



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Abílio Jorge Antunes Morais

**Caracterização da área de receção e
armazenamento de matérias primas numa
empresa de transformação de espumas para
componentes automóvel**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor Doutor José António Oliveira

Outubro de 2018

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor José António Oliveira

e supervisão de
Engenheiro Edgar Wchua Pires Guilherme
Nuno Alberto de Castro Oliveira

AGRADECIMENTOS

Expresso o meu maior agradecimento a quem contribuiu para a realização desta dissertação.

Ao Professor José António Oliveira pelo apoio, pelo conhecimento e pela celeridade na ajuda prestada, assim como ao Engenheiro Edgar Guilherme pela disponibilidade demonstrada.

Ao meu orientador na empresa, Nuno Oliveira, pelo acompanhamento e auxílio.

À minha família e amigos pela motivação e pelo incentivo.

RESUMO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia de Sistemas da Universidade do Minho e tem por base um estágio no Departamento de Logística da empresa Stokvis Celix Portugal Lda. O objetivo primário deste trabalho foi a elaboração de um estudo para implementação de melhorias na área de receção e de armazenamento da empresa. A execução do projeto foi sustentada por uma revisão da literatura sobre gestão de cadeias de abastecimento e de armazém, bem como sobre receção de materiais e simulação.

A metodologia de investigação utilizada nesta dissertação foi a chamada ‘metodologia investigação-ação’, ou seja, ciclos de investigação e ação, durante os quais se espera que ocorram pequenas melhorias. O projeto envolveu a utilização de um software de simulação para validar um novo método de abastecimento de uma máquina da empresa.

Segundo a análise efetuada, esse método poderá ajudar a empresa a aumentar a produção mensal, podendo produzir adicionalmente entre 30 minutos a 1 hora e 15 minutos, dependendo da necessidade de abastecimento da máquina. Foram efetuadas ainda outras melhorias de menor dimensão, das quais se destacam o calendário da chegada de fornecedores, melhorias na Gestão Visual da empresa e análise de gastos com a saída de mercadoria.

PALAVRAS-CHAVE

Logística, Receção de materiais, Simulação

ABSTRACT

This dissertation work was developed regarding the Master of Systems Engineering of University of Minho. It was based on an internship at the Logistics Department of Stokvis Celix Portugal Lda. The prime purpose of this project was to conduct a study to improve the reception and storage area of this company. This research project was supported by a literature's review in supply chain management, warehouse management, materials reception and simulation.

The methodology used in this project was the so called 'action-research methodology'; that is, cycles of research and action, so that small improvements can occur in each of those cycles. This project involved the use of a simulation software to validate a new method of provision of raw material into a machine.

According to our analysis, this new method can help the company improve their monthly production between 30 minutes to 1 hour and 15 minutes. The project also involved other improvements: a calendar to help the arrival of suppliers, adjustments in visual management and an analysis of expenses with the products outlet.

KEYWORDS

Supply Chain Management, Materials Reception, Simulation.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
ÍNDICE.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Contextualização.....	2
1.2 Objetivo.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Revisão da Literatura.....	5
2.1 Gestão da Cadeias de Abastecimento.....	5
2.2 Logística.....	7
2.3 Gestão de Armazém.....	8
2.3.1 Receção e Conferência.....	9
2.3.2 Arrumação.....	9
2.3.3 <i>Picking</i>	9
2.3.4 Expedição.....	10
2.4 Receção de Materiais.....	11
2.5 Simulação.....	12
3. Caso de estudo.....	15
3.1 A Empresa.....	15
3.2 O Armazém.....	16
3.2.1 Armazém de Produto Acabado.....	16
3.2.2 Armazém de Matérias-Primas.....	17
3.3 Receção de Materiais.....	20

3.3.1	Tipo de transporte	20
3.3.2	Tipo de Produtos	20
3.3.3	Processo de Recepção.....	21
3.4	Processo de Armazenamento	22
4.	Simulação	25
4.1	Problema Inicial	25
4.2	Solução Encontrada	26
4.3	Modelação no Simio.....	27
4.3.1	Modelo Geral	27
4.3.2	Propriedades	30
4.3.3	Processos.....	35
4.3.4	Experiências	40
4.4	Análise de resultados	41
4.4.1	Análise aos corredores.....	42
4.4.2	Análise à distância percorrida	43
4.4.3	Análise ao tempo gasto pelos operadores.....	44
4.5	Conclusão.....	44
5.	Propostas de Melhoria	47
5.1	Calendário de Fornecedores	47
5.2	Gestão Visual	50
5.2.1	Identificadores com código de barras	50
5.2.2	Identificadores de matérias primas	51
5.3	Análise de gastos com saída de mercadoria.....	52
5.3.1	Custos com transportadora.....	53
5.3.2	Custos com urgências	55
5.3.3	Análise de envios de mercadoria para clientes	56
6.	Melhorias Futuras	63
6.1	Melhoria no Calendário de Fornecedores	63
6.2	Catálogo com Material de Compra e Venda	64

6.3	Quadro de <i>Kanbans</i>	65
7.	Conclusões	67
	Referências Bibliográficas	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxo de materiais e informação numa cadeia de abastecimento.	6
Figura 2: Zona de palatização do armazém de produtos acabados	17
Figura 3: Planta do edifício que contém o armazém	17
Figura 4: Planta da zona do armazém.....	18
Figura 5: Fotografia do armazém	19
Figura 6: Bobines palatizadas prontas para armazenar.....	21
Figura 7: Planta do armazém marcando os lugares fixos da matéria prima e alguns caminhos percorridos pelo operador	26
Figura 8: Modelo geral da simulação em 3D	27
Figura 9: Parte do modelo em 2D, ilustrando a Source, o Servers e os paths que conectam esses dois elementos	28
Figura 10: Parte do modelo em 2D, ilustrando os Servers, a Workstation, o BasicNode e os paths que conectam esses três elementos.	29
Figura 11: Parte do modelo em 2D, ilustrando a Workstation, o Sink, o BasicNode e os paths que os ligam.....	29
Figura 12: Propriedades da Source.	30
Figura 13: Propriedades do Path1, que liga a Source ao Corredor_A.	31
Figura 14: Parte das propriedades de um Server (Corredor_A).	32
Figura 15: Propriedades do path que liga o Server (Corredor_A) com o Workstation.	33
Figura 16: Propriedades do path que liga o Workstation com o BasicNode1 (path20).	34
Figura 17: Propriedade do path que liga o BasicNode para os Servers (path14).	34
Figura 18: Propriedades do Worker.	35
Figura 19: Variáveis usadas no modelo.	35
Figura 20: Propriedades da State Statistic	36
Figura 21: Processo usado para diminuir a velocidade do Worker.	36
Figura 22: Propriedades do processo para diminuir a velocidade do Worker.	36
Figura 23: Processo usado para contar o número de ModelEntities que passam pelo Corredor_A e para diminuir a velocidade do Worker.	37

Figura 24: Propriedades do processo usado para contar quantas ModelEntities que passam pelo Corredor_A.	37
Figura 25: Propriedades da parte do processo usado para diminuir a velocidade do Worker.....	37
Figura 26: Processo usado para aumentar a velocidade do Worker.....	38
Figura 27: Propriedades do processo usado para aumentar a velocidade do Worker	38
Figura 28: Processo usado para contar a distância total percorrida pelo Worker.	39
Figura 29: Propriedades do processo usado para contar a distância total percorrida pelo Worker.	39
Figura 30: Cenários, Replicações e Controlos usados nas experiências.....	40
Figura 31: Corredores que o Worker teve de ir nos cenários 1 e 2.	42
Figura 32: Corredores que o Worker teve de ir nos cenários 3 e 4.	42
Figura 33: Distância total percorrida pelo Worker nos cenários 1 e 2.	43
Figura 34: Distância total percorrida pelo Worker nos cenários 3 e 4.	43
Figura 35: Percentagem de um dia de trabalho gasto pelo Worker no armazém nos cenários 1 e 2. ..	44
Figura 36: Percentagem de um dia de trabalho gasto pelo Worker no armazém, cenários 3 e 4.....	44
Figura 37: Quadro inicial dedicado ao calendário.	48
Figura 38: Quadro final dedicado ao calendário.....	49
Figura 39: Exemplo de um identificador antigo e de um identificador novo.	51
Figura 40: Exemplo de um identificador de matérias primas.....	52
Figura 41: Comparação dos preços de K e T2 para diferentes países.	54
Figura 42: Comparação dos gastos e dos ganhos com urgências nos diversos departamentos da empresa.....	55
Figura 43: Exemplo do catálogo de materiais de compra e venda.	64
Figura 44: Exemplo do quadro de Kanbans. Retirado e adaptado de: http://towbar.com.br/loja/FotosProdutos_2/6547/07082015114039236444265412651f56we1f56ef1236r65.jpg	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tempo gasto pelo operador para as diferentes tarefas no corredor.	31
Tabela 2: Distância da máquina de adesivar para cada corredor.	32
Tabela 3: Controlo referente à probabilidade da ModelEntity seguir por cada corredor.	41
Tabela 4: Controlo referente aos minutos que demora uma ModelEntity a sair da Source.	41
Tabela 5: Comparação de preços entre transportadoras para diferentes países.	54
Tabela 6: Análise de envios de principais clientes.	56
Tabela 7: Estimativa de ganhos com diminuição de envios para clientes.	59
Tabela 8: Aglomeração de clientes.	60

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

GCA – Gestão de Cadeias de Abastecimento

CSCMP – Council of Supply Chain Management of Professionals

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, para uma empresa ter sucesso num mercado cada vez mais global é necessário que se torne mais eficiente para se adaptar à competitividade e à rápida mudança do mercado. Essa eficiência deve estar presente em todas as áreas da empresa, exigindo um trabalho contínuo para melhorar os seus processos e diminuir desperdícios. A implementação de um novo processo poderá trazer benefícios ou ser uma limitação, sendo necessário analisar o processo antes de ser implementado. A simulação poderá ser uma metodologia importante para ajudar as empresas na tomada de decisão. Segundo Banks (1998), a simulação já não é utilizada como uma técnica de último recurso, mas como metodologia de resolução de problemas.

Neste sentido, este projeto consiste em realizar um estudo na zona de armazenamento da empresa Stokvis Celix Portugal Lda. O estudo efetuado na empresa, através da simulação, envolve uma comparação entre um método existente e um método novo relativo ao armazenamento de matéria prima. A simulação é uma operação de imitação de sistemas e processos do mundo real utilizada para analisar o comportamento de sistemas e auxiliar o design de sistemas reais, envolvendo a criação de uma história artificial (Banks, 1998). A constante melhoria na tecnologia e o conhecimento global da utilização de computadores está na base da crescente popularidade da utilização da simulação (Kelton et al, 2002). O estudo irá ser realizado com o auxílio de um software de simulação, o SIMIO, com o objetivo de constatar se o novo método irá diminuir o tempo que o operador demora a abastecer a máquina. O SIMIO é um *framework* de modelação de simulação baseada em objetos inteligentes (Pegden, 2007). Pegden (2007) afirma ainda que o SIMIO é projetado para tornar a construção de modelos mais simplificada, centrando-se mais nos objetos e menos nos processos. O SIMIO foi ainda considerado uma boa ferramenta de simulação, quando comparadas com outras de uso similar (Dias, L. M. S. et al, 2016). Em suma, a simulação apresenta grandes vantagens por ser uma ferramenta poderosa e versátil, tendo o desenvolvimento tecnológico transformado mais eficiente e fácil de utilizar (Kelton et al, 2002).

A presente dissertação pretende também complementar o estudo de simulação relativo ao armazenamento com outras melhorias. A primeira medida é referente ao desenvolvimento de um calendário de fornecedores. O calendário tem como propósito preparar os operadores para a chegada dos camiões e para evitar a acumulação de materiais na área da receção. A segunda medida envolve a utilização da gestão visual para facilitar as tarefas dos operados. Assim, com a utilização dos identificadores, pretende-se que os operadores se tornem mais eficiente no cumprimento das suas

tarefas. A última proposta implementada está relacionada com a análise de gastos com envios de material. O objetivo desta medida consiste em encontrar soluções para diminuir os gastos com o transporte do material da empresa para os clientes.

Ao longo deste capítulo serão descritas as bases necessárias à elaboração do projeto. Inicia-se com uma contextualização do tema, objetivos e metas a alcançar. De seguida são descritas as metodologias de investigação e termina-se o capítulo com uma apresentação da estrutura da dissertação.

1.1 Contextualização

O presente trabalho está integrado na disciplina de Dissertação em Engenharia de Sistemas, do Mestrado em Engenharia de Sistemas.

O projeto foi realizado no Departamento Logístico da organização Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Lda., uma empresa de transformação de espumas com maior incidência na indústria automóvel.

1.2 Objetivo

O objetivo principal deste projeto é aproveitar as oportunidades de melhoria nas zonas de logística, com maior destaque, para a zona de receção de matérias-primas e de saída de materiais.

Assim, decidiu-se implementar estratégias de melhoria do fluxo de materiais entre o armazém e a zona de produção, com a intenção de tornar o armazenamento mais eficiente.

Como objetivos complementares deste trabalho determinou-se melhorar a comunicação entre a chefia e os operadores, diminuir a probabilidade de erros na zona de armazenamento e analisar alguns gastos da empresa.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia utilizada neste projeto foi a chamada 'metodologia de investigação-ação'. Pode ser descrita por ciclos de investigação e ação, ou seja, uma espiral de eventos em que uma investigação proporciona uma ação que visa afetar a realidade, produzindo um novo conhecimento resultante da ação efetuada anteriormente (Clara P. Coutinho et al., 2009).

A metodologia tem cinco características principais:

1. Participativa e colaborativa. Todos são coparticipantes desta investigação, não sendo o investigador apenas um agente externo que realiza uma investigação com pessoas, mas um coparceiro com interesse na melhoria da realidade.
2. Prática e interventiva. Não se limita a atuar apenas no plano teórico, mas também na parte das ações que intervêm na realidade.
3. Cíclica. As ações iniciais geram espirais de mudanças no ambiente que serão conseqüentemente avaliadas e retificadas.
4. Crítica. A comunidade crítica de participantes atua como agentes de mudança, dentro das restrições sociopolíticas.
5. Auta avaliativa. As mudanças são continuamente avaliadas, tendo como objetivo final a produção de novo conhecimento.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação é composta por 7 capítulos.

No primeiro capítulo é feita uma contextualização do tema, a descrição do principal objetivo do relatório e é apresentada a metodologia de investigação.

O segundo capítulo prende-se com a revisão da literatura, onde se faz uma análise às contribuições científicas mais relevantes para esta dissertação.

No terceiro capítulo é descrito o caso de estudo, dando-se ênfase à empresa onde foi realizado o estágio e às suas áreas de maior interesse para realização deste estudo.

No quarto capítulo apresentam-se os resultados deste estudo.

No quinto capítulo são apresentadas as melhorias em termos de eficiência, implementadas na empresa.

No sexto capítulo são descritas as propostas que poderão ser implementadas futuramente, que funcionarão em conjunto com as anteriores para que a empresa diminua o desperdício e aumente a sua eficácia.

No sétimo e último capítulo são discutidas as conclusões desta dissertação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é feita a revisão dos conceitos que serão abordados em capítulos seguintes e que servem de base às propostas de melhoria que serão apresentadas. Estes englobam temas abrangentes, como a Gestão de Cadeia de Abastecimento e a Logística, mas também temas mais específicos, como a Gestão de Armazém e Receção de Materiais.

2.1 Gestão da Cadeias de Abastecimento

A gestão da cadeia de abastecimento é, segundo o *Council of Supply Chain Management of Professionals* (CSCMP), o planeamento e gestão de todas as atividades envolvidas na procura, aquisição e conversão de materiais e as restantes atividades logísticas. É de grande importância que haja uma boa relação e colaboração entre as diversas entidades afetadas pela organização, desde fornecedores a intermediários, até aos consumidores. Resumidamente, a Gestão de Cadeias de Abastecimento (GCA) integra a gestão de compra e venda de materiais dentro e através da empresa.

Em concordância com o que foi dito anteriormente, a GCA tem como objetivos (Gomes C., Ribeiro P., 2004):

- Promover a melhor sinergia possível com os indivíduos que atuam na cadeia de abastecimento, de modo a melhorar a satisfação o cliente, quer pelo aumento do valor do produto, quer por redução do preço do mesmo;
- Reduzir custos, através de uma diminuição de transferência de informação, de transportes e de stock;
- Diminuir a variação da procura de serviços;
- Entregar o produto no sítio certo, na quantidade certa, na hora certa e com a qualidade necessária;
- Reduzir stocks e número de fornecedores.

É também importante referir que a GCA se centra numa relação de fluxos que conectam toda a cadeia. Esta cadeia de fluxos é um dos temas centrais da gestão da cadeia de abastecimento e representa a importância da integração dos diversos elementos da cadeia de abastecimento. A figura 1 ilustra o fluxo presente na cadeia de abastecimento.

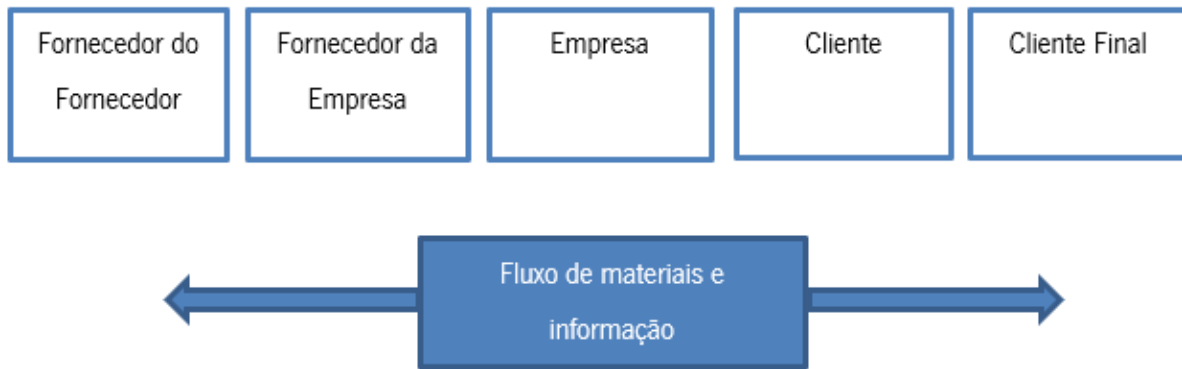


Figura 1: Fluxo de materiais e informação numa cadeia de abastecimento.

Este fluxo refere-se à movimentação de produtos e de informações do fornecedor primário até ao consumidor final e do consumidor final de volta ao fornecedor primário. O fluxo de produtos do fornecedor primário para o consumidor final é a forma mais existente. Centra-se na aquisição de matérias-primas a fornecedores, por parte de uma empresa transformadora, que após transformar a matéria-prima em produto acabado, o distribui por lojas que o vendem ao consumidor final. O fluxo de produtos no sentido inverso, do consumidor para o fornecedor, está relacionado com a devolução de produtos por erro ou defeitos e com a reciclagem de materiais. Este fluxo denomina-se de logística inversa. Existe ainda o fluxo monetário que ocorre unicamente do consumidor para o fornecedor e refere-se ao dinheiro gasto para adquirir os produtos.

Para se desenvolver cadeias de abastecimento é necessário ter em conta três fundamentos:

- **Aplicar *lean* em toda a cadeia:** eliminação de desperdício, melhoria contínua nas atividades logísticas, introdução da metodologia *lean*;
- **Função integrativa:** integração de sistemas de apoio; utilização de gestão visual; eficiência ao nível dos sistemas de apoio à decisão;
- **Definir objetivo estratégico:** desenvolvimento da cadeia de abastecimento tendo em vista um plano global e um objetivo definido.

