de segurança e ponto de encomenda diferentes consoante o período anual em questão. As duas tabelas seguintes apresentam os respetivos valores observados nas diferentes estações do ano.

Tabela 6.4. Valores de procura do período com menor consumo

Nome	Ano	Trimestre	Procura
Arame queimado	2016	1	9292,5
		4	6037,435
	2017	1	6552
		4	6535

	2018	1	8001,7
		4	5307

Tabela 6.5. Valores de procura do período de maior consumo

Nome	Ano	Trimestre	Procura
Arame queimado	2016	2	10045,7
		3	13588,019
	2017	2	14555
		3	11877
	2018	2	9976,5
		3	8238

De acordo com os dados presentes na Tabela 6.4 e Tabela 6.5, efetuou-se o mesmo procedimento de aplicação de um modelo de revisão contínua, tendo-se estabelecido uma média anual prevista para cada uma das situações. A informação necessária para aplicação da formulação matemática está resumida na Tabela 6.6.

Tabela 6.6. Valores das variáveis para aplicar no modelo matemático.

	Trimestres 1 e 4	Trimestres 2 e 3
D - Procura anual média	45520,146 kg	27817,1kg
Procura diária média	163 kg	100kg
Desvio padrão por trimestre	2191kg	1320kg
Desvio padrão diário	269,8kg	163,5kg
S - Custo de encomenda	4,91€	4,91€
Custo unitário	0,79€/kg	0,79€/kg
H - Custo de posse anual por un.(i)	0,158€	0,158€

Assim, o mesmo procedimento aplicado para a categoria de artigos com procura contínua sem sazonalidade foi também aplicado para estes dois casos. Esta estratégia de planeamento permite uma gestão mais eficaz, no sentido em que permite conjugar os custos de posse e encomenda do artigo consoante o comportamento das suas necessidades em obra nas diferentes situações. Esta estratégia é também aplicável a todos os outros artigos armazenados pela empresa onde se verifiquem diferenças sazonais de procura. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 6.7.

Tabela 6.7. Valores da política de gestão sazonal

	Trimestres 1 e 4	Trimestres 2 e 3
Quantidade ótima de encomenda	1683 kg	1314 kg
<i>Stock</i> de Segurança	630 kg	380kg
Ponto de encomenda	956kg	580kg

6.3 Procura Contínua não Sazonal com Picos de Procura

Os artigos que são altamente utilizados em fases iniciais dos projetos de obra, apresentam um padrão de picos de procura “repentinos”. De forma geral, são artigos cuja aplicação é transversal a todas as fases do projeto, no entanto, as fases iniciais da construção são constituídas por processos semelhantes entre os diferentes projetos, o que resulta num comportamento contínuo da procura ao longo do ano, com a ocorrência de consumos extraordinários imprevisíveis. Este tipo de comportamento é verificável num diverso número de artigos, sendo a estratégia planeada para este tipo de situações uma política dinâmica entre um MRP e uma política de revisão contínua. No gráfico seguinte é possível verificar uma clara existência da situação descrita: a procura contínua, ainda que irregular, mantém-se continuamente entre aproximadamente os mesmos valores, superiores a 20 unidades e inferiores a 100 unidades. No entanto, nos trimestres 1 e 2 do 2º ano e no trimestre 4 do 3º ano, verificou-se a ocorrência de uma procura significativamente superior. Isto acontece pelo facto de haver uma necessidade planeada para a utilização de um número superior de unidades do artigo em questão.

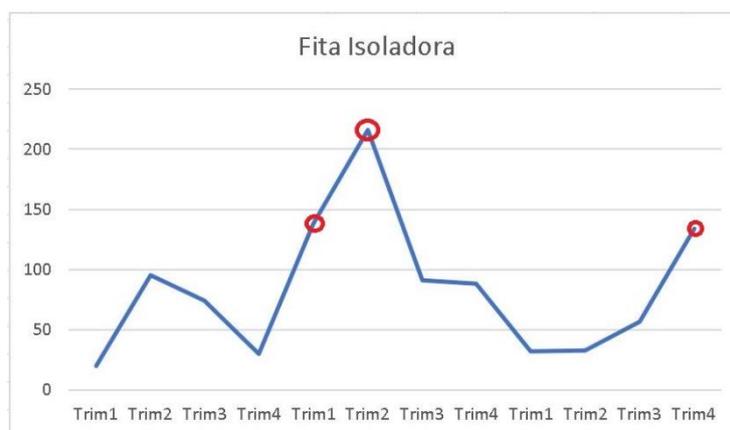


Figura 8. Gráfico dos consumos do artigo Fita isoladora.

Face às características da procura, a decisão da estratégia de planeamento passa por considerar dois momentos diferentes no histórico de procura, sendo a cada uma aplicado

um planeamento diferente. Assim, os picos de procura e os restantes meses de procura contínua foram estudados de forma diferente, sendo o seu tratamento também diferente. Para os níveis de procura contínuos, removem-se então os momentos de procura elevada, aplicando-se de seguida o procedimento que é também aplicado aos artigos de procura contínua não sazonal, à semelhança do procedimento seguido no subcapítulo 6.1.

A Figura 9 demonstra o comportamento da procura após a remoção dos picos de procura.



Figura 9. Gráfico do consumo do artigo Fita Isoladora após remoção dos picos de procura.

De seguida é aplicada a mesma formulação matemática relativa ao modelo de revisão contínua, sendo a procura anual média estimada com base no novo gráfico de procura, tendo sido obtidos os resultados apresentados na Tabela 6.8.

Tabela 6.8. Valores para a política de gestão de inventário do artigo considerado.

Quantidade ótima de encomenda	79 un
Stock de Segurança	9 un
Ponto de encomenda	11 un

6.4 Procura Errática

A análise estatística dos artigos que a empresa armazena revelou uma elevada percentagem dos mesmos que têm um padrão de procura errático. De forma a tentar compreender o comportamento da procura destes artigos, foram discriminados os diferentes propósitos que cada um destes desempenha, com o objetivo de estabelecer a melhor solução para o seu planeamento de necessidades. Como explicado no capítulo anterior, há diferentes materiais que possuem procura imprevisível devido a diferentes fatores resultantes das

suas especificidades, sendo que a exploração dos mesmos não será suficiente para estabelecer valores previstos para o seu consumo. O resultado de ter artigos em *stock* será um aumento dos custos de posse e encomenda, uma vez que um estudo aos registos históricos não permite efetuar uma previsão e gestão eficaz deste tipo de artigos. No entanto, também não é ideal desconsiderar todos estes artigos para *stock*. Uma pequena parte destes artigos possui um valor unitário elevado, sendo que a sua aquisição urgente pode resultar num custo superior ao possível custo de encomendar com antecedência ou ter o artigo em *stock* à consignação. De forma a compreender quais os artigos que devem ser considerados com um maior rigor de gestão, foi realizada uma análise ABC ao valor dos artigos (com padrão de procura errática). Os artigos do tipo A deverão ser considerados, aliados a outros fatores, para continuarem a ser armazenados. Os artigos B e C deverão ser removidos dos artigos para armazém e passam a ser tratados encomenda a encomenda com auxílio do sistema informático integrado (MRP). Pelo facto de os artigos serem de procura errática (maioritariamente por serem apenas utilizados em situações específicas), estas conseguem ser normalmente previstas com alguma antecedência, sendo a probabilidade de rutura muito baixa. Ainda dentro dos artigos do tipo A, foi realizada uma análise aos custos unitários dos artigos, de forma a compreender quais os artigos cujo custo, por ser tão elevado, seria vantajoso ter armazém à consignação, isto é, um protocolo que a empresa estabelece com os fornecedores em que permite que o mesmo armazene os artigos no seu armazém, sendo que apenas teria de pagar as unidades que são retiradas no momento em que estas são retiradas de armazém.

Fez-se então um estudo aos custos unitários dos artigos do tipo A, tendo sido realizada uma nova análise ABC como fator de decisão para os custos unitários. Os artigos do tipo A segundo a análise ABC de valor e análise ABC dos custos unitários dos artigos, passarão a ser tratados à consignação.

6.4.1 Análise de Pareto

De forma a estipular o que seria considerado um produto de alto valor, realizou-se uma análise ABC de Pareto do valor dos artigos, tendo sido excluídos da análise todos os artigos que seguem distribuição normal. Na análise foram considerados 262 artigos que são atualmente armazenados sem política de armazenamento.

