



Universidade Católica Portuguesa
Faculdade de Engenharia



**Proposta de melhoramento do processo de expedição de pasta
de papel**

Nuno Miguel de Oliveira Coutinho

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Industrial**

Júri

Presidente: Prof. Doutor Manuel Barata Marques

Vogais: Prof. Doutor Jorge Julião

Prof. Doutor Luis Fernandes Ferreira

Junho 2012

UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE SINTRA

Dissertação do Mestrado em Engenharia Industrial, elaborado por Nuno Miguel Oliveira Coutinho no âmbito de otimizar o processo de ligação entre a Fábrica e o Cais Comercial na empresa CELBI, orientado por Dr. Hermano Sousa (CELBI) e Professor Jorge Julião (UCP – FE).

Alqueidão, Maio 2012

“Ou escreves algo que valha a pena ler, ou fazes algo acerca do qual valha a pena escrever .” [**Benjamin Franklin**]

Agradecimentos

Aos professores da Universidade Católica Portuguesa, Pólo da Figueira da Foz e Pólo de Sintra pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Jorge Julião e pela sua disponibilidade e dedicação.

Um agradecimento muito especial ao Dr. Hermano Sousa por todo o apoio, dedicação e disponibilidade.

Aos meus amigos e colegas da universidade pelos bons momentos passados em Lisboa.

Aos meus pais, por tudo o que têm feito por mim desde sempre. Pela educação e apoio ao longo desta caminhada.

Nomenclatura

CCFF	Cais Comercial da Figueira da Foz
FSC	Forest Stewardship Council
BEKP	Bleaching Eucalyptus Kraft Pulp
ton	Toneladas
FIOS	Free In and Out and Stowed
FIFO	First In First Out
CUF	Companhia União Fabril
IPE	Investimentos e Participações Empresariais
CP	Comboios de Portugal
TOFC	Trailer on Flot Car
RORO	Roll-on-Roll-off
FF	Figueira da Foz
ISO	International Standard Organization
IPTM	Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos
SEF	Serviço de Estrangeiros e Fronteiras
APFF	Administração do Porto da Figueira da Foz
NOR	Notice of Readiness
DP	Desvio-Padrão
VAL	Valor Atual Líquido
TIR	Taxa Interna de Rentabilidade
PDP	Processo de desenvolvimento de produto

Resumo

O objetivo deste trabalho é a melhoria do processo de expedição de pasta de papel entre o local de produção e o cais comercial. A necessidade de melhorar o processo de expedição advém de um aumento de produção, tornando o sistema de expedição atual inadequado para a nova realidade.

É inicialmente realizado um estudo de forma a analisar a capacidade ao longo do processo de expedição atual.

Iremos comparar o transporte ferroviário com o rodoviário, analisando quais dos dois é o mais viável. Após este estudo, identificamos que o transporte ferroviário não é economicamente viável, passando então a analisar quais as melhorias necessárias no transporte rodoviário para que este suporte o aumento de produção.

Concluimos que com o desenvolvimento de um semirreboque com maior capacidade de transporte de pasta de papel, integrado com um sistema de cobertura semiautomático para cobrir a pasta nos dias de chuva, um sistema pneumático para trancar a pasta de papel, impedindo que este se mova durante o transporte, são as melhorias necessárias para que o processo de transporte entre o local de produção e o cais esteja ao nível da nova capacidade de produção de pasta de papel.

Palavras-chave: transportes, desenvolvimento produto, rodovia, ferrovia.

Abstract

The objective of this work is to improve the delivery process of pulp production between production site and commercial dock. The need to improve the delivery process arises from an increase in production, making the current system of transport inadequate to the new reality. It is initially performed a study to analyze the actual capacity along the delivery process. We will compare the rail road with road transport and analyze which of the two is the most feasible. After this study, we identified that rail is not economically feasible, so we analyze what the necessary improvements in road transport to support this increase in production. We conclude that the development of a semi-trailer with a higher transport capacity of pulp paper, with an integrated semi-automatic system to cover the pulp paper on rainy days and pneumatic system for locking the pulp, preventing it from moving during transport are the improvements needed in order that the transport system and the production capacity become balanced.

Keywords: transport, product development, roads, railroads.

Índice

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento do estudo	1
1.2 Motivação.....	2
1.3 Definição do estudo.....	2
1.4 Domínio da aplicação do estudo	4
1.4.1 Apresentação do grupo Altri	4
1.4.2 Apresentação da Celbi.....	5
1.4.3 Processo de produção de pasta de papel.....	6
1.5 Estrutura da dissertação.....	7
1.6 Principais conclusões	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Metodologias do processo de desenvolvimento de produto.....	9
2.1.2 Inovação e desenvolvimento de produto	11
2.2 Introdução à logística	15
A Importância da logística	15
2.3 Filas de espera.....	16
2.3.1 Distribuição das Chegadas	17
2.3.2 Configuração de filas de espera.....	20
2.3.3 Métodos analíticos de filas de espera	23
Método de Jackson.....	24
Método de Gordon e Newell	25
Método de Muntz e Baskett	26
2.4 Transporte como gerador de valor	27
2.4.1 Modos de transporte	27
2.4.2 Escolha do modo de transporte	32
2.4.3 Efeitos externos dos transportes	41
3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	42

3.1 Processos de expedição	42
3.2 Processo atual.....	44
3.2.1 Entidades envolvidas	47
3.2.2 Caso e a definição dos dados.....	53
3.2.3 Construção do modelo de análise filas de espera	54
3.2.4 Resultados	56
Simulação dois cais de carregamento e uma grua.....	57
Simulação dois cais de carregamento e duas gruas	61
3.3 PROCESSOS SUBSTITUTOS.....	63
3.3.1 Processo A - Transporte Ferroviário	63
Estudo de viabilidade do projeto.....	64
O Investimento	66
Estudo de viabilidade	70
Estudo da evolução dos preços médios de gasóleos e crude	73
Gráfico 10 – Preço Crude vs. Preço Transporte de Camião por Tonelada.....	76
3.3.2 Análise processo transporte rodoviário	79
3.3.3 Processo B - Camiões 28 Ton e eliminação da cintagem manual	81
Simulação dois cais de carregamento e uma grua.....	82
Simulação dois cais de carregamento e duas gruas	86
3.4 Desenvolvimento do semirreboque	89
3.5 Alterações após o estudo e evolução.....	95
4 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	96
4.1 Discussão dos objetivos	96
4.2 Conclusões	97
4.3 Limitações do estudo.....	98
4.4 Recomendação futuras	98
5 BIBLIOGRAFIA.....	99

Índice de Figuras

Figura 1 – Fábricas do Grupo Altri	4
Figura 2 - Evolução da capacidade instalada de pasta	4
Figura 3 – Distribuição da Pasta Celbi.....	5
Figura 4 – Evolução histórica dos métodos e técnicas para a gestão do desenvolvimento do produto (Cunha,2004)	9
Figura 5 – Modelo de desenvolvimento do produto (Nobelius et al., 2001).....	12
Figura 6 – Transição entre desenvolvimento de tecnologia e produto	13
Figura 7 –Sinergias de fatores de equipa de projeto para definição do conceito produto	14
Figura 8 – <i>Trade-Off</i> Capacidade de serviço versus Filas de Espera (Aquilano et al., 2001).....	16
Figura 9 – Distribuição exponencial negativa.....	18
Figura 10 – Distribuição de Poisson	19
Figura 11 – Estrutura da Fila de Espera (Aquilano et al., 2001).....	20
Figura 12 – Estrutura monocanal e monofase	21
Figura 13 – Estrutura monocanal e multifase.....	21
Figura 14 – Estrutura multicanal e monofase.....	22
Figura 15 – Estrutura multicanal e multifase	22
Figura 16 – Factores determinantes na escolha do modo de transporte	32
Figura 17 – Passos para determinação das alternativas de modos de transporte.....	35
Figura 18 – Ferramenta para decisões de transporte	36
Figura 19 – Aproximação matricial	36
Figura 20 – Matriz para a escolha do modo de transporte	37
Figura 21 – Seleção do veículo por tipo.....	38
Figura 22 – Matriz para opções de frota (opções financeiras)	39
Figura 23 – Matriz para escolha de operações (necessidade frota vs. nível de serviço)	40
Figura 24 – Comparação dos Custos Externos entre a Rodovia e a Ferrovia.	41
Figura 25 – Organograma dos Processos de Expedição.....	43
Figura 26 – Fim da linha de produção.....	44
Figura 27 – Armazém da Fábrica.....	45
Figura 28 – Carregamento de um camião	45
Figura 29 – Cintagem da pasta de papel	45
Figura 30 – Carregamento de navio	46
Figura 31 – Software de gestão do armazém (FlyArm)	48
Figura 32 – Cassete para transporte	66
Figura 33 – Translifter TTS modelo LTH90.....	67
Figura 34 – Railcar transportando cassete com contentores	67

Figura 35 – Cordas de cintagem da pasta de papel	79
Figura 36 – Sistema pneumático ângulo 30°	89
Figura 37 – Sistema trancador lateral móvel.....	90
Figura 38 – Sistema de tranca com recolhimento	91
Figura 39 – Sistema fixo de tranca.....	92
Figura 40 – Sistema do novo reboque para transporte da pasta	93
Figura 41 – Sistema telescópico para cobertura da pasta	94

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Médias e Desvio Padrão das diferentes fases do processo. Valores em min.....	56
Tabela 2 – Material a adquirir (Valores em €)	66
Tabela 3 – Custos fornecidos pela CP.....	68
Tabela 4 - Emissões gasosas associadas ao transporte de pasta por via rodoviária	70
Tabela 5 – Estudo de viabilidade	70
Tabela 6 – Estudo de Viabilidade com os 25 % de Store.....	72
Tabela 7 – Valores previstos do gásóleo para os diferentes preços de Crude.....	75
Tabela 8 – Custos movimentação em função do preço do crude	75
Tabela 9 – Valores de TIR do projeto de viabilidade (Cenário 1)	77
Tabela 10 - Valores de TIR do projeto de viabilidade (Cenário 2)	77
Tabela 11 - Tabela com média de cintagem e respetivo desvio, em min.	79
Tabela 12 - Tabela com média carga e descarga em min.	82

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Média de camiões em espera no local de produção e no CCFF.....	57
Gráfico 2 – Tempos médios de espera na fila na Fábrica e no CCFF	57
Gráfico 3 – Nº de Camiões vs. Capacidade.....	58
Gráfico 4 – Taxa de ocupação dos empilhadores.....	58
Gráfico 5 – Taxa de ocupação da grua.....	59
Gráfico 6 – Tempo de carregamento e custo €/hora	60
Gráfico 7 – Taxa de ocupação de duas gruas vs. nº de camiões	61
Gráfico 8 – Evolução dos Custos do Crudo e do Gasóleo	74
Gráfico 9 – Preço Crudo vs. Preço Gasóleo	74
Gráfico 10 – Preço Crudo vs. Preço Transporte de Camião por Tonelada.....	76
Gráfico 11 – Filas de espera no armazém e no CCFF	82
Gráfico 12 – Capacidade vs. Camiões	83
Gráfico 13 – Taxa de ocupação dos empilhadores.....	83
Gráfico 14 – Taxa de ocupação da grua	84
Gráfico 15 – Nº de camiões vs. Capacidade	86
Gráfico 16 – Taxa de ocupação dos empilhadores.....	87
Gráfico 17 – Taxa de ocupação de ambas as gruas	87

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do estudo

A presente Dissertação tem como objetivo melhorar um sistema logístico de transferência de pasta de papel entre o local de produção e o cais comercial da Figueira da Foz (CCFF). Este tema aborda os sistemas de filas de espera e os problemas de transportes, bem como o desenvolvimento de produto e inovação em busca de uma solução para os problemas encontrados. Pretende-se aumentar a capacidade de transporte de produto por viagem, assim como reduzir o tempo durante este processo.

A existência de filas de espera devido ao aumento de produção, obriga a que seja analisado detalhadamente todo o processo, começando na saída da pasta da linha de produção até ao seu acondicionamento dentro do navio.

A escolha do modo de transporte tem de ser adequado às necessidades da Fábrica e do produto transportado, atualmente é realizado através da rodovia, no entanto será analisado a possibilidade de esta passar a ser realizada com a ferrovia. A metodologia de Alan Slater (1992) ajuda na escolha do método de transporte.

Para uma melhor análise do problema de filas de espera teremos um simulador que nos ajudará a perceber como atingir os objetivos pretendidos. Este foi preenchido com dados recolhido durante seis meses e permite obter resultados reais sobre as filas de espera, capacidade de carga transportada e diminuição nos tempos de carregamento de um navio.

A possibilidade de utilizar a ferrovia ao invés da rodovia é equacionada através da realização de um estudo de viabilidade. No âmbito da rodovia é desenvolvido um semirreboque que possibilite o transporte de 28Ton ao invés das 24Ton transportadas juntamente com um sistema inovador para a cintagem da pasta e proteção da mesma no transporte em dias de chuva.

1.2 Motivação

Com a duplicação de produção de pasta de papel prevista, tornou-se necessário melhorar o processo de expedição da mesma uma vez que se antevê um aumento do número de caminhões nas estradas. O processo apresenta formação de filas de espera no local de produção que precisam ser eliminadas após se encontrar o fator responsável pelas mesmas.

É prioritário melhorar o processo de transporte de pasta de papel, procurando equilibrar a capacidade produtiva com a de transporte do produto.

1.3 Definição do estudo

Missão

A missão deste trabalho é melhorar o processo de expedição da pasta de papel de uma unidade fabril. Através de uma análise e diagnóstico do processo atual serão propostas melhorias no processo de expedição da pasta.

Identificar um transporte que privilegie a estabilidade das operações, evite o manuseamento do produto em operações desnecessárias, controlando os custos logísticos não esquecendo as questões ambientais e sociais.

Objetivos

Os objetivos desta Dissertação são:

1 - Identificar as causas que originam a formação de filas de espera no CCFF e no local de produção.

2 - Analisar se o transporte ferroviário apresenta vantagens face ao atual transporte rodoviário.

3 - Diminuir ou manter o número de viagens entre o local de produção e o CCFF, reduzindo o impacto social e ambiental previsto com o aumento de produção.

4 - Propor melhorias no processo de forma a reduzir as filas de espera.

1.4 Domínio da aplicação do estudo

1.4.1 Apresentação do grupo Altri

A Altri é um grupo industrial português dedicado à atividade florestal e à produção de pasta de papel.

A Altri dispõe de três fábricas – a Celbi, a Caima e a Celtejo – onde produz anualmente mais de 560 mil toneladas de pasta de papel e uma Fábrica de papel. Com o projeto concluído no final do ano de 2009, a produção do Grupo Altri passou para cerca de 900 mil toneladas anuais de pasta de papel.

A gestão florestal é uma atividade central da Altri, que gere em Portugal mais de 78 mil hectares de floresta certificada pelo Forest Stewardship Council (FSC), uma das entidades certificadoras de referência nesta indústria. No ano de 2008 iniciaram-se alguns projetos, os quais se podem ver no ANEXO 1

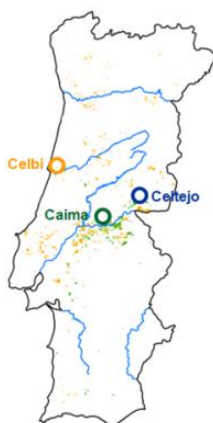


Figura 1 – Fábricas do Grupo Altri

Evolução da capacidade (Toneladas)

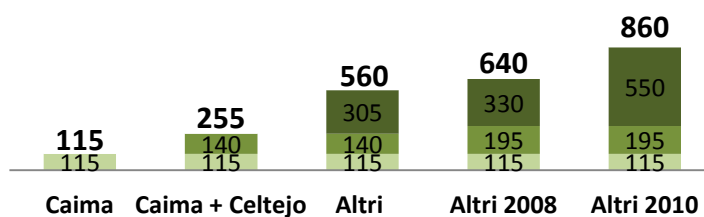


Figura 2 - Evolução da capacidade instalada de pasta

1.4.2 Apresentação da Celbi

A Celbi é uma empresa sediada na Figueira da Foz que produz pasta de fibra curta, reconhecida no mercado como sendo de elevada qualidade, o que aliada a um excelente serviço ao cliente faz da empresa um produtor de referência no panorama Europeu.

A marca Celbi PP é reconhecida no mercado pela sua elevada qualidade, em especial à extraordinária limpeza, brancura e consistência das suas propriedades e características físicas, químicas e papeleiras. Em comparação com outras pastas concorrentes, produzidas a partir de outras espécies de eucalipto, a pasta da Celbi distingue-se pelas suas especificidades de resistência, boa opacidade e elevada porosidade.

Com o porto comercial da Figueira da Foz a cerca de 18 km, a Celbi dispõe, assim, das condições ideais para escoar, quase em exclusivo, o total da sua produção por via marítima, sendo o restante expedido por via rodoviária e ferroviária.

Desde o ano 2000, a Celbi tem sido considerada a melhor empresa do sector de pasta e papel em Portugal.

Em Julho de 2006 é anunciado que a Altri é a empresa vencedora do concurso de alienação das ações da Celbi. A operação concretiza-se em Agosto do mesmo ano.

Com início em Janeiro de 2007 e até Junho de 2009, decorre o Projeto de Expansão da Celbi, que prevê a adaptação, em cada fase do ciclo produtivo, das melhores tecnologias disponíveis e a construção de um ramal ferroviário interno. A empresa aumenta assim a sua capacidade de produção de pasta de 300 mil para 550 mil toneladas.

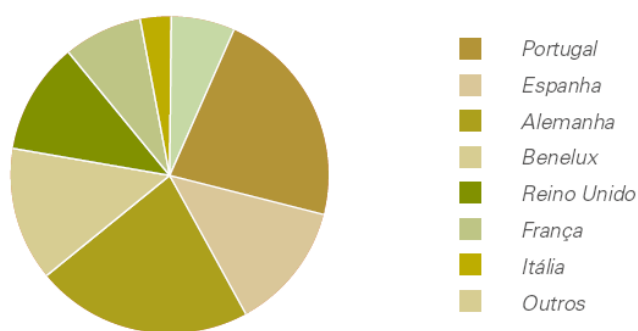


Figura 3 – Distribuição da Pasta Celbi

1.4.3 Processo de produção de pasta de papel

A Celbi produz pasta de papel usando apenas madeira de Eucalyptus glóbulos. Essa madeira é transportada do parque das madeiras por camiões para ser descascada e destrocada em aparas que são armazenadas numa pilha exterior. Após um processo de crivagem, as aparas são alimentadas em conjunto com licor branco (químicos para cozimento) e vapor a um digestor contínuo. Os químicos dissolvem a lenhina, a substância responsável pela agregação das fibras, com libertação destas, resultando a chamada pasta crua. Este processo é designado por cozimento da madeira.

De seguida, a pasta crua é lavada, para remover os produtos residuais, orgânicos e inorgânicos, resultantes do processo de cozimento e submetida a operações de crivagem, para remoção de partículas que não foram cozidas e outras impurezas. Depois destas operações, a pasta crua é sujeita a um pré-branqueamento com oxigénio, do qual resulta uma pasta semibranqueada, de tonalidade amarela que é enviada para a instalação de branqueamento.

No processo seguinte dá-se o branqueamento da pasta. À entrada da instalação de branqueamento, a pasta contém ainda compostos residuais, resultantes da decomposição de lenhina, que são gradualmente removidos na sua quase totalidade através de reações químicas, com agentes branqueadores como o oxigénio, o peróxido de hidrogénio (água oxigenada) e o dióxido de cloro. No final desta fase, a pasta apresenta-se sob a forma de uma suspensão espessa, de cor branca.

Para a secagem da pasta, a suspensão de pasta branqueada é submetida a uma crivagem e depuração finais, sendo depois lançada sobre uma tela em movimento onde lhe é retirada grande parte da água, por ação de vácuo. A seguir é prensada e seca por contacto com um grande número de cilindros aquecidos interiormente com vapor. Após a secagem, a folha final é cortada em folhas mais pequenas que são empilhadas em fardos de 250kg cada, os quais seguem para o armazém da pasta. No armazém da pasta, os fardos são agrupados com arames em unidades de 8 fardos. São depois empilhados e posteriormente carregados para camiões que os transportam para o porto comercial ou diretamente para o cliente.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação estuda a melhoria do processo de ligação entre o local de produção e o CCFF.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica com a descrição das metodologias. Esta revisão irá abordar temas como o modo de transporte, logística, desenvolvimento e inovação do produto. Com esta revisão bibliográfica temos as bases necessárias para fazer a análise do processo da forma mais correta e atingir o que é proposto, a melhoria do processo de ligação entre o local de produção e o CCFF.

O capítulo 3 e 4 analisa o processo de expedição, com a recolha de dados no terreno e identificação dos principais problemas existente no processo atual. Estudo de qual o método de transporte mais adequado, analisando a possibilidade de estabelecer a ligação ao CCFF através do transporte ferroviário. Depois de todas as possibilidades estarem identificadas, proposta de melhoria do processo de expedição da pasta de papel entre o local de produção e o CCFF.

1.6 Principais conclusões

A meta estabelecida de melhorar o processo atual de transporte da pasta de papel entre o local de produção e o CCFF foi obtido. Temos um melhoria significativa das filas de espera bem como aumento da capacidade de transporte. Após obter esses resultados, também o tempo do processo de carregamento de um navio diminui em relação ao tempo atual despendido.

A análise do transporte da pasta ser realizado pela ferrovia ou pela rodovia, em termos ambientais e sociais, assim como de capacidade de transporte por viagem seria a ferrovia a melhor opção visto possuir todas as características essenciais para o transporte da pasta entre o local de produção e o CCFF. No entanto a utilização da ferrovia, após um estudo como está demonstrado no capítulo 3, conclui-se que não é viável em termos financeiros. Depois desta conclusão, a solução passa por melhorar o processo rodoviário procurando aumentar a sua capacidade de transporte por viagem assim como reduzir o tempo utilizado no processo.

Com a necessidade de melhorar o processo de transporte de pasta de papel de modo a torná-lo equilibrado com a capacidade de produção, após um estudo e recolha de dados no terreno foram

encontrados alguns *bottleneck's* do processo. Identificados alguns dos problemas do processo de transporte da pasta de papel, propõem-se agora as melhorias para o processo. Deverá ser utilizado um reboque com características especiais para o transporte da pasta de papel o qual será detalhado no capítulo 3.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Introdução

Neste capítulo iremos abordar as principais metodologias utilizadas para realizar este estudo. Desta forma iremos abordar o tema de desenvolvimento de produto e associado a este a inovação durante o desenvolvimento de produto, não sendo o âmbito deste estudo a criação de um produto final para venda, pretende-se criar um produto com vista á própria empresa para melhoria do seu processo atual de expedição de pasta de papel. Filas de espera que serão fundamentais para analisar o processo de expedição da pasta de papel e identificar onde devem ser feitas as melhorias. Modos de transporte que poderão ser opções a considerar para o transporte da pasta de papel entre o local de produção e o CCFF, bem como as vantagens e desvantagens dos vários modos de transporte.

2.1 Metodologias do processo de desenvolvimento de produto

Ao longo da história, o processo de desenvolvimento de produto (PDP) vem sofrendo alterações e adições. Sob esta perspectiva, Cunha (Cunha,2004) faz um relato da evolução dos métodos e das técnicas de desenvolvimento de produto, do final do século XIX até ao final do século XX, do estudo dos primeiros sistemas técnicos até a gestão do portfolio de produtos, no qual a inovação de produto passa a ser incorporado ao planeamento estratégico das empresas. A figura a baixo ilustra esta evolução.

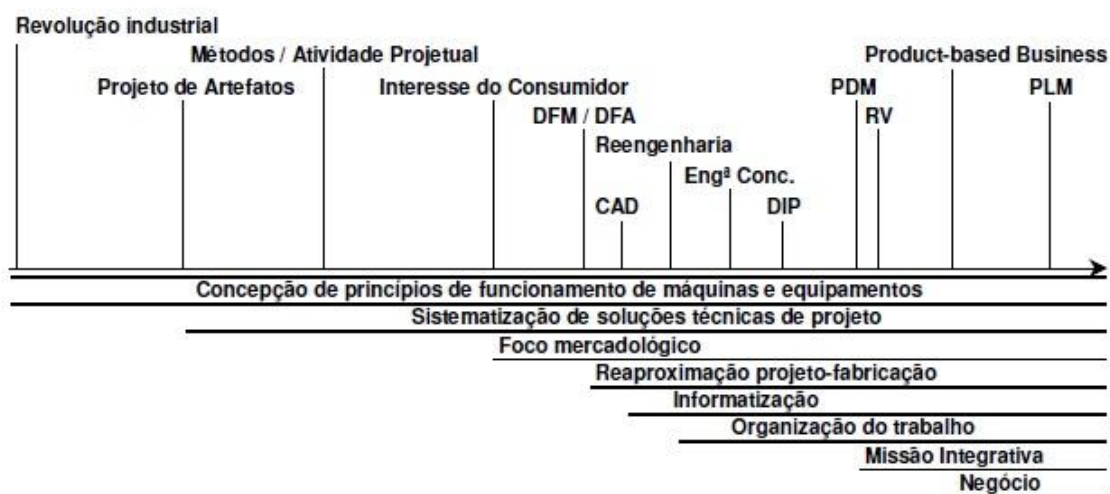


Figura 4 – Evolução histórica dos métodos e técnicas para a gestão do desenvolvimento do produto (Cunha,2004)

O PDP possui diferentes nomenclaturas em função do ambiente em que foi criado e da metodologia aplicada na sua gestão. Segundo Anderson (Anderson,1996), existem duas escolas primárias de pensamento que definem as arquiteturas mais efetivas de desenvolvimento de novos produtos nas empresas. (1) PPD - Phased-Product Development; e (2) IPD - Integrated Product Development.

A primeira escola de pensamento é um conceito derivado do PPP - Phased-Program Planning - usado pela NASA no desenvolvimento de mísseis e em outros programas de grande escala. Hoje, são muitas as indústrias que utilizam modelos modificados da metodologia original da NASA, mas com diferentes nomenclaturas.

A segunda escola de pensamento também é derivada de práticas de sucesso. O caso de desenvolvimento de produtos utilizados na Skunk Works da Lockheed Aircraft's, famosa pelo desenvolvimento de aeronaves avançadas como o U2 Spy Plane e o SR-71 Blackbird. A metodologia formada na Skunk Works, tal como aconteceu com o gestão da qualidade, desenvolveu-se fortemente no Japão, apesar de ter surgido inicialmente na indústria americana. Arquiteturas modificadas desta metodologia são usualmente chamadas de concurrent engineering ou engenharia simultânea.

Partindo da mesma base que a engenharia simultânea, o desenvolvimento integrado de produto (DIP) é uma filosofia de gestão que busca integração ao desenvolvimento de produto através das atividades em equipa (Engenharia Simultânea) e dos modelos de desenvolvimento que incorporam a visão do mercado, incluindo fases de marketing em todo o período do PDP, integrando a visão estratégica da empresa (Echevestre,2003).

A fim de obter sucesso no desenvolvimento e lançamento de produtos, as empresas procuram conciliar ferramentas e metodologias que otimizem o seu PDP, tanto nos aspetos relacionados à qualidade final do produto, como na efetividade dos tempos de implementação e nos custos finais do mesmo. Sobre esta perspectiva, Ferreira e Toledo (Ferreira et al.,2001) propõem o agrupamento das metodologias e das ferramentas de suporte ao PDP em três categorias: técnicas estatísticas, técnicas organizacionais e técnicas genéricas.

Ao considerar o desenvolvimento de produto um processo estruturado que deve ser submetido a análises críticas temporais, pode-se verificar que vários tipos de design reviews ,onde o objetivo da análise crítica é fortemente técnica, associado aos requisitos do produto, ou stage-gates, onde o projeto como um todo é analisado do ponto de vista de negócio para empresa, devem ser

conduzidos durante o curso do desenvolvimento do projeto, incluindo algumas etapas descritas abaixo, mas não se limitando às mesmas:

1. Marketing
2. Conceito
3. Especificação do Produto
4. Fabricação de Protótipos e Testes
5. Desenvolvimento do Processo
6. Pré-Produção
7. Produção

2.1.2 Inovação e desenvolvimento de produto

Sobre o processo de inovação no desenvolvimento de novos produtos, destacam-se duas abordagens para a implementação de uma forma sistemática de entender as necessidades dos clientes, (Danilevicz,2003) organizar a informação e introduzir o processo de inovação em novos produtos.