Além disso, é importante que o gestor da cadeia de abastecimento tenha atenção às dificuldades que advêm de gerenciar uma rede de abastecimento. Estas dificuldades, são:

- **Estratégias de cadeias de abastecimento não podem ser determinadas isoladamente:** as cadeias de abastecimento são afetadas por outro tipo de cadeia que a maioria das empresas também possui, a cadeia de desenvolvimento. As estratégias usadas nas cadeias de abastecimento devem ainda estar em conformidade com os objetivos e a posição de mercado da empresa.

- **Custos baixos e níveis de serviços altos são difíceis de manter numa cadeia de abastecimento:** torna-se difícil desenhar uma cadeia de abastecimento em que se tente diminuir custos sem que se altere o nível de serviço desejado.
- **Em todas as cadeias de abastecimento há a possibilidade de ocorrer riscos e incertezas:** a procura é sempre muito difícil de prever, tempos de entrega de materiais são muitas vezes variáveis e máquinas e veículos podem avariar.

2.2 Logística

No contexto empresarial atual em que existe uma larga competição e num panorama cada vez mais internacional e complexo, a otimização do fluxo logístico é fundamental para se fazer face a estes desafios, propostos pelo mercado.

Segundo o CSCMP, a logística é o fragmento da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla de forma eficiente e eficaz o armazenamento e o fluxo direto e indireto de bens, serviços e informações, entre a origem e o momento de consumo, de modo a realizar os desejos e necessidades dos consumidores.

De uma forma mais generalizada, o interesse da logística transcende o âmbito das organizações e é frequente a utilização deste termo em diferentes momentos e situações da vida quotidiana. A logística revela-se de grande importância não só para as organizações, mas também para os consumidores por uma diversa variedade de fatores, nomeadamente, dispersão geográfica de fornecedores e clientes, a compatibilização da oferta com a procura e o abastecimento de inputs e de matérias-primas para a produção. É o garante do fluxo de produtos e informação, sendo a gestão de informação cada vez mais importante.

A multidisciplinaridade e transversalidade são bastante importantes para atuar de forma mais eficiente na cadeia de abastecimento. Assim, a interação das diferentes áreas da empresa, como marketing ou gestão de operações, é tida como fulcral para o bom desempenho logístico, sendo como que um fio condutor, contribuindo para uma melhoria na eficácia da organização (Moura B. C., 2006).

É possível classificar as atividades efetuadas na empresa a este nível como logísticas ou como atividades com impacto na logística, de acordo com Costa et al. (2010):

- **Gestão de inventário:** gerir as matérias-primas, produto acabado e semiacabado, de modo a estar preparado para eventuais quebras de stock;
- **Transporte:** tornar eficiente o fluxo de materiais;

- **Localização:** a localização da empresa tem grande importância, visto que pode ser um grande fator em termos de custos e influência;
- **Serviço ao cliente:** entregar os produtos na quantidade certa, no local certo, na hora certa e na qualidade certa;
- **Previsão da procura:** antecipar a procura para que seja possível uma melhor estratégia de decisão futura;
- **Manuseamento de matérias:** melhorar fluxo internos de materiais e de disposição física;
- **Comunicação:** existir uma corrente comunicativa entre os diversos intervenientes da cadeia de abastecimento para que exista uma eficiente troca de informação;
- **Compras:** fundamental que exista cooperação com a gestão stocks e que se tenha em conta o lead-time para a receção de materiais;
- **Retorno de materiais:** tornar a recolha de materiais com defeito, obsoletos ou não conformes uma mais-valia para a organização;

2.3 Gestão de Armazém

O armazém desempenha um papel de enorme importância nas organizações, sendo buffers fulcrais para a atividade quotidiana da empresa. Armazenar traz efeitos positivos, mas como é natural, tem algumas desvantagens.

Pelo lado positivo, destaca-se um acesso rápido aos seus produtos, sendo eles matéria-prima, produto semiacabado ou produto final. Destaca-se ainda a diminuição de alguns custos, como custos de transporte (por exemplo, por descontos de quantidades) e custos de produção. Outro dos efeitos positivos, é uma resposta mais rápida ao desejo de clientes, uma vez que é possível armazenar matéria-prima pronta para ser transformada em caso de um aumento de procura não esperado. Aqui é fulcral possuir um stock de segurança.

Pelo lado negativo, temos obviamente a assaz utilização de espaço, que implica, na maior parte das vezes, a alocação de um edifício apenas para este propósito. A porção de tempo e de manuseamento dos materiais é aumentada, visto que obriga a que se tenha de fazer um movimento adicional: fornecedor-produção para fornecedor-armazém-produção. Adiciona-se a isto os custos relativos ao armazenamento. A armazenagem tem uma cadênciã de funções que urgem ser satisfeitas.

- **Receção;**
- **Descarga;**
- **Carregamento;**

- **Arrumação e conservação de matérias-primas, produtos semiacabados e produto final.**

Tendo em vista uma otimização dos processos da organização, é importante que o armazém esteja interligado e pensado como parte integrante de uma empresa. Os materiais necessitam de uma armazenagem racional e devem obedecer a algumas exigências, pois existem períodos ao longo do processo em que o material está parado no armazém (Casadevante y Mújica, 1974). O artigo aqui citado mantém atualmente a sua relevância:

- **Quantidade:** a suficiente para a produção planeada;
- **Qualidade:** a recomendada ou pré-definida como conveniente no momento da sua utilização;
- **Oportunidade:** a disponibilidade no local e momento desejado;
- **Preço:** o mais económico possível dentro dos parâmetros mencionados.

Devido à sua relevância sistemática, a armazenagem segue um processo, correspondendo a uma cadência lógica de ações. É importante referir ainda que em nenhuma altura do processo de armazenamento é criado valor acrescentado ao produto final (Carvalho *et al*, 2012). O processo é, então, constituído pelas atividades mencionadas a seguir.

2.3.1 Receção e Conferência

Esta atividade inicia-se aquando do planeamento. É uma atividade que junta a fase de descarregamento do material com a verificação da qualidade e da quantidade do material. Visto que tem especial interesse para este relatório, será explicada de forma mais extensa posteriormente.

2.3.2 Arrumação

É das atividades mais facilmente conectadas com o armazenamento. Envolve diversas vertentes, como o método de arrumação e a disposição do armazém. Por este motivo, e por alocar mão-de-obra, equipamentos, espaço e sistemas informáticos é fundamental que tudo seja bem definido de forma eficiente para evitar que ocorram desperdícios desnecessários. O armazém deverá também estar devidamente sinalizado para que haja um fluxo mais eficiente e seguro de equipamentos e materiais.

2.3.3 Picking

O processo de *picking* baseia-se na recolha de material do seu local no armazém com o objetivo de o deslocar para outra zona da fábrica ou de preparar encomendas para os clientes. Esta atividade pode-se descrever como uma cadência sequencial de localizar, extrair e preparar ordens para a expedição no caso da saída de materiais. Já no caso de transporte dentro de fábrica, a sequência centra-se em

localizar, extrair, movimentar e colocar no devido lugar. Tudo isto faz com que esta atividade seja dispendiosa. Por isso, é importante que seja feita de forma eficiente, visto que um tempo mais demorado nesta atividade é facilmente entendido como um desperdício, por não acrescentar valor ao produto.

Existem alguns fatores que influenciam a forma como o *picking* deve ser feito:

- Tipo do produto
- Taxa de rotatividade
- Forma de armazenar
- Sistemas de automatização
- Tipo e tamanho de encomendas
- Sazonalidade

Outro fator importante no *picking* é a multiplicidade de estratégias para o fazer. O número de operadores necessários para efetuar o pedido, o número de produtos por pedido e quando é que o pedido tem de estar pronto são algumas das condicionantes da escolha da melhor estratégia de *picking*. As quatro mais populares são:

- *Picking* discreto: é o método de *picking* mais básico, que se caracteriza pela existência de um operador que vai completando uma encomenda de cada vez, tendo, por vezes, de voltar ao mesmo sítio mais tarde para satisfazer outra encomenda. Tem como principal vantagem o facto de ser fácil de utilizar, mas exige uma grande perda de tempo em movimentação.
- *Picking* por zona: caracteriza-se pela existência de trabalhadores alocados a diferentes zonas do armazém e que vão completando encomendas com o produto da sua zona. É um método especialmente eficaz quando o armazém tem diferentes sistemas de armazenamento, alocando assim cada trabalhador a uma zona.
- *Picking* por lote: por oposição ao *picking* discreto, cada operador faz o *picking* de produtos de várias encomendas ao mesmo tempo, para que se torne mais eficiente em termos de movimentação. Apesar desta vantagem, é uma estratégia que pode originar mais erros.
- *Picking* por onda: é um método que combina o *picking* discreto com o *picking* por lote. É especialmente recomendável para quando se necessita de conjugar o *picking* com as funções de receção ou expedição, podendo-se alternar entre elas.

2.3.4 Expedição

Esta última atividade, relativa ao processo de armazenamento, diz respeito à preparação e expedição de produto final para os clientes. Esta operação engloba a preparação da encomenda, cintagem ou filmagem

da palete e preparação da mesma junto da zona de carregamento. A ordem de carregamento no camião faz-se usando o método LIFO (*last in, first out*), para que as primeiras paletes a sair estejam na parte de trás do camião. A importância desta derradeira atividade do armazém é grande, pois geralmente é o último contacto da empresa com o produto antes da sua entrega ao cliente.

2.4 Receção de Materiais

A receção de materiais é uma das principais áreas das empresas e é fulcral para o seu bom funcionamento. Uma deficiência neste local poderá trazer custos elevados e, porventura, atrasos ou paragens nas áreas dependentes desta. O objetivo da receção de materiais, segundo Emmet (2005), é verificar se o produto que será rececionado é o correto, se tem a quantidade correta, se foi entregue no momento esperado e com a qualidade desejada. Após essa averiguação, deve-se dar entrada da carga e direcioná-la para o lugar indicado.

As principais tarefas desempenhadas durante esta atividade são (Stephens & Meyers,2013):

- Rececionar o transitário no local (cais) apropriado para a descarga;
- Descarregar os produtos, assinar a guia do transporte e verificar deficiências na carga;
- Inspeccionar e contar os materiais;
- Caso haja alguma falha ou existam diferenças para a guia de transporte, deverá ser reportado para a seção de compras;
- Caso esteja tudo correto, reportar a receção do material para informar a empresa de tal situação;
- Enviar o material para o local indicado, seja armazenamento ou produção.

O armazém de receção deve ter um fluxo linear, entre o veículo e as áreas de armazenamento, contínuo e sem paragens. Deve existir também uma área para concentrar operações, para minimizar o movimento. As tarefas para determinar qual o espaço que é necessário para a receção de materiais são:

- **Ter conhecimento do que é recebido:** obter informações sobre o que será entregue. É importante saber o tipo de produto, a quantidade e o momento em que será entregue. Pode-se consultar antigos relatórios de receção para se obter essas informações, que terão de ser tidas em conta para a escolha da transportadora ideal para essas especificidades.
- **Determinar o espaço para descarregar e o número de docas disponíveis:** ter em atenção o número e as características das docas. É importante também saber a regularidade da

distribuição da chegada, relacionado com a hora da chegada, o dia da semana e o número de camiões.

- **Determinar qual o espaço necessário no armazém para a receção:** tem de incluir, espaços de conveniência pessoal, espaços para guardar equipamentos, espaço para paletes e materiais de embalar, espaço para colocar resíduos e tratamentos de lixo, espaço para trabalho administrativo e local para descanso.

2.5 Simulação

Segundo Banks (1998), a simulação é o ato de criar uma imitação de um processo ou sistema do mundo real. O mesmo autor afirma que a simulação envolve a produção de uma história artificial do sistema e a observação dessa mesma história, para se conseguir representar de forma fiel o sistema real. Já segundo Odum e Odum (2000), os programas de simulação são uma sequência de passos lógicos que representam um sistema, sendo comparados a livros de receitas de cozinha, por seguirem uma sequência de passos definidos. Para Kelton *et al*, simulação é o processo de design e criação de um modelo computacional que imita um sistema real, com o objetivo de realizar uma experiência para obter conhecimento sobre o comportamento do sistema em estudo. Para estes autores, existem três diferentes dimensões dos sistemas de simulação:

- **Estático versus Dinâmico:** o que as distingue é o tempo. O tempo é importante para os modelos dinâmicos, mas não é importante para os modelos estáticos.
- **Contínuo versus Discreto:** num modelo contínuo o estado do sistema pode ser alterado continuamente ao longo do tempo; pelo contrário, num modelo discreto apenas pode ser alterado em pontos separados do tempo. Podem ainda existir modelos mistos.
- **Determinístico versus Estocástico:** no modelo determinístico os *inputs* são randomizados, enquanto que no modelo estocástico são *random*.

Em termos históricos, podemos começar por situar-nos nos anos 50 e 60 (os autores Kelton, Sadowski e Sadowski chamam a esta época *Yearly Years* ou 'Primeiros anos' em português) para explicar que nesses anos a simulação era uma ferramenta dispendiosa e exigia uma grande especialização. Nos 'Primeiros anos' apenas se observava a utilização da simulação em empresas com o capital necessário para investir neste tipo de ferramenta. As principais empresas que utilizavam simulação eram as aeroespaciais e as que trabalhavam na área do aço.

Passando para o período entre os anos 70 até aos inícios dos anos 80 (os mesmos autores chamam a esses anos *Formative Years* (em português 'Anos de Formação')), a utilização da simulação pelas

empresas começou a ser maior. Isto deveu-se sobretudo à melhoria dos computadores, que se tornaram mais rápidos. Apesar de a sua utilização começar a ser mais comum, eram ainda as maiores empresas que utilizavam esta ferramenta.

No final dos anos 80 (chamados de *Recent Past* pelos autores ('Passado Recente' em português)) a aceitação dos sistemas de simulação começou a ser global, estabelecendo-se no mundo empresarial. Isto deveu-se à generalização do computador pessoal. A partir desta altura, a simulação começou a ser utilizada proactivamente, ao invés de ser usada apenas para deteção de erros.

A partir dos anos 90, a tecnologia envolvida na simulação começou a maturar. As empresas mais pequenas começaram a dispor, com facilidade, da simulação e foi aceite pela maioria dos gestores como uma ferramenta eficiente e vantajosa para a empresa.

De seguida, são indicados os elementos necessários para realizar uma simulação com eventos discretos, que, segundo Ingalls R. G. (2008), é o tipo de simulação mais utilizado. Independentemente do quão complexo um sistema possa ser, regra geral estes são os elementos usados:

- **Entidades:** são as causadoras de alterações no modelo. Sem as entidades nada aconteceria no modelo. Cada entidade tem atributos (características) únicos que são cruciais para a performance do sistema.
- **Atividades e Eventos:** as atividades são os processos e a lógica do sistema, enquanto que os eventos são acontecimentos relativos a um momento temporal específico, que provoca alterações no estado do sistema. De forma resumida, as entidades interagem com as atividades e dessa interatividade nascem os eventos. As atividades podem ser de três tipos. As 'Atividades de Atraso' (Delay Activities) são utilizadas para atrasar as entidades durante um período de tempo definido. As 'Atividades de Fila' (Queues Activities) são pontos no modelo onde as entidades esperam por um determinado período. As 'Atividades de Lógica' (Logic Activities) permitem dar permissão às entidades para alterarem o estado do sistema através da manipulação das 'Variáveis de Estado do Sistema' ou da lógica de decisão.
- **Recursos:** engloba tudo o que tenha capacidade restrita; são bons exemplos disto, trabalhadores e máquinas.
- **Variáveis Globais:** é uma variável que está disponível para todo o sistema em qualquer altura.
- **Gerador de Números Aleatórios:** é um software que gera um número aleatório entre 0 e 1; esse número é utilizado em amostragens de distribuições aleatórias.
- **Calendário:** é uma lista de eventos que ocorre segundo uma sequência determinada.

- **Variáveis de Estado do Sistema:** dependendo do tipo de *pack* de simulação podem existir diferentes tipos de 'Variáveis de Estado do Sistema'. A variável que todos os *packs* de simulação têm é o tempo atual da simulação.
- **Coletores de Estatística:** são a parte do sistema de simulação que recolhe estatística sobre certos estados (estado dos recursos, por exemplo), sobre o valor global das variáveis e a performance de algumas entidades. Existem três tipos de 'Coletores de Estatística': do tipo Contar (*Counts*), que como o nome indica serve para contar, do tipo Temporal (*Time-persistent*), que oferece dados baseados em valores temporais a diferentes variáveis do sistema e do tipo Contagem (Tally) que recolhe uma observação de cada vez sem consideração pelo tempo entre observações.

3. CASO DE ESTUDO

Este capítulo retrata a empresa onde foi realizado o estágio. Partindo do geral para o particular, descreve-se em primeiro lugar a empresa e a sua história, passando depois para os armazéns e em especial o armazém de matérias primas. É relatada também a receção de materiais, indicando o tipo de transporte utilizado para receção de materiais de fornecedores, o tipo de produto rececionado e o processo envolvido na receção da carga de fornecedores. Finalmente, o capítulo é encerrado com uma descrição do processo de armazenamento dos produtos depois de rececionados.

3.1 A Empresa

A empresa onde foi feito o estágio que serviu de base para esta dissertação foi a Stokvis Celix Portugal, Lda. Esta empresa, iniciou as suas operações em Braga, no ano de 1998, tendo nessa altura a designação de Braxicel – Transformadora de Espumas Técnicas, Lda. Desde sempre, o setor automóvel teve um papel fulcral no crescimento da empresa.

No final do ano de 2000, a empresa Flexicel, S.A., empresa espanhola que estava ligada ao mesmo ramo que a portuguesa, adquire 66,6% do capital da empresa. Cinco anos depois incluiu, estrategicamente, a produção exclusiva de componentes de automóvel. Adicionalmente, nessa mesma data, alterou o seu designio social para Celix – Transformadora de Espumas Técnicas, Lda, aproveitando a mudança estratégica para renovar a sua imagem, tendo em vista, uma unificação do grupo em que a empresa estava inserida, em relação à designação, à imagem e à performance.

Em 2006 a empresa é novamente adquirida, desta vez, pelo grupo de origem holandês STOKVIS TAPES, que fez florescer mais a importância internacional da empresa. No ano seguinte, e em conformidade com a sua integração no grupo Stokvis, a empresa voltou a mudar o seu nome, sendo o mesmo que perdura até agora, Stokvis Celix Portugal Unipessoal, Lda.

Outra aquisição da empresa ocorreu em 2008, quando o grupo STOKVIS TAPES foi adquirido pela multinacional norte-americana ITW (Illinois Tools Works), correspondendo ao segmento Power Systems & Electronics.

Neste novo grupo, onde ainda se inclui, tem como atividade básica a transformação de plásticos e borrachas celulares espumadas, geralmente de natureza flexível, com possibilidade de adicionar adesivos e com diversos formatos e tamanhos de modo a que haja uma grande variação para satisfazer as necessidades e exigências dos clientes.

É importante também referir que a empresa está, desde 2002, certificada com duas normas, a ISO 9001:2000 e mais recentemente com a ISOTS 16949, conseguindo assim manter um alto padrão de exigência, necessário para conseguir ser eficiente e relevante no sector automóvel. (Divisões e número de trabalhadores)

3.2 O Armazém

A parte central desta dissertação concentra-se no Departamento de Logística da empresa. Pode-se dividir esta secção em duas partes, o armazém de matérias-primas e o armazém de produtos finais, sendo que os escritórios deste departamento estão anexados a este último armazém. O foco maior deste trabalho incide na parte da receção de materiais e do armazém de matérias-primas. Primeiro será descrito o armazém de produtos acabados e, posteriormente será apresentado o armazém de matérias-primas. A empresa possui ainda outro edifício que funciona como armazenamento e produção, mas, visto que a importância desse edifício neste projeto é quase nula, o mesmo não irá ser analisado.