Na Figura 10 é possível verificar o gráfico resultante da análise,

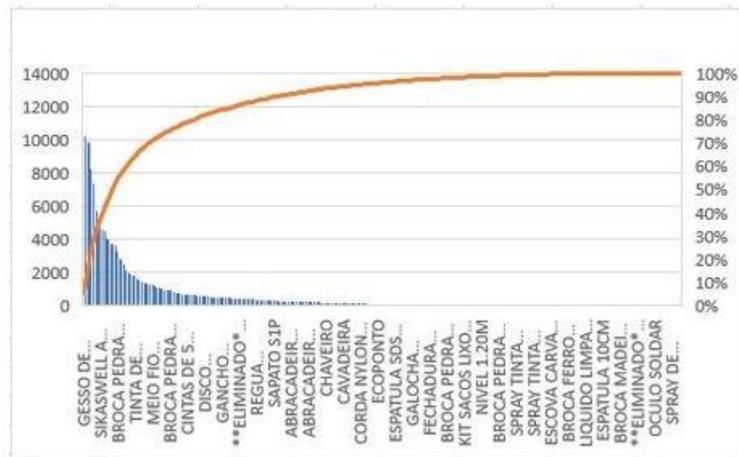


Figura 10. Gráfico de Pareto dos artigos com distribuição aleatória

Os artigos do tipo A escolhidos são aqueles cujo valor acumulado corresponde a 81,53% do valor do total gasto pela empresa no consumo destes produtos ao longo dos anos 2016-2018 inclusive, sendo que correspondem a 20,77% do número total de artigos que a empresa armazena e segue distribuição aleatória. A lista completa dos artigos encontra-se discriminada no anexo apêndice IV.

De acordo com os artigos selecionados, foram analisados os seus custos unitários, de forma a selecionar quais os artigos cuja estratégia recomendada de planeamento seria o seu armazenamento à consignação, sendo a ferramenta escolhida para o estudo dos custos também uma análise de Pareto, sendo selecionados os artigos caracterizados como artigos do tipo A nas duas análises.

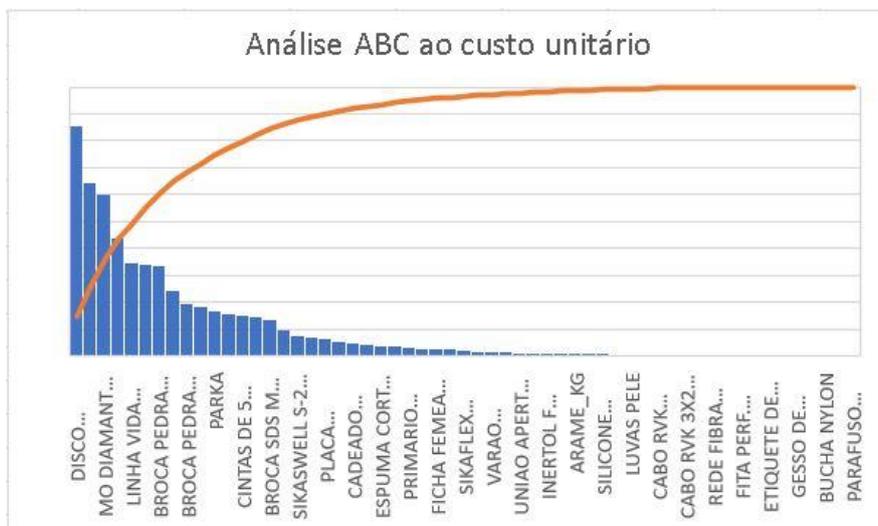


Figura 11. Gráfico de Pareto da análise ao custo unitário

Esta análise ABC ao custo unitário permitiu estabelecer um valor unitário de artigo, a partir do qual, os artigos do tipo A da análise ABC de valor terão uma estratégia diferente dos restantes.

O valor de referência encontrado foi de 29,25€, sendo todos artigos do tipo A com um valor unitário igual ao superior selecionados para a estratégia definida. A tabela com a classificação dos preços dos artigos está explícita no apêndice IV.

6.4.2 Artigos de Baixo Custo e Artigos com Elevada Especificidade

Como exemplo demonstrativo, foram selecionados dois artigos do tipo C segundo a análise ABC ao valor realizada. Na categoria dos artigos de utilização esporádica de baixo entram ferramentas como o alicate de corte ou álcool engarrafado, cuja necessidade de reposição em obra é de cariz pouco urgente, sendo que na maioria das situações em que é necessária uma unidade deste tipo de artigo, os colaboradores acabam por obter o material numa localização conveniente consoante a própria localização do projeto que está a ser desenvolvido.

Tabela 6.9. Valores dos consumos dos artigos Alicate de corte e Alcool 96%

Alicate de corte – Custo unitário 5,6€			Álcool 96% - Custo Unitário 0,72€		
Ano	Trimestre	Consumo	Ano	Trimestre	Consumo
2016	1	1	2016	1	1
	2	1		2	1
	3	0		3	2
	4	1		4	0
2017	1	0	2017	1	0
	2	0		2	0
	3	0		3	0
	4	2		4	0
2018	1	2	2018	1	0
	2	1		2	0
	3	0		3	1
	4	2		4	0

A Tabela 6.9 mostra a procura que foi registada destes artigos, isto é, houve uma necessidade do material que foi registada em sistema e abastecida internamente, não havendo registos no sistema que permitam aferir qual o número de vezes que um material desta tipologia foi adquirido de forma conveniente.

Como é verificável pela tabela acima, a utilização destes artigos é altamente descontínua e de baixo volume, não sendo registadas as vezes em que é necessário em obra uma reposição de um destes tipos de materiais e acabam por ser obtidos localmente.

Por estes motivos, a sugestão aplicável é a remoção deste tipo de artigos do planeamento de necessidades para armazém. Deixa assim de ser responsabilidade do gestor de armazém garantir a existência de *stock* deste tipo de artigos, permitindo à empresa identificar quais os artigos que devem ser desconsiderados para armazenamento, aumentando a eficiência do espaço de armazém e reduzindo custos de posse, encomenda e oportunidade.

6.4.3 Artigos de Custo Unitário Elevado

Um artigo do tipo A é por exemplo o disco de diamante DN230, utilizado para o corte de materiais genéricos utilizados na construção, sendo o seu custo unitário bastante elevado e sendo este material utilizado em todas as obras, sendo que só é necessária uma nova unidade em caso de inutilização de outra que a empresa já possui, à semelhança do alicate explorado no subcapítulo anterior. No entanto, no caso do disco de diamante, a sua aquisição num local conveniente iria resultar em custos superiores ao longo do tempo para a empresa, uma vez que é possível obter negócios favoráveis devido às longas relações da empresa com fornecedores, bem como a sua aquisição com antecedência. No entanto, havendo a possibilidade, a melhor alternativa será manter este tipo de artigos à consignação. Os fornecedores deste tipo de materiais que possuem relações profissionais com empresas de construção, por vezes mantêm também relações simbióticas no armazenamento de materiais. Sendo a empresa DST SA uma compradora frequente do material, o fornecedor armazena uma quantidade acordada num armazém DST, sendo que a empresa tem a liberdade de utilizar as unidades do material à medida que são necessárias, sendo o pagamento de cada unidade apenas efetuado quando há necessidade do artigo. Com esta solução, a empresa não incorre em custos de encomenda nem na possibilidade de rutura deste tipo de materiais, uma vez que pela sua utilização em diversas fases da obra

teria um impacto relevante na continuidade do projeto. A lista completa dos artigos a tratar à consignação encontra-se disponível no Apêndice V.

Tabela 6.10. Procura Do artigo Disco de diamante DN230

Nome	Ano	Trimestre	procura
Disco diamante DN230	2016	1	29
		2	10
		3	25
		4	13
	2017	1	6
		2	0
		3	0
		4	0
	2018	1	6
		2	1
		3	22
		4	87

Como é possível ver pela tabela de consumos do artigo, as unidades oscilam em valor, havendo trimestres de procura nula e trimestres de procura elevada. Manter inventário deste tipo de artigos baseado em previsões de procura não seria a melhor opção, havendo situações em que o *stock* disponível é insuficiente para a procura do artigo, e situações em que o *stock* existente é inutilizado durante longos períodos. A expansão da empresa também justifica os meses em que o consumo será superior, uma vez que a iniciação de novos projetos de obra de maiores dimensões e em maior número envolve a aquisição de novos materiais utilizados na construção, que normalmente são armazenados em obra e vão passando para os projetos consequentes. A empresa DST passa assim a aceitar inventário deste tipo de artigos pertencente ao fornecedor, utilizando as unidades que necessita precisamente quando necessário.