- A adoção de um modelo conceitual de desenvolvimento de produto baseado no negócio da empresa (Product-Based Business - PBB);
- A adoção de uma gestão do conhecimento acumulado da empresa.

A primeira abordagem tem o objetivo de quebrar paradigmas existentes, estabelecendo uma ação proactiva, no desenvolvimento de novos produtos, alinhada com a estratégia da empresa.

A segunda abordagem é uma forma de auxiliar significativamente o sistema de informação da empresa através de toda a experiência acumulada em outros desenvolvimentos, ou mesmo a experiência adquirida com a análise da concorrência, utilizando-a de forma adequada nos novos desenvolvimentos.

Assim, as atividades de inovação de produtos deveriam ser de importância fundamental para a diretoria de negócios de qualquer empresa que estivesse comprometida com o objetivo de perpetuação. No entanto o desenvolvimento e o lançamento de produtos inovadores não possuem uma "fórmula" que garanta sempre o efetivo sucesso quanto ao tempo de desenvolvimento, ao equilíbrio entre investimento e retorno de capital, à conquista de mercado e lucro.

Outra ferramenta indicada por Alexander (Alexander,2002) no processo de inovação é o projeto estatístico de experimentos que, na sua visão, é uma abordagem metódica para disponibilizar o máximo de informação, junto à incerteza dos resultados, enquanto se conduz alguma hipótese. Porém esta ferramenta deve estar conciliada com conhecimento científico, julgamento e intuição para ser efetiva. Tal argumento é reforçado por Patterson e Fenoglio (Patterson et al.,1999), segundo eles, qualquer projeto de experimentos utilizado para desenvolvimento de novos produtos deve ser conduzido de modo a se obter o máximo de informação com o mínimo de investimento.

A informação adquirida numa experiência é o retorno sobre o investimento realizado nele, pois o caminho em busca da inovação é um processo de adição de valor à informação. Adicionar valor á informação significa responder a questões removendo incertezas. Mover recursos de uma empresa ou de uma equipa de projeto em experiencias sem ênfase na adição de valor às informações para o desenvolvimento do produto é desperdício. Por isso, o projeto estatístico de experiencias deve estar associado ao conhecimento, ao julgamento e à intuição sobre o tema tratado.

Esta fase inicial de desenvolvimento de produto tem sido objeto de atenção nos últimos anos. O sucesso nesta fase preliminar pode aumentar a competitividade de uma empresa no futuro. Sobre esta situação, Nobelius e Trygg (Nobelius et al.;2001) propõem uma síntese de diversos modelos estudados para a gestão do PDP nas suas fases avançadas, os quais unem o planeamento estratégico da empresa à especificação de conceito do produto. Esta síntese contém os seguintes elementos: declaração da missão do produto; geração, projeção e definição do conceito do produto; análise do negócio e planeamento do projeto. A figura, em seguida, apresenta este modelo sintético:

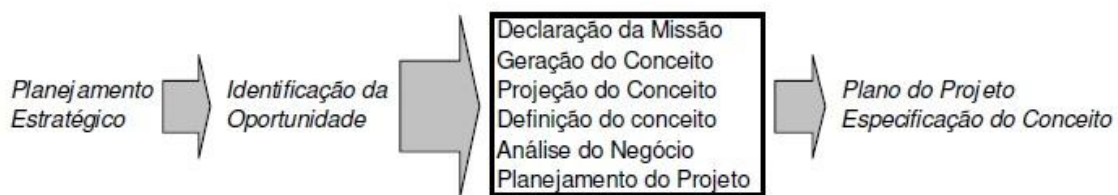


Figura 5 – Modelo de desenvolvimento do produto (Nobelius et al., 2001)

No entanto, quando se fala de desenvolvimento avançado de produto, a associação com o termo *tecnologia* parece inevitável. De facto, a criação de um PDP pela seleção e aplicação de tecnologia deve ser discutida antes do desenvolvimento de produto para a fabricação em série (Larsen et al.,2001). O diagrama abaixo (figura 6) ilustra a transição entre o desenvolvimento de tecnologia e o desenvolvimento de produto:

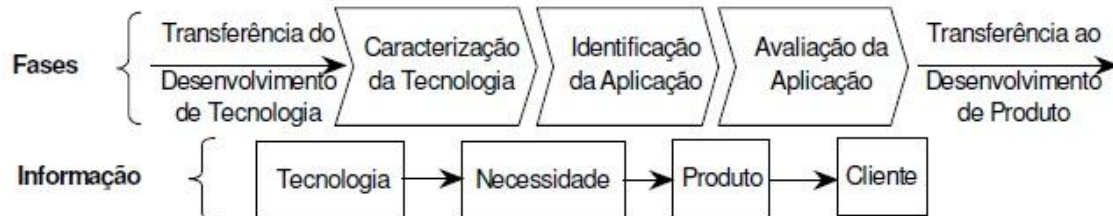


Figura 6 – Transição entre desenvolvimento de tecnologia e produto

Segundo Larsen, Maglebly e Howell (Larsen et al.,2001) quando uma organização tem uma tecnologia a desenvolver, o processo de desenvolvimento deve iniciar pela caracterização desta tecnologia. Esta caracterização consiste não somente em entender os fundamentos científicos da tecnologia, mas na tradução das funcionalidades e propriedades em necessidades que esta tecnologia pode atender. Na sequência, através do entendimento destas necessidades, a equipa de desenvolvimento de produto deve gerar ideias e conceitos de aplicação da tecnologia. A caracterização da tecnologia é um estágio do desenvolvimento onde a criatividade deve estar liberada, pois o objetivo é identificar a aplicação da tecnologia ao desenvolvimento do novo produto.

Apesar de alguns considerarem que o produto necessita apenas de uma rápida fase de desenvolvimento, baseada na primeira ideia, devendo depois ir direto para produção. Estudos têm provado que, mesmo desenvolvimentos com investimento acima da estimativa inicial, têm menor impacto no retorno negativo e maior impacto na lucratividade, pois tendo um mau desenvolvimento, tudo será mau (Dresselhaus,2001).

Algumas táticas utilizadas na definição do conceito de produto são as seguintes:

- Propostas em 2D (bidimensional) ou 3D (tridimensional) do conceito do produto.
- Simulação ou definição de problemas
- Brainstorming
- Levantamento de riscos
- War rooms

O propósito da simulação visual é expor a ideia corretamente, com o envolvimento do pensamento criativo. Uma comunicação clara, que apela para a sensibilidade ou para os sentidos apropriados, é a chave da inovação.

A figura mostra a sinergia que deve ser buscada na fase de definição de conceito de um novo produto.

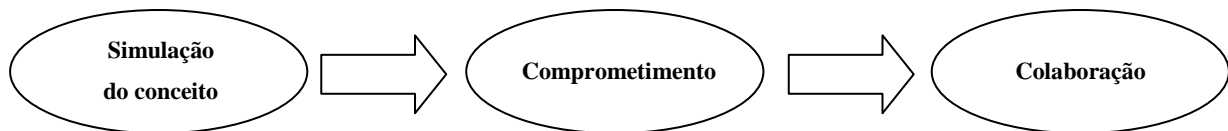


Figura 7 –Sinergias de fatores de equipa de projeto para definição do conceito produto

Contudo desenvolver numa empresa uma cultura de simulação não é tarefa simples. Algumas empresas não possuem uma mentalidade voltada para a simulação. Sem simulação e construção de protótipo, às vezes é difícil separar as ideias boas das más. A maioria das empresas, quanto à simulação e à prototipagem, falham ao prover investimento insuficiente para formação e ferramentas de simulação tais como CAD (Computer Aided Design), CAE (Computer Aided Engineering) e CAM (Computer Aided Manufacturing).

2.2 Introdução à logística

A Importância da logística

As atividades logísticas têm grande importância no desenvolvimento económico na sociedade.

A logística pode-se definir como a gestão do fluxo físico de materiais desde os aprovisionamentos até á chegada do produto acabado ao cliente, isto é, todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo de materiais desde o ponto de aquisição de matérias-primas até ao ponto de consumo final, assim como os fluxos de informação que colocam os materiais em movimento, com a finalidade de obter elevados níveis de serviço aos clientes a um custo razoável (Balakrishnan,1992).

As três principais atividades da logística são: os transportes, a gestão de stocks e a comunicação (Figueira,1996).

Tem como objetivo de gestão a disponibilização dos produtos na altura certa e na quantidade e qualidade desejadas, por um custo global mínimo dentro de um nível de serviço determinado.

Inicialmente a logística era vista como sendo apenas uma “Distribuição Física”, incluindo as funções de armazenagem e transporte. Atualmente esta visão tem-se alterado pois tem-se estendido a funções como a localização da fábrica, armazéns, gestão de stocks e compras. Assim, é notório que com a implementação de um sistema logístico numa fábrica aumente a sua eficácia e eficiência.

2.3 Filas de espera

As filas de espera possuem um papel importante na área da gestão de operações. Num conceito fabril, as filas de espera estão sempre presentes no dia-a-dia uma vez que existem trabalhos que têm de esperar para ser feitos em outras máquinas, porque as máquinas tem de ser preparadas ou então devido à sobrecapacidade destas e assim definir um plano de ordem de produção escolhendo os trabalhos mais urgentes.

No caso das filas de espera as decisões que se têm de tomar visam os custos de um serviço mais rápido contra os custos de espera (Donald Del Mar,1985).

A capacidade de serviço é um ponto que em conjunto com as filas de espera deve ser otimizado para idealizar nos custos. Com uma capacidade de serviço mínimo, os custos da fila de espera serão máximos. Com o aumento da capacidade de serviço, existe uma redução de clientes na fila e de tempos de espera o que permite que os custos de uma fila de espera diminuam. Esta variação é representada por uma curva exponencial negativa como mostra a Figura 8 (Aquilano et al., 2001).

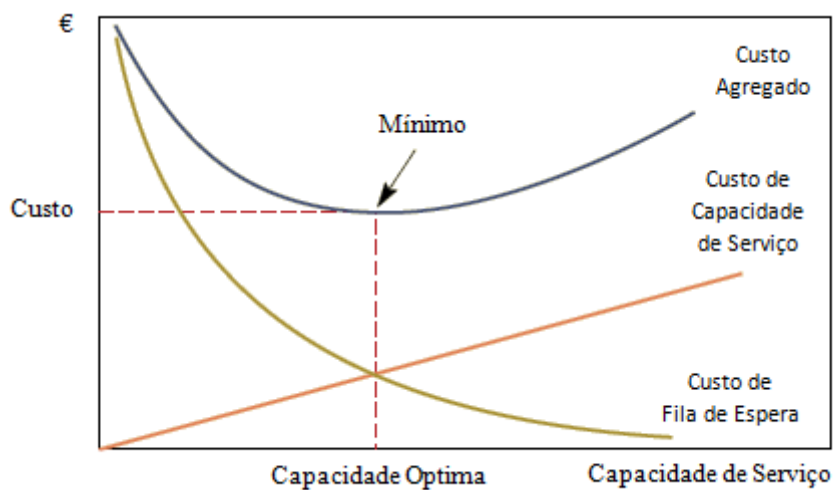


Figura 8 – Trade-Off Capacidade de serviço versus Filas de Espera (Aquilano et al., 2001).

2.3.1 Distribuição das Chegadas

Para descrever um sistema de espera, temos de definir a maneira pela qual são efetuadas as chegadas para o serviço. As filas de espera geralmente requerem um padrão de chegada ou um número de unidades por período. Uma distribuição de chegadas constantes considera-se periódica, uma vez que o tempo entre cada chegada é exatamente o mesmo. Como exemplo deste processo referencia-se as chegadas de um sistema produtivo controladas através de máquinas, pois existe um intervalo de tempo igual entre cada chegada.

Nos sistemas de filas de espera, é mais comum que as chegadas sejam de forma aleatória (Donald Del Mar, 1985).

Existem duas perspectivas de observação (Aquilano et al., 2001).

Se for analisado o tempo entre sucessivas chegadas chega-se à conclusão se segue alguma distribuição estatística. Geralmente assume-se que os tempos entre chegadas são distribuídos exponencialmente.

Se for definido um tempo T e tentar determinar quantas chegadas possam entrar no sistema dentro desse tempo T, então assume-se que o número de chegadas por unidade de tempo é distribuído segundo uma Distribuição de Poisson (Aquilano et al., 2001).

No caso de as chegadas serem assumidas de forma completamente aleatória, então a função de probabilidade é definida como uma **distribuição exponencial negativa** demonstrada pela equação (1), (Aquilano et al., 2001).

$$f(t) = \lambda \times e^{-\lambda t} \tag{1}$$

onde λ é a média do numero de chegadas por período de tempo.

Na Figura 9 a área acumulada abaixo da curva é o somatório dos valores positivos da equação. Este integral permite calcular as probabilidades de chegadas dentro de um período de tempo específico.

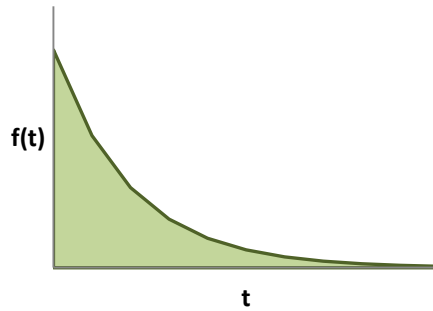


Figura 9 – Distribuição exponencial negativa

Quando o objetivo é saber o número de chegadas durante um período t , a distribuição assume-se como na Figura 10, e é obtida encontrando a probabilidade de exatamente n chegadas num período t . Se o processo é aleatório, então assume-se que o processo segue uma **distribuição de Poisson**, como mostra a equação [Erro! A origem da referência não foi encontrada.](#).

$$P(n) = \frac{(\lambda t)^n \cdot e^{-\lambda t}}{n!} \quad (2)$$

A equação [Erro! A origem da referência não foi encontrada.](#) mostra a probabilidade de exatamente n chegadas num período t . O valor da média de unidades chegadas ao sistema é λ , o valor do número exacto de chegadas é n e o valor dos tempos entre cada chegada é t .

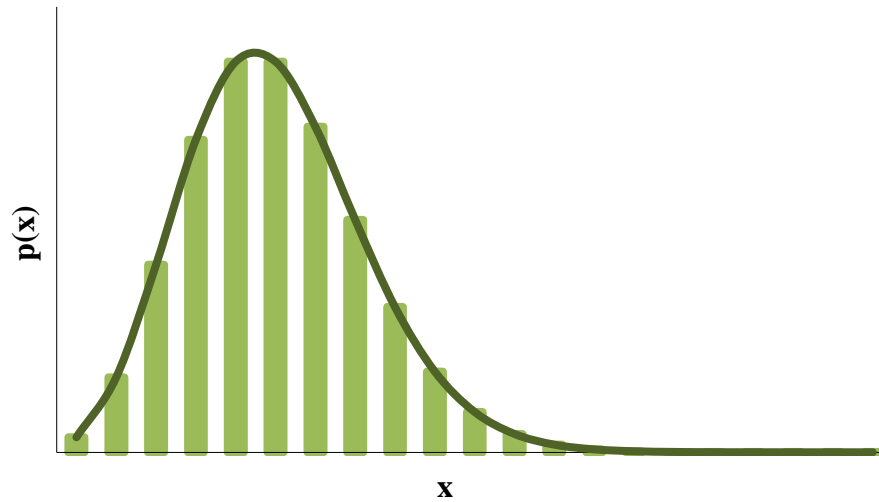


Figura 10 – Distribuição de Poisson

Embora por vezes seja apresentado como uma curva, a Distribuição de Poisson é uma distribuição discreta. Considera-se uma distribuição discreta uma vez que n refere-se ao número de chegadas num sistema, e este tem de ser um número inteiro.

A média e a variância numa Distribuição de Poisson são iguais e designam-se por λ .

2.3.2 Configuração de filas de espera

Dependendo do tipo de serviço, torna-se imprescindível configurar a estrutura de uma fila de espera de modo a que seja adequada ao tipo de serviço.

A Figura 11 mostra como configurar (Aquilano et al., 2001) uma fila de espera de modo a que o fluxo de item seja efetuado numa única fila, em várias filas, ou numa mistura das duas. A escolha do formato depende em parte do volume de clientes e das restrições impostas pelas normas que regem a ordem sequencial em que serviço deve ser executado.

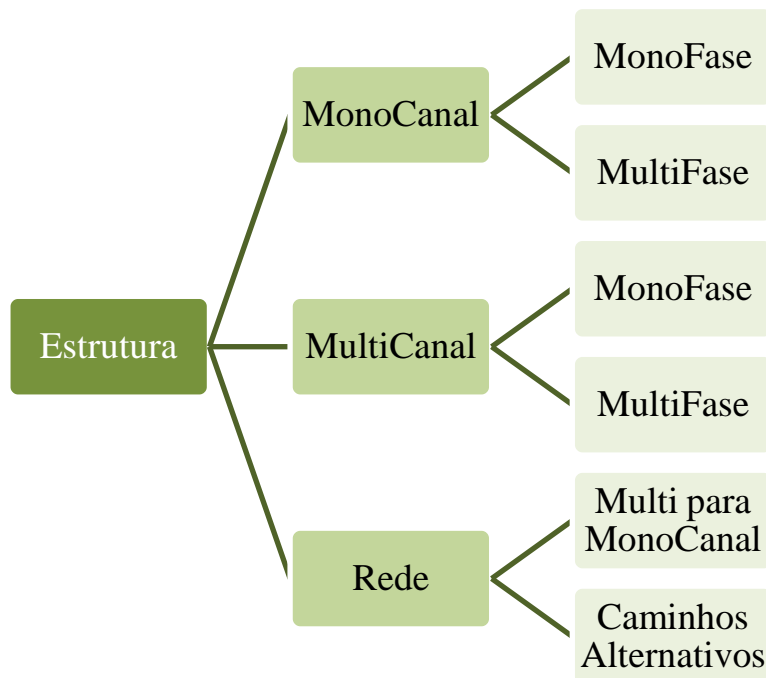


Figura 11 – Estrutura da Fila de Espera (Aquilano et al., 2001).

Monocanal e Monofase

Este é o tipo mais simples de uma estrutura de fila espera. Existe apenas um atendedor e uma única fase como mostra a Figura 12. Os elementos da fila de espera passam obrigatoriamente por um único atendedor. Sendo também monofase, o serviço fica completo após passar pelo atendedor.

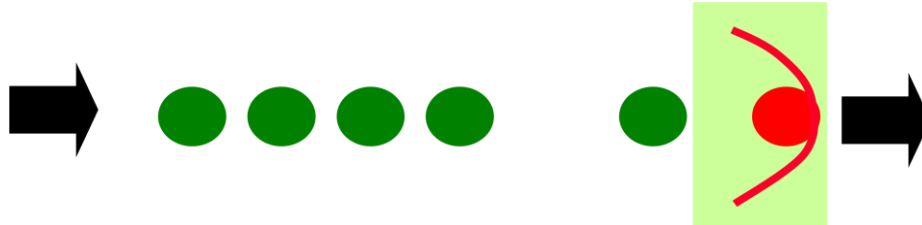


Figura 12 – Estrutura monocanal e monofase

Monocanal e Multifase

Neste tipo de estrutura, como mostra a Figura 13, uma série de serviços é realizado numa sequência uniforme. Existe apenas um atendedor e múltiplas fases de serviços. O facto crítico no processo é a existência de apenas um único canal de serviço na série que por sua vez permite um elevado número de alocações entre fases.

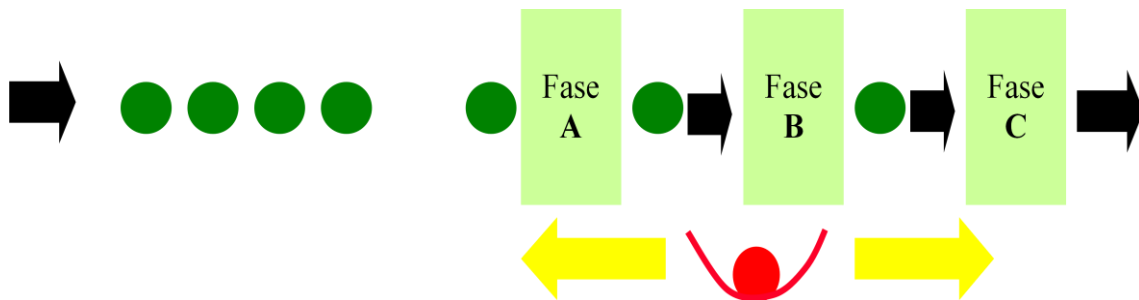


Figura 13 – Estrutura monocanal e multifase.

Multicanal e Monofase

Neste tipo de estrutura da Figura 14 existem múltiplos atendedores e apenas uma fase. A dificuldade com este tipo de estrutura é que o tempo de serviço irregular dado a cada cliente resulta numa desigualdade de velocidade ou fluxo entre as filas. Assim, alguns clientes são atendidos primeiro que outros que chegaram mais cedo. Para alterar este tipo de acontecimento, deve-se formar apenas uma única fila para que sejam atendidos por ordem cronológica de chegada.

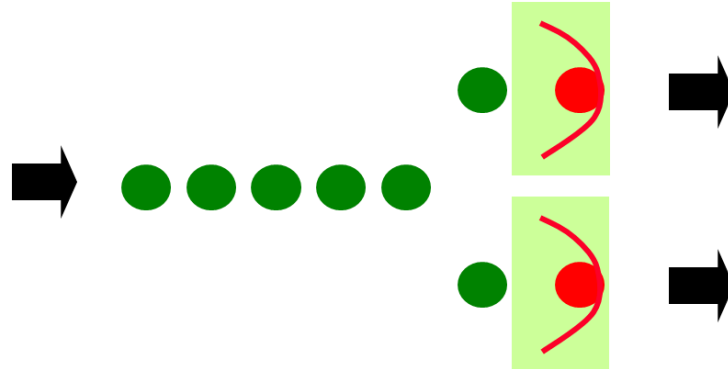


Figura 14 – Estrutura multicanal e monofase

Multicanal e Multifase

Neste tipo de estruturas existem múltiplos atendedores e múltiplas fases. Este tipo de estrutura é idêntico à anterior com a exceção de dois ou mais serviços poderem ser realizados em sequência.

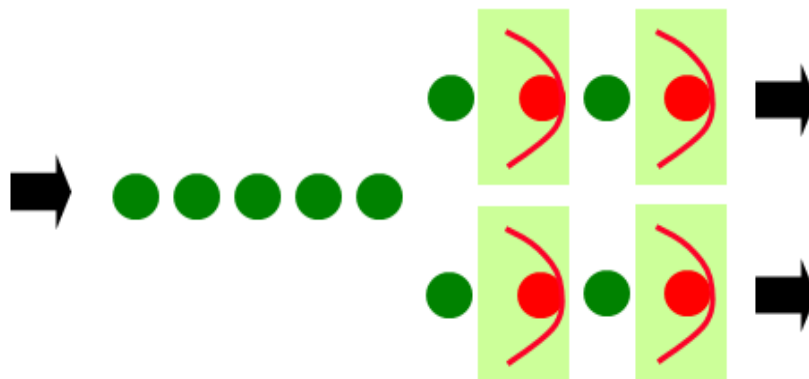


Figura 15 – Estrutura multicanal e multifase

2.3.3 Métodos analíticos de filas de espera

Os principais modelos de filas de espera que possuem uma solução analítica são aqueles que têm uma solução em forma de produto, do tipo:

$$P(k_1, k_2, \dots, k_n) = \frac{1}{G(K)} \prod_{i=1}^N X_i(k_i) \quad (1)$$

onde $P(k_1, k_2, \dots, k_n)$ é a distribuição conjunta de probabilidade dos k_i num sistema de N filas (nós) sendo que k_i pode representar um numero de clientes num nó ou um estado mais complexo, como o tipo de classe a que pertence o cliente, a sua posição na fila etc; $X_i(k_i)$, para $i = 1, 2, \dots, N$, é um factor obtido da distribuição marginal da fila i , K é o número de clientes no sistema, e $G(K)$ é uma constante de normalização (Kleinrock,1976).

Para se obter a solução expressa em (1) o modelo deve seguir as seguintes hipóteses:

1. Se for um sistema aberto, as taxas de chegada devem obedecer a distribuições de Poisson;
2. Se a disciplina da fila for FIFO, então o atendimento tem de seguir distribuição exponencial;
3. Outras disciplinas de filas são permitidas, desde que o tempo de atendimento tenha uma distribuição com transformada de Laplace.
4. O processo deve ser estável, ou seja, o sistema deve estar em regime estacionário.

São abordados neste capítulo apenas modelos com solução em forma de produto. Inicialmente, os modelos markovianos clássicos de Jackson (Jackson,1957), Gordon e Newel (Gordon et al., 1967) e Muntz e Baskett (Baskett et al.,1975) são apresentados.

Modelos Markovianos Clássicos

De seguida, são apresentados três métodos para resolução de sistemas de filas de espera.

- Modelo de Jackson;
- Modelo Gordon e Newell;
- Modelo de Muntz e Baskett.

Método de Jackson

No modelo de Jackson (Jackson,1957), utilizaram-se as seguintes hipóteses:

1. Em cada fila i que tenho um processo de chegadas externo, esse processo segue uma distribuição de Poisson, com taxa de chegada γ_i , para $i=1,2, \dots, N$;
2. Em cada fila i , o atendimento é exponencial;
3. Em cada fila i , a disciplina é FIFO.
4. Todos os clientes do sistema são homogéneos, ou seja, pertencem a uma única classe de indivíduos;
5. Uma vez atendido numa fila i , o cliente passa imediatamente para a fila j .

Para analisar um sistema de Jackson basta resolver a equação (1) para cada fila i que expressa um sistema de equações lineares.

Conforme Kleinrock (Kleinrock,1976)., a equação (1) torna-se:

$$\lambda = \gamma + \lambda R \tag{2}$$

sendo $R = (r_{ij})$.

- a) Achar os λ_i , resolvendo o sistema linear por um método adequado (redução de Gauss, métodos iterativos, etc.).
- b) Resolver as filas multicanal para os atendedores i . Essa resolução pode ser encontrada em (Novaes, 1977).

Método de Gordon e Newell

O modelo de Gordon e Newell (Gordon et al., 1967) é idêntico ao modelo Markoviano, com as seguintes diferenças:

1. Existe uma quantidade K de clientes “presos” no sistema;
2. Não são permitidas entradas ou saídas externas ao sistema, ou seja, $\gamma_i = 0$ e $\sum_j r_{ij} = 1$ para todo o i .
- 3.

Desta forma a equação (2) fica:

$$\lambda = \lambda R \tag{3}$$

Como não existem nem entradas nem saídas externas, o sistema (3) é indeterminado: os λ_i da solução de (3) não são únicos, sendo possível obter valores relativos.

Gordon e Newell (Gordon et al., 1967) usando a equação (4) obtiveram a solução (5).

$$\lambda_i = \mu_i x_i \tag{4}$$

$$P(k_1, k_2, \dots, k_n) = \frac{1}{G(K)} \prod_{i=1}^n \frac{x_i^{k_i}}{\beta_i(k_i)} \tag{5}$$

Sistemas Markovianos, como o modelo de Gordon e Newell, podem implicar sistemas com um número elevado de equações.

Conforme Kleinrock (Kleinrock, 1976) para facilitar soluções desse tipo, pode-se recorrer à representação de sistemas de filas como um processo Markoviano finito.

A principal dificuldade deste método é que em sistemas mais complexos, pode-se gerar um elevado número de equações.

Método de Muntz e Baskett

De acordo com Kleinrock (Kleinrock,1976), Muntz e Baskett desenvolveram em 1972 um modelo mais geral de sistemas de filas, que supera algumas das limitações dos modelos vistos anteriormente.