3.2.1 Armazém de Produto Acabado

O armazém de produto acabado é composto pela zona de armazenagem dos produtos e pela zona de escritórios relativa à logística. A zona de escritórios é o local em que são tomadas as decisões mais importantes referentes ao funcionamento dos armazéns e às suas operações quotidianas. Já a zona de armazenagem é composta por 5 corredores de *racks* paralelos e, ainda, um outro *rack* numa parede perpendicular aos anteriores, utilizada para colocar produto acabado. Existem ainda mais duas zonas de armazenagem no chão com a função de armazenar produto acabado e uma mesa de trabalho onde estão concentradas algumas ferramentas (fita-cola, canetas, etc.), que serve como ponto inicial das operações no armazém. A mesa de trabalho é também utilizada quando é necessário passar informações entre operadores e chefia. A Figura 2 ilustra outra zona do armazém, a zona de palatização, que é o local onde os produtos são palatizados e filmados, estando depois disto, prontos para ser carregados no camião.



Figura 2: Zona de palatização do armazém de produtos acabados

3.2.2 Armazém de Matérias-Primas

O armazém de matérias-primas encontra-se entre a área de receção de materiais e a área de produção. Também no mesmo edifício do armazém de matérias-primas, mas na parte dos escritórios, está localizado o Departamento de Qualidade. A Figura 3, abaixo, ilustra a disposição do edifício, que contém o armazém e que tem como medidas, 19,61 metros por 59,95 metros para um total de 1.175,62 metros quadrados.

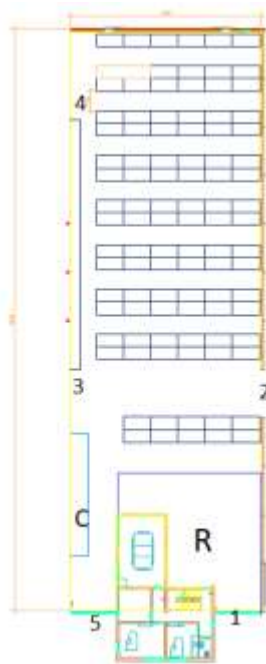


Figura 3: Planta do edifício que contém o armazém

Este edifício está dividido em diversos setores. O Departamento de Qualidade está localizado na zona de escritórios, correspondendo à parte inferior e ao centro da Figura 3. Este Departamento é necessário na parte de verificação da matéria-prima rececionada. A área de Receção de Materiais, é a zona indicada pelo R na Figura 3, que possui ainda uma *workstation* com equipamentos necessários para fazer a receção dos materiais e introduzir os produtos no sistema. Esta área tem a função de armazenar as materiais recém-chegadas e ainda não aprovadas pelo Departamento de Qualidade. Os números na Figura 3 correspondem às portas e ligações entre edifícios. O número 1 corresponde ao portão onde entra o material na empresa. Visto a empresa não possuir um *dock*, a descarga é efetuada por esse portão. A porta número 2 corresponde à passagem entre o armazém e uma área de transformação e montagem. Sendo esse edifício o mais recente, também é usado para algum armazenamento, principalmente de Produtos Semiacabados. As portas 3 e 4 correspondem à ligação do armazém à área de produção. O facto de ter duas portas permite que haja uma melhor eficiência na movimentação de materiais entre o armazém e a área de produção. A última porta, a porta 5, apesar de ser pouco utilizada, tem como função, facilitar a entrada dos consumíveis. Esta porta é utilizada para descarregar os consumíveis porque eles são armazenados perto desse local, na área assinalada com um C na Figura 3. Além desse local são também utilizados os *racks* inferiores mais perto da receção para armazenar os consumíveis.

Passando agora à análise específica do armazém (Figura 4), é composto por 8 corredores de *racks*. Cada corredor corresponde ao espaço entre 2 filas de *racks*.

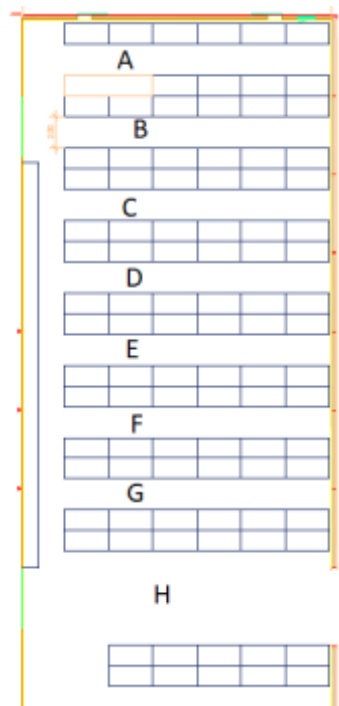


Figura 4: Planta da zona do armazém

Estes corredores estão ordenados de 'A' a 'H', sendo o 'H' o mais próximo da zona de Receção e o 'A' o corredor mais longe. Os corredores têm 16,8 metros de comprimento e 2 metros de largura, o que dificulta a movimentação de empilhadores, principalmente quando carregados, mas permite um melhor aproveitamento do parco espaço disponível no armazém. É também importante referir que, por falta de mais espaço, ou por maior comodidade, é deixado por vezes algum material no chão, fazendo com que dificulte ainda mais a movimentação de empilhadores. Na Figura 5, podemos observar os *racks* e os materiais. A fotografia foi tirada na zona dos consumíveis, sendo que, se destacam os *racks* do corredor H.



Figura 5: Fotografia do armazém

Cada fila de *racks* é composta por 6 *racks* e cada *rack* é composto por 4 andares, exceto as 2 filas mais perto da receção, ou seja, abaixo do corredor H, que têm apenas 5 *racks*, para facilitar a movimentação e deslocação de cargas. Cada janela de *rack* tem as medidas de 1,30 metros (andar do chão) ou 1,35 metros (restantes andares) de altura, 2,8 metros de comprimento e 2,3 metros de profundidade e, é possível armazenar duas ou três bobines por janela, que como veremos na Secção 3.3.2, é o tipo de produto mais utilizado. Em termos de iluminação, observa-se que o armazém se encontra bem iluminado, não obstante o facto de apenas ser feito através de iluminação artificial, 3 a 4 candeeiros por corredor, visto não existir janelas, nem claraboias para entrada de luz solar.

3.3 Receção de Materiais

A receção de materiais tem muita importância, sendo que é, o primeiro contacto que a empresa tem com o material. Mas antes de explicar o processo envolvido na receção de materiais e na sua validação para o armazenamento, é necessário distinguir e caracterizar o tipo de transporte pela qual é trazido o material e também o tipo de material que é rececionado. Para isso foram recolhidos dados de descarregamento e também foram tomadas em consideração as opiniões de operadores. No total foram recolhidos dados de 21 descarregamentos.

3.3.1 Tipo de transporte

No que diz respeito ao tipo de transporte, a carga podia chegar em 3 tipos de transporte, camião sem atrelado, camião com atrelado ou camiões com contentor. Das 21 observações realizadas, a maioria das observações foram camiões sem atrelado (72%), ao passo que camiões com contentor e camiões com atrelado foram apenas observados 14% das vezes cada um. Mais interessante será observar que, o tempo gasto a descarregar camiões com contentor foi quase sempre muito superior ao tempo gasto com camiões sem atrelado e camiões com atrelado. Descarregar camiões com contentor demora mais tempo porque o tipo de produto transportado em contentores é mais difícil de retirar e o formato do contentor também dificulta a saída de materiais. Enquanto que os camiões com atrelado e sem atrelado têm mais facilidade em termos de abertura e permitem que, mesmo sem os melhores equipamentos, seja possível descarregar de forma mais ou menos eficiente, aos camiões com contentor falta essa polivalência. Com a falta de um *dock* de descarga é impossível a utilização de um empilhador dentro de contentores. Esta limitação faz com que a mercadoria que esteja afastada da porta do contentor tenha de ser deslocada para a porta do contentor manualmente, ou caso necessário, por porta-paletes. Os operadores indicaram exatamente o mesmo problema em relação à dificuldade de descarregamento dos contentores. Para a empresa surgem assim consequências negativas. O excesso de manobras necessário para retirar a carga dos contentores exige uma alocação maior de recursos, humanos e de equipamento, e também exige que se gaste mais tempo. Para além disso, os operadores sentem um desgaste superior, por necessitarem de utilizar mais a própria força e sentem-se menos seguros e com mais probabilidade para ter acidentes.

3.3.2 Tipo de Produtos

De forma mais básica, e, sendo que a diferenciação de produtos não envolve uma parte fulcral do projeto, podemos nomear os produtos como bobines e não-bobines. Os produtos não-bobines, por serem de

diferente natureza, podem chegar em paletes ou sem paletes, enquanto que as bobines nunca vêm palatizadas.

As bobines (na Figura 6) são o tipo de matérias-primas mais recebidos na empresa, sendo por isso, de maior relevância a análise a este tipo de produto e à forma como é descarregado, por oposição a outros. Note-se que apesar de na Figura 6 as bobines já estarem palatizadas, isto deveu-se a um trabalho realizado pelos operadores da Stokvis Celix já depois da receção dos materiais.



Figura 6: Bobines palatizadas prontas para armazenar

Ao não chegarem palatizadas, faz com que seja possível ocupar uma maior quantidade do camião com bobines, sem perder o espaço com as paletes. Existem, no entanto, consequências negativas de serem transportadas dessa forma, porque têm de ser arrastadas até à abertura do camião, muitas vezes manualmente, aumentando o tempo de descarregamento e o desgaste físico com os operadores. Isto significa que após o descarregamento é necessário proceder à palatização das bobines, para que após a receção, as bobines estejam prontas para armazenar.

3.3.3 Processo de Receção

A importância no processo de receção centra-se na utilização de um sistema que permita aos operadores efetuar o seu trabalho de forma eficiente e metódica. O processo da empresa Stokvis Celix é bastante similar ao que foi descrito na Secção 2.4. Este processo é composto inicialmente pela receção do transitário no local para a descarga, começando-se, posteriormente, a descarregar os produtos. Após o

descarregamento é confirmado se o material corresponde ao que era suposto e assina-se a guia de transporte. No final cabe ao Departamento de Qualidade atestar a qualidade do material. Este processo foi identificado através de observação na recolha de dados de descarregamento e de conversas informais com operadores desta secção. Primeiro, ressalva-se que o descarregamento é normalmente feito por dois operadores, um operador (O) e um operador responsável (OR), e, dependendo da transportadora, o condutor também poderá ajudar. Posto isto, a operação de descarregamento começa com a chegada do camião à empresa, onde o OR, indica ao condutor qual o lugar onde deve estacionar. Com o camião estacionado inicia-se a descarga dos materiais. Assumindo que são bobines, processa-se da seguinte forma: com um empilhador retira-se uma bobine (duas se forem pequenas) na parte mais próxima da porta, coloca-se na palete e arruma-se na zona de receção; quando o empilhador não consegue retirar o resto das bobines, sobe um operador (O ou OR) ao camião, e, manualmente ou com um porta-paletes, empurra os materiais para a porta do camião, para repetir o processo de retirar, colocar em paletes e arrumar as bobines. Depois do descarregamento, é conferida a mercadoria entregue, em termos de quantidade e de tipo de material, normalmente efetuado por O, enquanto que OR assina a documentação necessária, nomeadamente a guia de transporte. Após estas operações é necessário esperar pela confirmação do Departamento de Qualidade, que atesta como o nome indica a qualidade da mercadoria recebida, e só após desta confirmação, é possível transferir os produtos para o armazém, finalizando assim o processo de receção de mercadorias.

3.4 Processo de Armazenamento

Após o descarregamento e a receção de materiais serem realizados e dos produtos serem atestados pelo Departamento de Qualidade é necessário haver a transferência de matérias-primas para o armazém. Devido a não ser uma empresa com muitos operadores, os operadores responsáveis pela receção são normalmente os mesmo que trabalham no armazém, sendo por isso, possível que ocorram situações de atrasos e acumulação de material na receção. Posto isto, o processo de armazenamento é extremamente importante e é necessário que ocorra metodicamente, para que não existam erros que poderão levar a atrasos e a perdas por falta de eficiência. O processo de armazenamento começa por confirmar que os produtos estão prontos para armazenar. Após esta confirmação, é colado um *kanban* e é procurado o primeiro lugar livre para se armazenar. Esta forma de armazenar, primeiro espaço livre, é o utilizado pela empresa por ser o que permite armazenar mais materiais em menos espaço. Como a empresa não possui muito espaço, este método ajuda a empresa a manter o nível de stock necessário com o menor espaço possível. Após encontrarem um espaço livre, colocam lá o material e procedem a 'pistolar' o

produto. O 'pistolar' ocorre da seguinte forma: com um PDA 'pistola-se' o produto num código de barras inserido no *kanban*, insere-se o produto no sistema e insere-se a sua localização, 'pistolando' a janela do *rack* em específico. Após fazer esse método para todo o material, o armazenamento do produto fica. É de notar também que o processo de 'pistolar' é fundamental pois permite que se encontre os materiais necessários rapidamente, visto que, é apenas necessário aceder ao sistema e verificar em que *rack* se encontra esse material, bastando apenas assegurar que o procedimento de armazenagem tenha ocorrido de forma correta.

4. SIMULAÇÃO

Neste capítulo será descrita e analisada a alteração efetuada a alguns produtos no armazém de matéria primas. Estas alterações centram-se no facto de, para certos produtos, ser mais eficiente reservar uma área específica do armazém. O capítulo inicia descrevendo o problema e explicando depois qual a solução encontrada para o problema. De modo a testar esta solução, é posteriormente realizada uma modelação em Simio para comparar as melhorias obtidas com a solução encontrada. Inicialmente apresenta-se o modelo, as propriedades, os processos e as experiências realizadas. Após a simulação, é efetuada uma análise de resultados.

4.1 Problema Inicial

Como podemos observar, o armazém dispõe de várias portas, que conectam o armazém com a fábrica. Isto significa que, existem diversos percursos para enviar o material da zona do armazém para a zona da produção. A escolha de passar por uma porta ou por outra centra-se na localização final do produto quando transportado para a produção, ou seja, para que máquina o produto irá.

As duas únicas saídas para a área de produção são as que estão representadas a verde, à esquerda do corredor B e H, (porta 4 e 3, respetivamente, da Figura 3) ou seja, é necessário decidir por qual porta se leva a matéria prima. Tendo em conta que, apesar da zona de produção ter um edifício parecido com este em termos de dimensão, existem máquinas posicionadas mais próximas da porta 3 e máquinas mais perto da porta 4.

Os operadores do armazém transportam o material para a zona de produção. Este processo de transporte engloba ir ao armazém retirar o material e colocá-lo perto da máquina para que possa ser reabastecida quando necessário. O objetivo passa por não parar a máquina por falta de matéria-prima. Assim é mais prático serem os operadores do armazém a transportar os materiais do armazém para a produção porque na maioria das máquinas são utilizadas bobines grandes e é necessário um empilhador para as transportar. O problema de utilizar operadores do armazém no abastecimento às linhas de produção é que se retira tempo para organizarem a zona de receção e de armazenamento.

Para se diminuir o tempo gasto pelos operadores do armazém a transportar as matérias primas para a zona de produção decidiu-se que as matérias primas que abastecem a máquina de adesivar seriam transportadas pelos operadores da própria máquina. Assim, os operadores da máquina de adesivar teriam de ir ao armazém retirar as matérias primas e trazê-las para a máquina para a reabastecer. Este tempo gasto pelo operador no armazém é importante, pois é tempo em que não está a ser produtivo.

Assim, o problema inicial centra-se em diminuir o tempo em que o operador está longe da máquina, ou seja, sem produzir.

4.2 Solução Encontrada

De forma a diminuir o tempo que o operador demora a abastecer a máquina, começou-se por analisar onde o operador desperdiçava mais tempo. A forma de armazenamento usada pela empresa é, o primeiro espaço livre, e, isto traduz-se em que, por vezes, o operador necessita de se deslocar para longe da sua zona de trabalho. Atendendo ao mapa do armazém (Figura 7), e situando a estação de trabalho da máquina de adesivar, perto da porta (na Figura 7, a porta está sinalizada por um P) podemos ver que, caso a matéria prima desejada esteja nos corredores mais abaixo, existe uma perda de tempo em termos de deslocação, tendo de percorrer o caminho demonstrado pela linha preta.

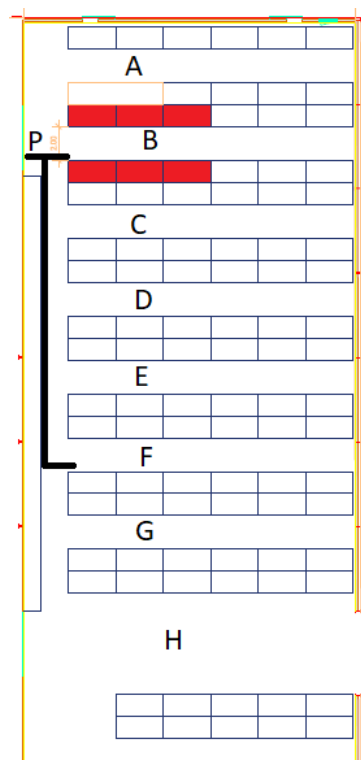


Figura 7: Planta do armazém marcando os lugares fixos da matéria prima e alguns caminhos percorridos pelo operador

De modo a que a ausência do operador da máquina não fosse agravada pelo facto da matéria-prima estar nos corredores mais distantes, decidiu-se que, as matérias-primas que abasteciam essa máquina tinham um lugar específico no armazém. Esse lugar, está marcado na imagem com os *racks* pintados a vermelho. Situa-se no corredor B, nos *racks* do chão, para minimizar a distância para a máquina e a deslocação do trabalhador. Assim, o operador apenas tem de se deslocar até ao corredor mais próximo em vez de ter de percorrer uma maior distância. Parece lógico que, com a redução da distância que o

operador tem de percorrer, o tempo que a máquina está parada é também menor, mas, é importante saber se essa redução de tempo gasto no armazém compensa o facto de haver possíveis perdas de espaço pela mudança do tipo de stock utilizado.

4.3 Modelação no Simio

Decidiu-se então modelar no Simio o trajeto que o operador da máquina de adesivar precisa de percorrer para se deslocar ao armazém. Esta simulação teria o objetivo de contrapor duas formas de armazenar o material, no que diz respeito ao abastecimento da máquina de adesivar. A primeira forma de armazenar seria a existente, onde os materiais para abastecer a máquina de adesivar estariam em qualquer parte do armazém, com exceção dos corredores G e H. A segunda forma de armazenar seria a nova, onde os materiais teriam um lugar fixo, perto da máquina de adesivar. O objetivo passava então, por saber se o tempo perdido pelo operador da máquina a ir buscar as matérias-primas ao armazém e transportá-las até à máquina compensaria o facto de ter de existir lugares fixos no armazém para as matérias-primas que abastecem a máquina de adesivar.

4.3.1 Modelo Geral

Iniciando agora a descrição do modelo, optou-se por utilizar uma forma simples, onde a *ModelEntity* seguiria um trajeto *Source*, *Servers*, *Workstation* e *Sink*. A Figura 8, ilustra a generalidade do modelo, sendo que será explicado o modelo, por partes, de seguida.