Capítulo 7

Conclusões e Sugestões de Trabalhos Futuros

O objetivo do presente estudo realizado numa empresa de construção civil consistia, inicialmente, numa análise e diagnóstico dos processos envolventes da cadeia de abastecimento às diferentes obras que a empresa realiza. Inicialmente, foi averiguada uma eventual decisão acerca da centralização da cadeia de abastecimento em termos de transportação e armazenamento, um estudo que estava em plano de trabalhos para o departamento logístico da empresa.

Numa primeira fase, foi consultada a literatura existente acerca de estratégias e procedimentos de acordo com o objetivo primário do projeto, tendo havido dificuldades em encontrar estudos que envolvessem a mesma complexidade e número de variáveis que uma empresa de construção civil tem, uma vez que o seu produto é variável, com elevada dependência da eficácia e localização dos fornecedores, variedade de matérias primas que participam no projeto e incertezas de previsão de procura, dificultando a gestão da capacidade interna de transportação. No entanto, a revisão da literatura existente permitiu moldar o espírito crítico que por vezes é necessário para tomar decisões logísticas, tendo sido crucial para a definição da estratégia seguida para o desenvolvimento e conclusão do projeto.

De acordo com a estratégia definida, a informação foi obtida através de desenvolvimento matemático dos dados existentes, tendo sido por fim possível tomar uma decisão relativa à centralização da cadeia de abastecimento baseada na comparação direta dos valores obtidos.

Durante o período de análise analítica dos processos logísticos da empresa, verificou-se que existiam ineficiências que afetam tanto a produtividade, a margem de lucro dos projetos, assim como a capacidade de armazenamento interna: a inexistência de uma política de armazenamento eficiente.

As encomendas de material são feitas com base na experiência dos diretores de obra e dos gestores de armazém, não sendo essas decisões feitas com base em informação retirada dos registos históricos da empresa. O presente trabalho demonstra os métodos utilizados para propor à empresa uma política de gestão de necessidades de abastecimento ao armazém, tendo por base o estudo histórico dos consumos de materiais.

Inicialmente, recorreu-se ao sistema informático integrado de forma a obter a informação necessária para realizar o estudo. Foram retirados do programa SAP ERP os registos dos consumos de materiais dos últimos 3 anos, e sendo uma empresa de construção civil cujo produto final é a obra, os consumos de materiais foram considerados como a procura. Foi também necessário estudar apenas as obras referentes à zona Sul do País, uma vez que o intuito do estudo seria aplicar os resultados ao modelo de gestão de uma armazém que está previsto para construção em Lisboa, aliado ao facto das tipologias das obras serem diferentes consoante a zona do País, podendo haver ineficiências do estudo caso a informação considerada fosse relativa a todos os consumos de material em registo.

Posteriormente, analisou-se o histórico de armazenamento dos últimos 10 anos da empresa, com o intuito de perceber quais os materiais que são comprados para armazenamento pelos diretores de obra e gestores de armazém, uma vez que empresa se rege por uma política de armazenamento apenas de materiais consumíveis, ferramentas, e matérias primas de elevada rotação e baixo custo unitário. Este estudo consistiu também na análise das tipologias e especificidades destes produtos, de forma a perceber as suas características e quais o seu objetivo em obra, para uma posterior classificação dos artigos em diferentes categorias, de forma a poder desenvolver uma política de armazenamento adequada a cada uma delas. O cruzamento do estudo das entradas em armazém dos últimos 10 anos com o consumo dos anos 2016 a 2018 permitiu concluir a existência de artigos obsoletos em armazém.

Com recurso a software estatístico, foi estipulada qual a distribuição estatística dos diferentes artigos que são armazenados, sendo este comportamento crucial para posteriores decisões de qual a melhor política a adotar. As políticas de armazenamento foram desenvolvidas a partir desta informação, tendo sido, numa etapa inicial divididos os artigos segundo dois tipos de distribuição: distribuição (estacionária) normal e distribuição não estacionária.

Os artigos com distribuição normal têm uma procura contínua, havendo diferenças de cariz sazonal e a ocorrência, em alguns casos, de picos de procura coincidentes com os arranques de obra. A decisão da política-base para este tipo de distribuição foi uma política de revisão contínua (nível de encomenda), uma vez que permite combater as oscilações de procura caracterizantes de uma indústria de construção, por estabelecer um nível de *stock* de segurança e um ponto de encomenda.

Para os artigos com distribuição não estacionária, foi realizada uma análise dos diferentes tipos de artigos que se inserem nesta categoria, uma vez que, apesar de todos estes artigos apresentarem um tipo de procura descontínua, há grandes diferenças, não só nos volumes de procura, mas também no preço unitário e facilidade de reaprovisionamento. Em conjunto com o departamento de logística da empresa e face à análise estatística e compreensiva apresentada, decidiu-se armazenar apenas os artigos com elevado custo unitário, sendo considerados os artigos do tipo A da análise ABC, sendo este armazenamento com base numa política simbiótica que a empresa consegue negociar com os seus fornecedores, sendo os artigos armazenados à consignação. Os restantes artigos auxiliares serão tratados segundo uma política MRP, em que, auxiliados pelo sistema informático da empresa, apenas serão encomendados segundo uma previsão de necessidade fiável, apenas possível com o desenvolver do projeto de construção. Com a aplicação das políticas acima apresentadas, a empresa conseguirá gerir as necessidades de abastecimento de matéria-prima e materiais auxiliares de construção, evitando (demasiadas) ruturas e consequentes atrasos no projeto, devoluções de materiais das obras, assim como uma redução considerável dos custos associados ao armazenamento de materiais sem necessidade para tal.

A empresa adotou as políticas sugeridas, tendo sido removidos de armazenamento os artigos com procura errática, sendo os de custo unitário considerado elevado agora tratados á consignação. As sugestões de política de revisão continua para os artigos com normalidade de procura serão ainda trabalhadas, de forma a calcular todos os níveis de stock de segurança, quantidade ótima de encomenda e ponto de encomenda para posteriormente serem aplicados com o auxílio do sistema informático integrado.

Como trabalho futuro, sugere-se uma utilização mais eficaz do sistema integrado da empresa, uma vez que este possui um módulo MRP que não está atualmente a ser utilizado. Por se tratar uma empresa de construção civil com elevada especialização e experiência na

área, as previsões dos materiais necessários para a construção deveriam ser mais precisas e feitas com maior antecedência. A utilização do software disponível envolve programação informática, pelo que deveria ser constituído um projeto de desenvolvimento para o efeito. A utilização eficaz do software, com uma programação e previsão do projeto adequada, iria permitir à empresa um controlo automático e rigoroso do inventário que, com o desenvolvimento ao longo do tempo, permitiria definir quais os artigos que são apenas absolutamente necessários para armazém, sugestões de compras automática ao fornecedor, avisos baseados em previsões e histórico de consumos que permitem a melhoria contínua do sistema, até uma situação ótima em que os materiais chegam à obra na quantidade necessária e no momento necessário.

Relativamente às propostas sugeridas na presente dissertação, cuja aplicação poderá ser imediata, sugere-se também a atualização anual dos valores de procura, uma vez que o estudo foi realizado com base na informação disponível acerca dos anos de 2016 (início) a 2018 (fim), sendo a introdução de novos valores de procura importante para o aumento da precisão dos valores calculados.

Devido a limitações de tempo, os valores de *stock* de segurança, ponto de encomenda e quantidade ótima de encomenda não foram calculados para todos os artigos com procura contínua (estacionária), pelo que é sugerida a continuação dos cálculos matemáticos, utilizando o modelo fornecido em Microsoft Excel que foi desenvolvido durante o período de estágio.

Por fim, sugere-se também um estudo interno para estipular com precisão qual o valor da taxa de posse dos artigos, uma vez que por motivos administrativos não foi possível uma análise aos custos da empresa para definir qual o valor percentual dos mesmos que está associado aos processos de armazenamento de materiais.

De forma geral, os objetivos inicialmente propostos para o projeto foram cumpridos, tendo sido um estudo que em muito contribuiu para o desenvolvimento pessoal e profissional do autor, pela exigência do desafio e pelo primeiro contacto com a realidade operacional de uma empresa com grande relevância no setor. As melhorias propostas, se aplicadas corretamente, deverão contribuir para um melhor funcionamento operacional da gestão de inventários e planeamento das necessidades da obra, otimizando fluxos de informação, precisão de abastecimento e redução dos custos associados.

Referências

2Degrees. (2011). Supply Chain Management Supply Chain Management. 2degrees Sustainability Essentials, 1–6.

Alves, P. (2012). Reorganização de Armazém numa empresa prestadora de serviços na área de reabilitação de edifícios. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

Barbosa, A. A. R., Muniz, J., & Urias, A. (2008). Contribuição da Logística na Indústria da Construção Civil Brasileira. *Revista Ciências Exatas*, Unitau, 2, 1–9.