Esse modelo está extensivamente exposto em Baskett et al (Baskett e tal, 1975) e foi descrito e analisado por Kleinrock (Kleinrock,1976).

Conforme Kleinrock, os modelos de Jackson e de Gordon e Newell sofrem de três grandes desvantagens:

- a) Todos os clientes se comportam de modo homogêneo (tempos de atendimento e probabilidades de transição tem as mesmas características para todos eles)
- b) Todas as distribuições dos tempos de atendimento são exponenciais.
- c) A disciplina é FIFO.

Muntz e Baskett partiram dos resultados anteriores e chegaram ao seguinte modelo: um sistema de N filas, com um número finito de L classes de diferentes clientes, sendo que um cliente pertence a uma única classe quando está na fila ou no atendimento, podendo trocar de classe.

Como são permitidas classes diferentes de clientes, sistemas abertos e fechados podem ser considerados em simultâneo: um sistema pode ser aberto em relação a algumas classes de clientes e fechada em relação a outras, formando um sistema misto de filas.

2.4 Transporte como gerador de valor

O transporte é um elemento importantíssimo numa cadeia de abastecimento. Muito embora assim seja, não raro se confunde, e confronta, a logística ao transporte, quando se sabe, de antemão, que a primeira envolve um universo de atividades muito para além das do segundo.

A logística confere ao material ou produto uma mudança posicional, aproximando-a do mercado, por forma a que cada trajeto, quando eficiente e devidamente pensado, gera um ganho efetivo de valor.

2.4.1 Modos de transporte

Em termos modais o transporte divide-se em rodoviário, ferroviário, marítimo, aéreo, por *pipeline* (ou oleoduto) e fluvial. Devido às infraestruturas requeridas e à não existência de condições de navegabilidade homogéneas ao longo dos rios, estes dois últimos modos de transportes não assumem grande significado em Portugal.

As combinações mais frequentes encontram-se a dois níveis (Crespo de Carvalho,2004).

- Sistemas de tipo *piggyback*, quando o equipamento de um determinado modo de transporte pode ser transportado por outro modo alternativo. Os sistemas mais conhecidos, deste tipo, são os TOFC (*trailer on flat car*), ou seja, onde o semirreboque de um veículo rodoviário é transportado por modo ferroviários, e os sistemas RORO (*roll-on-roll-off*), onde os veículos rodoviários são transportados por navios de grande porte (modo marítimo);
- Sistemas utilizando contentores standard, onde a carga é transportada e armazenada por forma a tornar-se fácil o manuseamento automatizado entre vários modos de transporte. Estes sistemas apresentam, porém, algumas desvantagens, nomeadamente ao nível da programação e manuseamento de contentores.

No Quadro 1 mostra uma comparação entre os vários modos de transporte onde são ilustradas, numa escala de 1 a 5 (1 para melhor ou maior e 5 para pior ou menor), as várias performances, segundo diversos critérios, para os diferentes modos em causa.

MODO TRANSPORTE	DE	Velocidade Total		Custo (por tonelada x Km)	Estragos e perdas	Versatilidade de carga	Capacidade	Fiabilidade do serviço	Continuidade do serviço
		Distância < 500 Km	Distância ≥ 500 Km						
Ferroviário		3	2	3	1	2	3	4	4
Rodoviário		1	3	2	3	3	5	5	2
Marítimo / Fluvial		4	4	5	2	1	1	3	5
Pipeline		5	5	4	5	5	2	1	1
Aéreo		2	1	1	4	4	4	2	3

Quadro 1 – Comparação das performances dos vários modos de transporte (1 - Mais para 5 - Menos)
 fonte: J. M. Crespo de Carvalho, Logística, edições Silabo, p. 192, terceira edição.

De acordo com Crespo de Carvalho (Crespo de Carvalho,2004), existem algumas vantagens e desvantagens, bem como possíveis melhorias para tornar os meios de transporte mais competitivos. Iremos identificá-las em seguida para a rodovia, ferrovia e transporte marítimo.

Rodovia – Vantagens, desvantagens e melhorias possíveis

Como vantagens no uso da rodovia existem:

- Flexibilidade do serviço;
- Grande cobertura geográfica;
- Manuseamento de pequenos lotes;
- Muito competitivo em distâncias curtas / médias;
- Elevado grau de adaptabilidade;
- Fraco investimento para o operador;
- Rápido, normalmente serviço ponto a ponto;
- Manuseamento mais fácil (cargas menores);
- Menores custos de embalagem.

As principais desvantagens no meio de transporte rodoviário são:

- Unidades de carga limitadas;
- Dependente das condições climáticas;
- Dependente do trânsito;
- Dependente das infraestruturas;
- Dependente da regulamentação (circulação, horários);
- Mais caro em grandes distâncias.

As melhorias possíveis para tornar o transporte rodoviário mais competitivo são:

- Sistemas de comunicação variado;
- Sistemas de localização por coordenadas geográficas e por via / estrada;
- Melhoria de carregamentos e sistemas de classificação em terminais;
- Incremento no uso de contentores / paletes standard;
- Aumento dos sistemas semiautomáticos de carga / descarga dos veículos;
- Melhoria nos contentores para se adaptarem a outros modos de transporte.

Ferrovias – Vantagens, desvantagens e melhorias possíveis

Como vantagens no uso da ferrovia existem:

- Baixo custo para elevadas distâncias;
- Adequado para produto de baixo valor e alta densidade;
- Adequado para elevadas quantidades;
- Possibilita o transporte de vários tipos de produtos;
- Sofre pouca influência das condições climáticas e tráfego;
- Superior ao rodoviário em termos energéticos;
- Ambiente favorável.

As principais desvantagens no meio de transporte ferroviário são:

- Pouco competitivo para pequenos carregamentos;
- Pouco competitivo para pequenas distâncias (sobretudo abaixo dos 500 Km)
- Pouco flexível pois trabalha terminal a terminal (nem sempre tem paragens onde seria desejável);
- Elevados custos de manuseamento;
- Horários pouco flexíveis e serviço pouco flexível;
- Elevada dependência de outros meios de transporte (nomeadamente rodoviário).

As melhorias possíveis para tornar o transporte ferroviário mais competitivo são:

- Comboios mais frequentes e mais pequenos;
- Melhoria do equipamento dos terminais;
- Incremento da velocidade de trajeto e de terminal (carga / descarga);
- Uso de sistemas de informação que permitem melhorar monitorização e controlo das frotas ferroviárias e programação de rotas.

Marítimo – Vantagens, desvantagens e melhorias possíveis

Como vantagens no uso do modo marítimo existem:

- Competitivo para produtos com muito baixo custo por tonelada × quilómetro transportada (químicos industriais, ferro, cimento, petróleo, minerais ...).

As principais desvantagens no meio de transporte marítimo são:

- Baixa velocidade;
- Limitado a mercados com orla marítima ou com rios navegáveis;
- Muito pouco flexível.

As melhorias possíveis para tornar o transporte marítimo mais competitivo são:

- Sistemas de movimentação dos terminais;
- Melhor funcionamento sempre que associado a plataformas multimodais;
- Associação a sistemas de armazenamento em terminal (pelo menos para *cross-docking*);
- Implementação do tráfego marítimo de curta distancia.

2.4.2 Escolha do modo de transporte

Para a escolha do modo de transporte, Alan Slater (Slater,1992) criou uma metodologia de modo a auxiliar a escolha adequada para a empresa. Qualquer solução de transporte que se escolha, envolve várias variáveis dependentes da cadeia de abastecimento em causa, do valor real acrescentado pelo modo de transporte escolhido e dos custos que lhe estão associados. Existe uma grande tendência para a escolha do modo rodoviário, dadas as características evidenciadas anteriormente.

A metodologia de Slater (ver Figura 16) aposta em proceder a uma recolha exhaustiva dos vários fatores determinantes na escolha do modo de transporte. É então fundamental definir a natureza do transporte, isto é, se tratar de transporte de carácter nacional ou internacional; evidenciar uma preocupação com as características do cliente; ter em consideração as características e as tendências ambientalistas; conhecer devidamente o material/produto em causa; e, por fim, estudar aprofundadamente as características da própria empresa fornecedora. De seguida irão ser descritas as características para melhor perceção de como escolher um modo de transporte.

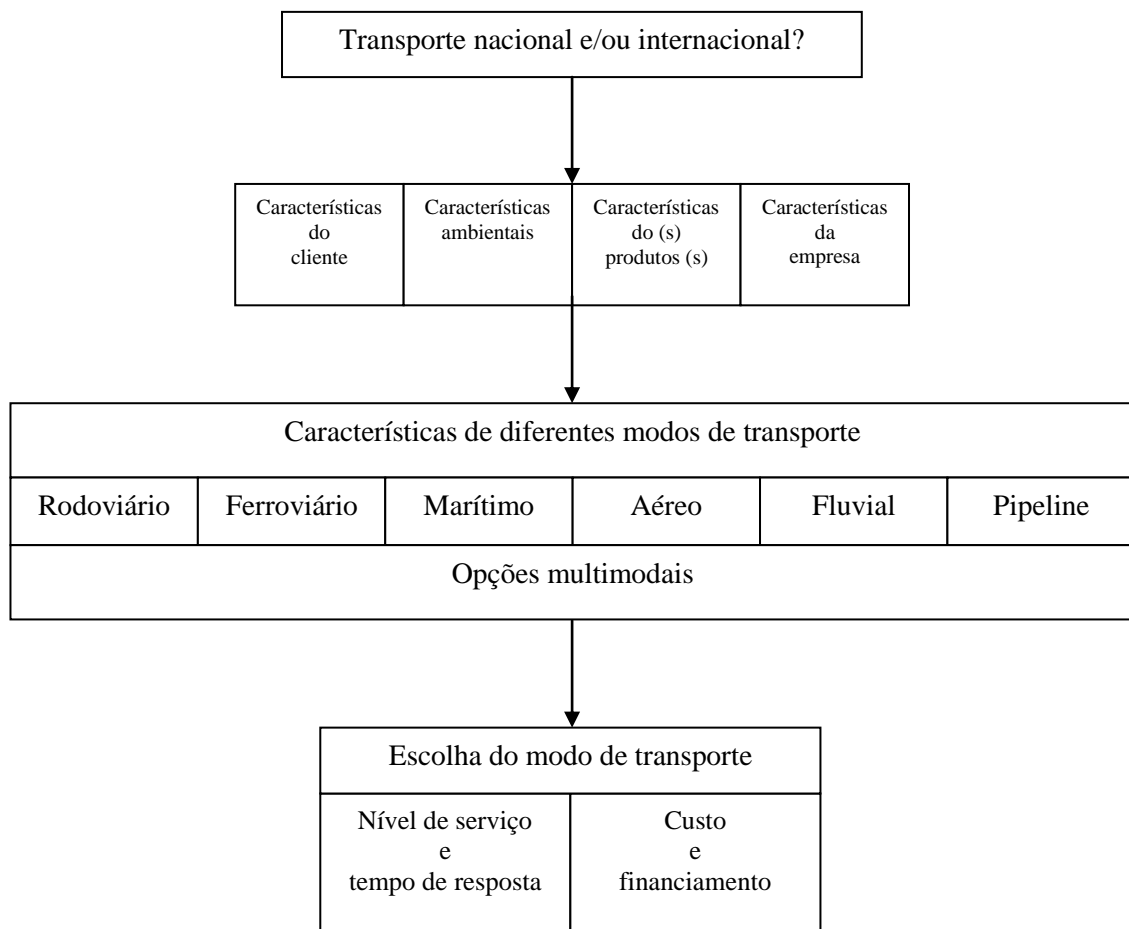


Figura 16 – Fatores determinantes na escolha do modo de transporte

fonte: Alan Slater, The Gower Handbook of Logistics & Distribution Management, England, 1992, fourth edition

Características do cliente:

- Localização geográfica;
- Acessos aos pontos de entrega;
- Restrições de tempo (dias da semana, hora do dia, ...);
- Tamanho da encomenda (e volume de vendas anual);
- Conhecimento do produto (para efeitos de carga / descarga e evitar estragos);
- Equipamento mecânico para manuseamento do produto;
- Nível de serviço requerido e tempo de resposta;
- Tipo de “venda”;
- Requisitos depois da venda (pós-venda).

Características ambientais:

- Outros utilizadores rodoviários (e seus efeitos);
- Infraestrutura;
- Tecnologia (veículo e equipamento);
- Clima;
- Considerações legais;
- Tendência rodoviária (porque são as mais graves para o ambiente);
- Tendências ambientais.

Características do produto:

- Peso;
- Forma e volume;
- Natureza frágil;
- Obsolescência e deterioração;
- Perigo (por exemplo toxicidade);
- Valor.

Características da empresa:

- Política de nível de serviço;
- Política de *lead-time*;
- Vendas territoriais;
- Localização de depósitos / centros de distribuição;
- Localização de instalações fabris;
- Políticas financeiras;
- *Performance* da concorrência.

Uma avaliação conveniente das características dos vários modos de transporte, de forma conjunta, incluindo opções multimodais deve ser considerada. Há ainda que proceder ao levantamento das variáveis de serviço, tempo de resposta, custo e forma de financiamento para escolha do modo de transporte central.

Os passos seguidos pelo método estão representados na Figura 17 tratando-se de dar cumprimento a uma análise articulada do seguinte modo:

Passo 1 – Identificar os fatores que afetam a escolha do modo de transporte;

Passo 2 – Categorizar os fatores mais significativos que afetam o modo de transporte e identificar os riscos de mudanças potencial desses fatores;

Passo 3 – Determinar a rede de distribuição, isto é, a cadeia de abastecimento, incluindo o número e tamanho dos depósitos e centros de distribuição em causa;

Passo 4 – Usar uma aproximação matricial para a decisão;

Passo 5 – Medir o sucesso da escolha. Avaliar e recolher o feedback.

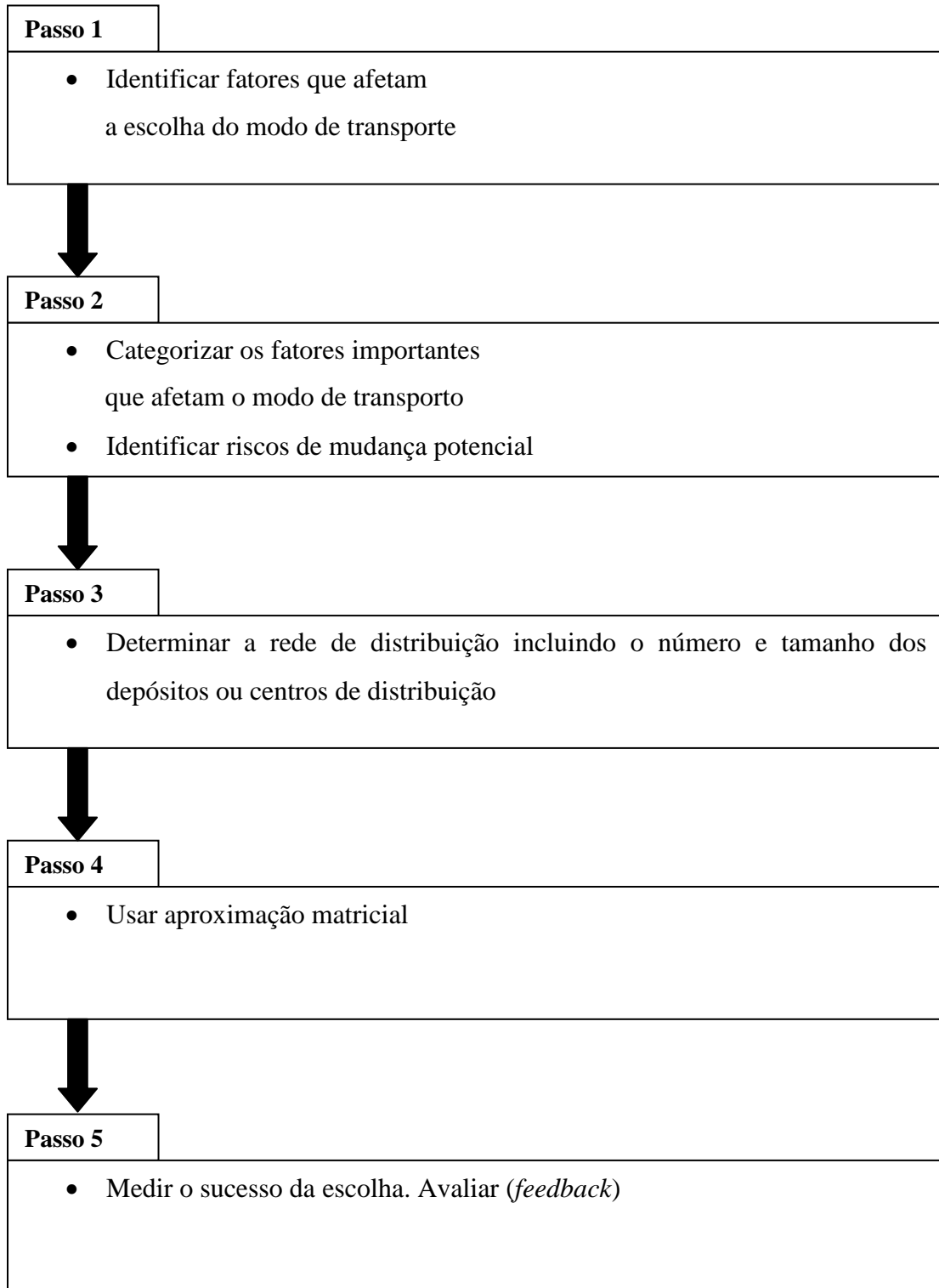


Figura 17 – Passos para determinação das alternativas de modos de transporte
fonte: J. M. Crespo de Carvalho, Logística, Portugal, Edições Sílabo, pág. 202, 3ª edição.

A forma prática como se processa a escolha do modo de transporte encontra-se apresentada, esquematicamente, na Figura 18 conducente à aproximação matricial, sistematizada por fases (1ª a 6ª) na Figura 19.

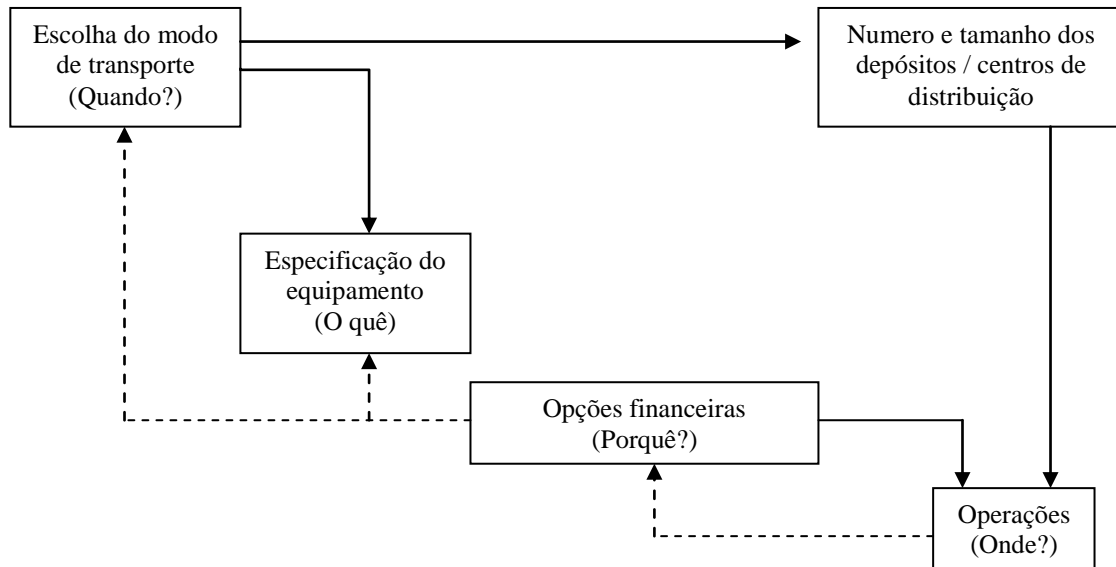


Figura 18 – Ferramenta para decisões de transporte

fonte: Alan Slater, The Gower Handbook of logistics & Distribution Management, England, 1992, fourth edition.

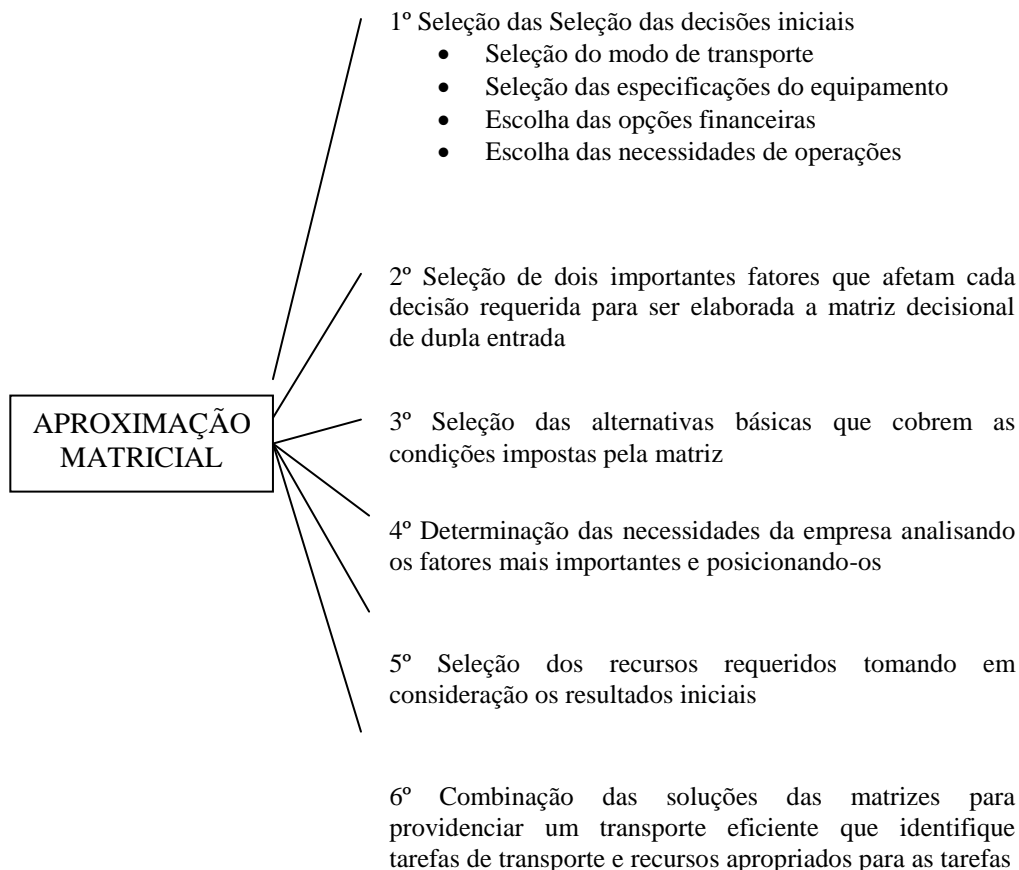


Figura 19 – Aproximação matricial

fonte: J. M. Crespo de Carvalho, Logística, Portugal, Edições Sílabo, pag.203, 3ª edição.

Na Figura 20 encontra-se a primeira aproximação matricial, conjugando dois fatores fundamentais: tamanho da encomenda (por intermédio de peso ou volume) e distância percorrida. A análise criteriosa destas duas variáveis permitirá um posicionamento adequado na matriz representada, evidenciando um modo de transporte preponderante (ou uma aproximação).

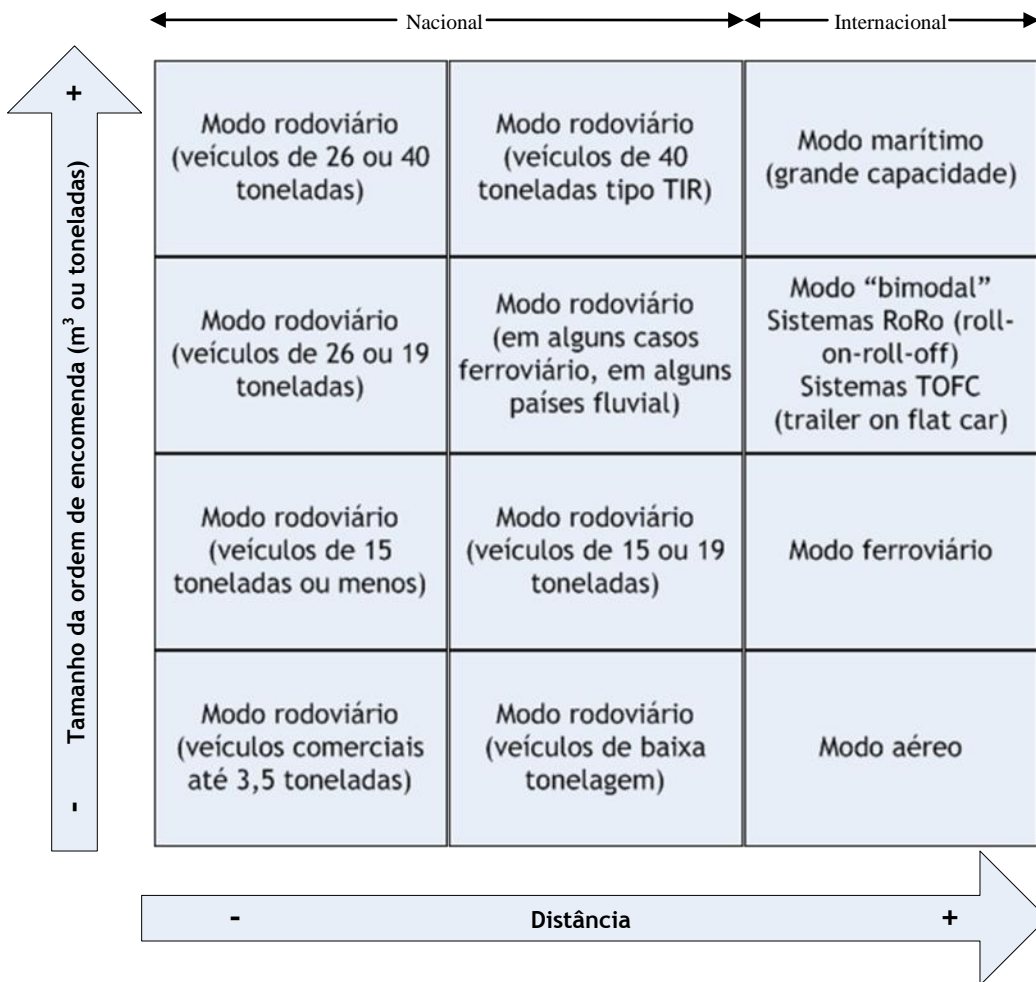


Figura 20 – Matriz para a escolha do modo de transporte
 fonte: J. M. Crespo de Carvalho, Logística, Portugal, Edições Sílabo, pag.203, 3ª edição.

Na Figura 21 encontra-se uma aproximação à escolha do veículo (especifica o tipo de veículo), nomeadamente para o modo de transporte rodoviário, analisando em função de duas grandes variáveis: peso a transportar (em ton) e volume a transportar (em m³). Desta forma, faz a distinção entre o peso e o volume da mercadoria a transportar.