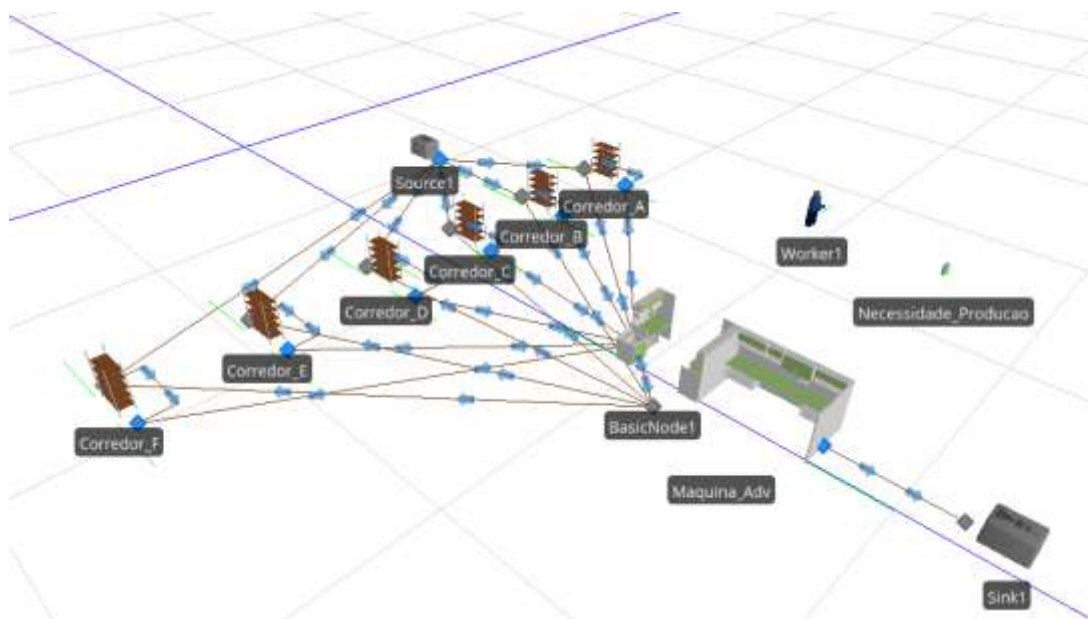


Figura 8: Modelo geral da simulação em 3D

A *ModelEntity* que neste caso seria a Necessidade de Produção, seria gerada na *Source* e seguiria para um dos seis *Servers* disponíveis que no modelo tinham o nome de *Corredor_A* a *Corredor_F*. Os corredores no modelo seriam equivalentes aos corredores do armazém da empresa na vida real. Esta fase inicial correspondia à necessidade de produzir e à localização da matéria-prima no armazém. A probabilidade de ir para cada corredor depende do cenário que estamos a retratar, e será abordado na Secção 4.3.4. A Figura 9 ilustra esta fase inicial.

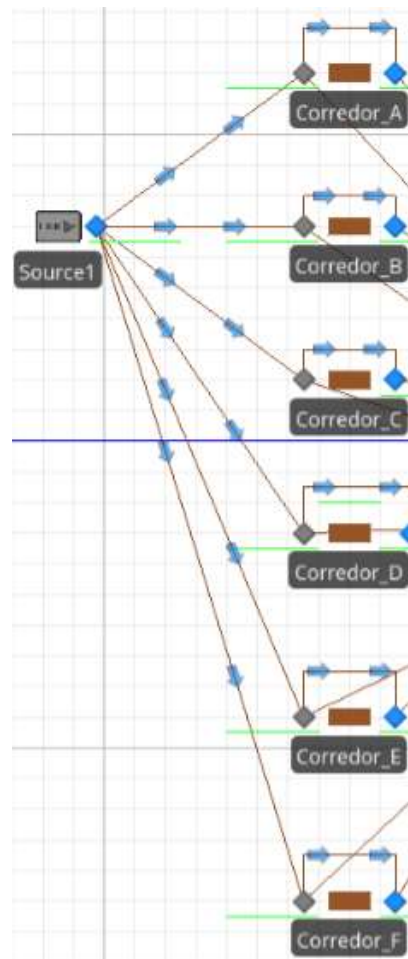


Figura 9: Parte do modelo em 2D, ilustrando a *Source*, o *Servers* e os *paths* que conectam esses dois elementos

Quando a *ModelEntity* entra no *Server* (Corredor) escolhido, o *Worker* que está 'parado' no *BasicNode1* segue para o *Server* onde está a *ModelEntity*. O *Worker* corresponde ao operador da máquina de adesivar que faz o abastecimento da máquina. O tempo que a *ModelEntity* passa no *Server* está relacionado com a localização do material no corredor, sendo que quanto mais perto está da entrada do corredor menos tempo demora a 'processar' no *Server*. A definição destes tempos será explicada depois. Como foi dito o *Worker* segue da sua zona inicial (*BasicNode1*) e vai para a entrada do Corredor da *ModelEntity*. Enquanto a *ModelEntity* está a ser 'processado', o *Worker* segue pelo *Connector* (na Figura 9 é o caminho acima do *Server* (Corredor) que liga o início e o final do *Server*) até ao final do *Server* onde espera

que a *ModelEntity* acabe de ser processada, para seguir com ela até à *Workstation*. Assim, esta parte do modelo corresponde ao ato do operador ir ao armazém, retirar a matéria-prima e voltar à entrada do corredor e voltar com a mercadoria para a máquina de adesivar. A Figura 10 ilustra a dinâmica entre os *Servers*, a *Workstation* e o *BasicNode*.

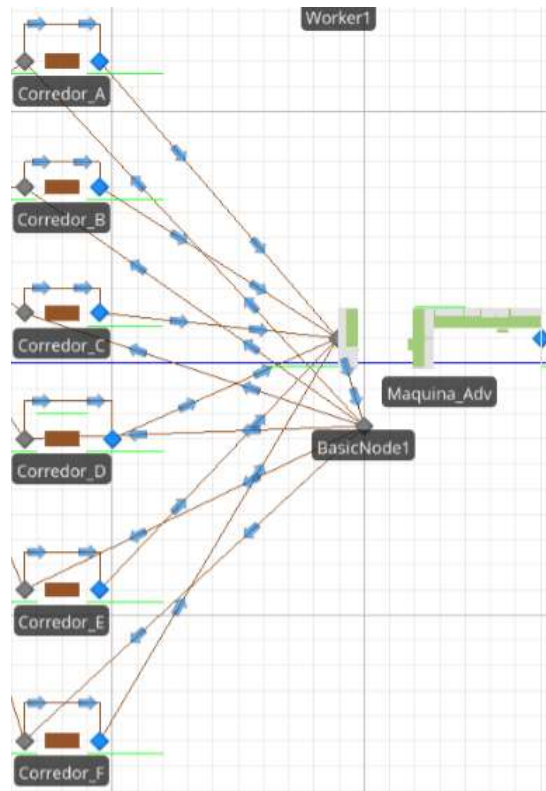


Figura 10: Parte do modelo em 2D, ilustrando os Servers, a Workstation, o BasicNode e os paths que conectam esses três elementos.

Após o *Worker* seguir com a *ModelEntity* até à *Workstation*, separam-se, e o *Worker* segue para o *BasicNode1* e a *ModelEntity* entra na *Workstation*. Depois, o *Worker* fica à espera que outra *ModelEntity* entre no sistema no *BasicNode1*, enquanto que a *ModelEntity* existente sai para o *Sink* finalizando o processo (ilustrado na Figura 11). Assim, na vida real, esta parte diz respeito ao momento em que o operador está na máquina a produzir.

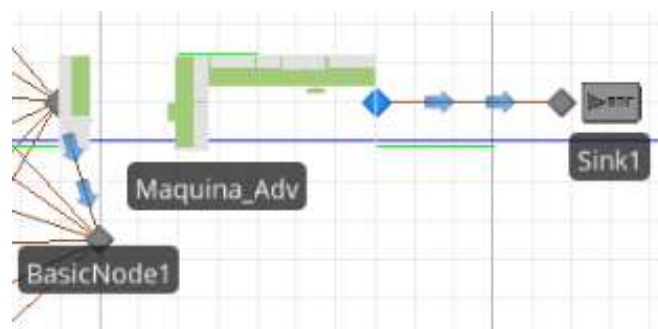


Figura 11: Parte do modelo em 2D, ilustrando a Workstation, o Sink, o BasicNode e os paths que os ligam.

4.3.2 Propriedades

De modo a desenhar o modelo da melhor forma, foi necessário alterar as propriedades dos componentes do modelo. Irá ser prontamente descrito cada componente individualmente.

Source

Nas propriedades da *Source* alocou-se a *ModelEntity* ao *Entity Type* para que 'saíssem' da *Source* as *ModelEntities*. As *Entities Per Arrival* são 1, saindo apenas uma *ModelEntity* de cada vez da *Source*. O *Interarrival Time* depende do cenário que estaremos a simular e será explicado na parte dos *Experiments*. A Figura 12 demonstra as propriedades da *Source* no programa Simio.

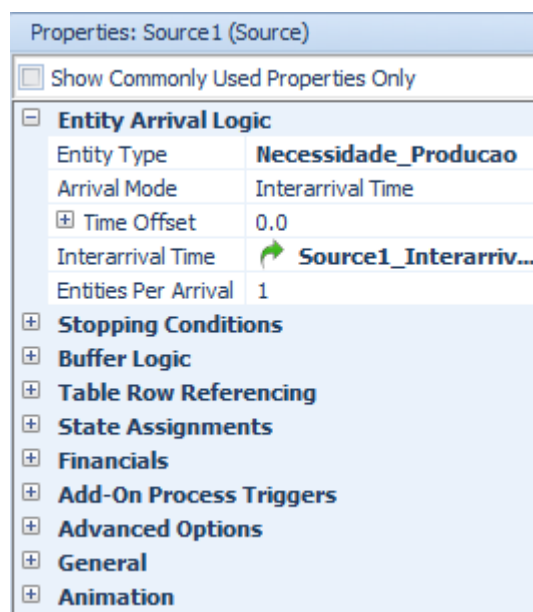


Figura 12: Propriedades da Source.

Paths do Source para os Servers (Path1 a Path6)

Com os *Paths* que ligam o *Source* aos *Servers* alteraram-se três propriedades. O *Drawn to Scale* passou para *False*, o que significa que, o tamanho do *Path* não tem a escala do modelo. Ou seja, o tamanho do *Path*, em vez de ser o que está desenhado no modelo, é o que está descrito em *Logical Length*. O *Logical Length*, que descreve o tamanho dos *Path* quando o *Drawn to Scale* é falso, é 0. Foi escolhido ficar a 0 metros porque, o que isto significa é, quando é gerada uma ordem para ir ao armazém buscar o material, o material já está no armazém não é preciso ele ser movimentado até ao armazém. Outra alteração efetuada foi a *Selection Weight* na *Route Logic*, que, de uma forma geral, indica a probabilidade da *ModelEntity* escolher um *Path* em oposição aos outros. Como o peso de cada caminho varia com o cenário que queremos simular, isto será explicado de forma mais detalhado posteriormente. A Figura 13 ilustra as propriedades do *Path1* no Simio.

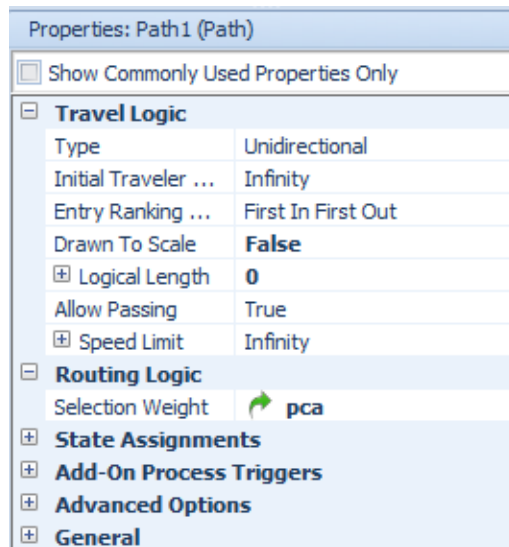


Figura 13: Propriedades do Path1, que liga a Source ao Corredor_A.

Servers (Corredor A a F)

No que diz respeito aos *Servers*, as alterações às propriedades centraram-se no *Processing Time* e em alguns *Secondary Resources*. No *Processing Time*, que normalmente assinala o tempo que uma máquina demora a processar um produto, neste modelo indica o tempo que é gasto pelo colaborador no corredor. Este tempo diz respeito a chegar ao *rack* correto do corredor, preparar para retirar o material, retirar o material e voltar para a entrada do armazém. Decidiu-se também diferenciar três partes dos corredores. Estas partes são: perto da entrada do corredor, meio do corredor e longe da entrada do corredor. Para cada uma dessas partes do corredor foi calculado o que o operador gasta, somando os tempos da Tabela 1.

Tabela 1: Tempo gasto pelo operador para as diferentes tarefas no corredor.

	Chegar ao local e preparação	Retirar a carga do rack	Voltar à entrada do corredor
Perto da entrada	15	30	10
Meio do corredor	20	30	15
Longe da entrada	25	30	20

Assim, somando o tempo gasto com as tarefas, se a carga estiver perto da entrada demora 55 segundos no corredor, se a carga estiver a meio demora 65 e se a carga estiver longe da entrada do corredor demora 75 segundos no corredor. Estes tempos são iguais para todos os corredores, visto que os corredores são de iguais dimensões. Portanto, decidiu-se que, para o *Processing Time* seria usada a fórmula $\text{Random.Triangular}(.9,1,1.25)$. Os números dizem respeito à conversão dos segundos em

minutos. Assim converteu-se os 55 segundos de estar perto da entrada, em 0.9 minutos, os 65 segundos de estar a meio do corredor em 1.1 minutos e 75 segundos em de estar longe da entrada em 1.25 minutos.

Outra das alterações está relacionada com *Secondary Resources*, que indica o lugar em que fica o *Worker* quando entra no *Server*. A Figura 14 ilustra as alterações efetuadas nas propriedades do Corredor_A, um *Server*.

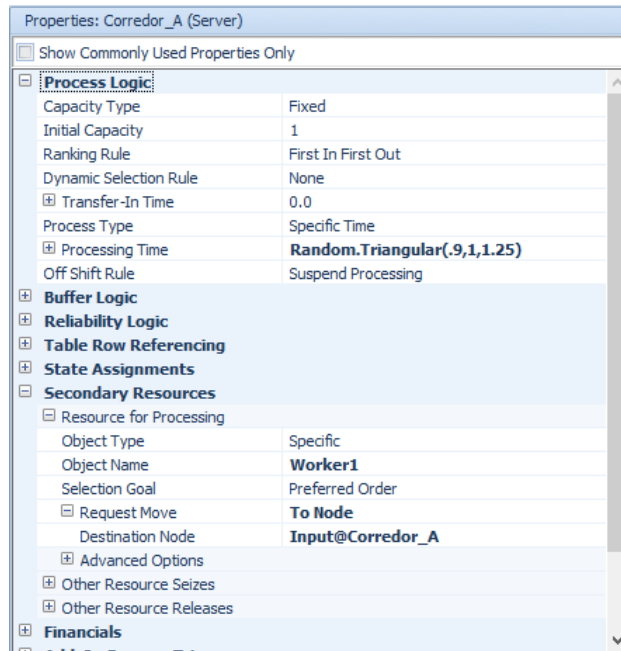


Figura 14: Parte das propriedades de um *Server* (Corredor_A).

Paths de Server para Workstation (Path 7 a Path 12)

No caso destes *paths* e, similarmente aos anteriores, o *Drawn To Scale* decidiu-se que ficaria *False*, para neste caso representar a distância real, em metros, de cada corredor até à *Workstation*. A distância da máquina de adesivar para cada corredor está descrita na Tabela 2.

Tabela 2: Distância da máquina de adesivar para cada corredor.

	Corredor A	Corredor B	Corredor C	Corredor D	Corredor E	Corredor F
Distância para a Workstation	4 metros	2 metros	4 metros	6 metros	8 metros	10 metros

Como é expectável a *Logical Length* de cada *Path* é correspondente à sua distância do quadro acima. Sendo, por exemplo, o *Path7* que liga o Corredor_A à *Workstation*, o *Logical Length* desse *path* é 4.

Foi também adicionado um processo, *Contar_A* que tem como objetivo contar quantas *ModelEntities* passam pelo Corredor A. Este processo tem ainda a função de alterar a velocidade do *Worker*, mas todos os processos serão explicados na Secção 4.3.3. A Figura 15 ilustra as propriedades do *Path7* no programa.

Properties: Path7 (Path)	
<input type="checkbox"/> Show Commonly Used Properties Only	
[-] Travel Logic	
Type	Unidirectional
Initial Traveler Capacity	Infinity
Entry Ranking Rule	First In First Out
Drawn To Scale	False
Logical Length	4.0
Allow Passing	True
Speed Limit	Infinity
[-] Routing Logic	
Selection Weight	1.0
+ State Assignments	
[-] Add-On Process Triggers	
Run Initialized	
Run Ending	
Entered	Contar_A
Trailing Edge Entered	
Reached End	
Exited	
+ Advanced Options	
+ General	

Figura 15: Propriedades do path que liga o Server (Corredor_A) com o Workstation.

Workstation, BasicNode1, Path13, Sink

Entre estas quatro componentes apenas a *Workstation* foi alterada e somente para que o *Processing Time* fosse 0 minutos. Isto foi alterado para que a *ModelEntity* passe pela *Workstation* sem parar e continue para a *Sink* porque nenhuma destas partes era importante para o desenvolvimento do modelo.

Path de Workstation para BasicNode1 (Path20)

Este *path* serve de ligação entre o *Workstation* e o *BasicNode1* e é somente percorrido pelo *Worker*. Transferindo para a vida real seria o caminho percorrido pelo operador para o seu local de trabalho depois de abastecer a máquina. A alteração às propriedades neste *path* foi colocar um processo na entrada do *path* para que o *Worker* volte a ter a velocidade que tinha antes de ter a carga (Figura 16). Os processos vão ser explicados na Secção 4.3.3.

Properties: Path20 (Path)	
<input type="checkbox"/> Show Commonly Used Properties Only	
Travel Logic	
Type	Unidirectional
Initial Traveler Capacity	Infinity
Entry Ranking Rule	First In First Out
Drawn To Scale	True
Allow Passing	True
Speed Limit	Infinity
Routing Logic	
Selection Weight	1.0
State Assignments	
Add-On Process Triggers	
Run Initialized	
Run Ending	
Entered	Velocidade_Worker_Sem_Carga
Trailing Edge Entered	
Reached End	
Exited	
Advanced Options	
General	

Figura 16: Propriedades do path que liga o Workstation com o BasicNode1 (path20).

Paths de BasicNode1 para Servers (Path14 a Path19)

Este *path* é apenas percorrido pelo *Worker* e une o *BasicNode1*, que serve de local de ‘paragem’ para o *Worker*, com o início de cada *Server* (Corredor). A única alteração nestes *paths* foi a modificação para *False* do *Drawn to Scale* e a alteração dos valores do *Logical Length* para a distância real entre cada Corredor e a máquina de adesivar (Figura 17). Os valores usados são os mesmos da Tabela 2, usados nos *Path7* a *Path12*.

Properties: Path14 (Path)	
<input type="checkbox"/> Show Commonly Used Properties Only	
Travel Logic	
Type	Unidirectional
Initial Traveler Capacity	Infinity
Entry Ranking Rule	First In First Out
Drawn To Scale	False
Logical Length	2.0
Allow Passing	True
Speed Limit	Infinity
Routing Logic	
Selection Weight	1.0
State Assignments	
Add-On Process Triggers	
Advanced Options	
General	

Figura 17: Propriedade do path que liga o BasicNode para os Servers (path14).