Brandon-Jones, A., Slack, N., & Johnson, R. (2013). *Operations Management*. (7th ed.) Harlow, England: Pearson Prentice Hall.

Carravilla, M. A. (1997). Mrp & crp.

Carvalho, J. C. de, Guedes, A. P., Arantes, A. J. M., Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., ... Ramos, T. (2010). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento.

Chase, Richard B. e Nicholas J. Aquilano(1995). *Gestão da Produção e das Operações – Perspectiva do Ciclo de Vida*. Lisboa: Monitor –Projectos e Edições, Lda.

Council of Logistics Management (CLM), 1998 Bibliography of Logistics Training Aids, prepared by R.L. Cook (Central Michigan University), CLM, 2805 Butterfield Rd., Suite 200, Oak Brook, IL 60523.

Council of Supply Chain Management Professionals (2015) CSCMP Supply Chain Management definitions, [Http://Cscmp.Org/](http://Cscmp.Org/). Available at: https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921

Dawood, N. N. (1994). *Materials Management Systems for the Construction Industry*. CIB TG 16, Sustainable Construction, 735–743.

- Dos Santos, A. M., & Rodrigues, I. A. (2006). Controle de estoque de materiais com diferentes padrões de demanda: Estudo de caso em uma indústria química. *Gestao e Producao*, 13(2), 223–231. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2006000200005>
- Gaither, N., & Frazier, G. (2001). *Administração da produção e operações*. Pioneira Thomson Learning.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>
- Gu, Jinxiang & Goetschalckx, Marc & McGinnis, Leon. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*. 177. 1-21. [10.1016/j.ejor.2006.02.025](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025).
- Hompel, M., Hompel, M. Ten, & Schmidt, T. (2007). Warehouse management: automation and organisation of warehouse and order picking systems. In *Vasa*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-35220-4>
- Lourenço, H. R., & Ravetti, M. G. (2018). Supply Chain Management. *Handbook of Heuristics*, 1241–1258. [doi:10.1007/978-3-319-07124-4_54](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07124-4_54)
- Ofori, G. (2000). Greening the construction supply chain in Singapore. *European Journal of Purchasing and Supply Management* 6 (3-4) : 195-206.
- Partovi, F. Y., & Anandarajan, M. (2002). Classifying inventory using an artificial neural network approach. *Computers and Industrial Engineering*, 41(4), 389–404. [https://doi.org/10.1016/s0360-8352\(01\)00064-x](https://doi.org/10.1016/s0360-8352(01)00064-x)
- Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. *Computers and Operations Research*, 33(3), 695–700. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.07.014>
- Roldão, Victor Sequeira e Ribeiro, Joaquim Silva (2007)em “Gestão das operações”, Edições Monitor, Lisboa

- Segerstedt, A., & Olofsson, T. (2010). Supply chains in the construction industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(5), 347–353. <https://doi.org/10.1108/13598541011068260>
- Silva T. (2012). Planejamento logístico como ferramenta para o aprimoramento do nível de serviço., 1–21. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho.
- Sobotka, A., Czarnigowska, A., & Stefaniak, K. (2005). Logistics of construction projects. *Foundations of Civil and Environmental Engineering*, (6), 203–216.
- Sum, C. C., Teo, C. B., & Ng, K. K. (2001). Strategic logistics management in Singapore. *International Journal of Operations and Production Management*, 21(9), 1239–1260. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005926>
- Systems, I. (2015). Supply Chain Management Contents *Supply Chain Management*. 1–37.
- Teixeira, E. (2018). Análise e melhoria dos processos de arrumação e picking do armazém exterior de uma empresa do setor da construção civil. Dissertação de mestrado em Engenharia de Sistemas, Universidade do Minho.
- Thomas, D.J. and Griffin, P.M. (1996) Coordinated Supply Chain Management. *European Journal of Operation Research*, 94, 1-15.
- van der Schoot, E. H. M., & Heuts, R. M. J. (2000). A combined forecast舒inventory control procedure for spare parts. *Journal of the Operational Research Society*, 51(10), 1184–1192. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601013>
- Villa, A. (2001). Introducing some supply chain management problems. *International Journal of Production Economics*, 73(1), 1–4. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00090-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00090-1)
- Zhang, R., & Li, D. (2011). A review of the adoption of supply chain management in construction. *IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL*.

Anexo I - Organograma do grupo DST

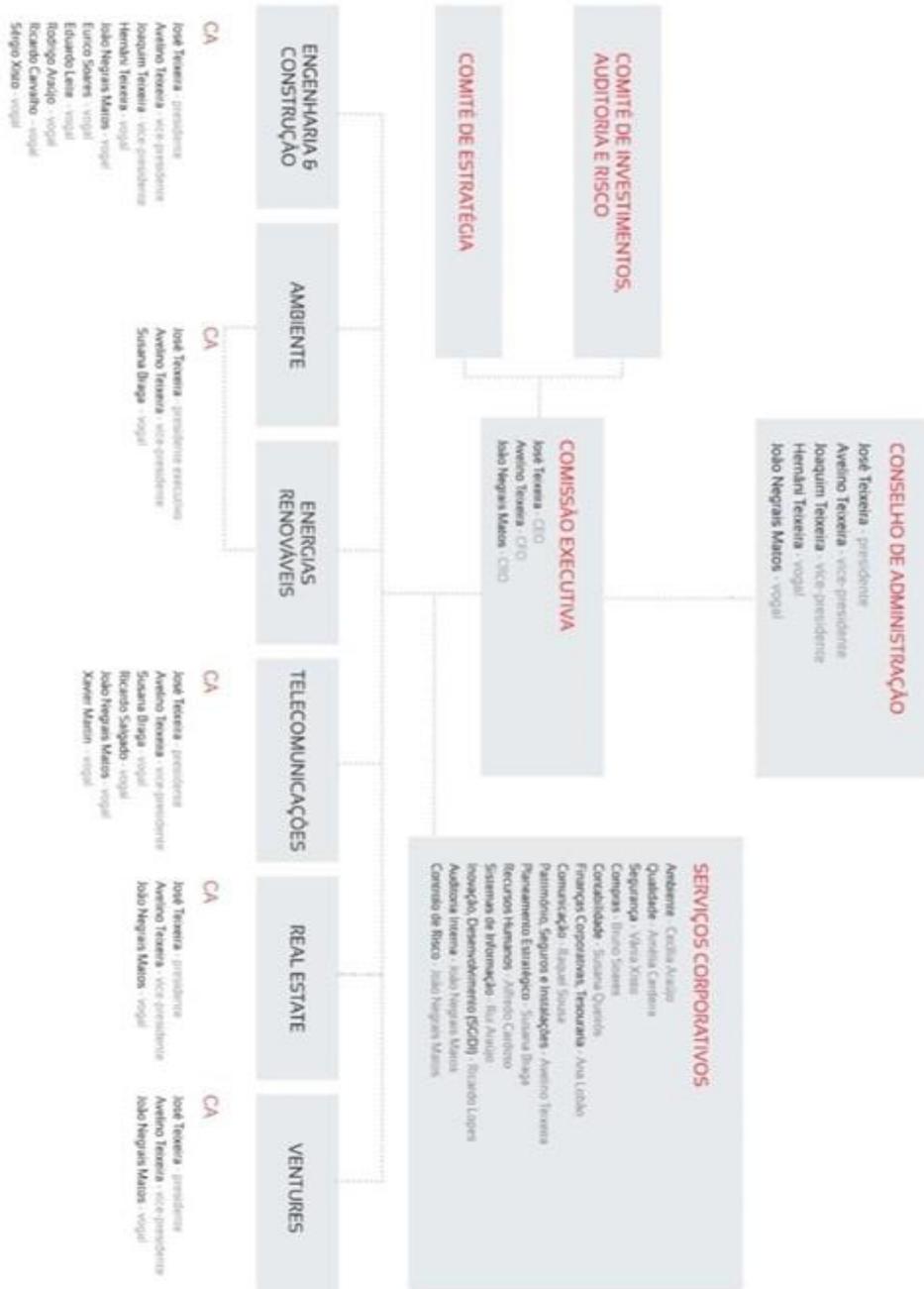


Figura 12 – Organograma do grupo DST

Anexo III - Organigrama do Departamento Logístico

Neste anexo apresenta-se o organigrama do departamento logístico:

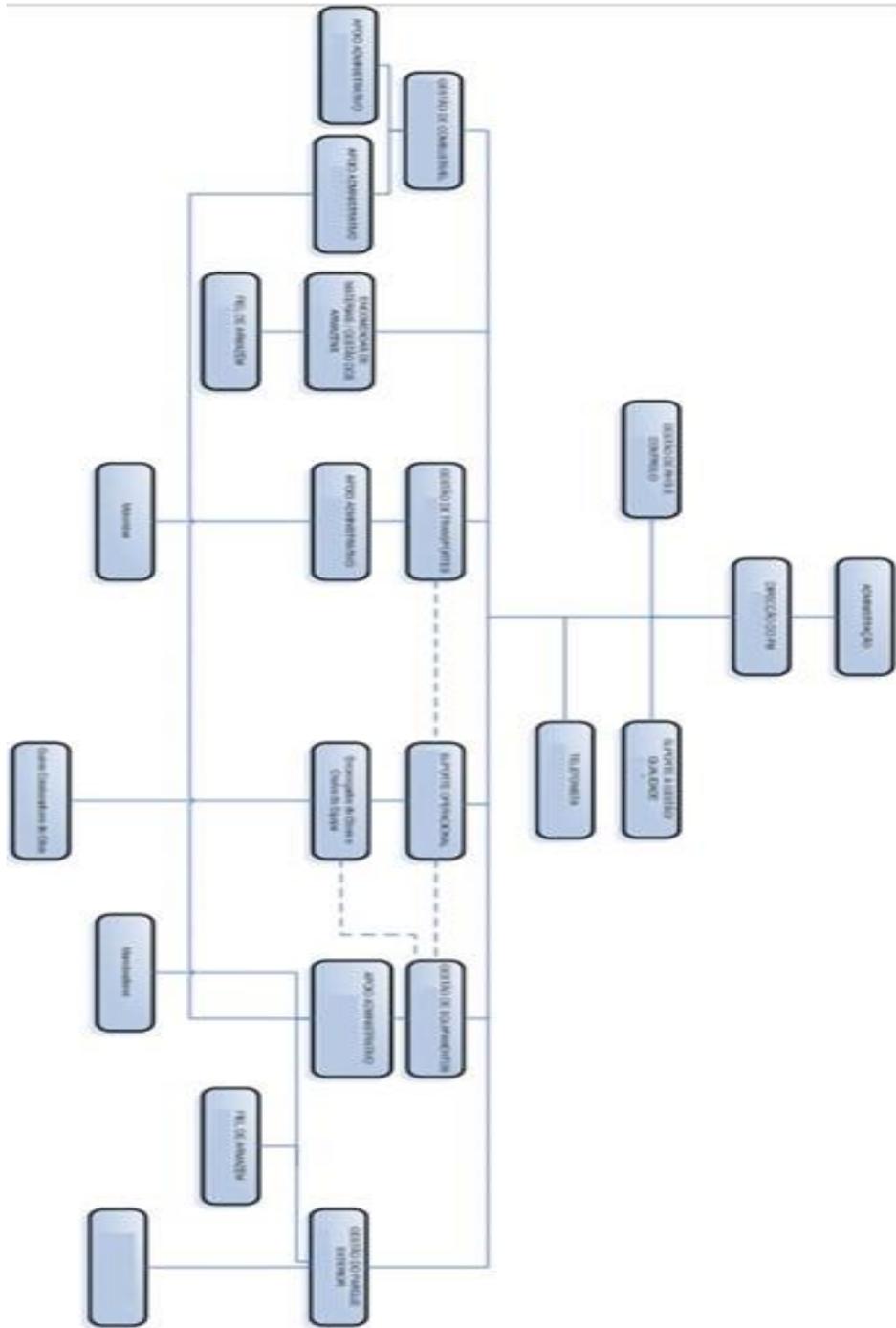


Figura 14 - Organigrama do departamento de logística

Anexo IV - Fluxograma das devoluções provenientes das obras

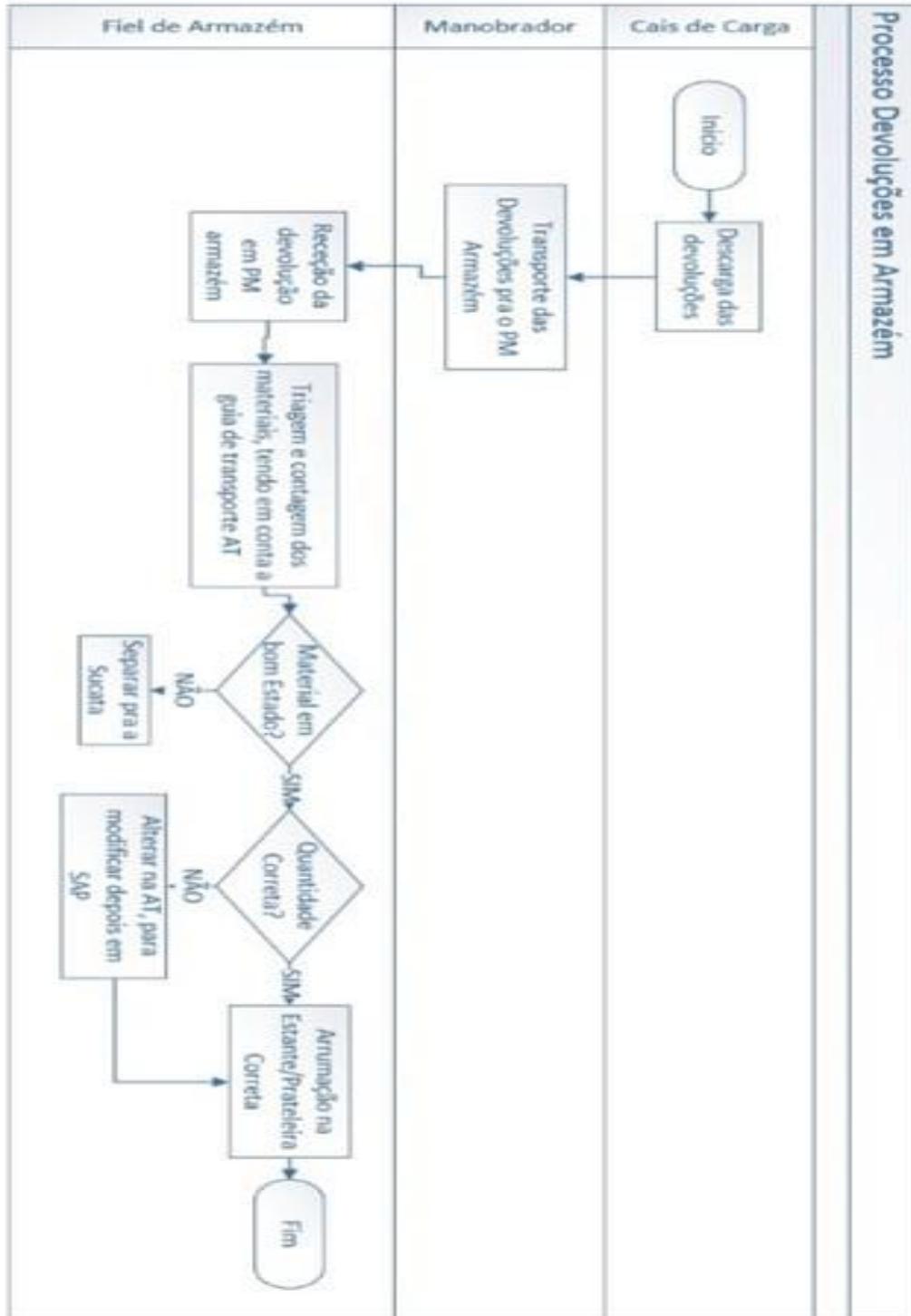


Figura 15 - Fluxograma do processo de devoluções

Anexo VI - Análise dos tempos de encomenda e receção de materiais

Processo	Variáveis de análise	Tempo de ocupação diário			Operação
		Média	Máximo	Mínimo	
Pedido de compra de materiais - dst	Nº Materiais (linhas)	00:19:15	00:25:02	00:13:29	PC dst - fornecedor
	Nº PC	00:04:50	00:06:18	00:03:23	Enviar email - fornecedor
Tempo de ocupação diário		00:24:06	00:31:19	00:16:52	

Figura 16 - Tempos de operação do processo de compras

Processo	Variáveis de análise	Tempo de ocupação diário			Operação
		Média	Máximo	Mínimo	
Atendimento ao fornecedor – receção de materiais	Nº Materiais (Linhas)	00:12:40	00:20:55	00:08:52	Conferir/contar materiais
	Nº Materiais (Linhas)	00:01:43	00:02:56	00:01:15	Criar nota de devolução
	Nº Materiais (Linhas)	00:03:47	00:06:26	00:02:44	Arrumação estante/prateleira
	Nº Materiais (Linhas)	00:04:25	00:07:30	00:03:11	Entrada de material em SAP
Tempo de ocupação diário		00:22:36	00:37:47	00:16:02	