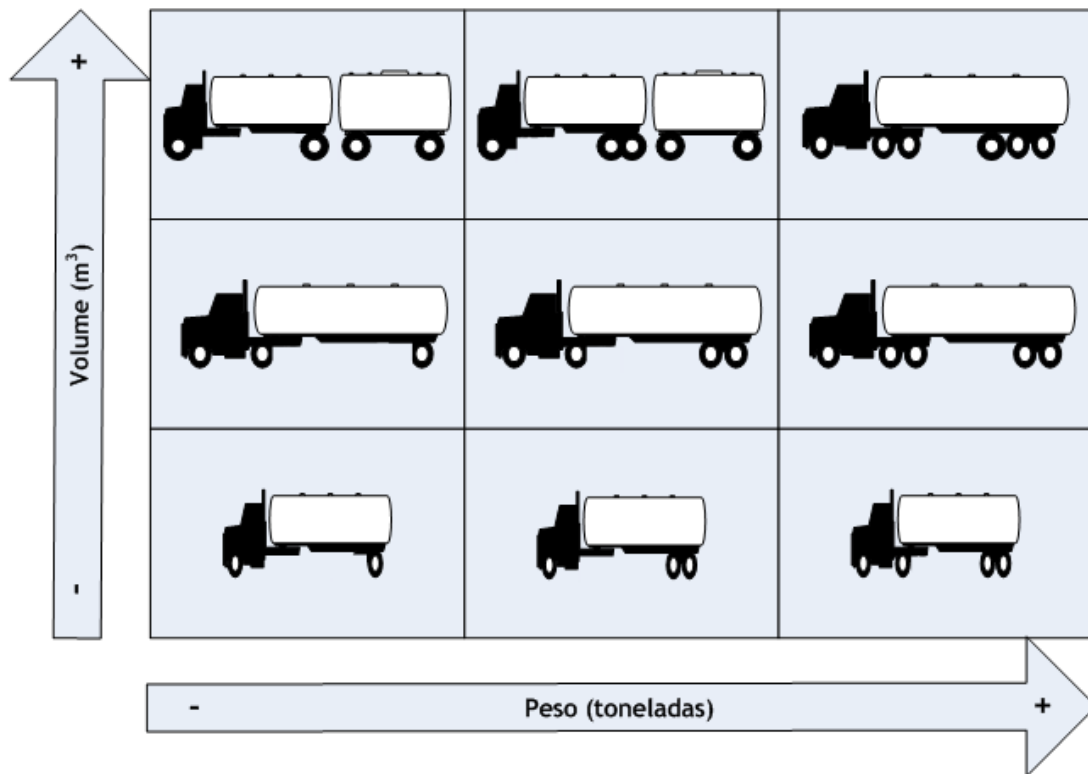


Figura 21 – Seleção do veículo por tipo

fonte: Alan Slater, The Gower Handbook of logistics & Distribution Management, England, 1992, fourth edition.

A matriz que permite a opção de frota surge por intermédio da Figura 22, pretendendo fazer uma distinção entre a posse tendencial dos veículos (próprios ou alheios), e o comprometimento com a aposta, ou não, em condutores pertencentes à própria estrutura empresarial. Com esta aproximação são, também, solucionadas algumas questões de preço (mais elevado ou mais baixo) consoante as opções que forem tomadas.

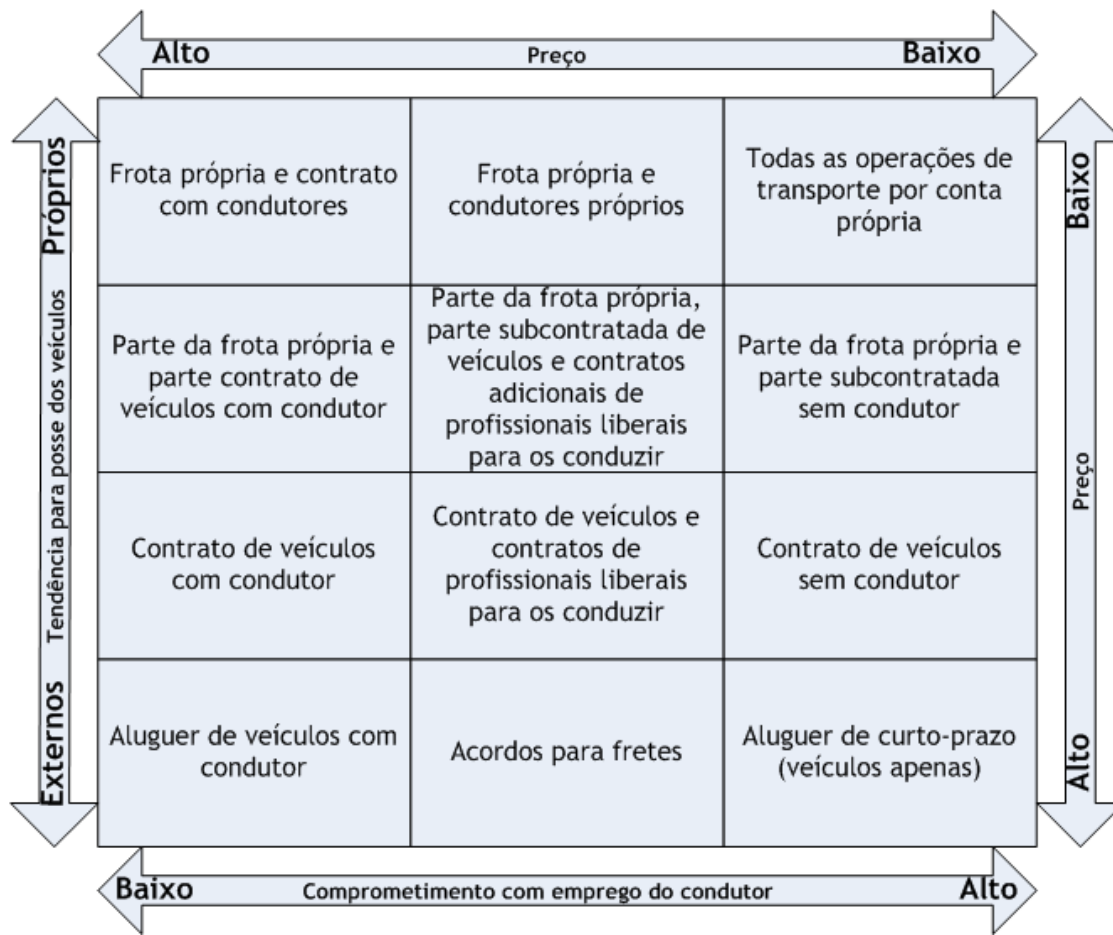


Figura 22 – Matriz para opções de frota (opções financeiras)

fonte: Alan Slater, The Gower Handbook of logistics & Distribution Management, England, 1992, fourth edition.

Por fim, é estabelecida uma matriz (ver Figura 23) que pretende determinar as necessidades de operação do modo de transporte escolhido, utilizando dois outros critérios distintos: o grau de utilização do(s) veículo(s) e o nível de serviço.

Após o posicionamento nas várias matrizes a solução sobre o modo de transporte mais indicado estará, à partida, definida. Há que colocar em marcha, avaliar o seu sucesso e melhorar a escolha ao longo do tempo, tendo em atenção fatores como a mudança tecnológica, as tendências ambientalistas, a variação das cargas transportadas (algum grau de sazonalidade, eventualmente) e as práticas da concorrência (por recurso ao *benchmarking*).

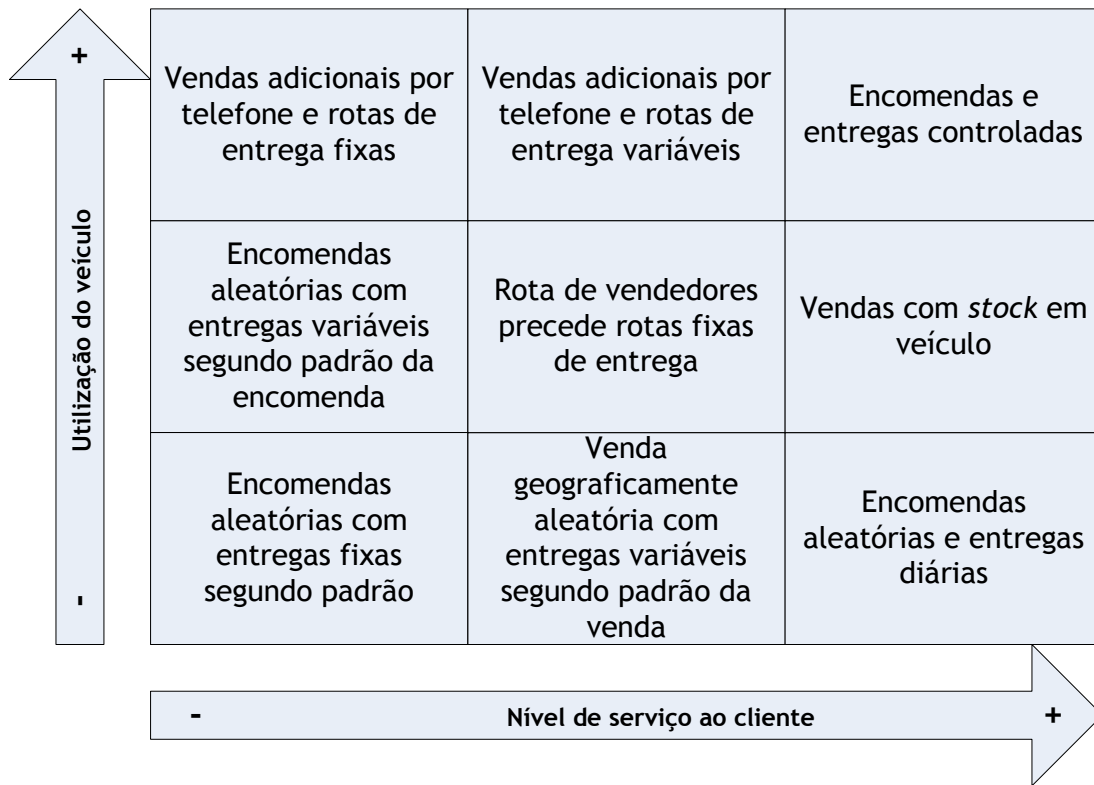


Figura 23 – Matriz para escolha de operações (necessidade frota vs. nível de serviço)

fonte: Alan Slater, The Gower Handbook of logistics & Distribution Management, England, 1992, fourth edition.

2.4.3 Efeitos externos dos transportes

Os transportes contribuem significativamente para o crescimento económico e permitem uma visão global do mercado. Infelizmente, a maioria das formas de transporte, não afeta apenas uma sociedade de forma positiva, mas também dá origem a efeitos colaterais. Os veículos rodoviários, por exemplo contribuem para o congestionamento, o ruído dos comboios, aviões e navios à poluição do ar. Em contraste com os benefícios, os custos destes efeitos de transporte geralmente não são suportados pelos utilizadores dos transportes e, conseqüentemente, não devem ser tidos em conta quando se toma uma decisão nos transportes. Assim, estes efeitos são geralmente definidos como externos. Como exemplos de efeitos externos dos transportes são os congestionamentos, acidentes, poluição do ar, ruído e impactos sobre as alterações climáticas. Os custos associados a estes efeitos são chamados os custos externos.

Como hipótese alternativa à rodovia surge a ferrovia. Na Figura 24 surge uma comparação dos custos externos em trajetos interurbanos noturnos entre a rodovia (processo atual) e a ferrovia (alternativa futura).

Custos externos – Trajectos Interurbanos Nocturnos (Rodovia vs Ferrovia)

Tipo de Custo Externo	Rodovia	Ferrovia
Ruido	0,17	0,19
Acidentes	0,23	0,02
Poluição do ar	0,73	0
Mudanças Climáticas	0,19	0
Natureza e Ambiente	0,1	0,02
Poluição de Águas e Solo	0,09	0,02
Up and Down-Stream Proc	0,23	0,13
<i>Total</i>	<i>1,74</i>	<i>0,38</i>

Figura 24 – Comparação dos Custos Externos entre a Rodovia e a Ferrovia.

Valores (€/tkm) obtidos em Handbook on estimation of external costs in the transport sector, pag. 113

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo, irá ser apresentado e descrito todo o processo de transporte da pasta para o cais comercial da Figueira da Foz a quando o início desta dissertação. Através da presença diária na Celbi foi uma mais valia para perceber como todo o processo era realizado, bem como recolher dados essenciais a este trabalho.

Após a descrição de como se encontrava este processo, bem como análise dos pontos críticos que necessitavam de ser corrigidos, passamos então á análise dos processos substitutos ou possíveis melhorias a fazer ao atual com detalhe das várias componentes sociais, financeira e da eficiência para solucionar os problemas encontrados.

Após encontrar o caminho a tomar para ir de encontro aos objetivos propostos, é realizado um projeto em conjunto com algumas empresas, de forma a desenvolver o novo sistema de transporte a ser utilizado, e feita uma análise dos sistemas apresentados por elas.

3.1 Processos de expedição

Até ser encontrado uma outra solução, o processo de expedição da pasta de papel do local de produção para o CCFF é realizado através da utilização da rodovia. No entanto, com o aumento da capacidade de produção, tornou-se insuportável a continuação da utilização do atual processo com camiões de 24 ton. Existem assim três pontos essenciais para a mudança do processo de expedição da pasta de papel.

Com a utilização do processo atual, seria inevitável o aumento significativo do tráfego no trajeto entre o local de produção e o CCFF. Também o aumento das emissões gasosas por parte dos camiões seria um problema, pois na situação atual, teríamos o aumento de viagens a serem realizadas para escoar a produção. Por último, o grau de prontidão da pasta de papel no CCFF. Com a utilização atual de camiões de 24 ton, a quantidade escoada por viagem tornou-se insuficiente, sendo necessário aumentar esta quantidade, temos a possibilidade de estudar uma possível alteração do processo rodoviário para um processo ferroviário, visto a linha férrea já estar criada entre o local de produção e o CCFF, ou a continuação do processo rodoviário mas aumentando a capacidade de pasta transportada.

Assim, a utilização de processos substitutos, são praticamente uma necessidade face às alterações na produção. Novos métodos estão previstos, sendo o processo da ferrovia uma

possibilidade apelativa pelas características de menor poluição, bem como a retirada do trânsito provocado pelos camiões.

Começemos por identificar o processo atual e os possíveis processos substitutos.

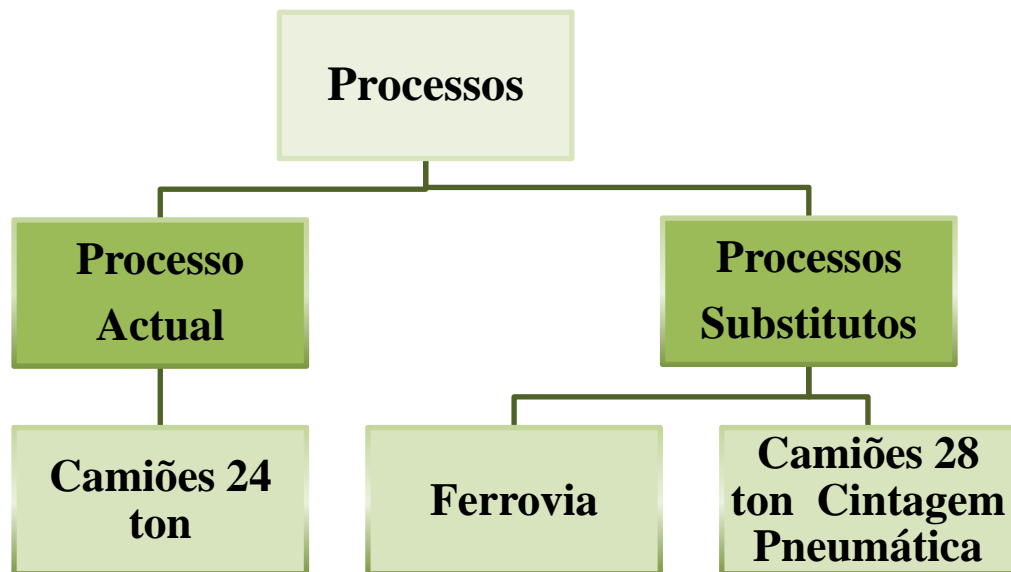


Figura 25 – Organograma dos Processos de Expedição

3.2 Processo atual

No modelo atual, a ligação entre local de produção e o CCFF é feita através da rodovia. Após observadas as diferentes etapas do processo, é essencial definir os pontos críticos nos quais temos de focar.

Com uma produção de cerca de 300 mil toneladas por ano, produção normal antes do investimento e alteração da linha de produção com a nova máquina da pasta, o processo de expedição não possuía lacunas, sendo o processo atual utilizado até este momento suficiente.

Atualmente, a pasta sai da linha de produção (Figura 26) e vai diretamente para o armazém do local de produção (Figura 27). Posteriormente, os caminhões carregam 24 ton de pasta (Figura 28), sendo esta a capacidade máxima permitida por lei, e após o carregamento movimentam-se para o exterior do armazém onde o camionista procede á cintagem da pasta e possível cobertura com uma lona, caso as condições atmosféricas assim o exijam (Figura 29). Segue em seguida para o CCFF e é movimentada pelas gruas, do caminhão para o navio de transporte. A pasta que já se encontra armazenada no porto, pasta esta proveniente quer da Celbi, quer de outras empresas do grupo, é novamente colocada em caminhões através de empilhadores, para depois se deslocarem até ás gruas que vão movimentar a pasta para dentro do navio (Figura 30). Existem até duas gruas em simultâneo que fazem o carregamento para o navio, sendo que com a utilização de duas gruas passamos a ter duas filas de caminhões. A capacidade máxima de cada grua é de 6 Ton. Este é um processo é monofase e multicanal.



Figura 26 – Fim da linha de produção



Figura 27 – Armazém da Fábrica



Figura 28 – Carregamento de um camião



Figura 29 – Cintagem da pasta de papel



Figura 30 – Carregamento de navio

Existe uma comunicação prévia para avisar da chegada do navio de transporte de mercadoria. Essa comunicação é feita com três dias de antecedência, de modo a gerir o transporte da pasta de papel para o porto marítimo. O carregamento pode ser feito em dois turnos, sendo o primeiro entre as 8h e as 17 horas e o segundo entre as 17 horas e as 24 horas. Poderá ser estendido caso haja necessidade até às 2 horas da madrugada, esta situação apenas se verifica quando se está no final do processo de carregamento, caso isso não se verifique passa para o dia seguinte.

O afretamento é feito em condições FIOS (*Free In and Out and Stowed*) o que significa que o armador não intervém no processo de carga e descarga.

Neste processo intervêm várias entidades de modo a permitir que os processos ocorram sem problemas.

3.2.1 Entidades envolvidas

Para uma expedição de pasta de papel por via marítima, da CELBI, intervêm diferentes empresas com diferentes finalidades no processo: direção de logística, armazém, armador, agente de navegação, prestador de serviço rodoviário e perito.

Existe a necessidade de um representante do navio que atraca no CCFF, assim como empresas que gerem os recursos humanos e as movimentações da carga no CCFF.

É um processo com algum grau de complexidade, uma vez que estão envolvidas diversas entidades, desde a saída da pasta do local de produção até à sua expedição.

Este processo depende de várias variáveis, desde o controlo de marés (visto o Porto da FF ser de marés) até às intempéries, uma vez que a pasta não pode apanhar humidade sobre a pena de se danificar.

De seguida, será descrito o modo de funcionamento das empresas necessárias à movimentação da pasta.

ARMAZEM DA FÁBRICA

A gestão do armazém da Celbi é efetuada através de um operador que controla os carregamentos e arrumação da pasta dentro do armazém, seleciona a pasta a carregar no camião bem como todo o processo de guias necessárias.

Um operador da empresa SOTIC, que se encontra nas instalações da Fábrica, controla a comunicação com as empresas de camionagem a fim de colocar os camiões necessários para cada dia de trabalho.

O processo de carregamento de cada camião processa-se da seguinte forma:

- Quando a pasta sai da linha de produção, esta vai sendo arrumada no armazém em locais específicos consoante a sua pré-qualificação, e de forma a não impedir os carregamentos que estão e vão ser realizados, esta pré-qualificação distingue a pasta em vários requisitos e em especial na impureza da mesma, consoante o produto final pretendido é necessário uma pasta com mais ou menos impureza. Essa escolha do tipo de pasta é indicada pelo cliente no momento da encomenda.

- A pasta só pode ser expedida através do FLYARM após a sua qualificação final, sendo esta realizada pelo laboratório da Fábrica, que depois através do FLYARM a qualifica definitivamente e dá permissão no software para que esta possa ser expedida pelo responsável do armazém.
- Em caso de não existir pasta para o cliente da qualidade que este encomendou, por norma é enviada pasta de qualidade superior sem custos demais. Esta operação tem de ser efetuada pelo laboratório que irá introduzir no FLYARM, a permissão de uma qualidade superior para que no armazém possa ser expedida.

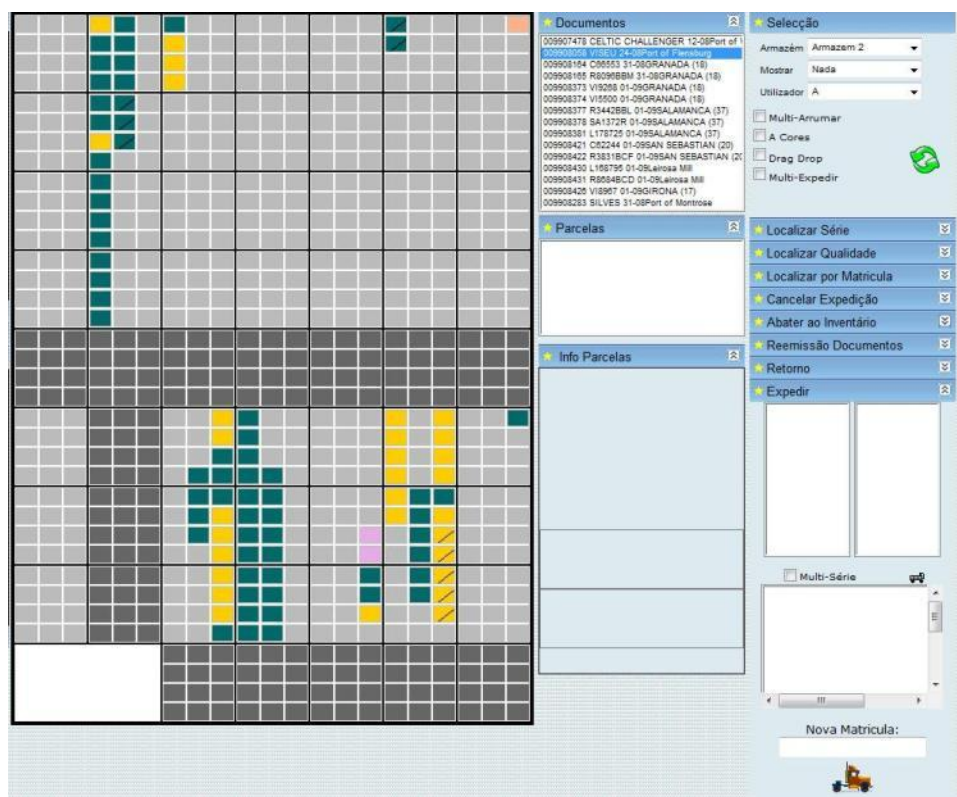


Figura 31 – Software de gestão do armazém (FlyArm)

- Através da portaria é comunicado a chegada de cada camião, este espera até que seja dada ordem de entrada nas instalações.
- O responsável do armazém, através das comunicações com a portaria, anota as matriculas dos camiões que se encontram em espera no exterior, solicitando a entrada à medida que tal é possível.

- Após a entrada do caminhão, este é colocado na zona do armazém onde se encontra a pasta de papel a carregar. Neste momento, através do software FLYARM, é selecionado o cliente, o tipo de pasta que o cliente encomendou (libertando apenas as opções possíveis para o mesmo) e seleciona-se a pasta procedendo-se à expedição virtual. A informação é enviada aos condutores dos empilhadores, normalmente dois, e estes iniciam o carregamento.
- Após o carregamento o camionista terá de cintar a carga com 8 a 12 cintas dependendo da disposição da carga. Entretanto são impressos os documentos de transporte necessários para o transporte, com a introdução da respetiva matrícula e assinados pelo responsável do armazém.

FOZPOR

A FOZPOR é a empresa que gere a mão-de-obra no CCFF.

Esta recebe as requisições dos operadores portuário, OPERFOZ e LISCONT, indicando o nº de recursos humanos pretendidos.

Os turnos de trabalho são 8:00 – 17:00 e 17:00 – 24:00, com intervalo para o almoço e o jantar de 1h.

Como forma de flexibilizar os recursos humanos, a FOZPOR recorre a trabalhadores eventuais que se disponibilizam para operar em alturas de maior afluência de carregamentos ou descargas. É constituída por 14 operadores, 2 escritórios, gerência e eventuais (atualmente possuem uma bolsa de 27).

OPERFOZ

É a empresa responsável por movimentar as cargas e descargas no CCFF.

Requisita os operadores portuários à FOZPOR.

Relativamente à carga de um navio de pasta da Celbi, existe a necessidade de recorrer a 7 homens (1 grua):

- 1 Grueiro;
- 1 Conferente;
- 1 Portaló;
- 2 Operadores fora do navio a prender a pasta;
- 2 Operadores dentro do navio a desprender a pasta;

Com a utilização de duas gruas, os números de recursos humanos duplica com a exceção do conferente, pois este controla a pasta movimentada para o navio por ambas as gruas.

Grueiro – Habilitado a manobrar gruas e outras máquinas. Estes são formados pelo IPTM (Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos). Movimenta a pasta dos camiões para dentro do navio.

Conferente – Confere a carga que entra no navio, assim como as quantidades. Regista manualmente os lotes da pasta que estão a ser carregados numa folha.

Portaló – Através de gestos e comunicação rádio, informa o grueiro da posição dos fardos de pasta no navio de forma a facilitar a movimentação da mesma, em especial quando a visibilidade dentro da grua é menor. Permite organizar a carga da melhor maneira possível.

Operadores – têm como função colocar os gancho nos arames da pasta, arames estes que envolvem os fardos e permitem que esta seja movimentada pela grua.

AGENTES DE NAVEGAÇÃO

Funções:

As atividades do agente de navegação cobrem diversas áreas do negócio marítimo num conjunto de ofertas que satisfaz as necessidades dos utentes do CCFF:

- Agenciamento de navios;
- Consignações;
- Corretagem e fretamento de navios;
- Organização e comercialização de soluções de transporte em carga convencional de/para todo o mundo;
- Operações de carga e descarga;
- Armazenamento a coberto e a descoberto;
- Receção de mercadorias;
- Transporte e distribuição de cargas;
- Manuseamento de cargas de grandes dimensões.

PORTO DA FIGUEIRA DA FOZ

As condições atuais de acesso marítimo ao Porto da Figueira da Foz recomendam que os navios fiquem condicionados aos seguintes limites e sujeitos às condições meteorológicas e à Informação dos Serviços de Pilotagem e da Exploração do Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos:

1. **Calado:** 5,50 metros

2. **Comprimento** (fora a fora)

Navios com hélice à proa e à popa: 110 metros

Navios com hélice à popa: 90 metros

3. **Boca:** 16,5 metros

Com as obras realizadas no molho, em 2010, tornaram possível afretar navios com calado de 7,5 metros.

ARMADOR

É o dono do navio sendo responsável por atracar o navio no cais comercial. É quem dá NOR (Notice of Readiness), isto é, notificação de pronto a operar.

PERITO

O perito é quem verifica se a carga pode ser carregada. Examina as condições e o local onde a carga vai ser movimentada.

Considerações

O armazém do local de produção representa o último elemento de ligação física do processo de expedição. É no armazém do local de produção que são concedidas as indicações aos condutores rodoviários sobre a movimentação da pasta.

Após informação do armazém, a FOZPOR fornece à empresa de movimentações de cargas no CCFE os recursos humanos necessários para esta ser elaborada. Aqui se conclui, que a empresa OPERFOZ depende dos recursos fornecidos pela FOZPOR, com exceção para os encarregados e grueiros de guias móveis.

As outras entidades essenciais neste processo, são os agentes de navegação.

A função principal do agente é a representação do navio no país e resolver as questões burocráticas com a capitania da Figueira da Foz, com os serviços de estrangeiros e fronteiras (SEF) e administração do porto da Figueira da Foz (APFF). Resolve os pedidos de entrada no porto marítimo da Figueira da Foz e mantém constantemente comunicação com os pilotos dos navios.

3.2.2 Caso e a definição dos dados

Com o aumento de produção é necessário realizar melhorias ao processo de transporte de pasta de papel.