Worker

O último dos componentes usados foi o *Worker*. A primeira das alterações efetuadas foi fazer do *BasicNode1* o seu *Initial Node (Home)*. Isto fez do *BasicNode1* o ponto de onde sai o *Worker* no início do modelo. Também o *Idle Action* foi alterado para *Go To Home* significando então que, quando o *Worker* não está a fazer nada no modelo, volte para *Home*, ou seja, para *BasicNode1*.

Outra das alterações foi a *Initial Desired Speed* que foi modificada para 1.4 metros por segundo, que é a velocidade que o operador anda quando não tem carga. Finalmente, a *Initial Travel Mode* é *Network Only*. Esta alteração obriga o *Worker* a seguir os *paths* e a não andar livremente pelo modelo. Na Figura 18 podemos observar as alterações às propriedades do *Worker*.

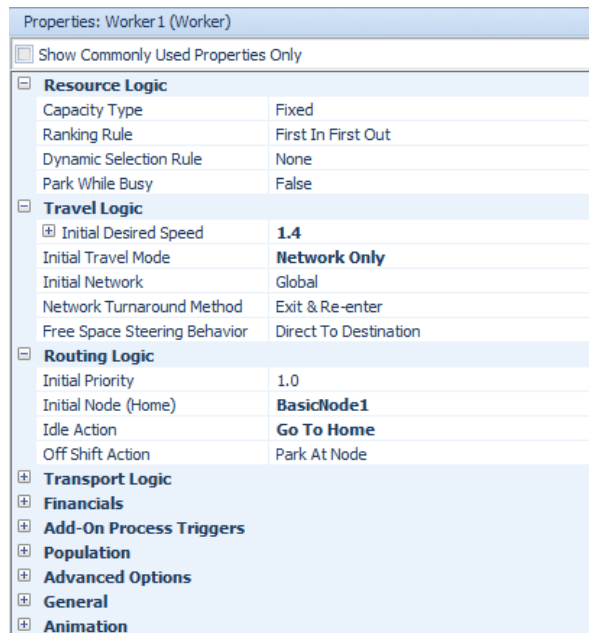


Figura 18: Propriedades do Worker.

4.3.3 Processos

Para que o design do modelo seja eficaz é necessário criar processos. Estes processos têm diversas funções que serão explicadas ao longo desta Secção.

Antes de elucidar cada um dos processos, é importante mostrar as variáveis (ilustradas na Figura 19) que compõe esses processos, sendo fulcrais para que os processos se tornem úteis. As variáveis que precisaram de ser criadas foram de três grupos. Um para alterar a velocidade do *Worker* quando tem carga e quando não tem, que é a variável *Velocidade_Worker*, outro para contar cada vez que uma *ModelEntity* passa por cada corredor, que são as variáveis *Cont_C_A*, *Cont_C_B*, *Cont_C_C*, *Cont_C_D*, *Cont_C_E* e *Cont_C_F*, uma por cada corredor e o último grupo apenas tem uma variável que é usada para contar a distância percorrida pelo *Worker*, que é a variável *Contar_Dist_Percorrida*.

State Variables		
Velocidade_Worker	Real State Variable	Velocidade_Worker
Cont_C_A	Real State Variable	Cont_C_A
Cont_C_B	Real State Variable	Cont_C_B
Cont_C_C	Real State Variable	Cont_C_C
Cont_C_D	Real State Variable	Cont_C_D
Cont_C_E	Real State Variable	Cont_C_E
Cont_C_F	Real State Variable	Cont_C_F
Contar_Dist_Percorrida	Real State Variable	Contar_Dist_Percorrida

Figura 19: Variáveis usadas no modelo.

Existe também uma outra variável, uma State Statistic Variable, que agrega a variável Contar_Dist_Percorrida (Figura 20). Como foi dito anteriormente, esta variável tem a utilidade de contar a distância percorrida pelo *Worker*.

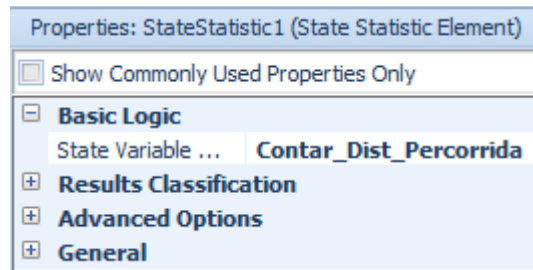


Figura 20: Propriedades da State Statistic

Processo Trabalhador com carga

Este processo (Figura 21) tem como foco, fazer com que o trabalhador se movimente mais devagar. Este processo é usado quando o *Worker* pega na carga, movimentando-se mais devagar.

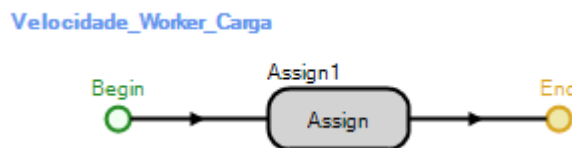


Figura 21: Processo usado para diminuir a velocidade do Worker.

Para criar o processo utilizou-se um *Assign*. Nesse *Assign* atribuiu-se a *State Variable* Worker.DesiredSpeed (Figura 22). Como o nome indica este processo dá-nos a velocidade desejada para o trabalhador. No caso deste processo, altera a velocidade do *Worker* para 1 metro por segundo.

Como iremos ver depois, este processo está englobado num outro processo.

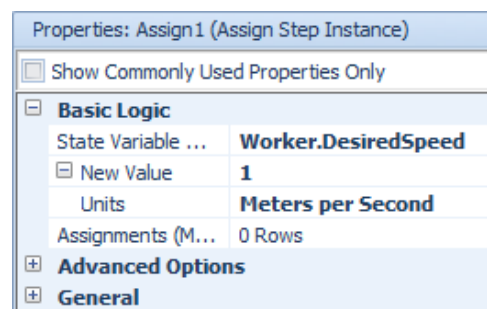


Figura 22: Propriedades do processo para diminuir a velocidade do Worker.

Processos Contar_A, Contar_B, Contar_C, Contar_D, Contar_E e Contar_F

Estes processos irão ser explicados em conjunto. O motivo é que todos eles têm a mesma função, alterando apenas o corredor a que se referem. A Figura 23 ilustra o processo Contar_A.



Figura 23: Processo usado para contar o número de *ModelEntities* que passam pelo *Corredor_A* e para diminuir a velocidade do *Worker*.

Cada um destes processos tem dois focos. O primeiro é contar quantas *ModelEntities* passam pelo corredor e o segundo é executar um outro processo. Explicando primeiro o processo de contar as *ModelEntities*, utiliza-se uma variável por corredor. No exemplo da Figura 24, a variável usada é *Cont_C_A*, sendo similar para os outros corredores (no processo *Contar_B* a variável usada foi *Cont_C_B*, etc.). Para que o processo conte a quantidade de *ModelEntities* que passam pelo corredor utiliza-se a fórmula $Cont_C_A+1$ (no processo *Contar_B* a fórmula usada foi $Cont_C_B+1$, etc.). Esta fórmula vai adicionando 1 unidade a cada vez que passa a *ModelEntities*.

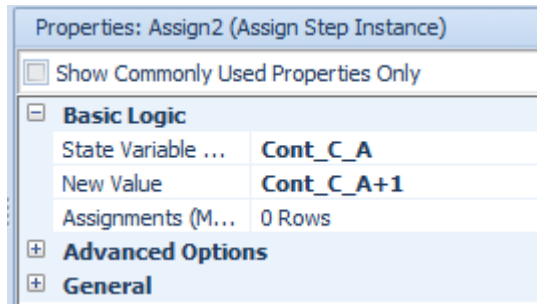


Figura 24: Propriedades do processo usado para contar quantas *ModelEntities* que passam pelo *Corredor_A*.

O seguinte foco deste processo é a execução de um outro processo. Isto serve para unir dois processos em apenas um, facilitando assim o modelo. Assim junta-se o processo de Contar com o processo *Velocidade_Worker_Carga*. Na Figura25 demonstra as propriedades do *Execute*. A única alteração foi inserir o processo que se queria executar em *Process Name*. Esta parte do processo (*Execute*) é igual para todos os processos de Contar.

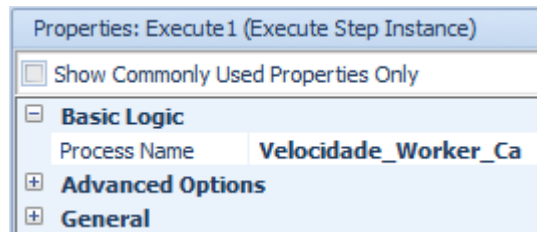


Figura 25: Propriedades da parte do processo usado para diminuir a velocidade do *Worker*.

Todos os processos de Contar estão inseridos num *path* (na entrada do *path*) que conecta os corredores para o *Workstation*. De forma lógica, o processo *Contar_A* está no *path* que liga o *Corredor A* com o

Workstation, o processo de Contar_B está no *path* que liga o Corredor B com o *Workstation* e continuando assim com os restantes processos e corredores.

Processo Trabalhador sem carga

Este processo (Figura 26) tem o efeito inverso ao processo Trabalhador com carga, aumentando a velocidade do *Worker*, por ele deixar de andar com a carga, movimentando-se então à velocidade normal.

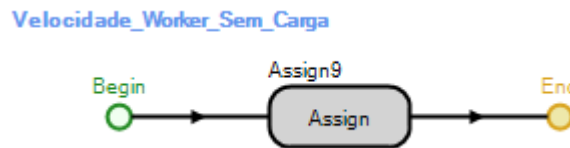


Figura 26: Processo usado para aumentar a velocidade do *Worker*.

Como no processo de diminuir a velocidade do *Worker*, neste processo apenas se utiliza um *Assign*. Nas propriedades do *Assign* inseriu-se, na *State Variable Name*, a variável *Worker.DesiredSpeed* (Figura 27). Como é expectável como o *Worker* ficou sem a carga vai voltar a andar à sua velocidade normal, logo, altera-se a velocidade (em *New Value*, nas propriedades do *Assign*) para 1.4 metros por segundo, a velocidade inicial do *Worker*.

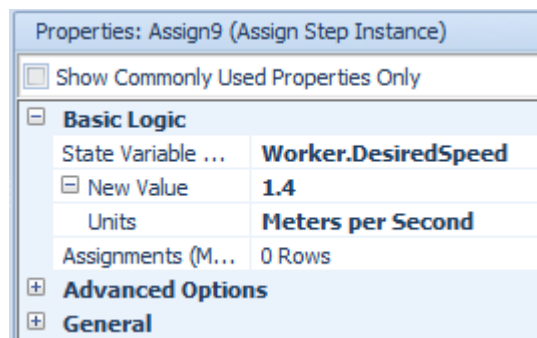


Figura 27: Propriedades do processo usado para aumentar a velocidade do *Worker*

No modelo, este processo é colocado no *path* que liga a *Workstation* ao *BasicNode1*, o ponto que serve de 'hub' para o *Worker*. Assim, quando o *Worker* entra no *path*, volta a ter a velocidade normal porque já deixou a carga na máquina (*Workstation*).

Processo OnRunEnding Contar Total

O último processo que foi utilizado diz respeito à contagem total de metros percorridos pelo *Worker*. Este processo, por oposição aos outros é um processo OnRunEnding (Figura 28). Os processos OnRunEnding ocorrem no final da simulação.

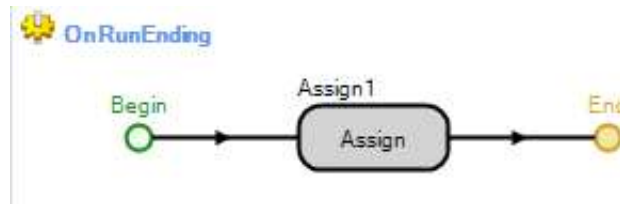


Figura 28: Processo usado para contar a distância total percorrida pelo Worker.

Como em processos anteriores, é utilizado apenas um *Assign*. No *Assign* alterou-se as propriedades, começando por usar a variável *Contar_Dist_Percorrida*. A Figura 29 ilustra as propriedades do processo *OnRunEnding*.

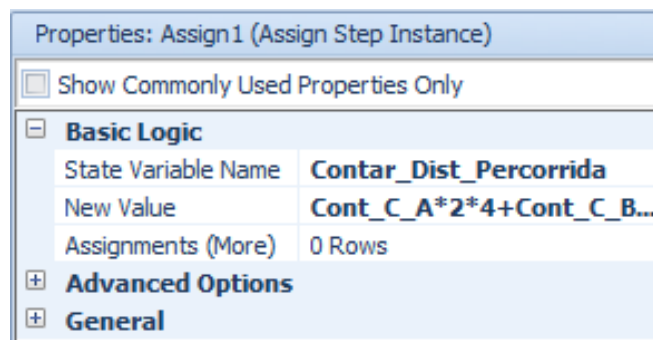


Figura 29: Propriedades do processo usado para contar a distância total percorrida pelo Worker.

O cálculo da distância percorrida pelo *Worker* é introduzido no *New Value*. A fórmula da distância é:

$$\text{Cont_C_A} * 2 * 4 + \text{Cont_C_B} * 2 * 2 + \text{Cont_C_C} * 2 * 4 + \text{Cont_C_D} * 2 * 6 + \text{Cont_C_E} * 2 * 8 + \text{Cont_C_F} * 2 * 10$$

Esta fórmula segue a lógica de multiplicar as vezes que o operador vai a cada corredor pela distância da sua zona de trabalho ao corredor e do corredor à sua zona de trabalho. Exemplificando, com a primeira parte da expressão ($\text{Cont_C_A} * 2 * 4$), Cont_C_A dá-nos o número de vezes que o *Worker* foi ao corredor A (Cont_C_A é a variável que conta as vezes que o *ModelEntity* foi processado no Corredor A, o que significa que o *Worker* teve de ir ao Corredor A recolher material), 4 é a distância em metros da *Workstation* (máquina de adesivar na vida real) ao Corredor A e 2 é, pelo facto, de ter de percorrer os 4 metros até ao corredor e de ter de percorrer mais 4 metros para voltar. A mesma lógica segue para o resto da fórmula, quantidade de vezes que o *Worker* vai ao corredor a multiplicar por metros da *Workstation* ao corredor multiplicado por dois.

Por oposição aos outros processos não é necessário enquadrá-los em algum componente do modelo, visto que sendo um processo *OnRunEnding* irá aparecer nos resultados a estatística desejada (distância percorrida pelo *Worker*).

4.3.4 Experiências

De modo a que seja possível comparar diferentes cenários é necessário criar experiências. Estas experiências (Figura 30), têm como objetivo obter resultados de modo a existir uma posterior comparação dos diferentes cenários. No caso deste modelo, foram utilizados 4 cenários diferentes.

Cada um destes cenários foi simulado dez vezes (10 repetições). Cada uma dessas simulações teve em conta 16 horas de simulação, das 7 horas às 23 horas, visto que, a empresa trabalha com dois turnos de 8 horas.

Scenario			Replications		Controls						
<input checked="" type="checkbox"/>	Name	Status	Required	Completed	pca	pcb	pcc	pcd	pce	pcf	Source1_InterarrivalTime (Minutes)
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario1	Idle	10	0 of 10	20	30	20	15	10	5	Random.Triangular(15 , 20 , 25)
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario2	Idle	10	0 of 10	0	100	0	0	0	0	Random.Triangular(15 , 20 , 25)
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario3	Idle	10	0 of 10	20	30	20	15	10	5	Random.Triangular(35 , 40 , 45)
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario4	Idle	10	0 of 10	0	100	0	0	0	0	Random.Triangular(35 , 40 , 45)

Figura 30: Cenários, Replicações e Controlos usados nas experiências.

Como tinha sido esclarecido anteriormente, o objetivo da simulação seria perceber se, o facto de, diminuir a distância percorrida pelo operador compensa a existência lugares fixos no armazém. Para se conseguir esse objetivo definiu-se primeiro que o número de replicações para todos os cenários seria de dez. Após essa definição, estabeleceu-se dois tipos de controlo. O controlo principal determina a probabilidade da *ModelEntity* seguir cada um dos *path* entre a *Source* e cada *Server* (Corredor) e o controlo secundário determina o tempo de saída das *ModelEntities* da *Source* e da entrada no modelo. Enquadrando agora no cenário real, o controlo principal seria a probabilidade de o operador ter de trazer a matéria prima de cada um dos corredores, enquanto que o controlo secundário seria de quanto em quanto tempo o operador precisaria de abastecer a máquina, ou seja, de quanto em quanto tempo precisaria de ir ao armazém.

O controlo principal (Tabela 3), assim chamado por ser o que irá ter maior importância para a análise, distribui as probabilidades pelos corredores de duas formas diferentes, a existente e a nova. Do método existente, todos os corredores têm probabilidade de receber a *ModelEntity*, ainda que, os corredores mais perto da porta (Corredores A, B e C) têm mais probabilidade que os corredores mais longe. Enquanto que no método novo é apenas possível que a *ModelEntity* vá para o Corredor B. Os cenários 1 e 3 seguem o método existente, enquanto que o cenário 2 e 4 seguem o método novo.

Tabela 3: Controlo referente à probabilidade da ModelEntity seguir por cada corredor.

Controls					
pca	pcb	pcc	pcd	pce	pcf
20	30	20	15	10	5
0	100	0	0	0	0
20	30	20	15	10	5
0	100	0	0	0	0

As percentagens do operador ter de se descolar para cada corredor estão na Tabela 3 (ordenadas do cenário 1 para o cenário 4 verticalmente). Sendo assim, ‘pca’ corresponde à probabilidade de a ModelEntity seguir pelo path que liga ao Corredor A, sendo essa probabilidade 20% no método existente e 0% no método novo. Esta lógica é similar para os outros cenários.

O controlo secundário (Tabela 4), tem o objetivo de proporcionar mais cenários para a simulação e abrir mais opções de análise para o método existente e o método novo de armazenar o material.

Assim, é possível observar as duas formas de armazenar com diferentes intervalos de tempo de abastecimento de máquina. Um intervalo de tempo mais curto, com distribuição triangular de 15, 20 e 25 minutos, e um intervalo de tempo mais longo, com distribuição triangular de 35, 40 e 45 minutos.

Tabela 4: Controlo referente aos minutos que demora uma ModelEntity a sair da Source.

Source1_InterarrivalTime (Minutes)
Random.Triangular(15 , 20 , 25)
Random.Triangular(15 , 20 , 25)
Random.Triangular(35 , 40 , 45)
Random.Triangular(35 , 40 , 45)

Os dados obtidos, tanto para o controlo principal como para o controlo secundário, foram obtidos através de conversas com operadores. No caso do controlo principal, a probabilidade reflete a que foi transmitida pelos operadores. No caso do controlo secundário, os operadores revelaram que ‘não era sempre o mesmo tempo’, mas que seria necessário abastecer ‘perto de meia em meia hora’. Decidiu-se então simular um pouco acima e um pouco abaixo dos 30 minutos.

4.4 Análise de resultados

Após explicado o funcionamento do modelo, é necessário proceder à análise de resultados. A análise será segmentada em diferentes partes. Em primeiro lugar, será analisado a que corredores o operador precisou de ir, depois, a distância percorrida pelo operador, e finalmente, o tempo perdido pelo operador. Em todas estas partes serão comparados os cenários do modelo existente e do modelo novo. Assim, será comparado o cenário 1 com o cenário 2, e, o cenário 3 e o cenário 4, ou seja, compara-se primeiro

os cenários em que é preciso abastecer a máquina segundo uma distribuição triangular de 15, 20 e 25 minutos e depois os cenários com a distribuição triangular de 35, 40 e 45 minutos. De forma a facilitar, quando comparando o cenário 1 e 2 irá chamar-se cenário de menor tempo e quando comparando o cenário 3 e 4 irá chamar-se cenário de maior tempo.