Figura 17 - Tempos de operação do processo de receção de materiais

Apêndice I - Exemplo de Consumo (Retirado do SAP)

Tabela 12 - Consumo de materiais retirado do SAP da empresa

	REGIAO	Custo Unitário	Anos	Soma de quantidade
AGE C/ CIMENTO	Sul	33,82	2016	649
				21355,37
				17155,9
				23267,46
A.G.E. 0/40 (CLASSE 2)	Sul	3	2017	799,42
			2018	631,25
AREIA FINA 0/2	Sul	7,2	2016	476,94
			2017	515,36
			2018	97,08
AREIA GROSSA 0/4	Sul	9,29	2016	108,8
			2017	250,04
			2018	364,82
AGREGADO 14/20	Sul	4,3	2016	126
			2018	195,02
EMULSAO C60B4 - (ECR1)	Sul	68,46	2016	140,7
			2017	65,5
			2018	72,6
EMULSAO C60BF5 - (ECL1)	Sul	99	2016	15
AGREGADO 11/22	Sul	4,25	2017	138,04
ROLO FILME TRANSPARENTE EXT - 50MT	Sul	3,62	2016	1
PALETES	Sul	45	2016	51
			2017	1

Apêndice II - Lista dos Artigos com Distribuição Normal

Tabela 13 - Lista de artigos com distribuição normal

BANDEIRAS 3000X100 P/MASTROS
BANDEIRAS 3000X100 P/MASTROS
REDE SOMBRA VERDE
MO DIAMANTE DN125
BROCA PEDRA SDS MAX 520X32MM
NIVEL DE 1 METRO
BROCA PEDRA SDS MAX 540X410X25MM
Cintas de 5 ton. c/6 metros
CONTRAPLACADO MARITIMO 21MM
BROCA PEDRA SDS MAX 340X200X25MM
BROCA PEDRA SDS MAX 340X200X20MM
GARRAFA GAS BUTANO 2,75KG
MO DIAMANTE DN100
MO DIAMANTE DN115
LAMPADA HSI-T 400W
BROCA PEDRA SDS MAX 16X340MM
CONJUNTO CHAVE FENDA/ESTRELA
TORNEIRA
DISCO DIAMANTE DN 230
BOTA SEGURANCA ESPECIAL S3
CARRINHO MAO RODA MACICA
CARRINHO MAO RODA PNEUMATICA
GANCHO SEG.AUTOM. C/PAT 3,15T
FERRO MONTE
FICHA TRIPLA BORRACHA 1473-190
SINAIS TRANSITO
ESPATULA SDS MAX 5CM
SABONETEIRA
PISTOLA TUBULAR
BROCA PEDRA SDS PLUS 400X20MM
RASPADOR 250X150
REGUA METALICA 3MTS
PISTOLA P/APLICACAO BUCHA QUIMICA
PAPELEIRA
TOALHA P/MAOS PAPEL
ELIMINADOREDE SINALIZACAO
REDE SINALIZACAO LARANJA
COFRAGEM 264X2,5
MEIO FIO 5,3X16X8
LAMPADA HQI-T 70W/WDL

RECARGA GAS BURA 2,75KG
TOMADA RAPIDA P/MANGUEIRA 3/4
CHAVE INGLESA 10"
CADEADO GRANDE
DISCO DIAMANTE DN 115
SACO BIG BAG C/VALVULA C/TOPO
SACO BIG BAG C/VALVULA S/TOPO
FICHA FEMEA GW 3P+P+N 32A 62020
TINTA ESMALTE SINTETICO
X-ATO INDUSTRIAL GRANDE
PISTOLA P/SILICONE P/TUBO 310ML
MASSA CONSISTENTE
MASCOTA
FITA METRICA CAIXA PLASTICA 8MT
FIO DE POLIETILENO 25/6 (ALINHAMENTO)
ARRANCA PREGOS
TINTA PLASTICA BRANCA
SIKA ANCHORFIX 1
TALHADEIRA MANUAL
EXTENSAO TRIPLA C/T 3MTS.
PAPEL HIGIENICO 12 ROLOS (120MT)
PA SIMPLES
TINTA PLASTICA VERMELHA
PICARETA
FICHA MACHO GEWISS 3P+N+T 32A 3237
ENGACO
MARTELO SIMPLES
BIDAO PLASTICO 20LT
PONTEIRO MANUAL BICO 400X18
PO BLUE MARCACAO
FIO BLUE/TRACADOR RECTAS
BROCA PEDRA SDS PLUS 200X150X16 MM
SIKAFLEX 11 FC 600ML CINZA
FICHA FEMEA GEWISS 3P+T 16A 380V 1646
COLHER TIPO PEDREIRO
VASELINA SOLIDA
SINAIS PVC
BROCA PEDRA SDS PLUS 160X100X16MM
FITA ADESIVA EXTRA POWER
SPRAY TINTA BRANCO FLUORESCENTE
SPRAY TINTA VERDE FLUORESCENTE
SPRAY TINTA LARANJA FLUORESCENTE
SPRAY TINTA AZUL FLUORESCENTE
SIKALATEX
ESPUMA POLIURETANO 750ML
MARCADOR BILGRAFE AZUL
SPRAY TINTA VERMELHO FLUORESCENTE
BUCHA QUIMICA
VASSOURA C/ GARRA
CORRENTE ZINCADA M10
FICHA MACHO 3P+N+T 16A

CORDA NYLON 12MM
SIKAFLEX 11 FC 300ML CINZA
BATERIA 6 VOLTS
FITA METRICA CAIXA PLASTICA 5MT
SIKAFLEX 11 FC 300ML BRANCO
SPRAY TINTA ZINCO
FILME EXTIRAVEL 500MM
PONTEIRO SDS MAX BICO 400X18
BROCA PEDRA SDS PLUS 210X150X8MM
CIMENTO CEM 32,5 TIPO II
REPARADOR 3/4" P/MANGUEIRA
ROLO PINTURA 250MM
ARCO SERRA MADEIRA 24"
BROCA PEDRA SDS PLUS 200X150X12MM
CABO PA
BARROTE 264X07X07
AGUA GARRAFAO
OCULOS ASTE
BROCA PEDRA SDS PLUS 160 X 12MM
FITA SINALIZADORA CASTANHA
LAMPADA HALOGENIO 1500W
SILICONE BRANCO
BALDE P/LIMPEZA 15LT
BROCA PEDRA SDS PLUS 160X100X10MM
ESFREGONA RETANGULAR
TRINCHA SIMPLES 2 1/2"
BROCA PEDRA SDS PLUS 160X100X8MM
UNIAO APERTO RAPIDO PE RECTA DN32
CABO ENXADA
CABO PICARETA
PORTA PIACABA
COLETE
FITA COLA/ISOLADORA
LAMPADA HALOGENIO 500W
VASSOURA DOMESTICA
PANO DE LIMPEZA
OCULO PROTECAO FECHADO
CAPACETE NORMAL
GAVCAL DE LIMPEZA DE CIMENTOS
MANGA PLASTICA 2MT BRANCA
SIKACRYL - S
ESCOVA ACO Nº 5
DEGRAU PP CURVO
GAMELA
ARAME RAMADA Nº10
ESFEROVITE 20MM
FICHA BORRACHA FEMEA 154
ARAME RAMADA Nº12
LAPIS DE DUAS CORES
LAMINA SERRA MADEIRA 30"
LAMINA SERRA MADEIRA 24"

PREGOS FERRO N.º 12
PREGOS FERRO N.º 10
PREGOS FERRO N.º 11
DETERGENTE LIMPEZA UNIVERSAL
LAMINA SERRA FERRO 30CM
FICHA BORRACHA MACHO
DISCO CORTE FERRO 230X3X22.2
PINCEL RECTANGULAR P/CAIAR
TINTA BETUMINOSA
LUVAS NITRILÓ GROSSO
SABONETE LÍQUIDO
BALDE PLÁSTICO 10 LT
CARTÃO CANELADO
ARAME QUEIMADO
MANGUEIRA BORRACHA 3/4"
CABO P/ VASSOURA
FITA P/EMBALAGEM CASTANHA
KIT SACOS LIXO (100LT)
SIKA MONOTOP 620
MASCARA SEM VALVULA FFP2
SIKA MONOTOP 612
DISCO CORTE FERRO 115X3.2X22
MALHASOL CQ 30
KIT SACOS LIXO (30LT)
ESTACA EUCALIPTO DE 70 CM
AURICULAR ESPUMA FIO
DOBRADICA RECTA
SIKA GROUT 213
SIKA GROUT 218
GEOTEXTIL NORMAL G150
MANGUEIRA NIVEL
SEPARADOR PLÁSTICO TIPO BORBOLETA
SACOS LIXO PRETOS 120L
COGUMELO PROTEÇÃO 16MM
SEPARADOR EM BETAO 35X40X50
SEPARADOR PLÁSTICO TIPO BORBOLETA
ABRACADEIRA PLÁSTICA 4,8X360
FITA SINALIZADORA VERMELHA/BRANCA
PARAFUSO AUTOROSCANTE
SEPARADOR PLÁSTICO TIPO CRUZETA