A utilização de um modelo de simulação caracteriza o desempenho do funcionamento considerando o modelo atual de expedição da pasta de papel. A análise irá ser realizada com recurso ao MS-EXCEL.

Através da análise dos vários segmentos do processo para identificação dos principais problemas e zonas a melhorar podemos depois ver como conseguimos atingir o objetivo das 500ton/h de pasta movimentada entre o local de produção e o navio com o respetivo acondicionamento dentro do navio, sendo esta a quantidade necessária a ser movimentada para fazer face á nova capacidade de produção.

Com a análise dos vários processos possíveis e resultados obtidos no simulador em MS-EXCEL é escolhido qual o processo substituto.

É desenvolvido então o protótipo do novo sistema de transporte para que depois seja pedido orçamento as empresas dessa área e solicitado á direção aprovação do projeto.

3.2.3 Construção do modelo de análise filas de espera

Este simulador foi desenvolvido em colaboração com o colega Pedro Gomes e com o auxílio do Professor Rui Assis.

Uma vez com os resultados disponíveis, demonstrar-se-á se o modelo atual, é ou não eficaz, face à nova capacidade de produção.

Para a realização do estudo do processo de carregamento da pasta de papel do local de produção para o CCFF, foi necessário criar alguns simuladores que se adequassem à realidade da fábrica.

Houve a necessidade de realizar um trabalho de cronometragem de várias operações como a carga, descarga e percursos (ida e volta) para se determinar o valor médio e o desvio padrão de cada uma delas.

Após estas observações foi possível validar o modelo, isto é, de acordo com Shannon (Shannon, 1975) e Banks (Banks, 1998), verificar que ele representa aproximadamente a realidade. Inicialmente houve a necessidade de proceder a ajustamentos, pois não se aproximava da realidade presente. Só depois de o modelo ser validado, foi possível ser utilizado para estudar novos cenários.

Então, criou-se o primeiro modelo baseado nos factos concretos deste processo de transporte de pasta de papel.

Assim, o simulador que se adaptou à realidade possui dois cais de carregamento, sendo estes o local de produção e o CCFF, dois empilhadores no local de produção e opção de descarga no CCFF com uma ou duas gruas.

O simulador é um ciclo fechado pois tem em consideração todas as etapas de um carregamento de pasta. Os camiões começam por ser carregados no local de produção e seguem para o CCFF. Os camiões uma vez descarregados seguem de volta para a Fábrica para serem novamente carregados.

O simulador, para que seja utilizado em diversas situações, possui as variáveis mais importantes do processo, sendo elas:

- Nº de camiões disponíveis para o carregamento;
- Capacidade dos camiões;
- Custo de transporte €/ton;
- Necessidade de pasta a transportar;
- Tempo de percurso dos camiões;
- Tempo de carga na fábrica;
- Tempo de descarga no cais comercial.

Para estudo dos resultados, obtém-se os seguintes Outputs:

- Capacidade [camiões/hora];
- Capacidade [ton/hora];
- Custo [€/hora];
- Nº Total de viagens dos camiões para o carregamento;
- Quantidade de pasta a ser transportada [ton];
- Tempo total para o carregamento;
- Taxa de ocupação dos empilhadores;
- Tempo médio de espera [min/camião];
- Tempo máximo de espera [min];
- Nº médio de camiões na fila;
- Nº máximo de camiões na fila;

3.2.4 Resultados

Para a realização deste relatório, houve necessidade de obter determinados dados de modo a obter resultados reais.

Então, foram observados os tempos de carregamento no armazém do local de produção, os tempos de cintagem da pasta de papel e os tempos de descarga no CCFF.

De salientar, que todos os dados obtidos, foram observados em diversos carregamentos e em dias diferentes de modo a não particularizar um só carregamento.

Todos os dados obtidos estão em anexo (ANEXO 3) e na unidade de minutos.

Com o simulador desenvolvido, foi possível comprovar que os resultados obtidos são idênticos à realidade que se encontra no dia-a-dia na Celbi.

Para se identificar quais os principais problemas que estariam a congestionar o processo de movimentação entre o local de produção e o CCFF foi necessário ir para o terreno obter dados. Assim obtivemos tempos de carregamento de pasta de papel, tempos de cintagem da pasta de papel, tempos de descarga no CCFF e os tempos de trajeto entre o local de produção e o CCFF.

Os testes realizados foram elaborados com as seguintes médias e desvios-padrão presentes na Tabela 1, obtidos através de observações reais.

	Carregamento	Cintagem	Descarga
Média	5,124	4,866	3,645
DP	1,135	1,129	0,643

Tabela 1 – Médias e Desvio Padrão das diferentes fases do processo. Valores em min.

Simulação dois cais de carregamento e uma grua

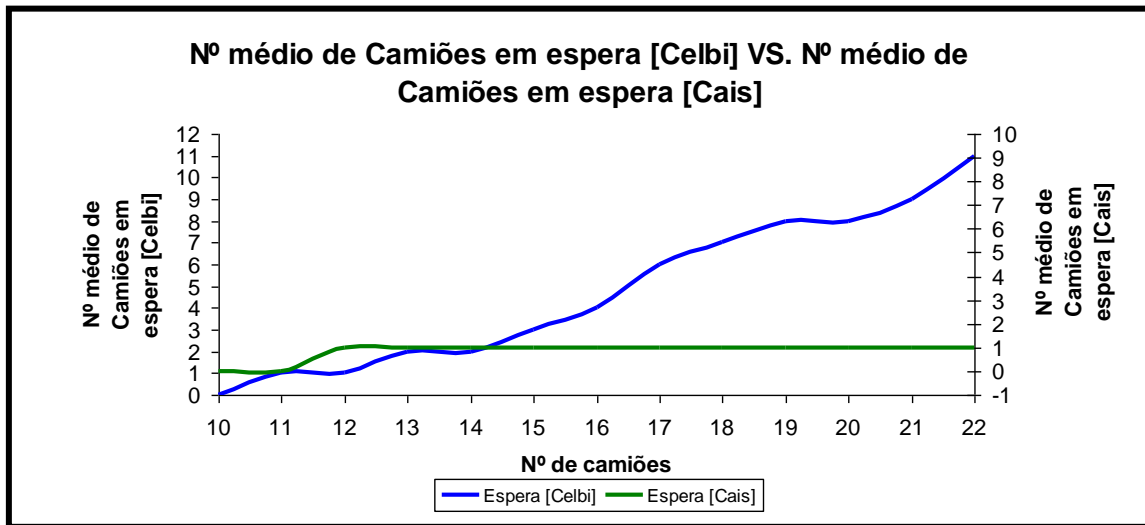


Gráfico 1 – Média de camiões em espera no local de produção e no CCFF

No Gráfico 1 está presente a evolução da média de camiões em espera no local de produção e no CCFF. Através deste gráfico, conclui-se que existe uma maior incidência de criação de fila de espera no armazém da fábrica à medida que o número de camiões aumenta.

Em relação ao CCFF não existe qualquer problema em circunstâncias normais de criação de fila de espera.

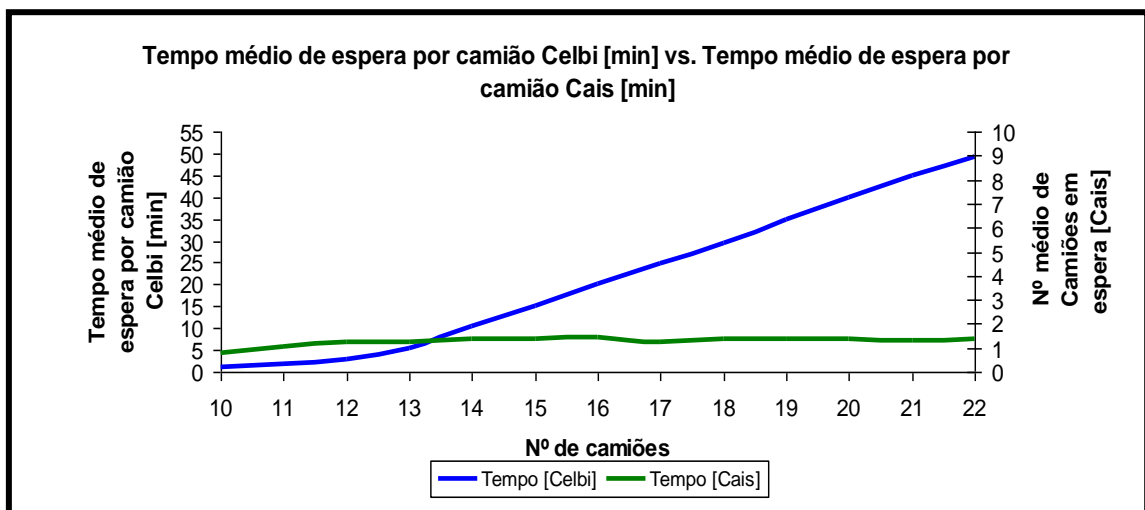


Gráfico 2 – Tempos médios de espera na fila na Fábrica e no CCFF

No que diz respeito aos tempos médios de espera na fila, existe novamente um aumento de tempos no armazém do local de produção. No CCFE o valor médio é de 1,28 minutos enquanto que no armazém do local de produção o tempo vai aumentando à medida que o número de camiões também aumenta.

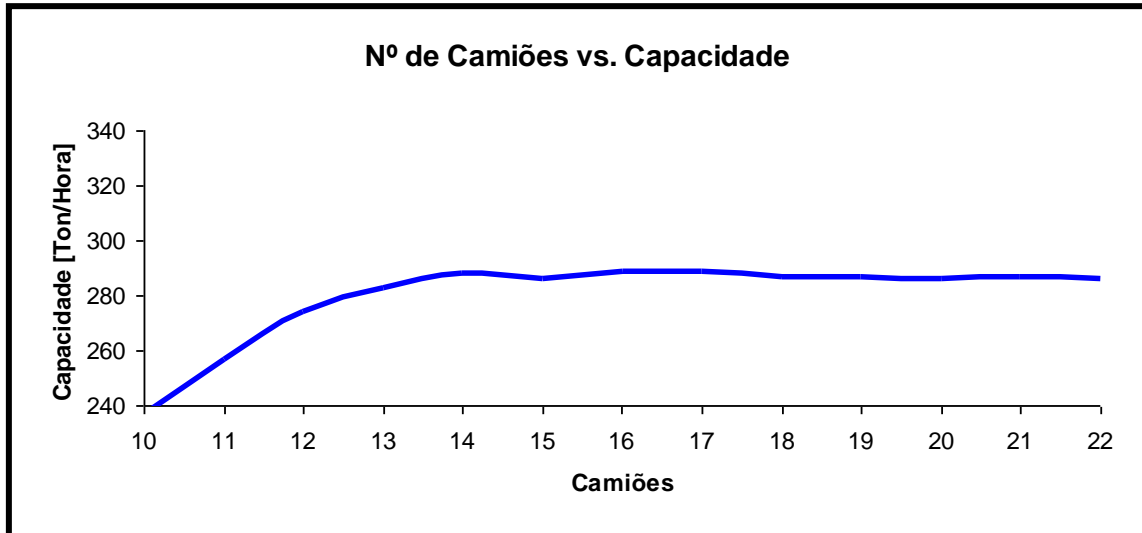


Gráfico 3 – Nº de Camiões vs. Capacidade

No Gráfico 3 está uma relação entre a Capacidade e o Nº de Camiões. Analisando o Gráfico 3 denota-se que a capacidade de carga estabiliza a partir do 14 camiões.

A utilização de um número de camiões superior a 14 não traz qualquer vantagem na capacidade de carga transportada. Então, em condições normais, é indiferente utilizar um número de camiões superior a 14 com vista a aumentar a capacidade transportada.

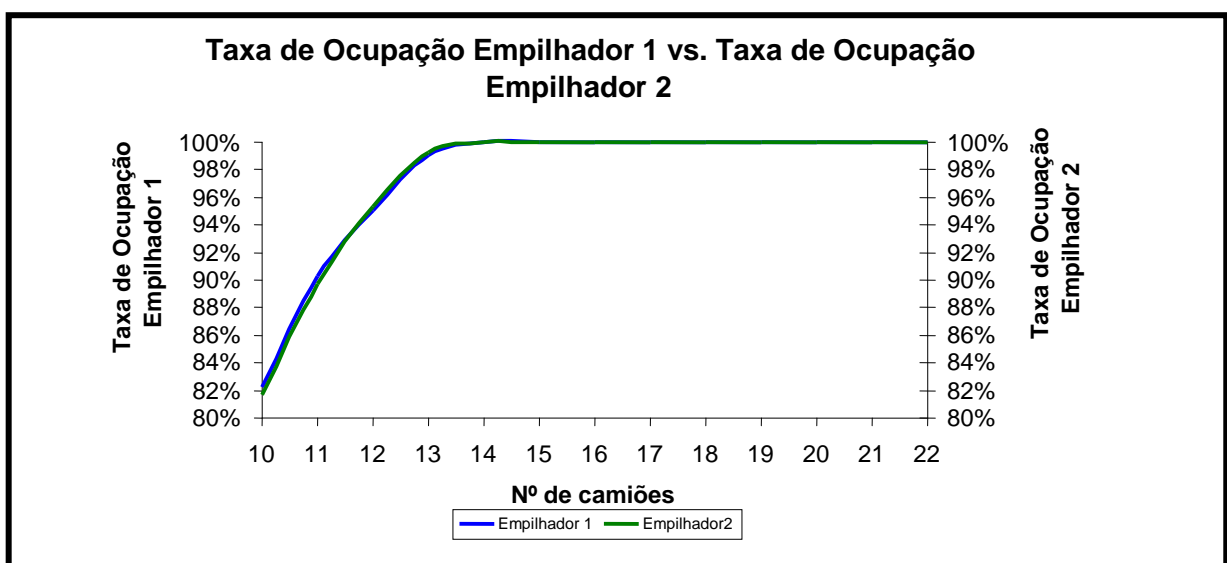


Gráfico 4 – Taxa de ocupação dos empilhadores

O

Gráfico 4 permite concluir que com a utilização de 14 camiões se atinge a capacidade máxima de carga. A taxa de ocupação dos empilhadores é de 100%, logo é impossível aumentar a capacidade visto que a taxa de ocupação está no valor máximo.

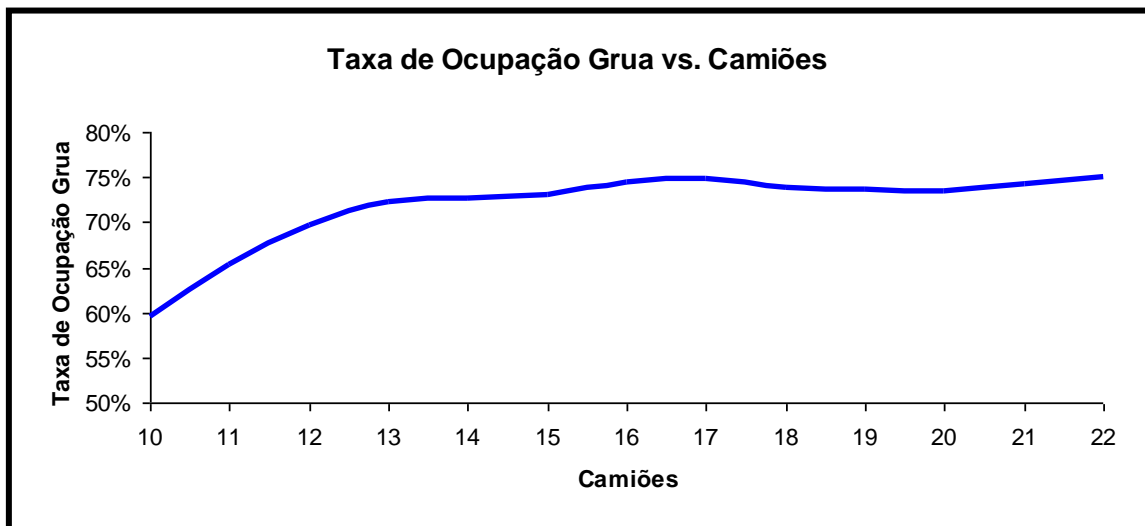


Gráfico 5 – Taxa de ocupação da grua

Através do Gráfico 5 conclui-se que a taxa de ocupação da grua, a partir do décimo quarto camião, se mantém nos 74%. Assim, não existe um aproveitamento máximo da capacidade da grua, uma vez que dois empilhadores não permitem o uso máximo da capacidade da grua.

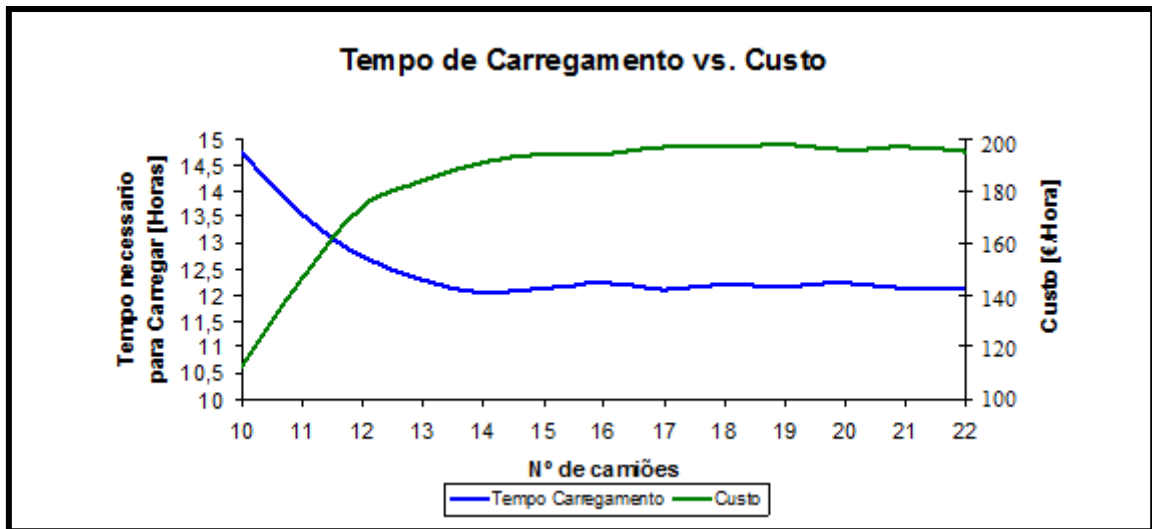


Gráfico 6 – Tempo de carregamento e custo €/hora

Sendo o custo fixo por tonelada de pasta transportada, com uma capacidade de cerca 280 ton os custos rondam os 190 €/hora não aumentando com o aumento dos camiões visto este ser pago por tonelada transportada. **Os valores de custo não são reais.**

Quanto ao tempo necessário para se carregar um navio obtém-se como melhor resultado utilizando 14 camiões (ver Gráfico 6).

Simulação dois cais de carregamento e duas guas

Dado o problema se encontrar no armazém do local de produção, a adição de mais uma grua não é vantajoso para o processo.

Para equilibrar o processo, tem de se ajustar a situação do tempo de carregamento e cintagem ou aumentar a capacidade dos camiões.

Assim, existe apenas alteração na taxa de ocupação das guas como mostra Gráfico 7.

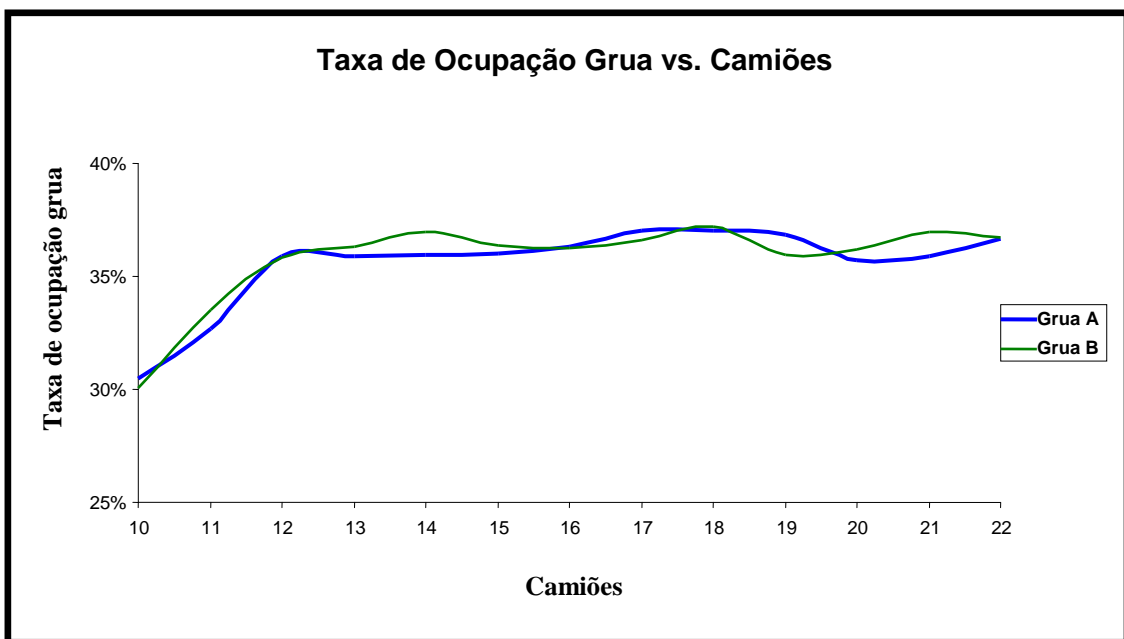


Gráfico 7 – Taxa de ocupação de duas guas vs. nº de camiões

Utilizando as duas guas, a taxa de ocupação diminui visto que estas conseguem escoar facilmente toda a pasta transportada, sendo que no armazém do local de produção a taxa de ocupação dos empilhadores se encontra em 100%.

Considerações

Após os testes no simulador obteve-se como melhor resultado:

2 Cais + 1 Grua

Capacidade máxima possível: 14 camiões de 24 ton; 280 ton/hora;

Taxa de ocupação dos cais: 100%;

Taxa de ocupação da grua: 74%.

Não existe qualquer vantagem em utilizar um número superior de camiões pois a capacidade não aumenta devido ao limite de carregamento no armazém do local de produção com utilização de dois empilhadores.

Como consequência do aumento do nº de camiões irá aumentar a fila de espera no armazém do local de produção. O tempo de espera na fila também irá aumentar.

No caso de ser adicionado mais uma grua, em nada irá alterar a capacidade do processo, pois no caso da utilização de apenas uma grua, a taxa de ocupação desta nunca é máxima.

Como sugestão, surgiu a eliminação do tempo de cintagem manual passando esta a ser realizada por um sistema pneumático semiautomático e não considerando o tempo deste processo. Será descrito neste trabalho como um processo alternativo e com a demonstração de resultados.

3.3 PROCESSOS SUBSTITUTOS

Com a necessidade de utilizar novos métodos de transporte para a pasta de papel é necessário identificar antes demais se o transporte ferroviário pode ser uma possibilidade viável e caso não o seja como podemos melhorar o transporte rodoviário de forma a aumentar a quantidade transportada por viagem bem como reduzir o tempo do processo.

3.3.1 Processo A - Transporte Ferroviário

Neste processo, a pasta de papel sai diretamente da linha de produção para umas caixas de transporte a serem desenvolvidas.

Evita-se o uso do armazém na Fábrica, e conseqüentemente, os custos dos recursos humanos necessários para efetuar o transporte da pasta para o armazém na Fábrica.

O meio de transporte deixa de ser a rodovia, passando a utilizar-se exclusivamente a ferrovia.

Atualmente, decorre-se um projeto que implica a eletrificação de uma linha ferroviária existente entre o parque das madeiras e o local de produção. Será posteriormente construída uma nova linha que fará a ligação entre o local de produção e as linhas dos Comboios de Portugal (CP).

A pasta sai diretamente da linha de produção para umas caixas resistentes às condições ambientais, que posteriormente são transportadas em vagões através da linha férrea para o CCFF. Aí, a pasta é deixada dentro da própria caixa ao ar livre, sendo que posteriormente é colocada a pasta no navio ficando a caixa disponível para ser transportada para o local de produção e novamente ser carregada. A capacidade de transporte depende do número de vagões a serem utilizados, e tem como grande vantagem o grau de prontidão, visto que a sua capacidade de transporte depende apenas do número de vagões utilizados.

A capacidade do vagão está definida, uma vez que é função dos múltiplos dos movimentos das gruas, ou seja, múltiplos de 12 ton.

Estudo de viabilidade do projeto

Um estudo de viabilidade económica e financeira é uma ferramenta essencial para apoiar na decisão de seguir em frente com uma ideia de criação ou com um projeto de investimento numa empresa já existente. Irá permitir analisar a viabilidade do projeto e detetar os ajustamentos necessários ao sucesso do negócio.

Um estudo de viabilidade económica é provisional, ou seja, é baseado em determinadas previsões no que concerne à atividade da empresa tais como, número de produtos ou serviços que se pretende comercializar, preço atribuído aos mesmos, estimativa das vendas ou prestação de serviços efetuadas por mês ou ano, crédito dado aos clientes, crédito dado pelos fornecedores, custos com o pessoal, despesas gerais em publicidade, água, luz, renda, etc. Tem em conta o investimento que se pretende fazer e as repercussões desse investimento na empresa, geralmente nos anos posteriores ao projeto de investimento.

Ao observar-se com atenção o projeto deve-se questionar:

- Quais são os fluxos monetários negativos e positivos deste projeto?
- Qual é o impacto de um grande investimento inicial e o que significa “demasiado” em números?

Existem dois métodos financeiros que se utiliza que permitem analisar todas estas questões: valor atual líquido (VAL) e taxa interna de retorno (TIR). O VAL e o TIR são referidos como métodos de fluxo monetário descontado uma vez que consideram o valor temporal do dinheiro na avaliação do projeto do investimento de capital.

VAL – Valor Atual Líquido

VAL devolve o valor líquido de fluxos monetários. Devido ao valor temporal do dinheiro, receber um euro hoje vale mais do que receber um euro amanhã. O VAL calcula o valor atual de cada série de fluxos monetários e adiciona-os para obter o valor atual líquido.

TIR – Taxa Interna de Rentabilidade

O TIR é baseado no VAL. É considerado como um caso especial do VAL, onde a taxa de retorno calculada é a taxa de juro correspondente a um valor atual líquido 0 (zero).

Quando todos os fluxos monetários negativos ocorrem mais cedo na sequência do que todos os fluxos monetários positivos ou quando a sequência de fluxos monetários de um projeto contém apenas um fluxo monetário negativo, o TIR devolve um valor exclusivo. A maior parte dos projetos de investimentos de capital começa com um grande fluxo monetário negativo (o investimento inicial) seguido de uma sequência de fluxos monetários positivos e, assim, têm um TIR exclusivo. No entanto, às vezes poderá existir mais do que um TIR aceitável ou até nenhum.

Importância do VAL e do TIR

O VAL determina se um projeto é mais ou menos rentável do que uma taxa de retorno pretendida (também designada como taxa de barreira) e é adequado para detetar se um projeto será rentável. O TIR vai mais longe do que o VAL na determinação de uma taxa de retorno específica para um projeto. O VAL e o TIR fornecem números que se podem utilizar para comparar projetos concorrentes e efetuar a melhor escolha para a empresa.

O Investimento

Cenário I

Para a construção de um sistema de transporte usando o ramal ferroviário há a necessidade de adquirir o equipamento necessário para que se torne possível o transporte da pasta de papel.

Após um estudo prévio, este é o material necessário:

	Quantidades	Preço	Total
Translifter	3,00	190.000,00	570.000,00
Railcar	15,00	201.650,00	3.024.750,00
Cassetes	150,00	27.900,00	4.185.000,00
Trator	3,00	140.185,00	420.555,00
			8.200.305,00

Tabela 2 – Material a adquirir (Valores em €)

Cassete: Base onde é colocado o produto, tal como o estrado de um semirreboque e que permite este ser colocado no Railcar e no translifter. Figura



Figura 32 – Cassete para transporte

Translifter : Veículo necessário para movimentar as cassetes onde se encontra o produto transportado desde o limite da ferrovia no CCFE até á zona onde se procederá á movimentação por parte das gruas para o navio.