As análises tiveram por base as dez repetições feitas para cada cenário. Para todas as análises serão considerados os valores médios das repetições (por exemplo, a média da distância percorrida nas repetições), os mínimos (por exemplo, o valor mais baixo da distância percorrida entre todas as repetições) e os máximos (por exemplo, o valor mais alto da distância percorrida entre todas as repetições).

4.4.1 Análise aos corredores

Cenário de Menor Tempo

Analisando primeiro os cenários em que é necessário abastecer a máquina segundo uma distribuição triangular de 15, 20 e 25 (Figura 31), podemos observar que em ambos os cenários, em média foi necessário ir ao armazém 48,7 vezes. Como é expectável no cenário 2, o *Worker* foi apenas ao corredor B, isto porque, o material estava apenas nesse corredor.

Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Scenario1				Scenario2				
					Average	Minimum	Maximum	Half Width	Average	Minimum	Maximum	Half Width	
Corredor_F	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	1,2000	0,0000	3,0000	0,8750					
Corredor_E	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	4,7000	0,0000	9,0000	2,0800					
Corredor_D	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	8,0000	5,0000	11,0000	1,3050					
Corredor_C	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	9,3000	6,0000	13,0000	1,7210					
Corredor_B	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	24,3000	9,0000	21,0000	2,4560	48,7000	48,0000	50,0000	0,5880	
Corredor_A	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	11,2000	8,0000	15,0000	1,6450					

Figura 31: Corredores que o Worker teve de ir nos cenários 1 e 2.

Já no que se refere ao Cenário 1, em termos médios, o corredor B foi onde o operador mais vezes teve de ir buscar a matéria-prima e o corredor F onde foi menos vezes. É importante dizer que mais de metade das vezes (52%) o operador foi aos dois primeiros corredores. (A e B).

Cenário de Maior Tempo

Analisando agora os cenários 3 e 4 (Figura 32), em média foi necessário ir ao armazém 24,8 vezes. No cenário 4, por obrigação, o operador só foi ao corredor B.

Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Scenario3				Scenario4				
					Average	Minimum	Maximum	Half Width	Average	Minimum	Maximum	Half Width	
Corredor_F	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	0,6000	0,0000	2,0000	0,5001					
Corredor_E	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	2,5000	0,0000	5,0000	1,2729					
Corredor_D	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	3,8000	2,0000	5,0000	0,7388					
Corredor_C	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	4,9000	3,0000	8,0000	1,0900					
Corredor_B	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	7,4000	4,0000	11,0000	2,1380	24,8000	24,0000	25,0000	0,3016	
Corredor_A	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	5,6000	3,0000	9,0000	1,2251					

Figura 32: Corredores que o Worker teve de ir nos cenários 3 e 4.

Similarmente ao cenário 1 e 2, o Corredor B foi o mais utilizado para ir recolher material e o Corredor F o menos utilizado. Mais uma vez, o Corredor A e B foram utilizados mais de metade das vezes (53%).

4.4.2 Análise à distância percorrida

Cenário de Menor Tempo

Analisando agora a distância percorrida pelo operador para ir recolher as matérias-primas (Figura 33), este cálculo foi feito pelo processo OnRunEnding descrito anteriormente. Assim, em média, no cenário 2, que corresponde ao método novo, o operador percorreu apenas 194,8 metros no dia de trabalho. Como apenas necessitava de se dirigir ao mesmo local, não existiu grandes oscilações entre as diferentes simulações, percorrendo no mínimo 192 metros e no máximo 200 metros. Já no cenário 1, onde foi usado o método existente, a média da distância percorrida foi mais que o dobro (percorreu mais 221,6 metros que o cenário 2). Mais negativo ainda é o facto de a diferença da mínima distância percorrida e da máxima serem de mais de 100 metros e, ainda, a comparação entre os máximos dos dois cenários, em que a diferença é de 264 metros.

Data Source	Category	Data Item	Statistic	Scenario 1				Scenario 2			
				Average	Minimum	Maximum	Half Width	Average	Minimum	Maximum	Half Width
StateStatistics1	UserSpecified	StateValue	FinalValue	426,4000	332,0000	484,0000	27,6892	194,8000	192,0000	200,0000	2,3956

Figura 33: Distância total percorrida pelo Worker nos cenários 1 e 2.

Cenário de Maior Tempo

Nos cenários 3 e 4 (Figura 34) seria expectável que a quantidade percorrida fosse menor, por ter de reabastecer a máquina menos frequentemente. No cenário 4 (método novo), o operador percorreu em média 98,8 metros. Entre o valor mínimo (96 metros) e o valor máximo (100 metros) o operador percorreu apenas mais 4 metros, o que demonstra uma grande consistência. No cenário 3 (método existente) o operador percorreu em média 209,6 metros, mais 110,8 metros que no cenário 4. Mais uma vez, neste cenário, salta à vista a inconsistência, sendo a diferença entre o mínimo e o máximo de 84 metros. Esta inconsistência (do cenário 1 e 3) pode ser explicada pelo facto de, contrariamente ao modelo novo, o existente obriga a deslocações pequenas (2 e 4 metros) e deslocações grandes (8 e 10 metros), criando grandes amplitudes de metros percorridos entre as diferentes repetições.

Data Source	Category	Data Item	Statistic	Scenario 3				Scenario 4			
				Average	Minimum	Maximum	Half Width	Average	Minimum	Maximum	Half Width
StateStatistics1	UserSpecified	StateValue	FinalValue	209,6000	176,0000	260,0000	32,0150	98,8000	96,0000	100,0000	2,3821

Figura 34: Distância total percorrida pelo Worker nos cenários 3 e 4.

4.4.3 Análise ao tempo gasto pelos operadores

Cenário de Menor Tempo

Progredindo agora para a análise ao tempo gasto pelos trabalhadores com a deslocação ao armazém (Figura 35), vemos que o modelo existente consome mais tempo que o modelo novo. No cenário 2, foi gasto 5,8 por cento, em média, do tempo de trabalho do operador no armazém, sendo que, isto equivale a 55 minutos e 41 segundos de um dia de trabalho (16 horas). O mínimo de tempo gasto foi de 54 minutos e 8 segundos e o tempo máximo foi de 57 minutos e 19 segundos. Já no cenário 1, em média foram gastos 59 minutos e 2 segundos. O mínimo de tempo gasto neste cenário foi de 57 minutos e 13 segundos e o máximo de tempo gasto foi de 1 hora e 1 minuto e 20 segundos. Em termos comparativos, o cenário 2 permite que se poupe, em média, mais de 3 minutos por dia aumentando, ligeiramente, a produção. A maior diferença surge comparando o máximo de tempo gasto por cada cenário, o que equivale a quase 4 minutos.

Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Scenario1				Scenario2			
					Average	Minimum	Maximum	Half Width	Average	Minimum	Maximum	Half Width
Worker1[1]	[Resource]	Capacity	ScheduleUtilization	Percent	6,1502	5,9603	6,3888	0,0222	5,7966	5,6436	5,9691	0,0772

Figura 35: Percentagem de um dia de trabalho gasto pelo Worker no armazém nos cenários 1 e 2.

Cenário de Maior Tempo

Analisando por último os cenários 3 e 4 (Figura 36), como seria de esperar as diferenças são mais pequenas. Em média o cenário 4 gastou menos 1 minuto e 44 segundos no armazém do que o cenário 3 (29 minutos e 57 segundos do cenário 3 e 28 minutos e 13 segundos no cenário 4). As diferenças são parecidas comparando o tempo mínimo gasto dos dois cenários (menos 57 segundos no cenário 4) e o tempo máximo gasto dos dois cenários (menos 2 minuto e 7 segundos no cenário 4).

Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Scenario3				Scenario4			
					Average	Minimum	Maximum	Half Width	Average	Minimum	Maximum	Half Width
Worker1[1]	[Resource]	Capacity	ScheduleUtilization	Percent	3,1209	2,9449	3,2204	0,0385	2,9447	2,8209	3,0048	0,0469

Figura 36: Percentagem de um dia de trabalho gasto pelo Worker no armazém, cenários 3 e 4.

4.5 Conclusão

Em forma de conclusão, os cenários simulados tendo em conta o método existente, 'obrigaram' o operador a percorrer mais metros e a desperdiçar mais tempo no armazém do que no modelo novo. Observando apenas por este prisma, é fácil de perceber que o modelo novo serve melhor a empresa que o modelo existente. Mas apesar de ser mais eficiente em termos de abastecimento da máquina de adesivar, este método exige que se torne menos eficiente o armazenamento de materiais. O ponto fulcral é saber se a melhoria da eficiência do abastecimento da máquina referida compensa a menor eficiência no método de armazenamento.

Começando por analisar a melhoria da eficiência do abastecimento da máquina, observamos que diariamente, o operador diminui o tempo gasto no armazém, em média, em 3 minutos e 21 segundos no cenário de menor tempo e 1 minuto e 44 segundos no cenário de maior tempo. Transformando o tempo ganho com este método num mês (22 dias de trabalho), sabe-se que, por mês, os operadores trabalham na máquina mais 1 hora 13 minutos e 40 segundos (cenário de menor tempo) e 38 minutos e 8 segundos (cenário de maior tempo).

Explicando agora a menor eficácia no método de armazenamento, a perda de espaço no armazém é de seis janelas de *racks* no andar do chão. Essa perda nunca é total, visto que, é esperado que os operadores do armazém nunca permitam que esses *racks* fiquem vazios, abastecendo esses *racks* com matéria prima para a máquina de adesivar. É importante referir ainda que, apesar de o armazém ser por vezes curto para as necessidades da empresa, isso nota-se mais quando chega muita matéria-prima no mesmo dia. Sendo que no dia-a-dia é possível observar alguns espaços dos *racks* vazios o uso de apenas seis janelas fixas torna-se assim quase irrelevante.

Assim, é possível concluir que utilizando o novo método, apesar de poder ter (um mínimo) impacto negativo na zona do armazém, este impacto é superiorizado por um melhor rendimento na zona de produção.

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Além da simulação anteriormente descrita, também existiram 3 outras propostas de melhoria. Essas propostas têm influência não só no armazém da empresa, mas também em todo o Departamento de Logística. O calendário, envolveu a elaboração de um quadro que permitisse um melhor visionamento da chegada de caminhões de fornecedores, tendo como local de foco os escritórios do Departamento de Logística. Mais diretamente nos armazéns, foi efetuada uma melhoria na Gestão Visual da empresa. Como é sabido, apesar de ser uma parte que por vezes é entendida como menos importante, não o é, conduzindo a empresa a um desempenho mais eficiente e mais dinâmico. A última proposta envolve uma análise aos gastos da empresa com a saída de mercadoria para clientes.

5.1 Calendário de Fornecedores

A primeira melhoria implementada foi o Calendário de Chegada de Fornecedores. Antes da implementação do calendário existiam dois obstáculos que criavam problemas para a empresa. Um dos problemas estava relacionado com a visualização da chegada dos fornecedores pelos responsáveis. Apesar de estar disponível eletronicamente, essa informação não era clara nem fácil de se perceber, criando por vezes confusão sobre o dia de chegada de determinado fornecedor. Outro dos problemas era uma comunicação ineficaz entre a chefia e os operadores. Este problema fazia com que existissem ocasiões em que chegavam caminhões para descarregar e os operadores não estavam preparados. Posto isto, o objetivo era criar uma solução física, fácil de se perceber e que permita fazer alterações de forma eficaz. Optou-se inicialmente por aproveitar o quadro existente no escritório para fazer um calendário que dividisse duas semanas ('Semana 11' e '12', no quadro, que correspondiam às semanas do ano) na parte mais à esquerda do quadro, nos seus dias de trabalho ('2ª' a '6ª' feira) na linha superior do quadro e cada dia de trabalho em manhã ou tarde ('M' ou 'T') na coluna a seguir à coluna das semanas (Figura 37).

		2º	3º	4º	5º	6º
Semana 11	M	Plusfelt	F2K	JOMAFIL		
	T					
Semana 12	M	PLUSFELD NITTO			SANDLER	
	T	BONDFIX				

Figura 37: Quadro inicial dedicado ao calendário.

O objetivo passava por escrever o nome do fornecedor no retângulo respectivo à altura do dia, do dia da semana e de que semana que iria chegar o caminhão. Usando um exemplo do quadro, é esperado que o fornecedor 'F2K' entregue a sua carga na semana 11, na 3ª feira de manhã. Decidiu-se não especificar em termos horários porque revelou-se difícil ter este conhecimento, principalmente porque era necessário ter essa informação na semana anterior à entrega. Outro dos motivos foi por não existirem muitos descarregamentos por dia. Este quadro inicial foi usado como experimentação, e embora tenha sido uma forma de utilizar os recursos existentes, tinha alguns problemas, primeiro em termos de espaço, não era suficiente e segundo em termos de pragmatismo, pois era necessário apagar e escrever sempre que era necessário alterar alguma coisa. Por isso, escolheu-se manter o formato do quadro, mas expandi-lo e decidiu-se usar outro material para que fosse mais fácil alterar o quadro. Esta nova versão (Figura 38) permitiu assim expandir o potencial do calendário.



Figura 38: Quadro final dedicado ao calendário.

Em primeiro com o aumento do espaço disponível, conseguiu-se planear três semanas de cada vez, ao invés de apenas duas semanas. Além disso, com a troca de material utilizado tornou-se possível alterar de forma mais rápida os fornecedores de lugar no quadro. A lógica do quadro continua igual, estando dividido por semanas (agora com mais uma semana) na coluna mais à direita, em dias da semana ('2ª feira' e '6ª feira') na primeira linha do quadro e em momentos do dia ('Manhã' e 'Tarde') na segunda coluna do quadro. Os dias da semana, assim como os fornecedores, passaram de serem escritos num quadro para serem bocados de papel plastificado presos no quadro de cortiça com pionés. Esta alteração foi fundamental no caso dos fornecedores pois facilita a deslocação de um retângulo para outro, quando é necessário alterar o momento em que o camião de dado fornecedor chega.

O processo para a calendário necessitou de ser sistematizado entre os diversos colaboradores, especialmente o Responsável pela Logística (RL) e o Responsável pela Receção (RR), sendo que RL trabalha no escritório e RR no armazém. O processo é o seguinte:

- Todas as sextas-feiras, RL teria de atualizar o quadro (figura 38) para as três semanas seguintes, com especial incidência na próxima semana.

- No final do dia de sexta-feira, RL e RR reúnem para discutir as marcações efetuadas, sendo possível haver uma tentativa de alteração. Por exemplo, alterar uma entrega de segunda-feira para terça-feira para não sobrecarregar os operadores na segunda-feira.
- Após a reunião, e se necessário, RL deverá contactar fornecedores e/ou transportadora para alterar o dia de entrega de mercadoria, e deve atualizar o quadro.
- Durante toda a semana, RR deverá, no início do dia, comunicar aos restantes operadores da receção quais as receções de materiais que serão feitas nesse dia. No final de cada dia RR deve reunir com RL para reportar sobre as incidências desse dia e perspectivas para o seguinte.
- No final do dia de sexta-feira deve-se repetir o processo.

Assim, existem duas pessoas com responsabilidade para que o processo de calendarização ocorra de forma eficiente e não crie problemas para a empresa. RL tem a responsabilidade de marcar com os fornecedores a data de entrega das matérias-primas e assegurar que a data marcada é cumprida. Além disso RL deve estar ciente dos recursos da empresa e não sobrecarregar os trabalhadores com demasiadas receções para fazer num determinado dia.

No que diz respeito a RR, as suas responsabilidades são: fazer com que a informação seja difundida por todos os operadores da zona de receção, reportar sobre falhas com o calendário e manter a zona de receção pronta para que, chegando um camião, esteja tudo pronto para descarregar.

5.2 Gestão Visual

A gestão visual é algo que qualquer empresa necessita para se tornar eficiente e sistemática na utilização de recursos. Este tipo de gestão ajuda os operadores a realizar as suas intervenções na empresa e devem ser continuamente melhoradas, por isso, era também uma ambição da empresa aumentar a qualidade e quantidade deste tipo de ajuda. O principal local intervencionado foi no armazém de matérias primas, mas também aconteceu em outros locais da empresa.

5.2.1 Identificadores com código de barras

Uma das fases dos processos de armazenamento passa por ‘pistolar’ o lugar onde se armazenou o produto. Apesar desta fase ser fundamental para que o processo seja eficiente, em cerca de metade dos *racks* do armazém não era possível ‘pistolar’ automaticamente o *rack* com o PDA, por falta do código de barras, e muito deles estavam danificados, como a parte da esquerda da Figura 39.



Figura 39: Exemplo de um identificador antigo e de um identificador novo.

Depois de encontrados os identificadores de *racks* com problemas, procedeu-se à troca dos identificadores por novos, já com o código de barras para poder enviar digitalmente as matérias primas da receção para o armazém de matérias primas e do armazém de matérias primas para a produção. Na Figura 39, a seta indica a que *rack* pertencem, o U indica que pertence ao armazém de matérias-primas, e os números a que janela de *rack* pertencem, sendo as janelas de baixo na imagem, U90 e U130, pertencem ao andar de baixo e seguindo sucessivamente com os “andares” representados na imagem imitar cada um dos 4 andares do armazém.

5.2.2 Identificadores de matérias primas

A principal estratégia de armazenamento da empresa é primeiro espaço livre. Foi, porém, definido, pela empresa, que as matérias-primas que precisavam de ser utilizadas pela máquina de adesivar teriam um

lugar fixo e específico no armazém, nos *racks* mais perto da máquina. A Figura 40 ilustra a identificação colocado num dos *racks*.



Figura 40: Exemplo de um identificador de matérias primas.

Não sendo comum a utilização e lugares fixos no armazém pode ser confuso para os operadores esta situação. Para auxiliar os operadores, foram colocados identificadores em todos os *racks* que usavam a nova estratégia de lugar fixo. Nos identificadores é possível saber a janela do *rack* onde arrumar (na Figura 40, com a direção das setas), o código do produto (MA50110-10XXX) e o nome com que os operadores mais facilmente identificam (T049). A utilização dos identificadores teve como objetivo prevenir erros e ajudar os operadores a colocar a matéria-prima nos sítios corretos. Além disso, facilita também a verificação de quais os produtos com em risco de quebra de stock.

5.3 Análise de gastos com saída de mercadoria

Apesar do foco do projeto estar relacionado com o armazém de matérias-primas, foi também realizada uma análise a gastos relativos à saída de mercadorias. Essa análise é relativa a uma base de dados de vendas com o limite temporal de 5 meses, entre o início de janeiro e final de maio, com um total de 3234 observações. Foram analisadas diferentes ocorrências relacionado com custos com a transportadora, custos com envio de peças urgentes, e uma análise de possibilidade de diminuição de custos.

5.3.1 Custos com transportadora

Para satisfazer a necessidade dos clientes é necessário realizar a entrega das mercadorias. Essa entrega pode ser transportada de diversas formas. Se ficar a cargo da Stokvis Celix, poderá ser contratada uma transportadora para fazer esse serviço ou poderá ser usado transporte próprio da empresa, sendo, no entanto, utilizado apenas em entregas em localizações perto da fábrica. Se o transporte ficar a cargo do cliente, surgem as mesmas opções. O cliente poderá contratar uma transportadora para fazer a recolha dos produtos ou poderá ser o cliente a utilizar transporte próprio. A importância desta análise reside apenas nos custos de transporte da empresa, ou seja, nas ocorrências onde a Stokvis Celix contrata outra empresa para realizar o transporte. No que toca às outras formas de enviar o material para o cliente seria necessário saber quanto é que a empresa paga por transporte, ou, no caso de ser a empresa a transportar com transporte próprio a única forma de diminuir os custos seria através de otimização das rotas, algo que não foi considerado fulcral para a empresa, de momento.