Apêndice III - Análise ABC do Valor dos Artigos

Tabela 14 - Análise ABC ao valor dos artigos

GESSO DE ACABAMENTO	A
GESSO DE ACABAMENTO	A
PARAFUSO	A
DISCO DIAMANTE DN 230 TURBO	A
UNIAO DE ESTANQUICIDADE	A
QUEBRA CANTO	A
REDE FIBRA VIDRO AB 5MM	A
BUCHAS	A
SIKASWELL S-2 (CARTUCHOS 300ML)	A
SIKASWELL A 2005	A
LUVAS PELE	A
SIKA ANCHORFIX 3	A
MO DIAMANTE DN180	A
LAMPADA HALOGENIO 1000W	A
PARAFUSO AUTOPERFORANTE	A
SIKATOP SEAL 107	A
INTERCOMUNICADOR	A
BROCA PEDRA SDS MAX 540X410X20MM	A
SIKA MONOTOP 412 S	A
BUCHA NYLON	A
VARAO ROSCADO ZINCADO 8.8 M20X1000	A
VARAO ROSCADO ZINC 8.8 M16X1000	A
SIKAFLEX 11 FC 600ML CINZA	A
ARNES SEGURANCA ANTI-QUEDA	A
ESPUMA CORTA FOGO	A
TINTA DE MARCACAO/PAVIMENTOS	A
LINHA VIDA HORIZONTAL 20MT	A
UNIAO APERTO RAPIDO PE RECTA DN40	A
PRIMARIO BRANCO	A
FITA SINALIZADORA AZUL AGUA	A
SILICONE TRANSPARENTE	A
MARRETA 5KG	A
CABO RVK 3X2,5 (V/A/AZ/CT)	A
MEIO FIO 5,30X15X07	A
DISCO INOX DN115	A
BROCA PEDRA SDS MAX 30X570MM	A
INERTOL F PRETO	A

BROCA SDS MAX 340X200X12MM	A
CABO RVK 5x2,5MM (V/A/AZ/CT/PT/CZ)	A
BALDE P/LIXO 50LT C/TAMPA	A
TELA ASFALTICA 3KG	A
BROCA PEDRA SDS MAX 360X200X16MM	A
DISCO DIAMANTE DN450	A
ELECTRODOS NUMAL 2.5X350MM	A
CADEADO MEDIO	A
PLACA ADICIONAL P/ SINALIZACAO	A
FITA PERF. ZINCADA 17X0.8	A
ARAME_KG	A
REDE OVELHEIRA ROLO 50 MT	A
CINTAS DE 5 TONS C/ 4 MTS	A
SIKA SEPAROL UNIVERSAL	A
ELECTRODO VANDAL 2.5X350MM EMB VACUO	A
ETIQUETE DE CLE	A
PARKA	A
SIKAFLEX CRISTAL INCOLOR	A
FICHA FEMEA 3P+N+T 16A 380V 1647	A
TORNEIRA ESFERA SIMPLES 3/4"	A
DISCO DIAMANTE DN350	A
REGUA METALICA 2MT	B
CINTA SIMPLES DE 5 TONELADAS X 5MTS	B
RODA MACICA P/CARRINHO DE MAO	B
MO DIAMANTE DN110	B
ESCOVA CARVAO CB204	B
SIKASIL C BRANCO	B
PONTEIRO MEC ESCOMBRAR 22X83X380	B
GANCHO SEG.AUTOM. C/PAT 5,3T P/CORRENTE	B
CAPACETE ESPECIAL	B
BROCA PEDRA SDS PLUS 150X20MM	B
JOGO CHAVE BOCAS	B
FITA COLA DUPLA FACE 50X25	B
RODA PNEUMATICA P/CARRINHO DE MAO	B
CINTA SIMPLES DE 3 TONELADAS X 6MTS	B
MEIO FIO 4,00X16X8	B
ELIMINADOSINAIS PVC	B
CIMENTO BRANCO	B
REGUA METALICA 4MT	B
BROCA PEDRA SDS 400X25MM	B
ESMALTE	B
DISCO MADEIRA CORTE 240X2,8X30	B
ESCOVA CARVAO CB155	B

SIKAFLEX 11 FC PRETO	B
REGUA METALICA 6M	B
CESTO P/ PAPEIS	B
FATO TRABALHO DESCARTAVEL	B
BROCA PEDRA SDS PLUS 400X16MM	B
PILHA LR20 D1.5V RECARREGAVEL	B
BROCA PEDRA SDS MAX 12X200MM	B
BROCA PEDRA SDS MAX 25X540MM	B
PULVERIZADOR 16LT	B
SAPATO S1P	B
SPRAY TINTA VERMELHO	B
BROCA PEDRA SDS PLUS 160X100X6MM	B
CABIDE	B
PORCA SEXT. ZN. M20	B
CINTAS DE 6 TONS C/ 6 MTS	B
TINTA PLASTICA CINZA	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X360	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X361	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X362	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X363	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X364	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X365	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X366	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X367	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X368	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X369	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X370	B
ABRACADEIR PLASTICA 4,8X371	B
PREGOS FERRO N.º 7	B
ESFEROVITE 10MM	B
ALICATE UNIVERSAL	B
MANILHA DIREITA 7/8 - 6,5 TON	B
GANCHO SEG.AUTOM. C/PAT 7/8 2T P/CORRENT	B
CHAVEIRO	B
FATO CHUVA PU	B
COLA VEDA TRANSPARENTE	B
FITA VERDE S/ INSCRICAO	B
BROCA FERRO HSS 10MM	B
DESPERDICIOS	B
SEPARADOR PLASTICO TIPO CRUZETA 3MM	B
CHAVE CANOS/GRIFO	B
CAVADEIRA	B
CADEADO GRANDE ALTA SEGURANCA	B

DISCO INOX DN230	B
MOSQUETAO SEGURANCA MEDIO	B
SPRAY LUBRIFICANTE WD40	B
SISAL	B
CORRENTE ZINCADA M8	B
DISCO MADEIRA CORTE 160X16X2.4	B
CORDA NYLON 14MM	B
ET6B CONE	B
ELIMINADOCINTA SIMPLES DE 3 TONELADA	C
CINTA SIMPLES DE 3 TONELADAS X 3MTS	C
CHAVE MAGNETICA M10	C
TRINCHA SIMPLES 3"	C
ESPATULA 5CM	C
MARRETA 3KG	C
ECOPONTO	C
CIMENTO RAPIDO	C
LUVA NITRILO FINO	C
MASCARA FILTRO GAS	C
DISCO MADEIRA CORTE 240X3,2X30	C
BUCHAS MTA	C
REDE SINALIZACAO VERMELHA	C
TRINCHA SIMPLES 2"	C
ESPATULA SDS MAX 8CM	C
PERNO ACO M6 903/18	C
ADAPTADOR TORNEIRA 3/4	C
TURQUES 9"	C
DISCO MADEIRA CORTE 160X20X2,4	C
CORRENTE PLASTICA M8	C
RODO C / 60 CM	C
CABO P/ ESFREGONA	C
GALOCHA SEGURANCA S4 S5	C
DISCO REBARBAR FERRO 230X6.8X22	C
FILTRO MASCARA	C
DILUENTE SINTETICO	C
DILUENTE CELULOSO	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 250X200X24MM	C
CHAVE CANOS B/PAPAGAIO C/RODIZIO 12"	C
ET6B - CONE SINALIZACAO 50CM	C
FECHADURA UNIVERSAL	C
TRINCHA SIMPLES 4"	C
ESFREGAO VERDE	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 260X200X8MM	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 300X250X25MM	C