Figura 33 – Translifter TTS modelo LTH90

Railcar: Permite o transporte das cassetes através da ferrovia. Consiste numa carruagem com plataforma específica para a cassete.



Figura 34 – Railcar transportando cassete com contentores

Estes valores na Tabela 2 foram fornecidos pela empresa **TTS PORT EQUIPMENT AB** de nacionalidade Sueca.

Considerando:

- Transporte 525 ktpa;
- Investimento tem de ser abatido em 15 anos;
- Taxa de juro (I) de 5%;
- Custo 6% do investimento para a manutenção;

$$0,6 \times 8.200.305\text{€} = 492018,3\text{€}$$

- Valor residual de 10% ao fim dos 15 anos;

$$0,1 \times 8.200.305\text{€} = 820.030,5\text{€}$$

- Custo *Handling* no CCFF de 200€/operador em turno de 8h (2 operadores, dois turnos);

$$2 \times 200\text{€} \times 5 \times 4 \times 12 = 192000\text{€}$$

- Os valores de custo da CP (Comboios de Portugal) demonstrados na Tabela 3.

Louriçal - Figueira da Foz			
Percurso	23,3 Km		
Capacidade troço L. 1550	720 Ton		
Velocidade média	26 Km/h		
Consumo médio	3,3 L/Km		
Tempo trajecto	1,12 H		
Tempo preparação loc.	1,00 H/Dia		
	Dia (360)	Mês	Ano
Carga Objectivo	1.528	45.833	550.000
Qtd Viagens	2,1	63,7	763,9
Tempo de utilização	5,7	172,1	2064,8
	Dia (360)	Mês	Ano
Custos (€)			
Taxa uso	92	2.801	34.032
Consumo (Km)	27	831	10.152
Renda 1550	16	504	6.048
Tripulação	82	2.520	30.240
Total	197	6.356	78.472

Tabela 3 – Custos fornecidos pela CP

- Os custos ambientais de emissões gasosas associadas ao transporte de pasta por via rodoviária
 - Massa volúmica do gasóleo (15 °C) = 840 kg/m³
 - Fatores de emissão: *Emission Inventory Guidebook, 2006*
 - Teor de enxofre no gasóleo = 50 mg/kg (ficha especificação do gasóleo da BP)
 - Custo por tonelada de 0,20€

			Emissões			
Quantidade de pasta transportada	Distância percorrida	Consumo Km	Consumo de gasóleo		CO ₂	
tpsa	km	Lt/km	l	kg	Total, kg CO ₂	kg pCO ₂ /tpsa
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=0,84*(4)	(16)=(5)*3,09	(17)=(16)/(1)
600000	750000	0,3	225000	189000	584010	0,97335

Tabela 4 - Emissões gasosas associadas ao transporte de pasta por via rodoviária

Estudo de viabilidade

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento																
Translifter	570000															
Railcar	3024750															
Cassete	4185000															
Tractor	420555															
Total	8200305															
Valor Residual																820030,5
Custos Exploração																
Manutenção																
Handling																
Tração																
Proveitos																
Custo Actual																
Ambientais	102201,75	102201,8	102201,75	102201,8	102201,8	102201,8	102201,75	102201,8	102201,75	102201,8	102201,8	102201,8	102201,8	102201,8	102201,8	102201,75
Cash Flow Líquido	-7754809,4	-17857,7	11667,2	42077,9	73401,0	105663,7	138894,3	173121,8	208376,1	244698,1	282089,4	320612,7	360291,8	401161,2	443256,8	1306645,8
Cash Flow Actualizado	-7754809,4	-17007,3	10582,5	36348,5	60387,2	82790,3	103645,0	123034,4	141037,2	157728,1	173178,4	187455,6	200624,0	212744,4	223874,8	628518,9
VAL																
TIR																-5%

Tabela 5 – Estudo de viabilidade

Ao analisarmos o estudo da Tabela 5, temos que o valor do Cash Flow atualizado no ano zero, deve-se à data inicial do projeto uma vez que corresponde ao momento em que os fundos são investidos.

No ano um, surge um fluxo negativo que se deve à fase inicial do projeto.

Nos restantes anos, acontecem sempre fluxos positivos, isto é, ganhos (receitas - despesas) oriundos do projeto.

Assim, conclui-se que obtendo um VAL negativo, o projeto não é viável e que a opção de colocar o dinheiro a render a uma taxa de juro (I) é a melhor opção.

Se o valor do TIR $> I$, então deve-se iniciar o projeto. Se o valor do TIR $< I$, então colocar o dinheiro a render é mais proveitoso. Sendo o valor do TIR $= I$, isso significa que colocar o dinheiro a render a essa taxa ou iniciar o projeto é equivalente.

Cenário II - Store 25%

Posteriormente, elaborou-se um novo estudo de viabilidade incluindo que 25% da pasta é armazenada em armazém próprio. O custo de armazenagem é de X €/Ton.

Os restantes dados são idênticos ao **cenário I**.

Na Tabela 6 está o resultado do novo estudo de viabilidade, considerando este, como o cenário mais otimista.

No entanto com um TIR de -1%, o projeto continua a não ser viável, mas melhorou relativamente ao cenário anterior.

Em conclusão, teria de ser negociado os preços com a TTS de modo a baixar o custo de investimento, e também os custos de tração com a CP, algo que aconteceu no decurso deste projeto mas sem obter valores consideráveis para o tornar viável.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento																
Translifter	570000															
Railcar	3024750															
Cassete	4185000															
Tractor	420555															
Total	8200305															
Valor Residual																820030,5
Custos Exploração																
Manutenção																
Handling																
Tração																
Proveitos																
25%Store																
Custo Actual																
Ambientais	102201,75	102201,8	102201,75	102201,8	102201,8	102201,8	102201,75	102201,8	102201,75	102201,8	102201,8	102201,8	102201,8	102201,8	102201,8	102201,8
Cash Flow Liquido	-7571059,4	165892,3	195417,2	225827,9	257151,0	289413,7	322644,3	356871,8	392126,1	428438,1	465839,4	504362,7	544041,8	584911,2	627006,8	1490395,6
Cash Flow Actualizado	-7571059,4	157992,7	177249,2	195078,7	211558,7	226763,2	240762,1	253622,1	265406,4	276175,0	285985,0	294890,5	302942,8	310190,9	316681,0	716905,8
VAL																
TIR		-1%														
Taxa(i)		5%														

Tabela 6 – Estudo de Viabilidade com os 25 % de Store

Estudo da evolução dos preços médios de gasóleos e crude

Com este estudo iremos obter valores teóricos do gasóleo no futuro que nos permitirão através dos estudos de viabilidade anteriormente realizados, identificar se no futuro com a evolução dos preços do gasóleo o projeto da ferrovia já se tornará um investimento viável tornando-o numa aposta para o futuro.

Após as crises dos anos 70 e 80, com as guerras do Iraque e do Golfo, os anos de 2007 e 2008 constituem, até ao momento, os marcos mais significativos na história das escaladas e subida de preços do crude.

O seguinte estudo irá mostrar como tem evoluído o preço do gasóleo rodoviário em relação às mudanças de preço do barril de Crude.

Os valores do preço do gasóleo foram obtidos através do site www.dgge.com e os valores do preço do Crude obtidos no site www.eia.doe.gov.

O estudo encontra-se num espaço temporal entre Janeiro de 2005 e Abril de 2009.

Este estudo permite obter algumas respostas a perguntas tais como:

- Têm os preços praticados acompanhado a evolução das subidas e descidas do preço do barril de Crude?
- No futuro, irá observar-se uma correlação entre o preço do Crude e o preço do Gasóleo?
- Os preços têm evoluído constantemente?

Após a conclusão deste estudo, irá realizar-se novos cálculos para o custo de movimentação de pasta e assim obter-se-á novos valores para um novo estudo de viabilidade.

No Anexo 2 encontram-se os valores entre Janeiro de 2005 e Abril de 2009.

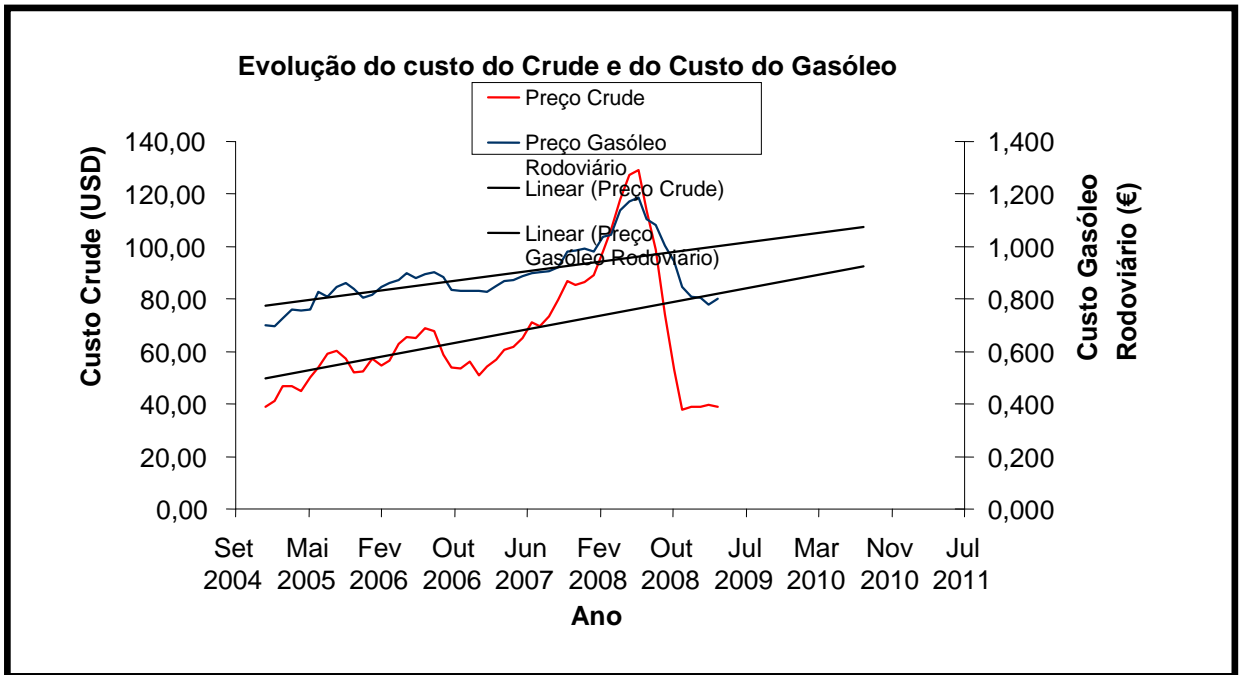


Gráfico 8 – Evolução dos Custo do Crude e do Gasóleo

No Gráfico 8 analisa-se a evolução dos preços no período de Janeiro 2005 a Abril 2008, onde é possível verificar que a evolução do preço do Gasóleo tem seguido a tendência da subida dos preços do barril de Crude.

A previsão é que os preços continuem a subir até um máximo entre 75 USD e 100 USD.

De referenciar os anos de 2007 e 2008 onde houve uma subida e descida substancial nos preços.

No Gráfico 9 está demonstrado uma correlação entre Preço Crude vs. Preço Gasóleo.

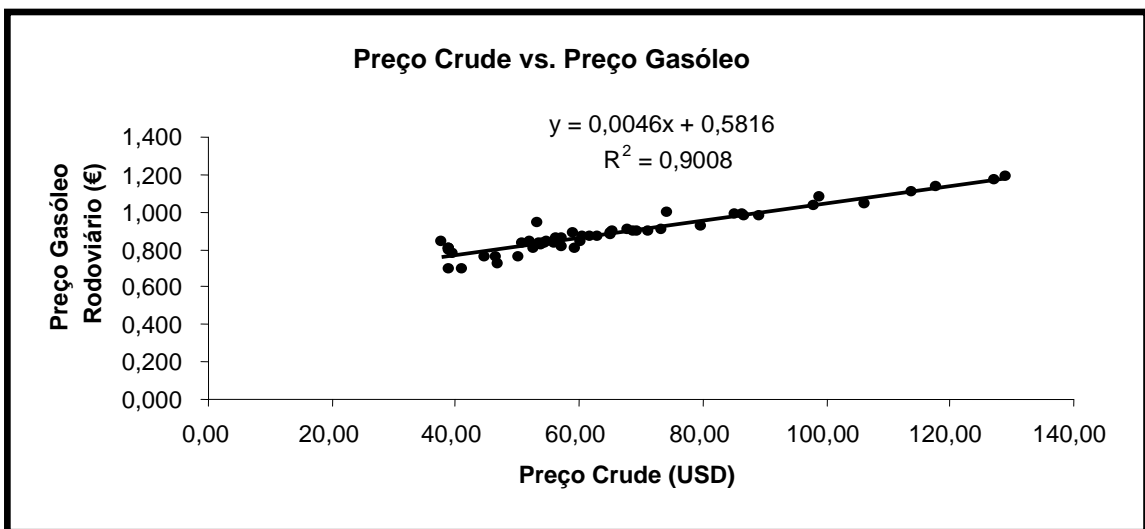


Gráfico 9 – Preço Crude vs. Preço Gasóleo

Através da função CORREL (*matriz1; matriz2*) do Microsoft EXCEL, é possível observar que o valor da correlação (varia entre -1 e 1) entre o preço do Crude e o preço do Gasóleo é de 0,9491 o que permite concluir que é uma correlação positiva devido ao seu elevado valor.

Através da expressão da reta da correlação, é possível determinar os preços do gasóleo para o valor atual (Maio de 2009) do Crude de 56 USD e para os valores futuros de 75 USD e 100 USD. A Tabela 7 apresenta esses valores.

Preço Crude (USD)	Preço Gasóleo (€)
100	1,0416
75	0,9266
58	0,8484

Tabela 7 – Valores previstos do gasóleo para os diferentes preços de Crude

Assim sendo, para os valores previstos do Crude, é possível estimar os custos futuros de movimentação de pasta por rodovia com base na Tabela 8.

Preço do Barril Previsto (USD)	Data	Preço C/ IVA	Preço S/ IVA	Diferença	%	Preço P/ Ton <small>$1,82 \cdot \frac{[Diferença + 0,37 \cdot 32]}{24}$</small>	Custo Gasoleo P/ Ton <small>$((0,37 \cdot 1 \text{ km} \times 32 \text{ Km} \times \text{preço gasoleo}) / 24 \text{ Ton})$</small>	Peso do Gasoleo <small>$(\text{Custo Gasoleo} / \text{Preço P/ Ton})$</small>
	31-05-2008	1,416	1,170			1,82	0,5773	31,72%
	13-06-2008	1,408	1,164	-0,025	-2,08	1,81	0,5741	31,54%
	27-06-2008	1,428	1,180	-0,008	-0,69	1,82	0,5822	31,99%
	18-07-2008	1,426	1,188	0,000	0,00	1,82	0,5862	32,21%
	25-07-2008	1,417	1,181	-0,007	-0,63	1,82	0,5825	32,01%
	15-08-2008	1,327	1,106	-0,082	-6,94	1,78	0,5455	29,97%
	29-08-2008	1,31	1,092	-0,097	-8,13	1,77	0,5386	29,59%
	12-09-2008	1,305	1,088	-0,101	-8,49	1,77	0,5365	29,48%
	26-09-2008	1,267	1,056	-0,133	-11,15	1,75	0,5209	28,62%
	17-10-2008	1,216	1,013	-0,175	-14,73	1,73	0,4999	27,47%
	31-10-2008	1,16	0,967	-0,222	-18,65	1,71	0,4769	26,20%
	14-11-2008	1,142	0,952	-0,237	-19,92	1,70	0,4695	25,80%
	28-11-2008	1,093	0,911	-0,278	-23,35	1,68	0,4493	24,69%
	12-12-2008	1,034	0,862	-0,327	-27,49	1,66	0,4251	23,36%
	26-12-2008	0,969	0,808	-0,381	-32,05	1,63	0,3984	21,89%
	16-01-2009	0,963	0,803	-0,386	-32,47	1,63	0,3959	21,75%
	30-01-2009	0,979	0,816	-0,373	-31,35	1,64	0,4025	22,11%
	13-02-2009	0,970	0,809	-0,380	-31,96	1,63	0,3989	21,92%
	27-02-2009	0,943	0,786	-0,403	-33,88	1,62	0,3876	21,30%
58		1,018	0,848	-0,340	-28,61	1,65	0,4185	23,00%
75		1,112	0,927	-0,262	-22,03	1,69	0,4571	25,12%
100		1,250	1,0416	-0,147	-12,35	1,75	0,5139	28,23%

Tabela 8 – Custos movimentação em função do preço do crude

Em análise à Tabela 8, os preços do custo de transporte por rodovia irão manter-se numa gama de preços constantes. Atualmente, em que o preço do Crude se encontra em valores baixos (58 USD o barril) o preço praticado será de 1,65 € e subirá assim que o preço do barril subir, como mostra o gráfico 10. De ressaltar que não se prevê custos elevados como no ano de 2008 onde os preços tiveram uma elevada ascensão.

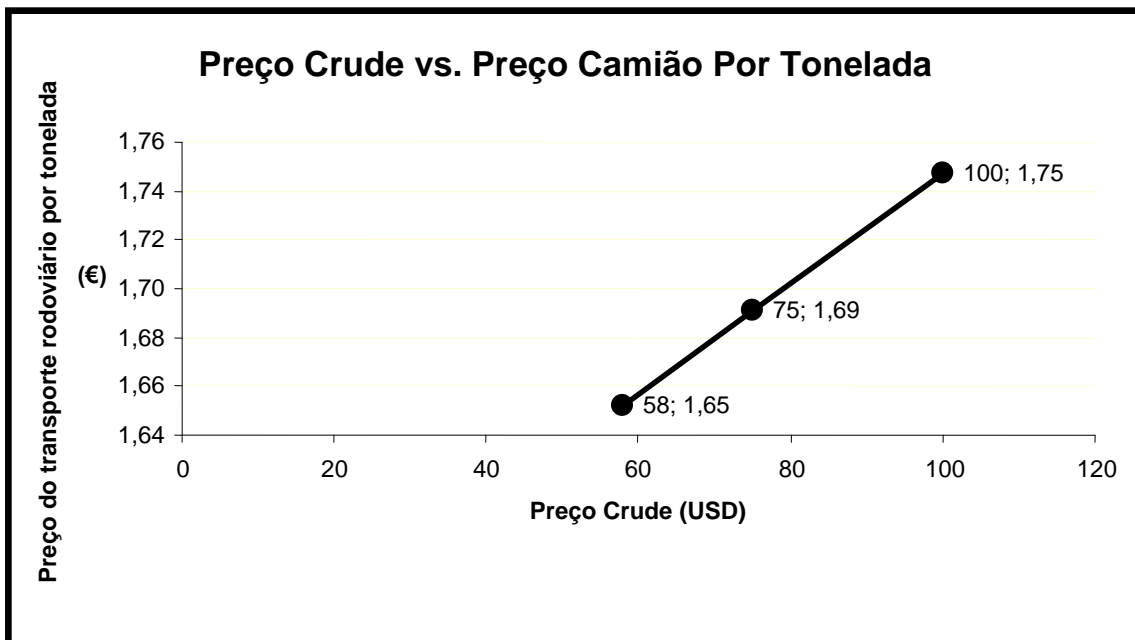


Gráfico 10 – Preço Crude vs. Preço Transporte de Camião por Tonelada

Considerando os valores do crude, e relativos a estes, o custo de movimentação da pasta através da rodovia, temos então os valores atualizados do TIR para o projeto da ferrovia nos dois cenários possíveis.

Cenário 1			
Preço Crude (USD)	58	75	100
TIR do projeto	-8%	-7%	-6%

Tabela 9 – Valores de TIR do projeto de viabilidade (Cenário 1)

Cenário 2 (Otimista)			
Preço Crude (USD)	58	75	100
TIR do projeto	-4%	-3%	-2%

Tabela 10 - Valores de TIR do projeto de viabilidade (Cenário 2)

O preço do Crude está relacionado com alteração do TIR, pois os custos de movimentação da pasta dependem do preço do crude devido às alterações no preço de gásóleo rodoviário.

Considerações

Após este estudo de viabilidade, denota-se uma incapacidade para a realização do projeto ferroviário para o transporte de pasta de papel entre a Fábrica e o CCFF.

Com um valor de TIR negativo, o projeto não é viável pelo que deverá ser reestruturado e analisado de modo a renegociar-se os custos de investimento.

Num cenário otimista, com a inclusão dos custos de *Store* da pasta de papel, o TIR toma valores mais próximo de ser viável mas mesmo assim impossível para a realização do projeto. Nestes casos, o valor investido irá render mais se depositado a uma taxa de juro de 5%.

Em relação aos preços por tonelada praticados para o transporte de pasta de papel por camião, estes desceram e continuarão em valores abaixo dos praticados em 2008 (valores mais altos).

Com os preços do crude e do gásóleo rodoviário desde Janeiro de 2005 foi possível prever os custos futuros destes. Através dos método de cálculo efetuados para obtenção dos custos de movimentação de pasta por rodovia, conseguiu-se prever os preços que serão praticados a quando do aumento do preço do crude por barril.

Prevê-se uma subida pouco acentuada devido ao aumento do preço do crude por barril que rondará preços entre 75 USD e 100 USD futuramente.

De salientar, que os custos de tração fornecidos pela CP são de 0,80 € por tonelada, valor bem mais baixo que os 1,62 € para movimentação de pasta através de camião.

Em conclusão, para que o projeto fosse viável, os custos de investimento teriam de ser bastante inferiores.

3.3.2 Análise processo transporte rodoviário

No processo de transporte rodoviário existem vários fatores que podem e devem ser melhorados de forma a reduzir o tempo do processo, além de aumentar a capacidade de pasta transportada. Desde a cintagem da pasta como a colocação de lonas sobre a pasta a transportar nos dias de chuva devem ser melhorados de forma a reduzir o tempo que gastam no processo.

Começamos então por analisar a cintagem da pasta, onde se gastam em média algo próximo dos 5min.

Média	4,86
DP	1,061136

Tabela 11 - Tabela com média de cintagem e respectivo desvio, em min.

A colocação e o tempo da cintagem dependem de alguns fatores:

- Preparação das cordas num dos lados do reboque;
- Preparação das cordas com laço dado;
- Tipo de corda;
- Velocidade do camionista;
- Horário (junto á hora de almoço nota-se a aceleração dos tempos);
- Experiência.



Figura 35 – Cordas de cintagem da pasta de papel

O processo de cintagem deve ser alterado, visto que muitos camionistas o efetuam por obrigação e não por uma questão de segurança de modo a evitar acidentes. Por vezes não existe

prudência na colocação das cordas ou no tipo utilizado, algumas apresentando um estado bastante degradado ou sendo completamente desajustadas à utilização pretendida.

O número de cordas colocadas, por vezes também não correspondia ao mínimo exigido. O número mínimo de cordas exigidas era 12, sendo que por vezes eram colocadas apenas 8.

A cintagem da pasta deverá assim ser alterada por um sistema automático ou semiautomático.

Nos dias de chuva em que a pasta necessita de ser coberta com uma lona para que possa ser transportada sem que esta se molhe, apesar de não ter presenciado essa situação, é uma das situações principais a melhorar. Atualmente o camionista após o carregamento da pasta no local de produção cobre manualmente a pasta com lonas, a qual terá de retirar antes da movimentação da pasta pela grua para dentro do navio tendo depois ainda que a arrumar na lateral do semirreboque. Pretende-se assim encontrar uma solução de forma a tornar o processo mais rápido.

3.3.3 Processo B - Camiões 28 Ton e eliminação da cintagem manual

Atualmente, com a utilização de camiões de 24 ton o processo de transporte torna-se ineficiente.

Como solução, o transporte da pasta de papel passaria a ser executada com camiões de 28 ton e com exclusão do processo de cintagem manual para um armazém no CCFF.

Em síntese, anteriormente ao aumento da produção existia a necessidade de transportar cerca de 300 mil ton de pasta por ano via marítima, utilizando para o transporte camiões de 24 ton, significaria que 6250 ton seriam transportadas por semana (5dias). Como um navio de carga possui capacidades de transporte na ordem das 3000 a 3500 ton de pasta e a fábrica produzia cerca de 6250 ton por semana então existia a necessidade de dois navios por semana para transportar a pasta.

Ao transportar cerca de 6250 ton por semana, então, por dia seriam transportadas cerca de 1248 ton. Assim sendo, seria necessário transportar para o porto cerca de dois dias e meio de produção para abastecer um navio.

Para tal, o número de descarregamentos de camiões por dia deveriam ser 52. Como o local de produção pode utilizar cerca de 24 camiões para o transporte da pasta, significaria assim, que esses 24 camiões necessitariam de efetuar 2 viagens diárias.

Com as novas quantidades produzidas, ao utilizar-se camiões de 28 ton e um armazém no CCFF, significaria que a pasta poderia ser armazenada num local próximo do descarregamento o que evitaria a necessidade de prontidão da pasta para ser transportada.

Assim, com uma produção de 550 mil ton por ano, onde 480 mil ton por ano são transportadas por via marítima, significa que semanalmente são necessárias transportar 10 mil ton. Utilizando camiões de 28 ton o número de descarregamentos por dia serão próximas dos 72. Continuando a usar o mesmo número de camiões, 24, então existe a necessidade de cada um efetuar 3 viagens diárias.

O número máximo de camiões que poderão ser utilizados tendo em atenção as gruas no CCFF é de 24. Cada grua movimenta aproximadamente 250 ton/hora pelo que duas gruas movimentam 500 ton/hora e, conseqüentemente, para um dia com 14 horas úteis de carregamento (8h-24h retirando hora de almoço e jantar) possui capacidade para carregar quase 7000 ton, ou seja, quase dois navios.

De salientar que, 48 semanas são de expedição. As restantes 4 semanas são de paragem devido a questões de produção ou relacionadas com estabilidade do CCFF.

Resultados

	Carregamento	Descarga
Média	5,97	3,645
DP	1,315	0,643

Tabela 12 - Tabela com média carga e descarga em min.

Simulação dois cais de carregamento e uma grua

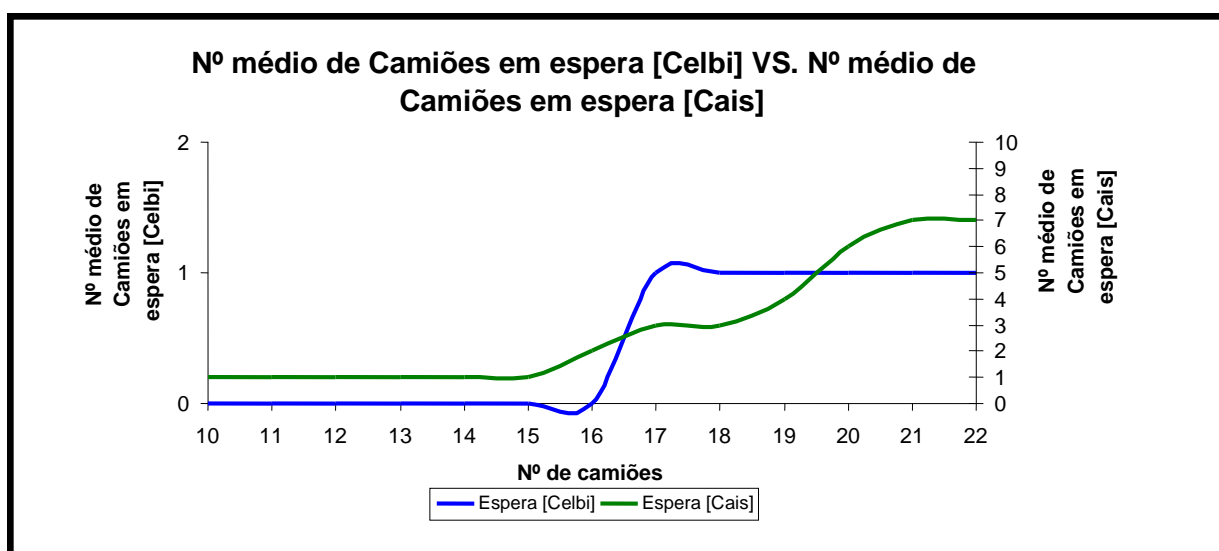


Gráfico 11 – Filas de espera no armazém e no CCFF

Com a utilização dos dois empilhadores no carregamento e com a eliminação do processo de cintagem manual, a fila de espera no armazém do local de produção é nula.