Primeiro é importante distinguir entre as transportadoras de caixas e de paletes. As transportadoras de caixas são transportadoras de entregas rápidas (U^* , T^* e N^*) e que apenas entregam pouca quantidade de material, normalmente amostras ou reposição por erros em entregas. Já as transportadoras de paletes, são as principais transportadoras contratadas pela Stokvis Celix, com destaque para duas que tinham acordos de transporte com a empresa, K, de janeiro até à primeira semana de março, e a T2, da primeira semana de março até final de maio.

A análise aos custos com as transportadoras indica também uma relação com os países de destino da carga, o que facilita encontrar a melhor situação para cada país. Foi assim elaborada uma matriz que relaciona o preço que cada transportadora faz para cada país. Ainda sobre a tabela, refere-se que os valores indicam o preço cobrado por palete ou por caixa (T^* , U^* e N^*) por cada transportadora relativamente a cada país. Na tabela 5 foram também destacados os melhores preços disponibilizados para cada país, sendo que, um estudo feito apenas com base nos preços mais baixos por país poderá ser enganador, como iremos observar depois.

Tabela 5: Comparação de preços entre transportadoras para diferentes países.

	D1	E	K	N/CARRO	T1	U	V	V/CARRO	Z	T*	T*
Alemanha			90,33				102,71		27,44		
Bélgica		41,00					44,62		4,93		
Espanha	11,72	45,24	22,85		9,58		32,12	54,75			7,80
França	33,00		42,07				39,71	11,86	26,02	37,82	
Itália							91,20		12,74		
Holanda											
Marrocos	45,72										
Mónaco			81,40				89,74		48,31		
Polónia			90,78				95,39		10,18		
Portugal				107,14	16,54	17,89		16,28		30,64	8,80
Rep. Checa			69,17				91,53		21,38		
Turquia			215,90				272,81	150,00	23,61		

Iniciando pelas transportadoras de caixas, as 3 mais à direita da imagem acima e marcados com asterisco, podemos ver que não é possível obter conclusões definitivas. Pode-se, no entanto, referir que para distâncias menores, Portugal e Espanha, é maioritariamente utilizada a N*, e para distâncias maiores é utilizada maioritariamente a T*.

No que diz respeito às transportadoras de paletes a análise já é mais complexa. Começando pelo N/CARRO e V/CARRO, estes valores dizem respeito a transportes realizados com transportes que pertencem à Stokvis Celix ou pertencentes ao cliente, respetivamente, sendo por isso, desinteressante do ponto de vista do estudo. Comparando as duas transportadoras de maior relevância para a empresa, temos então um estudo entre as transportadoras K e T2. Como a Figura 41 indica de forma mais clara, os preços cobrados pela K são, com exceção a França, inferiores aos cobrados pela T2.

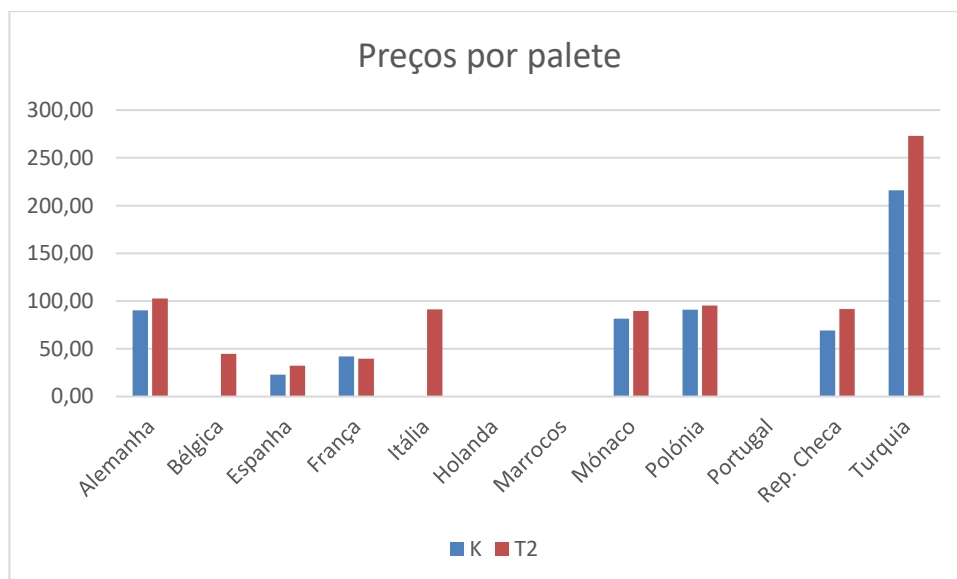


Figura 41: Comparação dos preços de K e T2 para diferentes países.

Posto isto, parece fazer pouco sentido a troca de uma empresa que realizava preços inferiores por uma mais custosa. O primeiro problema centra-se com o facto de a comparação se centrar em pouca duração

e em meses diferentes, 2 meses de K e 3 meses de T2. O segundo está relacionado com o facto de esses 2 meses coincidirem com os últimos 2 meses de acordo entre a Stokvis Celix e a K podendo, por isso, ter existido uma diminuição de preço de modo a tentar prolongar o acordo. Por último, e possivelmente o mais importante prende-se com o facto da troca para a T2 não ser feita devido a esta empresa realizar melhores preços, mas a problemas registados com entregas pela K.

Poderá então afirmar-se que a análise aos preços das transportadoras poderá ter sido pouco interessante, visto que, não se obteve conclusões claras sobre qual é a transportadora mais barata, mas, isso não seria verdade. Em primeiro lugar, obteve-se uma visão geral dos custos da empresa com a saída de materiais, que poderá ajudar a rever os custos que a empresa atribui aos seus clientes pelo transporte. Em segundo lugar, esse novo conhecimento poderá levar a empresa a repensar a utilização de certas transportadoras. Por fim, e mais especificamente, a empresa pode tentar negociar os preços praticados pela T2, tendo por base, os menores preços que eram praticados pela K.

5.3.2 Custos com urgências

As saídas de materiais nem sempre se referem a saídas de produto acabado vendido a um cliente. No quotidiano da empresa existem também diversos objetos que se classificam como saídas de material, mas que não são necessariamente o foco de vendas da empresa. Estas saídas, são normalmente de baixa quantidade e são na sua maioria amostras de peças para obter a aprovação de produção dos clientes. São também aqui considerados os materiais que são enviados ao cliente para repor erros de envios anteriores. Todas estes envios são chamados de urgências. Com os dados recolhidos foi possível estabelecer o gráfico seguinte (Figura 42).

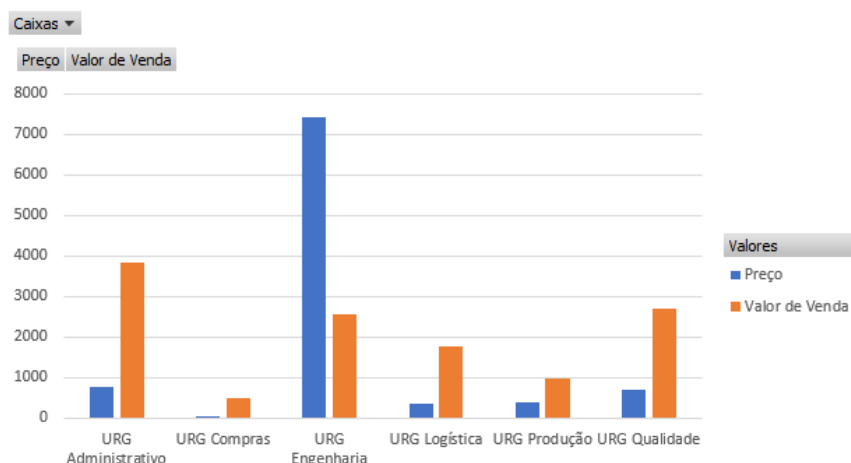


Figura 42: Comparação dos gastos e dos ganhos com urgências nos diversos departamentos da empresa.

O gráfico (Figura 42) transmite três considerações, sobre cada área da empresa. As áreas da empresa estão na parte de baixo do gráfico antecedido por 'URG', significando que o que está acima refere-se a

urgências dessa área da empresa. As duas considerações recolhidas foram: o 'Preço', que indica qual o custo total que cada seção despendeu com os envios de urgência, e o 'Valor de Venda', que informa o valor recebido total com os envios de urgência.

Analisando o gráfico, observamos que apenas o Departamento de Engenharia apresenta prejuízo, tendo todos os outros departamentos o 'Valor de Venda' superior ao 'Preço'. Isto é explicável, por ser do Departamento de Engenharia que são enviadas as amostras para os clientes. Estas amostras são apenas exemplos para aprovação do cliente para posterior fabricação de peças. Assim, não é possível haver rentabilização financeira destas peças.

Concluindo, apesar do facto do Departamento de Engenharia dar prejuízo ser uma situação normal, esta análise poderá incentivar a empresa a ser mais eficiente. Poderá tentar alcançar esse objetivo diminuindo os gastos ou tentando aumentar as receitas com os envios urgentes.

5.3.3 Análise de envios de mercadoria para clientes

A última análise feita com a base de dados de envios para clientes é mais complexa e envolve diversas variáveis. A intenção inicial seria examinar os clientes da empresa e diminuir os gastos com os mesmos. Primeiramente, decidiu-se que nem todos os clientes seriam interessantes para ser estudados, nomeadamente, clientes que nos 5 meses de análise teriam efetuado menos de 10 encomendas à empresa. Dessa separação sobraram as empresas da Tabela 6.

Tabela 6: Análise de envios de principais clientes.

Zona	Número	Transportadora	Ocorrência	Regular	Média de Paletes	Preço Médio	Valor Médio do Material	% Preço Transportes por
Galiza	149138	T2	15 dias	Não	1	50,00	1 000,00	5,0%
	388	WCarro	3x Semana	Sim	5	-	Não Relevante	Não Relevante
	533	T	Diário	Sim	14	130,00	5 746,00	2,3%
	1043	T	15 dias	Sim	2	30,00	1 241,00	2,4%
	755	WCarro	Semanal	Sim	1	-	Não Relevante	Não Relevante
Valencia	80249	T2	Semanal	Sim	1	55,00	1 650,00	3,3%
	962	T2	Semanal	Sim	16	294,00	4 931,00	6,0%
	996	WCarro	Semanal	Sim	18	-	Não Relevante	Não Relevante
Barcelona	617	WCarro	Semanal	Sim	1	-	Não Relevante	Não Relevante
	80303	T2	15 dias	Não	2	150,00	2 411,00	6,2%
	1017	N*	Semanal	Sim	4ca	27,00	1 317,00	2,1%
Centro Norte	706	T2	15 dias	Sim	6	175,00	9 446,00	1,9%
	571	N*	Semanal/15 dias	Não	3ca	20,00	259,00	7,7%
	149113	T2	Semanal	Sim	6	140,00	9 204,00	1,5%
	974	N*	15 dias	Sim	2ca	16,00	269,00	5,9%
	149147	T2	15 dias	Sim	1	36,00	797,00	4,5%
França Oeste	149097	WCarro	2x Semana	Sim	3	-	Não Relevante	Não Relevante
	987	T2	15 dias	Sim	4	210,00	3 651,00	5,8%
França Este e Alemanha	1020	T2	Semanal	Sim	17	600,00	5 478,00	11,0%
	414	WCarro	4x Semana	Sim	5	-	Não Relevante	Não Relevante
Alemanha Oeste	493	T2	15 dias	Não	2	100,00	1 934,00	5,2%
	491	T2	Semanal	Sim	1	118,00	3 000,00	3,9%
França Norte e Bélgica	799	WCarro	Semanal	Sim	3	-	Não Relevante	Não Relevante
	149042	WCarro	3x Semana	Sim	10	-	Não Relevante	Não Relevante
	235	T2	Semana	Sim	8	275,00	5 168,00	5,3%
	945	WCarro	Semana	Sim	3	-	Não Relevante	Não Relevante
	515	WCarro	3x Semana	Sim	2	-	Não Relevante	Não Relevante
Leste Europeu	1008	T2	Semanal	Sim	4	360,00	3 610,00	10,0%
	862	T2	Semanal	Sim	3	270,00	3 158,00	8,5%
	528	WCarro	Semanal	Não	5	-	Não Relevante	Não Relevante
Inglaterra	433	WCarro	Semanal	Sim	1	-	Não Relevante	Não Relevante
	549	D	Semanal	Sim	3	-	Não Relevante	Não Relevante
Marrocos	728	WCarro	Semanal	Sim	5	-	Não Relevante	Não Relevante
	766	WCarro	Semanal	Sim	1	-	Não Relevante	Não Relevante

Para melhor compreensão da Tabela 6, urge uma explanação de cada uma das suas colunas.

- A coluna '**Zona**' diz respeito à localização geográfica de um '*hub*' de clientes, ou seja, uma concentração de empresas onde se pode agrupar clientes.
- A coluna '**Número**' diz respeito ao número do cliente nos registos da Stokvis Celix.
- A coluna '**Transportadora**' indica a transportadora que realiza a entrega dos produtos, estando cada uma demarcada com uma cor específica. Os nomes lá discriminados dizem respeito ao nome exato das transportadoras (T2, N*, T, D), com exceção a V/Carro, que, como foi indicado na análise às transportadoras, aponta para quando é o cliente a utilizar um transporte da própria empresa para realizar a transição do produto.
- A coluna '**Ocorrência**' mostra qual a periodicidade em que os clientes recebem encomendas da Stokvis Celix, sendo basicamente: 'Diário', uma receção por dia; 'Semanal', uma receção por semana; '15 dias', uma receção a cada 2 semanas; '2x semana', duas receções por semana e a mesma lógica para '3x semana' e '4x semana'.
- A coluna '**Regular**' está interligada com a coluna anterior e indica se a periodicidade é regular ou não. Caso seja 'Sim' no quadro, significa que é regular, caso seja 'Não' no quadro pode indicar duas coisas, ou não é regular por acontecer apenas de vez em quando, por exemplo, é semanal em alguns meses e não-semanal nos meses seguintes, ou não é regular por não ter nenhuma periodicidade, neste caso, foi feita uma média do número de envios pelo tempo de estudo (5 meses), optou-se por manter na mesma porque poderá ser uma forma da empresa acordar com o cliente essa periodicidade, de modo a que se torne mais eficiente.
- A coluna '**Média de Paletes**' aponta para a quantidade média de paletes (arredondado sem casa decimais, para cima) por envio. Nos números que são seguidos por 'cx' (4cx, por exemplo) ao invés de paletes a quantidade é por caixas.
- A coluna '**Preço Médio**' indica o preço médio dos envios efetuados para cada empresa (arredondados), ou seja, o gasto com a transportadora. Por nem sempre existirem gastos com transportadoras, quem efetua o transporte é o próprio cliente ('V/Carro') ou quem contrata a transportadora é o cliente ('DSV'), não há registos sobre o custo da transportadora, sendo, portanto irrelevante a análise dos custos para estes clientes.
- A coluna '**Valor Médio do Material**' refere-se ao valor recebido por encomenda ($\frac{\text{Valor Total do Material Enviado}}{\text{Número de Envios Efetuados}}$). Como na coluna anterior, as empresas que não envolvem a contratação de uma transportadora aparecem como 'Não Relevantes' por não serem relevantes.

- Por fim, a coluna '**% Preço Transportes por Valor**' diz respeito a que percentagem do valor da mercadoria corresponde ao custo de transporte ($\frac{\text{Preço Médio de transporte}}{\text{Valor Médio do Material}} * 100$). Em conformidade com as anteriores, as empresas que não envolve custos de transporte encontram-se como 'Não Relevantes'.

A Tabela 6 permite-nos assim retirar informações significativas sobre os clientes da Stokvis Celix. A um nível global, o conhecimento de qual a periodicidade dos envios para o cliente traz grandes vantagens. Em primeiro lugar, permite que seja feito um melhor planeamento, de modo a que, não existam excesso de camiões para carregar em alguns dias e poucos noutros dias. Depois, permite que os operadores preparem antecipadamente as paletes que precisam para os envios. Sabendo que, por exemplo, todas as terças-feiras é necessário enviar uma carga para o cliente '755' podem preparar no dia anterior essa carga.

Mais especificamente, e para os clientes onde são utilizados os transportes da T2, por serem os únicos com transportes de paletes contratados pela Stokvis Celix, foi feita uma estimativa da poupança que a empresa obteria se conseguisse negociar com os seus clientes uma menor quantidade de envios com maior quantidade de produto de cada vez. Esta medida teria o pressuposto que as entregas seguiriam uma periodicidade regular. Essa estimativa foi feita de forma individual, e pode ser consultada na Tabela 7.

Tabela 7: Estimativa de ganhos com diminuição de envios para clientes.

Zona	Número	Ocorrência	Q. Palete	Preço	Diferença
Galiza	149138	15 dias	1	50	
		Mensal	2	90	10
Valencia	80249	Semanal	1	55	
		15 dias	2	96	14
	Mensal	4	160	60	
	962	Semanal	16	294	
15 dias		32	480	108	
Barcelona	80303	15 dias	2	150	
		Mensal	4	250	50
Centro Norte	706	15 dias	6	175	
		Mensal	12	300	50
	149113	Semanal	6	140	
		15 dias	12	220	60
	149147	Mensal	24	280	280
		15 dias	1	36	
França Oeste	987	Mensal	2	55	17
		15 dias	4	210	
França Este	1020	Mensal	8	350	70
		15 dias	17	600	
	493	Semanal	34	750	450
		15 dias	2	100	
	491	Mensal	4	150	50
		Semanal	1	118	
França Norte	235	15 dias	2	200	36
		Mensal	4	300	172
	1008	Semanal	6	275	
		15 dias	12	500	50
Leste Europeu	862	Mensal	24	650	450
		Semanal	4	360	
	862	15 dias	8	450	270
		Mensal	16	530	910
		Semanal	3	270	
		15 dias	6	450	90
		Mensal	12	550	530

Inicialmente, é necessário diferenciar duas situações, cenário atual e potencial cenário. O cenário atual é fácil perceber o que é, e identifica-se na tabela pela primeira linha referente a cada empresa, por exemplo, a empresa '149138' tem como cenário atual '15 dias' e a empresa '80249' tem 'Semanal'. O potencial cenário refere-se à situação que pode ser explorada pela empresa usando uma ocorrência menos frequente. Pode ser identificado na tabela pela(s) linha(s) abaixo da situação atual até à situação atual de outra empresa, por exemplo, a empresa '149138' tem como potencial cenário a ocorrência 'Mensal', já a empresa '80249' tem como potencial cenário tanto '15 dias' como 'Mensal'.

As colunas da Tabela 7 são quase todas iguais ao quadro anterior, com a exceção da última. Esta coluna denominada de '**Diferença**' é a coluna que nos mostra a poupança que se obtém com uma ocorrência menor. A fórmula para calcular esta diferença é $(Pa \times \frac{Qb}{Qa}) - Pb$, sendo que:

- Pa – Preço com ocorrência atual
- Pb – Preço com ocorrência potencial
- Qa – Quantidade com ocorrência atual
- Qb – Quantidade com ocorrência potencial

Os valores para a quantidade de material para os potenciais cenários foram calculados de forma simples, multiplicando em função do aumento de dias, por exemplo, duplicar a quantidade do material quando se passava de 'Semanal' para '15 dias' e de '15 dias' para 'Mensal'.