MARRETA 1.5KG	C
PA C/CABO (APANHADOR)	C
FITA METRICA NYLON 50MT	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 400X10MM	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 350X300X12MM	C
PONTEIRO MEC ESCOMBRAR 32X152X600	C
FITA SINALIZADORA VERMELHA ELECTRICIDADE	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 200X25MM	C
CHAVE CANOS B / PAPAGAIO C/ RODIZIO 9"	C
OCULOS ESCUROS PROTECCAO	C
CHAVE INGLESA 15"	C
KIT SACOS LIXO (50LT)	C
CABO P/MARRETA GRANDE EM FIBRA	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 250X200X16MM	C
ARAME RAMADA Nº12	C
FICHA FEMEA GEWISS 2P+T 16A CEE AZUL	C
ESPONJA 170X100X50	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 300X250X12MM	C
ESPANADOR	C
NIVEL 1.20M	C
BROCA PEDRA SDS MAX 22X340MM	C
CASACO TRABALHO	C
FITA METRICA METALICA 50MT	C
TALOCHA PLASTICA	C
BOTA SEGURANCA NORMAL S3	C
SINAL 30 - ET1 RAQUETE SINALIZACAO	C
FITA METRICA METALICA 30MT	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 260x200x10MM	C
TOUCA (CX100UN)	C
FITA METRICA CAIXA PLASTICA 30MT	C
ALICATE CORTE	C
CADEADO PEQUENO	C
FICHA MACHO GEWISS 3P+T 16A 380V 1636	C
LUVA NITRILO QUIMICO	C
SIKADUR 52 INJECTION	C
SPRAY TINTA AZUL MARINHO	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 250X10MM	C
CINTA SIMPLES DE 2 TONELADAS X 2MTS	C
DETERGENTE UNIVERSAL DESINFECTANTE	C
CABO ANCINHO / ENGACO	C
FICHA MACHO GEWISS 2P+T 16A 220V (AZUL)	C
MO TACA 80	C
CORTA REBITES P/FERRO 24"	C

SPRAY TINTA PRETO	C
ELECTRODOS NUMAL 3.25X350MM	C
ABRACADEIRA ELECTRODO TERRA	C
PILHA AA LR6 (PACK 4 UN)	C
OLEO DESCOFRANTE	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 160X100X14MM	C
TALOCHA 50 CM INOX	C
ROLO PINTURA 150MM	C
ESCOVA CARVAO CB175	C
MASSA LAVA MAOS	C
MOPA C/CABO	C
CALCA TRABALHO	C
CINTA SIMPLES DE 2 TONELADAS X 3MTS	C
UNIAO APERTO RAPIDO PE RECTA DN25	C
PONTEIRA P/ MANGUEIRA 3/4	C
CORRENTE ZINCADA M6	C
BROCA FERRO HSS 8MM	C
CABOS ELECTRICOS P/ BATERIA	C
BROCA PEDRA SDS PLUS 400X8MM	C
LAMINAS P/ X.ATO (PACK 10 UN)	C
VISEIRA CAPACETE ACRILICO	C
CHAVE BOCAS 12X13	C
LIXA DE MADEIRA P 100	C
ARCO SERRA MADEIRA 30"	C
LIQUIDO LIMPA VIDROS	C
TRINCHA SIMPLES 1"	C
ACIDO CLORIDRICO	C
ROLO PINTURA 100MM	C
LAMINA SERRA MADEIRA 21"	C
PILHA ALCALINA 9 V	C
PITAO C/OLHAL M12	C
PITAO COM OLHAR M12	C
ESPATULA 10CM	C
CARGA GAS PROPANO 11 KG	C
DISCO P/ROCADORA 2 DTNT VIRADOS 305MM	C
TRINCHA SIMPLES 1 1/2"	C
LIXA DE MADEIRA P 150	C
PILHA LR20 (PACK 2 UN)	C
TALOCHA 30 CM INOX	C
DISCO REBARBAR FERRO 115X6X22,2	C
BROCA MADEIRA DN10	C
TRINCHA SIMPLES 1/2"	C
TABULEIRO DE PINTOR	C

ELO LIGACAO CROSBY 8MM	C
REDE AZUL	C
FUNIL C/BRACO FLEXIVEL	C
CINTA C/ROQUETE G-ABERTO 8,5MT	C
CHAVE ATAR FERRO	C
ELIMINADOMASCARA SOLDAR	C
MASCARA SOLDAR	C
BROCA MADEIRA DN12	C
MARTELO DE CALCETEIRO	C
BROCA P/PEDRA NORMAL 8MM	C
FECHADURA 720	C
ELIMINADOFITA SINALIZADORA CASTANHA	C
LIQUIDO DESENTUPIDOR	C
OCULO SOLDAR	C
HIPOCLORITO SODIO	C
LIQUIDO DESENGORDURANTE	C
LUVAS DESCARTAVEIS	C
PILHA LR03 AAA 1,5V	C
ALCOOL 96%	C
FITA METRICA CAIXA PLASTICA 3MT	C
BROCA P/PEDRA NORMAL 10MM	C
SPRAY DE LIMPEZA MULTIUSO	C
ESFREGAO VERDE C/ESPONJA	C
ADAPTADOR P/TORNEIRA 1"	C
ADAPTADOR P/TORNEIRA 1 "	C
GEL P/MAOS	C

Apêndice IV - Análise ABC do Custo Unitário

Neste anexo é apresenta-se a análise ao custo unitário:

Tabela 15 - Análise ABC ao custo unitário

Nome	Tipo
DISCO DIAMANTE DN 230 TURBO	A
MO DIAMANTE DN180	A
INTERCOMUNICADOR	A
BROCA PEDRA SDS MAX	A
ARNES SEGURANCA ANTI-QUEDA	A
LINHA VIDA HORIZONTAL 20MT	A
MARRETA 5KG	A
BROCA PEDRA SDS MAX 30X570MM	A
BROCA PEDRA SDS MAX	A
DISCO DIAMANTE DN450	A
REDE OVELHEIRA ROLO 50 MT	A
CINTAS DE 5 TONS C/ 4 MTS	A
PARKA	A
DISCO DIAMANTE DN350	A
QUEBRA CANTO	B
SIKASWELL S-2 (CARTUCHOS	B
SIKA ANCHORFIX 3	B
SIKAFLEX 11 FC 600ML CINZA	B
ESPUMA CORTA FOGO	B
TINTA DE	B
PRIMARIO BRANCO	B
MEIO FIO 5,30X15X07	B
BROCA SDS MAX 340X200X12MM	B
BALDE P/LIXO 50LT C/TAMPA	B
CADEADO MEDIO	B
PLACA ADICIONAL P/ SINALIZACAO	B
GESSO DE ACABAMENTO	C
PARAFUSO	C
UNIAO DE ESTANQUICIDADE	C
REDE FIBRA VIDRO AB 5MM	C
BUCHAS	C
SIKASWELL A 2005	C
LUVAS PELE	C
LAMPADA HALOGENIO 1000W	C
PARAFUSO AUTOPERFURANTE	C
SIKATOP SEAL 107	C
SIKA MONOTOP 412 S	C
BUCHA NYLON	C
VARAO ROSCADO ZINCADO 8.8	C
VARAO ROSCADO ZINC 8.8	C
UNIAO APERTO RAPIDO PE RECTA	C
FITA SINALIZADORA AZUL AGUA	C

SILICONE TRANSPARENTE	C
CABO RVK 3X2,5 (V/A/AZ/CT)	C
DISCO INOX DN115	C
INERTOL F PRETO	C
CABO RVK 5x2,5MM	C
TELA ASFALTICA 3KG	C
ELECTRODOS NUMAL 2.5X350MM	C
FITA PERF. ZINCADA 17X0.8	C
ARAME_KG	C
SIKA SEPAROL UNIVERSAL	C
ELECTRODO VANDAL 2.5X350MM	C
ETIQUETE DE CLE	C
SIKAFLEX CRISTAL INCOLOR	C
FICHA FEMEA 3P+N+T 16A 380V	C
TORNEIRA ESFERA SIMPLES 3/4"	C

Apêndice V – Lista de materiais para consignação

Tabela 16 - Lista de materiais a serem tratados à consignação

DISCO DIAMANTE DN 230 TURBO
MO DIAMANTE DN180
INTERCOMUNICADOR
BROCA PEDRA SDS MAX
ARNES SEGURANCA ANTI-QUEDA
LINHA VIDA HORIZONTAL 20MT
MARRETA 5KG
BROCA PEDRA SDS MAX 30X570MM
BROCA PEDRA SDS MAX
DISCO DIAMANTE DN450
REDE OVELHEIRA ROLO 50 MT
CINTAS DE 5 TONS C/ 4 MTS
PARKA
DISCO DIAMANTE DN350