Como consequência, a fila de espera no CCFF aumenta gradualmente a partir de 18 camiões. A razão para este acontecimento, deve-se ao facto da taxa de ocupação da grua ser de 100% quando utilizado um numero de camiões superiores a 18.

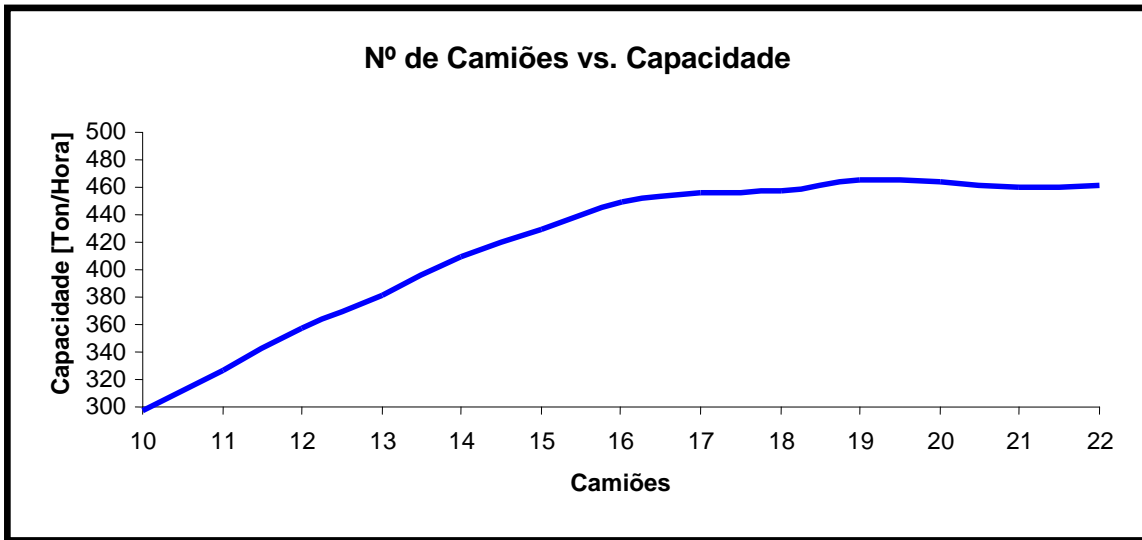


Gráfico 12 – Capacidade vs. Camiões

Neste processo, o objetivo de 500 ton/Hora ainda não é atingido. Deve-se a este facto, a taxa de ocupação da grua ser de 100%. Visto que no armazém do local de produção, ainda não se atingiu a taxa de ocupação nos empilhadores, sugere-se que se adicione mais uma grua de modo a aumentar a capacidade.

De salientar, que a capacidade estará perto das 465 ton/hora utilizando apenas uma grua e 18 camiões como mostra o Gráfico 12.

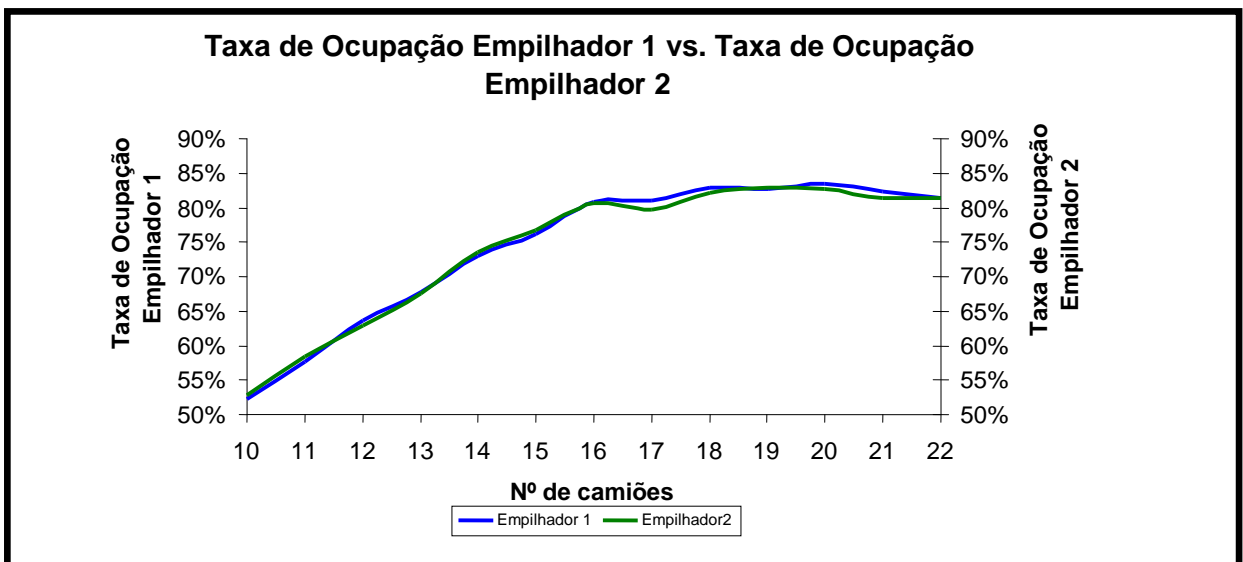


Gráfico 13 – Taxa de ocupação dos empilhadores

No Gráfico 13 está demonstrado que a taxa de ocupação dos empilhadores não atinge o máximo.

Assim, conclui-se que equilibrando o processo ao adicionar uma grua no CCF, a capacidade irá aumentar e assim facilmente se atinge as 500 ton/hora pretendidas.

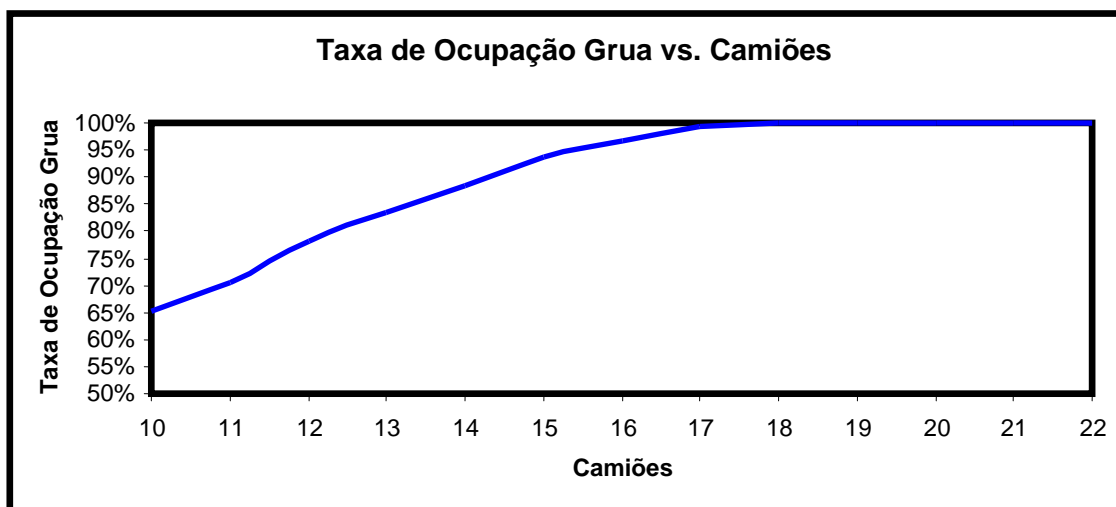


Gráfico 14 – Taxa de ocupação da grua

A utilização de uma só grua, não permite escoar toda a pasta carregada pelos dois empilhadores caso estes aumentem a sua taxa de ocupação.

Há necessidade de adicionar uma nova grua ao processo para se obter os valores pretendidos.

Considerações

Após se obter os resultados do processo em que se utiliza camiões de 28 ton, conclui-se que houve um aumento de capacidade transportada em relação aos camiões de 24 ton.

Obteve-se como melhor resultado:

2 Cais + 1 Grua

- Capacidade máxima possível: 18 camiões de 28 ton; 460 ton/hora;
- Taxa de ocupação dos cais carregamento: 81,65% e 81,32%;
- Taxa de ocupação das gruas: 100%;
- Eliminação das filas de espera no local de produção e no CCFF.

Assim, conclui-se que para atingir os valores pretendidos, é necessário adicionar uma grua ao processo.

Simulação dois cais de carregamento e duas gruas

Com a adição de uma grua no CCFF o processo fica equilibrado, permitindo assim aumentar a capacidade de transporte, eliminar as filas de espera e atingir o objetivo de 500 ton/hora.

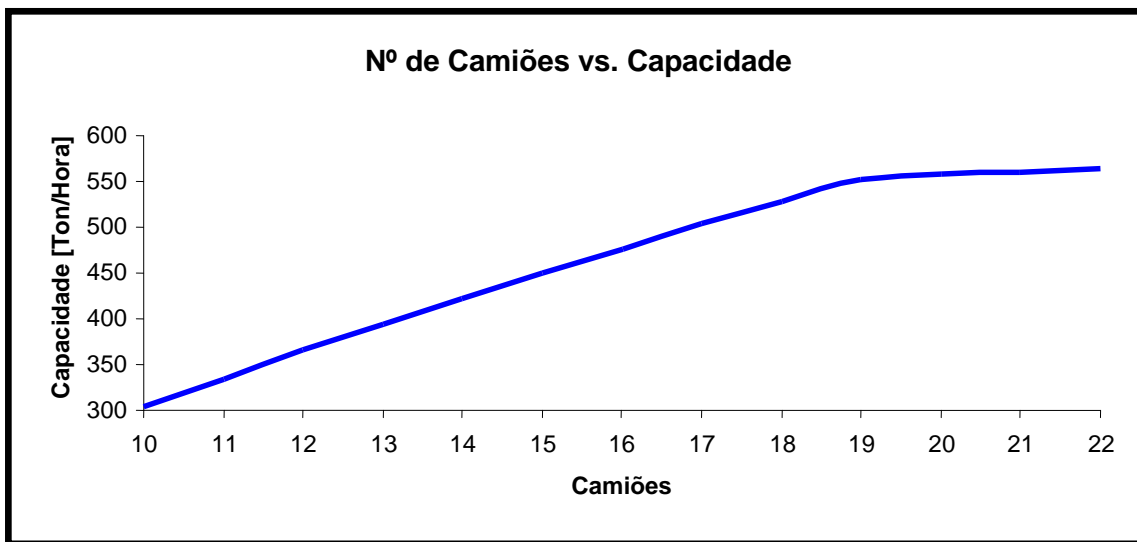


Gráfico 15 – Nº de camiões vs. Capacidade

No Gráfico 15 está demonstrada a evolução da capacidade conseguida com diferente número de camiões.

Com 17 camiões atinge-se a capacidade de 505 ton/hora. Adicionando mais camiões, a capacidade irá aumentar visto que as taxas de ocupação das gruas só atingem o limite com 22 camiões, conseguindo assim, perto de 560 ton/hora.

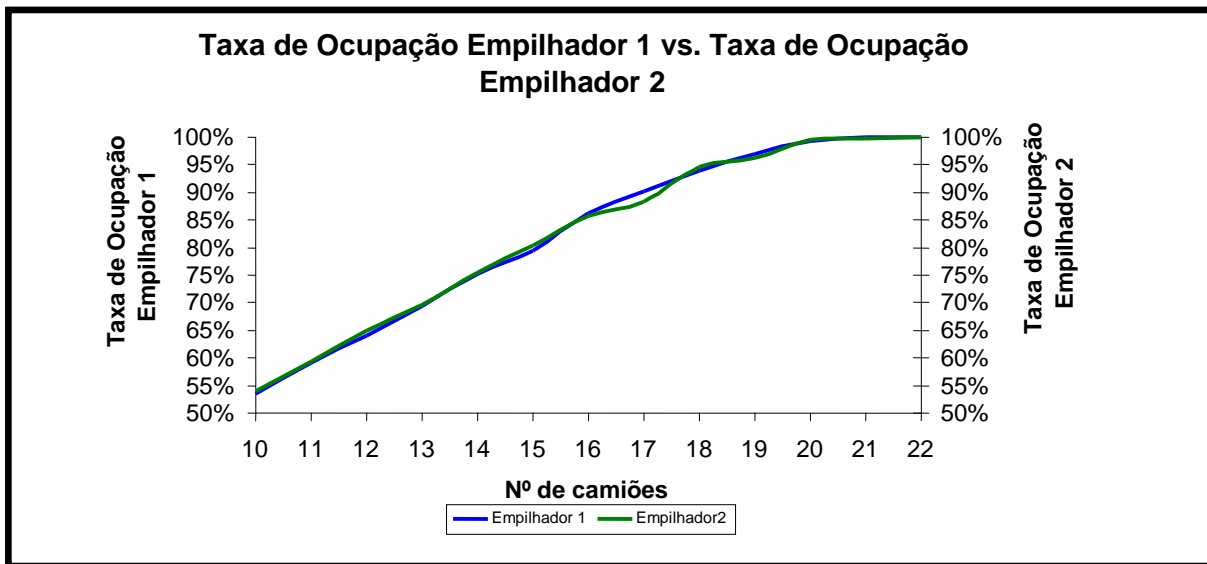


Gráfico 16 – Taxa de ocupação dos empilhadores

No Gráfico 16 conclui-se que a taxa de ocupação dos empilhadores é de 89,61% e 90,92% quando se utiliza 17 camiões. Assim, atinge-se a capacidade pretendida sem levar o processo ao extremo da sua utilização.

Permite em caso de necessidade, aumentar o número de camiões e conseqüentemente o aumento de capacidade de transporte do processo. Pode ser útil em casos pontuais quando houver uma exigência superior de pasta no CCFF.

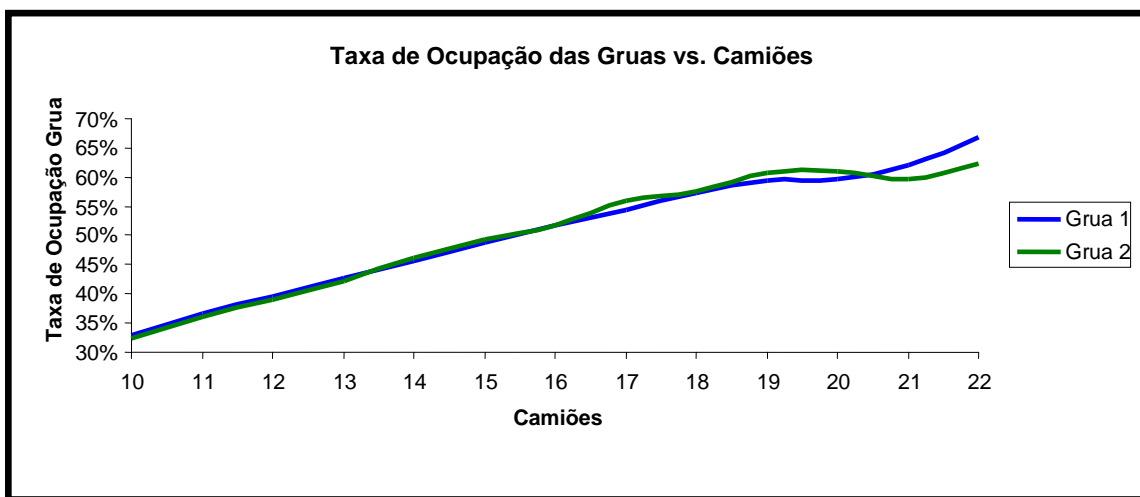


Gráfico 17 – Taxa de ocupação de ambas as gruas

Em relação às taxas de ocupação das gruas, estas encontram-se em 56,81% e 53,86% quando se utiliza 17 camiões. Permitindo eliminar a fila de espera no CCFF.

O processo não se encontra no seu potencial máximo de utilização.

Considerações

Neste processo, obtiveram-se os melhores resultados. Conseguir-se atingir uma capacidade de 505 ton/hora e eliminar as filas de espera no armazém do local de produção e do CCFF.

Será necessário adaptar o sistema dos reboques no transporte da pasta de papel para que o processo de cintagem deixe de ser manual.

Obteve-se como melhor resultado:

2 Cais + 2 Grua

- Capacidade máxima possível: 17 camiões de 28 ton; 505 ton/hora;
- Taxa de ocupação dos cais carregamento: 89,61% e 90,92%;
- Taxa de ocupação das gruas: 56,81% e 53,86%;
- Eliminação das filas de espera no local de produção e no CCFF.

Foi simulado um carregamento de 3500 ton, isto é, um navio completo com pasta exclusivamente da Celbi.

O tempo de carregamento seria de 6,92 horas.

De salientar que as condições são as mais favoráveis ao transporte da pasta, excluindo assim problemas de trânsito e intempéries. O tempo de percurso dos camiões entre o local de produção e o CCFF ronda os 20 a 25 minutos.

3.4 Desenvolvimento do semirreboque

À data do final deste estudo de 6 meses na Celbi, estavam a ser desenvolvidos com algumas empresas da área de fabrico de semirreboques, um semirreboque específico para o transporte de pasta com cintagem semiautomática, e cobertura de lona por cima da pasta com recolha telescópica.

Através do desenvolvimento de maquetes e de reuniões com as empresas foi relativamente fácil encontrar uma solução.

Algumas das ideias para o sistema de cintagem

1. Sistema com 30 graus de inclinação pneumático, no mínimo ficaria ao nível da base do semirreboque, no máximo ficaria a cerca de 20cm até comprimir as units de pasta de papel.



Figura 36 – Sistema pneumático ângulo 30°

2. Sistema com trancador de 20cm que corria entre a extremidade do reboque até comprimir as units de pasta de papel, sem possibilidade de baixar ao nível da base do semirreboque obrigaria a que o empilhador levanta-se esses 20cm de forma a não bater nos trancadores.

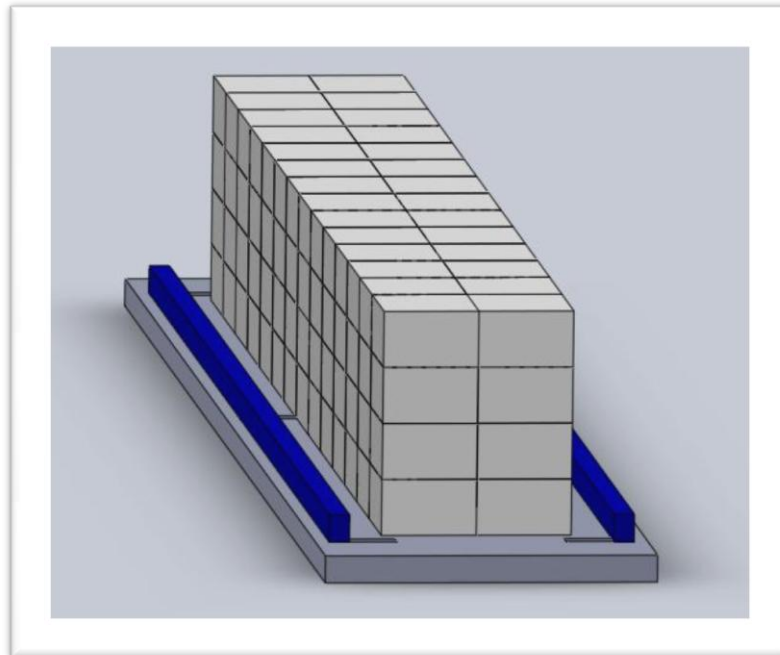


Figura 37 – Sistema trancador lateral móvel

3. Sistema com trancador de 20cm que corria entre a extremidade do reboque até comprimir as units de pasta de papel, com sistema pneumático ou hidráulico de forma a baixa até ao nível base do reboque. Desta forma o empilhador não teria com que se preocupar, depois de carregado bastava subir o trancador e fechar o sistema até á zona das units de pasta de papel.

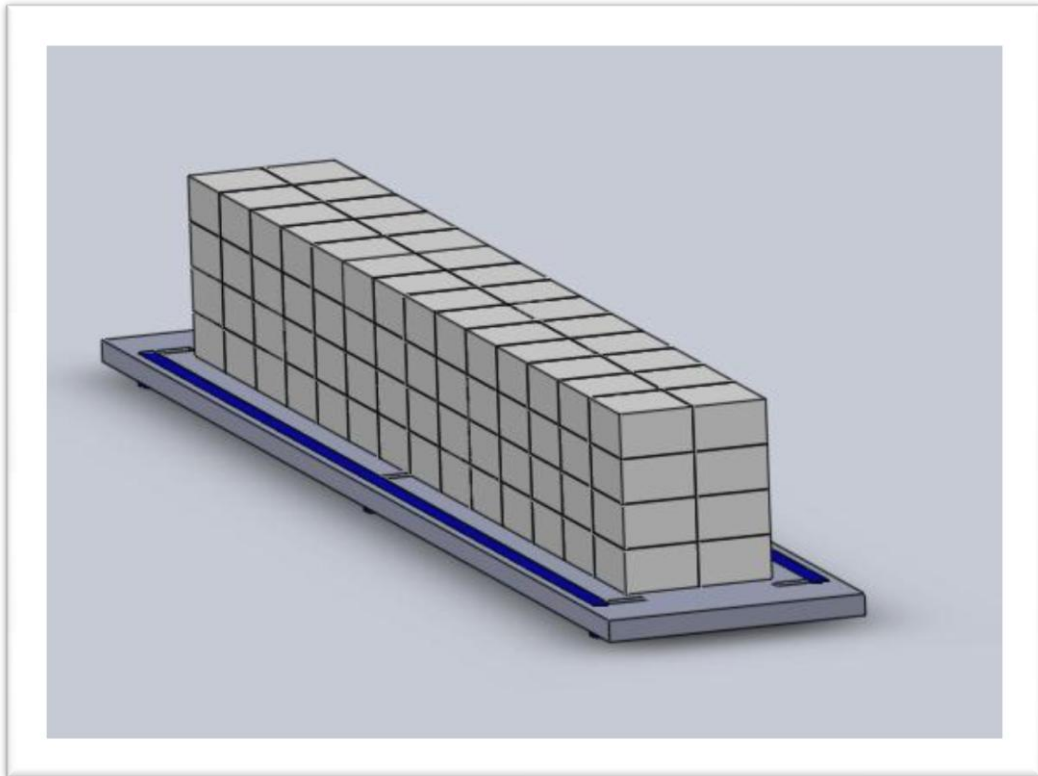


Figura 38 – Sistema de tranca com recolhimento

4. Sistema de um trancador móvel e outro fixo. Neste sistema apenas um trancador seria móvel de forma a comprimir as units de pasta no final de carregado. Limitava assim a possibilidade de utilização em outros produtos senão este, e em caso de modificação futura do produto a nível dimensional, mesmo que pudesse ser carregado e o sistema tivesse amplitude para isso, a carga não iria ficar centrada no semirreboque.

5. Sistema totalmente fixo, dois trancadores fixos, sem qualquer mobilidade, em que o operador do empilhador teria de fazer a manobra de levantar a unit de pasta e colocar entre os dois trancadores. Este sistema além de sofrer dos problemas anteriormente descritos, incompatibilidade com alterações das medidas das units, também não comprime a pasta. Apesar disto, é o sistema mais simples e económico.

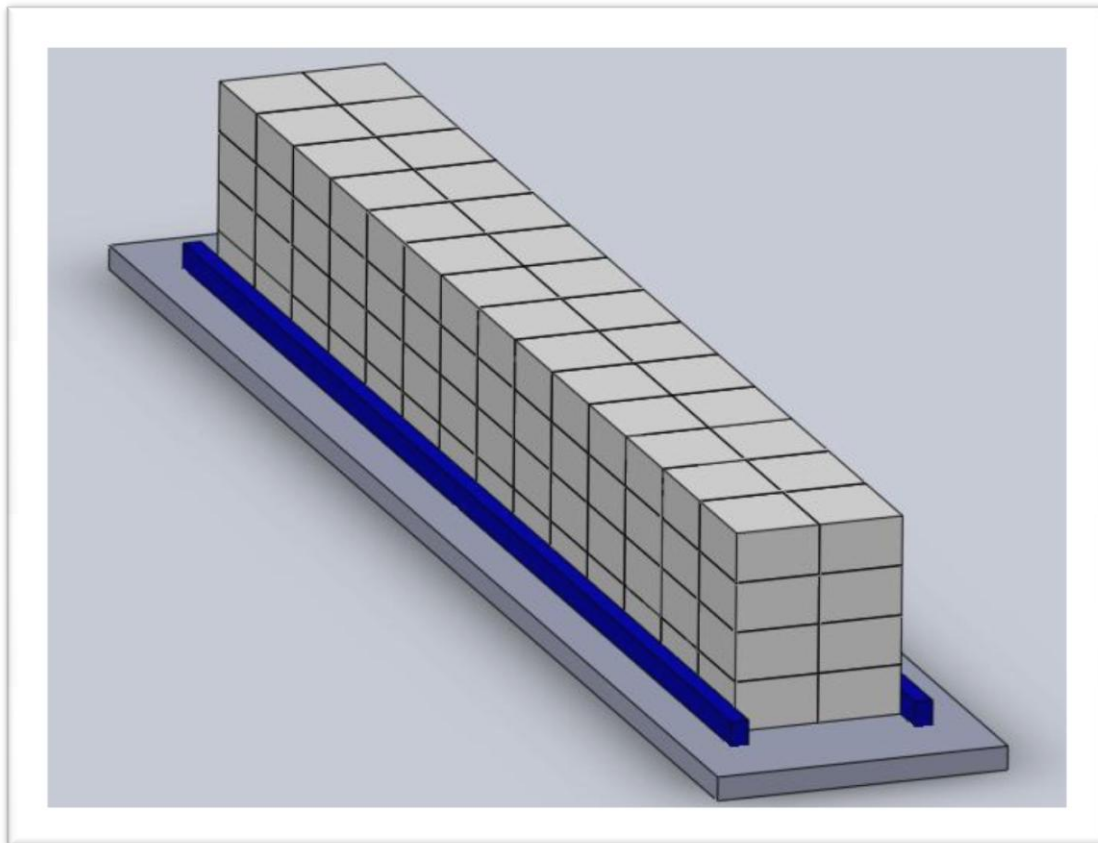


Figura 39 – Sistema fixo de tranca

Semirreboques com trancador da pasta pneumático:



Figura 40 – Sistema do novo reboque para transporte da pasta

Considerações

Para o sistema de cintagem o melhor método a utilizar passa por um sistema pneumático ligado ao trator, como habitualmente é utilizado para o sistema de travagem do semirreboque. Desta forma o semirreboque pode ser utilizado para transporte de outras matérias, uma vez que o sistema para trancar a pasta recolhe até ao nível da superfície da base do semirreboque. Esta mais valia é importante, visto que o transporte é realizado por empresas subcontratadas, e pretendendo que assim continue

Sistema de cobertura da pasta

Da cobertura de lona manual passaríamos assim a utilizar um sistema bastante usual, um sistema telescópico com carris na base do semirreboque por fora da zona onde a pasta iria ser colocada, de forma a poder correr totalmente para um dos lados. Desta forma, não impedia o carregamento e descarregamento da pasta com a facilidade de a movimentar, como anteriormente sem o sistema de cobertura.



Figura 41 – Sistema telescópico para cobertura da pasta

Controlo do peso máximo permitido

Segundo o decreto de lei nº 99/2005, o peso bruto máximo permitido para sistema de trator-semirreboque como o caso aqui estudado era de 40ton. Desta forma para transportar as 28ton de pasta ficamos com 12ton para o conjunto trator-semirreboque.

Com apenas 12ton para o conjunto trator-semirreboque a tara do semirreboque teria de ser o mais próxima das 5,5 a 6 ton. Mesmo com estes valores, nem todos os tratores estariam dentro da tara máxima para que o peso bruto não atingisse o permitido por lei, 40ton.