No que diz respeito ao preço dos potenciais cenários foram obtidos de duas formas. Primeiro, através da consulta na base de dados de envios de quantidades do cenário potencial para a mesma empresa. Segundo, consultando os responsáveis pelo contacto com a transportadora, que deram a estimativa aproximada para o preço do cenário potencial.

Como é visível na última coluna deste quadro, as vantagens do novo cenário variam entre pequenos e grandes valores, recomendando-se, portanto, iniciar por esses maiores valores os contactos para os novos cenários. Além de diminuição do custo de transportes existem outras áreas positivamente afetadas por este novo cenário. O planeamento da produção fica mais facilitado com a normalização das entregas, pois a empresa sabe qual o dia em que será enviado o produto adiantadamente ficando melhor preparada para o produzir, o stock de produto acabado também diminui, visto que, se consegue fazer um melhor controlo do inventário e a produção pode produzir o material *just-in-time* para o carregamento. Iria trazer ainda, melhorias com o tempo gasto pelos operadores em carregamento de materiais, como o número de envios iria diminuir, os operadores teriam mais tempo para efetuar novas tarefas.

Tendo em conta que uma medida como esta engloba diversos departamentos (Logística, Compra, Produção) e ainda, contactar tanto com a transportadora como com clientes é provável que, sendo possível a sua implementação, só serão visíveis os seus resultados a longo prazo.

Ainda em relação à base de dados fornecida, e tendo em conta a Tabela 7, foi ainda apresentada mais uma proposta. Esta proposta tinha como objetivo juntar as cargas das empresas que ficam na mesma zona de modo a que fosse apenas um camião para essa zona ao invés de mais (Tabela 8).

Tabela 8: Aglomeração de clientes

Zona	Ocorrência	Número	Qtd. Paletes
Valencia	15 dias	8024+962	34
Centro Norte	Mensal	706+149113+149147	38
França Este	15 dias	1020+493+491	38
Leste Europe	Mensal	1008+862	28

Na Tabela 8, com colunas parecidas com os quadros anteriores, é possível ver a localização da empresa, sob a coluna '**Zona**', qual a periodicidade ideal, em '**Ocorrência**', quais as empresas cujas cargas se uniriam, em '**Número**' e a quantidade que resultaria dessa união, em '**Qtd. Paletes**'.

Esta última Tabela tem escassez de dados o que não permite uma grande análise, faltando essencialmente o preço do novo cenário e a poupança, se existente, que conseguiria a empresa. Além disso, se a análise da Tabela 7 previa uma dificuldade de implementação, devido à articulação entre

empresas necessária para que fosse possível, a Tabela 8 dilata ainda mais essa dificuldade, pois além de ter de existir um acordo entre a Stokvis Celix e seus clientes, teria também de se criar uma forma de cooperação entre os próprios clientes de modo a receber as encomendas no mesmo envio. Apesar destes contratempos, fica mesmo assim a hipótese da empresa, desenvolvendo um pouco mais a proposta, se aproveitar de uma eventual forma de diminuir os custos de transportes tornando a empresa mais eficiente.

6. MELHORIAS FUTURAS

Além das propostas implementadas, existiram outras melhorias sugeridas que poderiam ter sido implementadas, mas não o foram. Os motivos foram variados, sendo os principais, a falta de tempo e a falta de condições para realizar essas propostas. Ainda assim, como veremos com o decorrer do capítulo, estas melhorias são importantes, até por algumas delas estarem ligadas a eventuais *upgrades* a propostas implementadas, como é o caso de melhorias no calendário de fornecedores que, apesar de o auxílio trazido por essa medida ter impactado positivamente a empresa, é possível torná-la ainda mais eficiente. Será também mencionado no capítulo o catálogo com material de compra e venda, que apesar de ter sido iniciado, não foi possível a sua finalização. A última melhoria descrita tem ligações à situação que levou à simulação efetuada no capítulo 4, e que incide sobre a utilização de *kanbans* de armazenamento estáticos no armazém de matérias primas.

6.1 Melhoria no Calendário de Fornecedores

Apesar da implementação ter afetado positivamente a empresa existem sempre melhorias a efetuar, sendo uma delas a consolidação de processos. Ao nível da chefia, é necessário haver um maior rigor e, até, firmeza com os fornecedores e com o cumprimento de datas estabelecidas. Ainda se registaram casos, e, por vezes, regulares, em que camiões chegavam para descarregar em dias diferentes aos agendados, por vezes com 2 dias de diferença. Como a contratação da empresa que entrega a mercadoria nem sempre é da responsabilidade da Stokvis Celix, entende-se que nesses casos possa haver, pontualmente, alteração de planos e dificuldade da empresa em adaptar-se às alterações, mas, nos casos em que é a empresa a contratar outra para receber a carga, deve haver rigor e exigência na data de entrega.

Já no caso dos operadores, notou-se que, regularmente, a zona de receção de materiais estava ocupada com mercadoria de dias passados. Entendendo que, por atrasos com a qualidade ou por outros motivos, de vez em quando possa existir algum atraso na transferência de materiais da zona de receção para o armazém, mas, este problema não pode ser regular. É necessário o operador responsável pela logística comunique quais as razões de isso acontecer. Caso o problema seja com o calendário, precisa de ser explicado ao responsável pelo departamento de logística que é necessário modificar o calendário. Caso seja um problema com a falta de espaço no armazém, já pressupõe uma maior dificuldade na resolução desse problema, ou com o aumento do armazém, que não parece ser uma opção realisticamente possível, ou com uma melhor gestão do stock, parece ser a opção mais provável.

6.2 Catálogo com Material de Compra e Venda

Ainda relacionado com a Gestão Visual, outro objetivo, que por falta de material não foi completamente acabado, foi a criação de um catálogo de compra e venda. Os artigos deste catálogo dizem respeito aos produtos que são comprados e quando chegam à empresa passam diretamente para a zona de armazém de produtos acabados para serem vendidos. Estes tipos de produtos são uma exceção na empresa e é por vezes complicado para os operadores pois, não sendo usual o contacto com este tipo de produtos é normal que haja um ligeiro desconhecimento. O problema nesse desconhecimento é que pode não existir um controlo eficiente dessas peças e passarem despercebidos erros. Para tentar resolver esses problemas decidiu-se fazer o catálogo para melhorar o controlo. O facto de permanecer como melhorias futuras deve-se ao facto de o catálogo não estar completamente terminado por falta de fotos de alguns desses produtos. Como podemos ver na Figura 43, o catálogo possui 2 fotos e a referência do produto. Devido a alguns dos produtos de compra e venda não estarem no armazém, não foi possível documentá-los, sendo esperado que seja feito no futuro próximo.

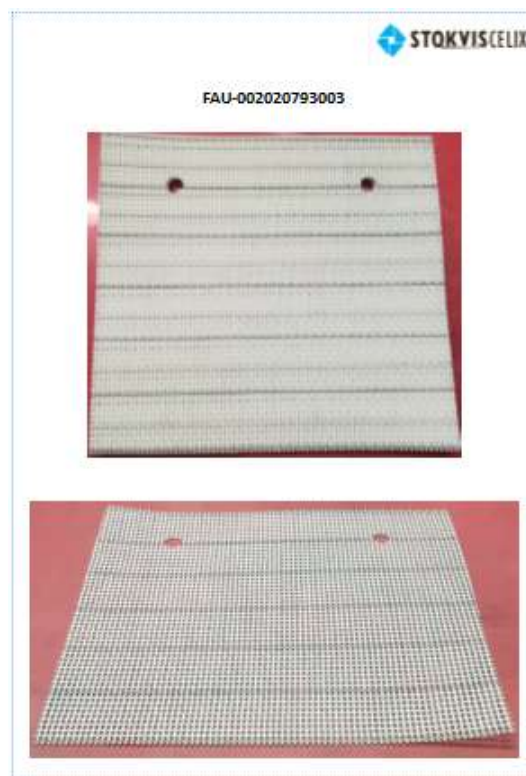


Figura 43: Exemplo do catálogo de materiais de compra e venda.

6.3 Quadro de *Kanbans*

A última melhoria que poderá ser implementada no futuro é a utilização de um Quadro de *Kanbans*. Como foi descrito no Capítulo 4, foi estabelecido que os produtos que eram usados na máquina de adesivar estariam dedicados a um lugar específico no armazém. Sendo que os lugares fixos de cada produto, correspondem apenas à parte inferior de um *rack*, o resto do inventário desse produto estão noutra parte do armazém.

Como é natural, alterações à realidade de uma empresa criam também novos problemas, sendo por isso necessário resolver esses novos problemas. Um dos problemas que se pretende prevenir é que ocorra uma quebra de stock nos produtos em stock fixo. Assim, era necessário criar uma opção de controlo de stocks, mas dedicada apenas a estes produtos, desejando-se, portanto, uma solução barata e de fácil utilização, que fosse intuitiva para os operadores. A opção pensada para futuramente implementar, era o Quadro de *Kanbans* (Figura 44). Os *kanbans* neste caso não iam com os produtos, mas estavam num sítio fixo.



Figura 44: Exemplo do quadro de Kanbans. Retirado e adaptado de:
http://towbar.com.br/loja/FotosProdutos_2/6547/07082015114039236444265412651f56we1f56ef1236r65.jpg

De uma forma semelhante ao da figura em cima, cada coluna era específica para cada produto. Como podemos observar na parte superior da coluna, estariam os nomes dos produtos. Abaixo dos nomes, estariam gavetas coloridas em escala. Esta escala serviria para imitar o nível de stock do produto, tendo cada cor um certo significado relacionado com o nível de stock e a necessidade de o repor:

- Verde – Nível de stock alto; Necessidade de reposição de stock nula
- Amarelo – Nível de stock médio; Necessidade de reposição de stock em breve
- Vermelho - Nível de stock baixo; Necessidade de reposição de stock alta

Para sinalizar o nível de stock no armazém é colocado na gaveta correspondente, um marcador parecido com o da imagem. Como se pode observar, quanto mais acima estivesse o marcador na gaveta, menor o nível de stock e, quando na escala passa de amarelo para vermelho é o momento para começar a repor o stock.

O processo seria o seguinte:

- Operador da máquina vai ao armazém recolher material para abastecer a máquina;
- Se necessário, atualiza no quadro o nível de stock do produto recolhido;
- Repete-se os dois pontos anteriores, enquanto os operadores do armazém supervisionam o quadro;
- Quando necessário, os operadores do armazém repõem os produtos nos lugares fixos e atualizam o quadro,

O processo do uso de *kanbans* teria de ser ensinado aos colaboradores de modo a que pudesse ser aplicado de forma eficiente e sem falhas. A que quantidade de stock correspondia cada nível da escala, teria de ser analisado, através de stock e dos gastos da empresa com o mesmo.

Nunca é demais frisar a importância de manter a supervisão sobre o quadro pois qualquer erro, ou falta de reposição por distração, pode trazer paragem não desejadas para a empresa.

7. CONCLUSÕES

Este projeto foi importante para perceber as dinâmicas necessárias para o desempenho de uma empresa e para entender a relevância do funcionamento eficiente do armazém.

Ao longo deste estudo foram realizadas pesquisas com o objetivo de encontrar soluções para os problemas da empresa nas áreas de receção e armazenamento de materiais.

Como foco principal da dissertação estabeleceu-se o desenvolvimento de um modelo de simulação, com a utilização do software de simulação SIMIO, que permitisse validar um novo método de abastecimento de máquina introduzido na empresa. Esta simulação serviu como termo de comparação entre o método existente e o método novo. O método novo propõe que o operador, quando necessitasse de reabastecer a máquina e fosse ao armazém recolher o material, não necessite de percorrer grandes distâncias, visto que, o material estaria no corredor mais perto da máquina. O objetivo desta medida seria diminuir o tempo gasto no armazém aumentando a produtividade. A simulação demonstrou a possibilidade de aumento de produção mensal entre 38 minutos e 8 segundos no cenário de maior tempo e 1 hora 13 minutos e 40 segundos no cenário de menor tempo. Sendo o único contratempo a este novo método a obrigação de existirem lugares fixos no armazém, e não sendo esta uma grande barreira, pode-se inferir que o novo método de abastecimento de máquinas traz um aumento da produtividade da empresa. Então, conclui-se que o método novo torne a empresa mais eficiente ao nível da produção.

Em termos de melhorias da empresa foram ainda tomadas três outras medidas. A primeira das medidas envolveu a criação de um calendário dos fornecedores. Este calendário surgiu como resposta a um problema da empresa com a deficiente comunicação entre os responsáveis de logística e os operadores do armazém. Este problema de comunicação fazia com que os operadores não estivessem prontos quando chegavam os camiões para descarregar e criava-se uma acumulação de materiais na zona de receção. O calendário consiste num quadro bissemanal que indica quais os fornecedores que descarregam na empresa em cada dia da semana. Assim, torna-se possível uma maior preparação na receção dos materiais. Não tendo sido possível quantificar a melhoria na empresa provocada por esta medida, é possível afirmar que a constante utilização do quadro valida a implementação desta medida. Também o maior conhecimento da chegada dos fornecedores por parte de todos os operadores torna esta uma medida de sucesso.

Outra proposta de melhoria implementada, é relativa à gestão visual. Foram incorporados dois tipos de identificadores: identificadores com códigos de barras e identificadores de matérias primas. Os identificadores com códigos de barras são usados pela empresa há algum tempo, mas, em algumas partes do armazém não existiam ou estavam inutilizáveis. Estes identificadores são importantíssimos

visto que permitem movimentar o material no sistema informático da empresa de forma rápida. Isto é, após retirar a matéria-prima de um *rack*, um operador passa com um PDA no código de barras, retirando também do sistema a matéria-prima. Os identificadores de matérias-primas, são identificadores criados para ajudar os operadores com o novo método de armazenamento (algumas matérias-primas têm locais fixos no armazém). Não sendo esta prática usual, estes identificadores foram colocados com o objetivo de evitar erros e tornar o processo de armazenamento mais rápido e eficiente.

A última melhoria efetuada foi uma análise aos custos de envios de mercadorias para clientes. Inicialmente foram estudados os custos que a empresa tinha com as diferentes transportadoras. A análise indicou que a transportadora que tem agora contrato com a empresa pratica preços acima aos praticados pela transportadora anterior. Depois foram analisados os custos com urgências. As urgências correspondem a saídas de baixa quantidade de material, sendo na sua essência amostra de peças para aprovação pelo cliente e reposição de erros de envios anteriores. Assim, concluiu-se que apesar do Departamento de Engenharia ter prejuízo com este tipo de envios, este prejuízo era necessário para o funcionamento da empresa. Finalmente, foram analisados os envios para os clientes. Dessa análise concluiu-se que poderia existir uma diminuição da quantidade de envios para certos clientes. O objetivo de tal medida seria diminuir os custos com o transporte de duas formas diferentes. A primeira seria diminuindo a ocorrência de entregas ao cliente, aumentando a carga transportada em cada entrega. A segunda forma seria agregando diferentes clientes, que se localizassem geograficamente perto, combinando a carga. Assim, pretende-se evitar que exista uma saída de dois camiões não completos para destinos próximos. É reconhecida, porém, a manifesta dificuldade em avançar com esta medida. Em primeiro lugar por ser uma medida a longo prazo, que exige uma modificação de processos em toda a empresa. Em segundo lugar por necessitar de uma grande compreensão por parte dos clientes. Os clientes além de terem de concordar com envios menos regulares, o que iria fazer aumentar o stock, teriam ainda de receber a mercadoria em concordância com outros clientes da mesma zona geográfica. A implementação de novas melhorias é um processo contínuo. Assim, como trabalho futuro, foram identificadas três melhorias possíveis. A primeira melhoria futura centra-se no calendário de fornecedores. Apesar do progresso na preparação dos operadores para a receção de mercadorias, alguns camiões chegavam em dias diferentes ao que era esperado, tornando a preparação ineficaz. A segunda melhoria é a criação de um catálogo de compra e venda. O objetivo desta medida seria ajudar os operadores a identificar os materiais de compra e venda. Estes materiais após serem rececionados passam diretamente para o armazém de produto acabado para serem vendidos. A falta de familiaridade com o produto pode levar a erros, erros esses que se desejam limitar

A última melhoria futura é a criação de um quadro de *kanbans* de apoio ao novo método de armazenagem. O objetivo deste quadro seria exercer um controlo de stock dedicado apenas às matérias primas de lugar fixo no armazém. Assim, espera-se que esta medida previna roturas de stock nesses materiais em específico.

Em suma, foi verificado que existem melhorias que poderão ser executadas e que poderão tornar a empresa mais eficiente. Estes pequenos passos para reduzir o desperdício são por vezes difíceis de descortinar e exigem o compromisso de todos os recursos humanos da empresa, desde a chefia aos operadores. A procura por melhorias não se deve estender apenas à área da receção e armazém, mas a todas as partes da empresa. Finalizando, salienta-se a importância das propostas referidas neste projeto que visam melhorar a eficiência da empresa, tendo ainda em conta o baixo investimento necessário para tal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banks, J. (1998). Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. Engineering and Management Press.
- Carvalho, J., Guedes, A., Arantes, A., Martins, A., Póvoa, A., Luís, C., Dias, E., Dias, J., Menezes, J., Carvalho, J., Ferreira, L., Carvalho, M., Oliveira, R., Azevedo, S., & Ramos, T. (2012). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento. Edições Sílabo, Lda.
- Casadevante y Mújica, J. (1974). A armazenagem na prática. Editorial Pórtico.
- Costa, J. P., Dias, J. M., & Godinho P. (2010). Logística. Imprensa da Universidade de Coimbra
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J. & Vieira S. (2009). Investigação-Ação: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. Revista Psicologia, Educação e Cultura (pp. 355-379).
- CSCMP (2013). Supply Chain Management Terms and Glossary. Retrieved from: https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921
- Dias, L. M. S., A. A. C. Vieira, G. A. B. Pereira, & J. A. Oliveira. (2016). "Discrete Simulation Software Ranking – a Top list of the Worldwide most Popular and Used Tools,". Winter Simulation Conference. Ed: T. M. K. Roeder, P. Frazier, R. Szechtman, E. Zhou, T. Huschka, and S. E. Chick. IEEE Press. Piscataway, NJ, USA. PP 1060-1071. ISSN:0891-7736 ISBN: 978-1-5090-4484-9. (<https://www.informs-sim.org/wsc16papers/095.pdf>)
- Emmet, S. (2005). Excellence in Warehouse management: How to minimise costs and maximise value. John Wiley and Sons Ltd.
- Gomes, C., & Ribeiro P. (2004). Gestão da Cadeia de Suprimento Integrada à Tecnologia de Informação. Pioneira Thomson Editora Ltda.
- Ingalls, R. G. (2008). Proceedings of the 40th Conference on Winter Simulation. In *WSC' 08 Winter Simulation Conference*. (pp. 3189).
- Kelton W. D., Sandowski R. P., & Sandowski D. A. (2002). Simulation with Arena. (2ª Edição). McGraw Hill.
- Moura B. C. (2006). Logística: Conceitos e Tendências. Centro Atlântico, Lda.
- Odum, H.T., & Odum, E.C. (2000). Modeling for All Scales, an Introduction to System Simulation. Academic Press.
- Pegden, C. D. (2007). SIMIO: A New Simulation System Based on Intelligent Objects. In *WSC '07 Proceedings of the 39th conference on Winter simulation: 40 years! The best is yet to come (pp. 2293-2300)*. IEEE Press
- Stephens, M. P., & Meyers, F. E. (2013). Manufacturing Facilities: Design & Material Handling (5ª Edição). Purdue University Press.