Através da colaboração com as empresas foram encontradas algumas soluções, retirando todos os extras possíveis e utilizando ligas metálicas o mais leves possíveis, no entanto obrigando sempre a utilizar tratores modernos bastante leves que seriam uma condicionante e obrigaria a um maior investimento.

3.5 Alterações após o estudo e evolução

Após este estudo e em constante diálogo com as empresas no âmbito de encontrar uma solução viável, sendo que a única condicionante é o limite de peso bruto máximo de 40ton. Surge uma alteração do decreto de lei nº 99/2005.

Segundo o novo decreto de lei nº 133/2010, o peso bruto máximo no transporte exclusivo de papel, pasta de papel e produtos cerâmicos passa a ser de 60ton, desde que tenham origem ou destino num porto nacional.

Desta forma passou a ser possível transportar, sem qualquer alteração técnica nos semirreboques, 30ton, mais 2ton que o previsto utilizando um semirreboque "especial".

Esta alteração do decreto de lei abre a possibilidade para o desenvolvimento de um semirreboque para transporte superior às atuais 30ton mas com os principais objetivos de eliminar a cintagem manual, passando esta a ser pneumática e semiautomática, bem como a utilização das lonas atualmente colocadas manualmente, e passando para um sistema telescópico de cobertura.

No entanto também podemos ter o inverso, uma vez que sem investimento tornou-se possível transportar 30ton de pasta em vez de 24ton e tendo em conta a situação económica do país, a Celbi poderá não achar conveniente e necessário o investimento nesta fase.

4 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

4.1 Discussão dos objetivos

Após estes seis meses de estágio conclui-se que existem possibilidades de melhoria no processo de transferência de pasta de papel entre o armazém do local de produção e o CCFF.

Deste modo, uma das partes deste trabalho consiste na busca de dados como o tempo de carga de um caminhão, o tempo do processo de cintagem da pasta de papel, tempo do trajeto entre o local de produção e o CCFF, bem como o tempo de descarga da pasta.

Após análise do processo atual, conclui-se que o processo de transporte se encontra desequilibrado, visto que a fila de espera no armazém atinge proporções relevantes.

Depois da identificação das principais lacunas no processo. Analisamos os possíveis processos substitutos. Após analisar que a ferrovia não é viável, estudamos como tornar a rodovia viável para a nova produção da fábrica, através dela confirmamos ser possível eliminar as filas de espera e aumentar a capacidade de pasta transportada, assim como a diminuição do tempo de carregamento de um navio. Para isso, é necessário adaptar os semirreboques onde a pasta é transportada de modo a eliminar o processo de cintagem.

Deste modo, foi possível atingir os objetivos desta Dissertação:

1 - Identificar as causas que originam a formação de filas de espera no CCFF e no local de produção.

Com uma análise no terreno, retirando dados reais de tempo de cada atividade ao longo do processo, foi possível identificar as causas que originam as filas de espera e a forma de atuar a fim de eliminar as mesmas.

2 - Analisar se o transporte ferroviário apresenta vantagens face ao atual transporte rodoviário.

Foi analisado o transporte ferroviário, analisando todas as suas vantagens, no entanto chegámos à conclusão que a ferrovia não é viável. Poderá vir a ser uma opção no futuro.

3 - Diminuir ou manter o mesmo número de viagens entre o local de produção e o CCFF, reduzindo o impacto social e ambiental previsto com o aumento de produção.

Este objetivo foi alcançado sem qualquer investimento, isto devido á alteração do decreto de lei que restringia o transporte máximo de peso bruto em 40ton passando agora a ser de 60ton. Desta forma são necessárias menos viagens entre o local de produção e o CCFF.

4 - Propor melhorias no processo de forma a reduzir as filas de espera.

Após a identificação dos principais problemas que causam as filas de espera, os principais pontos a melhorar seria em primeiro lugar a cintagem da pasta no local de produção, passando de um sistema manual, para um sistema semiautomático. Em segundo a utilização de uma lona telescópica para cobrir a pasta nos dias de intempéries, eliminando o sistema manual e lento utilizado.

4.2 Conclusões

Após seis meses de estágio, tendo acompanhado este projeto até á presente data, este estudo foi sofrendo várias alterações.

Através deste estudo foi possível identificar que a ferrovia ainda não é viável.

Encontrar as principais limitações do processo através de dados retirados durante o estudo.

Estabelecer quais os pontos a melhorar na rodovia de forma a baixar o tempo do processo, bem como o desenvolvimento de um semirreboque com base nos resultados do estudo.

Com este estudo e com a alteração do decreto de lei, o processo passou sem qualquer investimento a transportar 30ton de pasta, no entanto o investimento num conjunto de semirreboques anteriormente planeado continua a ser analisado, desta forma para quantidade superiores ás anteriores 28ton, passando agora para limites máximos de 48ton. Em anexo, pode ser visto o último projeto desenvolvido em parceria com a Valart, semirreboque com limite máximo de 48ton, sistema telescópico de cobertura de lona e um sistema pneumático semiautomático de cintagem da pasta.

4.3 Limitações do estudo

Devido ao tempo despendido para realização desta dissertação, foi possível realizar e acompanhar um projeto, que na situação normal, não seria possível.

Os valores quantitativos das externalidades da rodovia seriam um assunto interessante que deveria ser aprofundado.

Sendo um caso específico, torna-se mais complicado o desenvolvimento de um projeto destes de raiz. Foi criado um modelo de simulação, não seguindo qualquer exemplo já criado. A aquisição de um simulador acarretava despesas para a fábrica.

4.4 Recomendação futuras

Após a conclusão desta dissertação é possível melhorar o processo de transporte da pasta de papel.

A aquisição de uma frota de tratores deixou de ser necessária, apenas necessitando de investir nos semirreboques, o que baixou consideravelmente o investimento necessário.

Existindo uma futura alteração no custo de tração, deverá ser elaborado novo estudo de viabilidade para a utilização da ferrovia. Também deverá ser renegociado o valor do investimento em causa.

Os valores quantitativos das externalidades da rodovia deverão ser conhecidos e comparados com os da ferrovia, caso esta se torne viável.

Apesar da situação económica do país, e tendo em conta que o produto produzido pela Celbi se destina maioritariamente a exportação, pelo que não será tão afetada pela mesma, considero que, apesar de o aumento de pasta transportada, passando das iniciais 24ton para as 30ton, o investimento nos novos semirreboques representariam a otimização do transporte para o nível que está neste momento a produção, eliminando todas as lacunas do processo.

5 BIBLIOGRAFIA

Alexander, G., (2002). How to almost schedule innovation. Research technology management. Washington.

Alliprandini, D. H. and Silva, M., (2001). Relação entre o processo de Stage-Gates e a aprendizagem organizacional no PDP. In: XXI encontro nacional de engenharia de produção. Salvador.

Anderson, R. E., (1996). Phased Product Development: Friend or Foe?. Business Horizons. Massachusetts.

Aquilano, N.J. and Chase, R.B. and Jacobs, F.R., (2001). Operations management for competitive advantage. Eleventh edition, McGraw-Hill and Irwin. New York.

Balakrishnan, N., (1992). Handbook of the logistic distribution. CRC Press. New York.

Banks, J., (1998). Handbook of Simulation. John Wiley & Sons. Atlanta.

Baskett, F. and Chandy, K.M. and Muntz, R.R. and Palacios, F.G., (1975). Open, closed, and mixed networks of queues with different classes of customers. Journal of the ACM.

Bullinger, H.J. and Dangelmaier, M., (2003). Virtual prototyping and testing of in-vehicle interfaces. Ergonomics, v.46. Oxfordshire.

Buss and Carla de Oliveira and Cunha, Gilberto, (2001). Desenvolvimento de produto. PPGEP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Brown, S., Blackmon, K., Cousins, P. e Harvey, M., (2001). Operations management policy, practice and performance improvement. 1ª edition, Butterworth-Heinemann. Oxford.

Clark, K. B. and Fujimoto, T., (1991). Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry. Harvard Business Press. Boston.

Cunha, G. D., (2004). Uma análise da evolução dos procedimentos de execução do desenvolvimento de produtos. Revista Produto & Produção, v.7. Porto Alegre.

Crespo de Carvalho, J. M., (2004). Logística. 3ª edição, Edições Sílabo. Lisboa.

Danilevicz, A.M.F. and Cunha, G.D. (2003) Market-oriented new product development. In: Ghodous, P. and Jianzhong, C. and Gonçalves, R.J. and Steiger-Garção, A. Concurrent engineering: The vision of the future generation_ Advanced Design. Balkema Publishers. Amsterdam.

Donald del Mar, (1985). Operations and industrial management: designing and managing for productivity. Universidade de Michigan.

Dresselhaus, Bill, (2001). How to earn a return on innovation. Cleveland: Machine Design, v.73.

Echevestre, M. E. S., (2003). Uma abordagem para estruturação e controle do processo de desenvolvimento de produto. Tese doutoramento em engenharia de produção. Porto Alegre.

Ferreira, H. S. R. and Toledo, J., (2001). Metodologias e ferramentas de suporte à gestão de processo de desenvolvimento de produto (PDP) na indústria de autopeças. XXI encontro nacional de engenharia de produção. Salvador.

Gilbert, R. and Perl, A., (2008). Transport revolutions - Moving people and freight without oil. 1ª edição, Earthscan. UK e USA.

Gordon and N.J. and Newell, G.F., (1976). Closed queuing systems with exponential servers. Operations Research

Jackson, J.R., (1957). Networks of waiting lines. Operations Research.

Kleinrock, L., (1976). Queueing systems., New York: John Wiley & Sons, Inc.

Larsen, J.B. and Magleby, S.P. and Howell, L.L. (2001) An Engineering approach for matching technology to product applications. In: International conference on engineering design. Glasgow: [s.ed], ago. 2001.

Law, A. M. and Kelton, W. D., (2000). Simulation modeling & analysis. 3ª edição, McGraw – Hill. New York.

Maibach, M. and Schreyer, C. and Sutter, D. and van Essen, H.P. and Boon, B.H and Smokers, R. and Schroten, A., and Doll, C. and Pawlowska, B. and Bak, M., (2008). Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Holand: Delft.

Main, B. W., (2002). Checkpoints for design. Professional safety, V.47. Park Ridge.

Nobelius, D. and Trygg, L. (2001) Stop chasing the front end process_ Management of the early phases in product development projects. International journal of project management, Gothemburg.

Patterson, M. L. and Fenoglio, J. A., (1999). Leading product innovation: acceleration growth in a product-based business. John Willey & Sons Inc. New York.

Shannon, R. E., (1975). Systems simulation: the art and science. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.

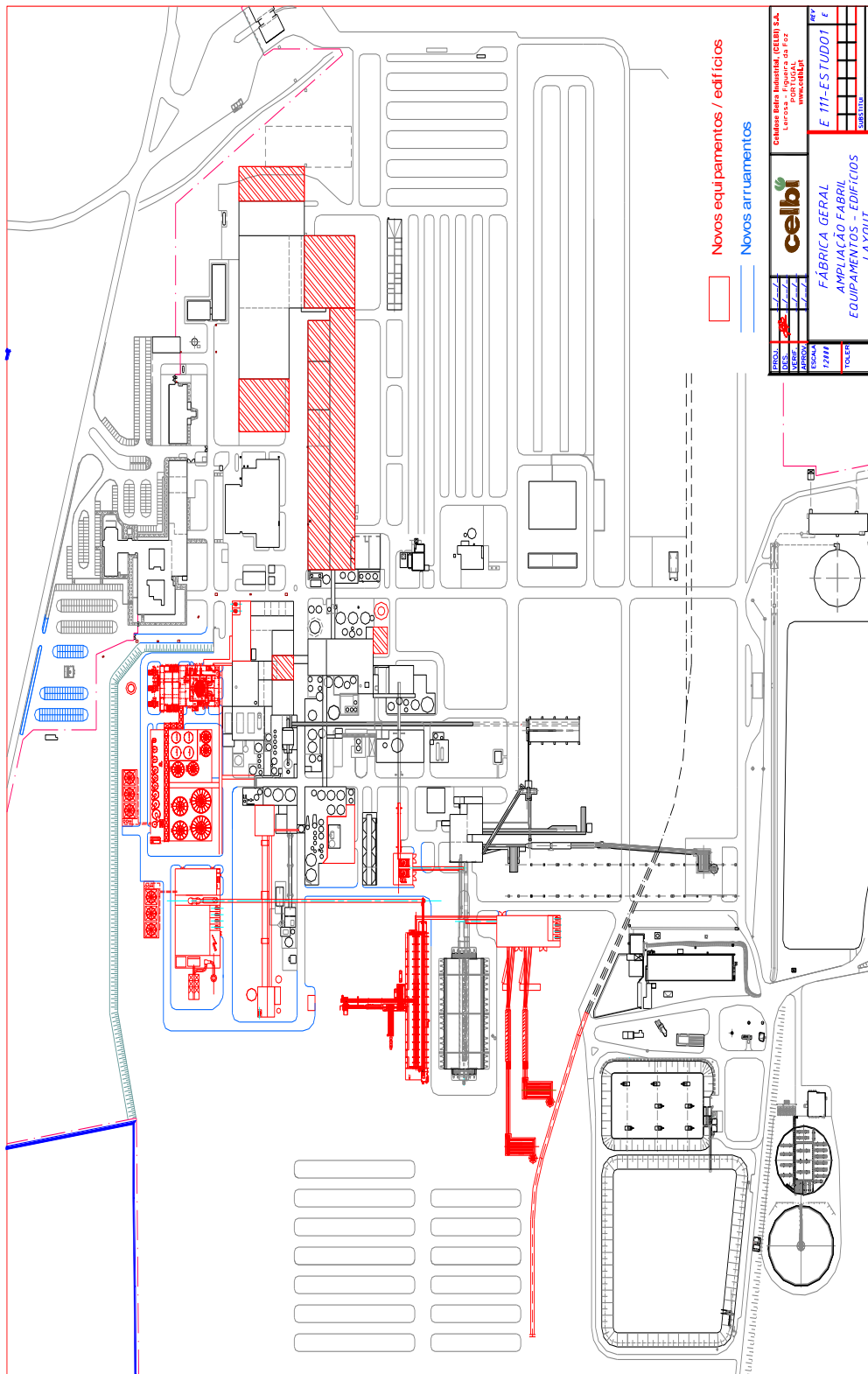
Slater, A., (1992). The gower handbook of logistics & distribution management. Fourth edition, Gower Publishing Company. England.

Yu-Lee, R. T., (2002). Essentials of capacity management. 1ª edition, John Wiley & Sons, Inc. New York

Zorriassatine, F., (2003). A survey of virtual prototyping techniques for mechanical product development. Birdcage walk. London.

Anexos

Anexo 1



Anexo 2

	<i>RAC (Avarage Refiner Acquisition Cost)</i>	<i>Gasóleo Rodoviário</i>	<i>Gasóleo (Sem Iva)</i>
Jan 2005	39,01	0,832	0,699
Fev 2005	41,05	0,827	0,695
Mar 2005	46,78	0,863	0,725
Abr 2005	46,71	0,906	0,761
Mai 2005	44,84	0,899	0,755
Jun 2005	50,30	0,904	0,759
Jul 2005	53,83	0,984	0,827
Ago 2005	59,30	0,978	0,808
Set 2005	60,18	1,022	0,845
Out 2005	57,18	1,042	0,861
Nov 2005	52,13	1,015	0,838
Dez 2005	52,51	0,973	0,804
Jan 2006	57,33	0,988	0,816
Fev 2006	54,82	1,023	0,845
Mar 2006	56,38	1,042	0,861
Abr 2006	62,98	1,054	0,871
Mai 2006	65,34	1,086	0,897
Jun 2006	65,13	1,065	0,880
Jul 2006	68,86	1,084	0,895
Ago 2006	67,77	1,093	0,903
Set 2006	58,92	1,070	0,884
Out 2006	54,04	1,011	0,836
Nov 2006	53,61	1,006	0,831
Dez 2006	55,98	1,006	0,831
Jan 2007	50,74	1,004	0,830
Fev 2007	54,42	1,002	0,828
Mar 2007	56,80	1,029	0,851

Abr 2007	60,65	1,052	0,869
Mai 2007	61,64	1,056	0,873
Jun 2007	65,07	1,075	0,888
Jul 2007	71,20	1,086	0,898
Ago 2007	69,46	1,090	0,901
Set 2007	73,47	1,096	0,906
Out 2007	79,85	1,115	0,921
Nov 2007	86,74	1,187	0,981
Dez 2007	85,31	1,193	0,986
Jan 2008	86,48	1,200	0,992
Fev 2008	89,07	1,188	0,981
Mar 2008	97,94	1,253	1,035
Abr 2008	106,23	1,263	1,043
Mai 2008	117,93	1,376	1,137
Jun 2008	127,31	1,417	1,171
Jul 2008	129,03	1,422	1,185
Ago 2008	113,71	1,327	1,106
Set 2008	98,91	1,299	1,083
Out 2008	74,22	1,202	1,001
Nov 2008	53,32	1,132	0,943
Dez 2008	37,68	1,015	0,846
Jan 2009	39,00	0,971	0,809
Fev 2009	39,00	0,967	0,806
Mar 2009	39,50	0,933	0,778
Abr 2009	39,00	0,960	0,800

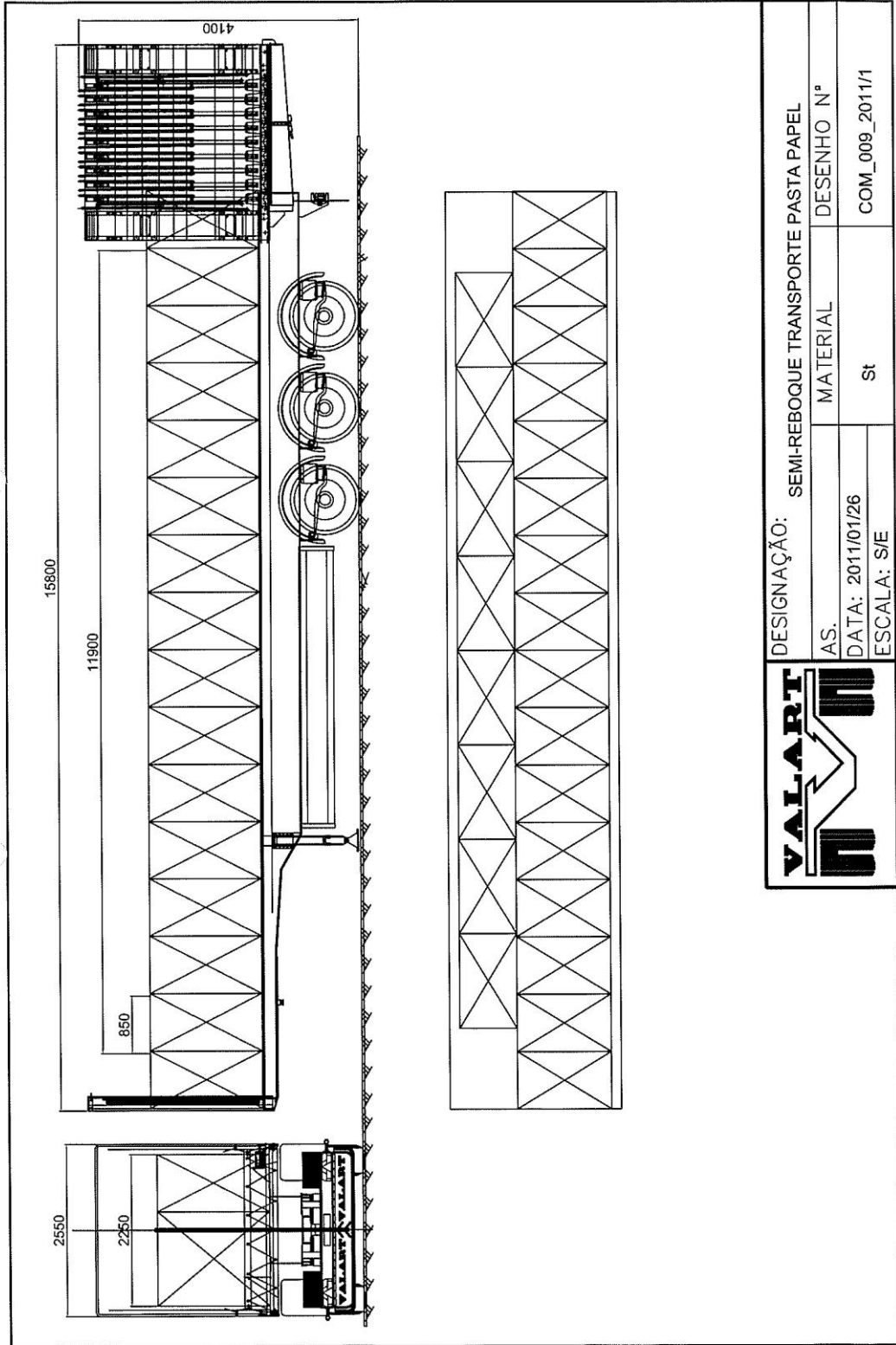
Anexo 3

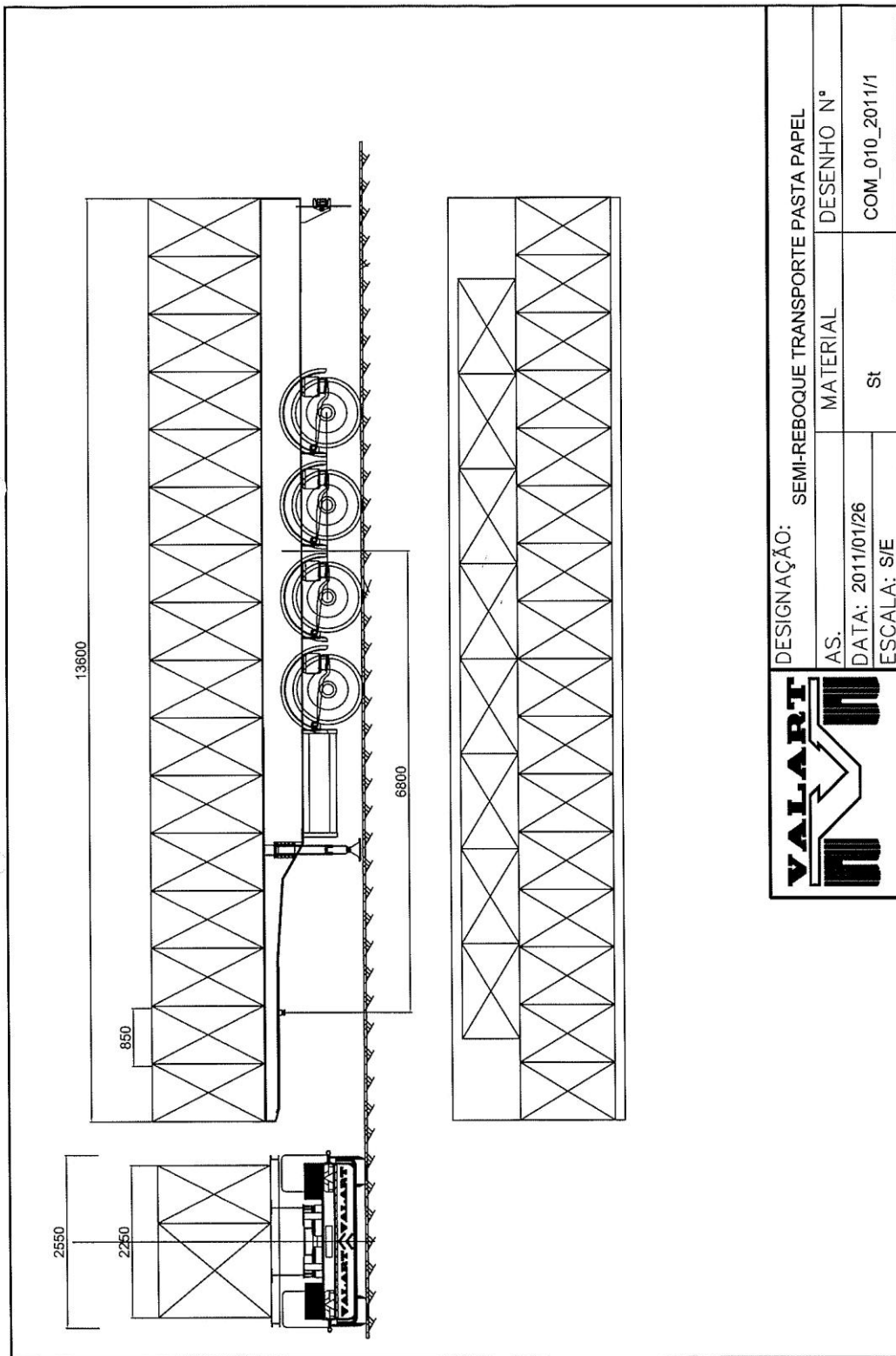
Tempo total de operação Grua (min)			
4,00	2,58	3,13	3,20
3,50	4,78	2,97	3,67
3,27	3,07	3,77	4,17
3,68	2,90	3,60	3,92
3,78	3,80	4,43	2,98
3,32	3,33	4,63	3,23
5,03	3,07	4,75	3,52
3,15	4,18	4,28	3,33
2,98	3,12	3,60	3,27
3,60	2,95	3,58	2,83
2,50	7,90	3,13	3,05
3,32	3,73	3,05	3,38
3,43	3,92	3,88	3,67
3,40	5,43	3,37	3,62
3,00	3,20	4,40	4,17
4,42	3,67	4,27	4,32
3,78	4,47	3,12	3,95
3,38	3,00	3,33	3,72
4,85	3,53	3,17	5,17
3,18	3,72	2,97	4,38
2,93	3,45	3,75	3,90
2,53	3,70	3,05	3,65
3,52	4,23	3,67	3,32
3,23	4,07	3,42	3,63
3,02	3,43	3,33	4,10

Tempo de cintagem Total(min)			
5,92	6,30	6,42	5,03
3,00	3,87	2,65	3,68
2,72	3,63	3,07	4,95
3,85	5,85	3,77	6,53
5,48	5,53	3,97	4,28
6,50	3,97	6,00	5,58
4,50	4,20	6,08	7,23
4,00	4,78	6,90	6,32
5,75	4,98	3,77	5,77
5,00	3,83	5,07	5,20
3,67	5,75	4,00	4,68
6,17	5,02	4,38	4,03
4,08	7,20	2,75	5,15
3,07	5,27	2,75	5,63
4,60	5,78	5,42	3,95
5,17	3,80	5,33	4,50
4,77	4,20	6,30	4,07
6,27	4,72	6,67	3,97
5,12	3,90	4,63	2,98
4,53	4,83	4,22	4,45
4,37	6,18	5,57	5,63
4,73	6,48	6,17	5,02
5,52	5,57	5,42	4,22
5,40	4,53	4,72	3,93
4,50	5,30	4,65	4,42

<i>Tempo total de carregamento (min)</i>			
5,77	3,40	4,90	8,38
5,82	5,82	4,47	5,57
5,35	4,23	5,82	5,80
5,18	4,87	4,33	6,20
4,42	5,88	4,10	4,85
3,82	3,97	3,40	4,48
4,20	6,22	4,87	6,32
4,07	4,57	4,30	4,95
4,90	5,93	7,17	5,27
3,67	6,23	6,67	5,77
5,08	4,42	5,75	3,90
3,63	7,08	6,38	4,48
3,72	6,95	7,25	5,57
3,70	6,87	6,82	5,43
3,53	6,97	5,95	3,68
3,87	5,38	4,57	4,38
3,50	4,58	4,30	4,35
3,02	4,20	5,57	4,92
4,05	4,30	7,25	4,62
3,87	4,75	6,90	5,53
7,33	4,57	6,53	5,07
6,25	3,63	5,80	5,32
5,33	4,93	5,38	4,48
6,00	4,53	4,92	3,85
3,92	6,65	4,57	6,30

Anexo 4





DESIGNAÇÃO: SEMI-REBOQUE TRANSPORTE PASTA PAPEL		DESENHO N°
AS.	MATERIAL	COM_010_2011/1
DATA: 2011/01/26	St	
ESCALA: S/E		