



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E GESTÃO INDUSTRIAL



BA – Fábrica de Vidros Barbosa & Almeida, S.A.

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

LICENCIATURA EM GESTÃO E ENGENHARIA INDUSTRIAL

**Concepção e Elaboração de uma Ferramenta de Apoio à
Decisão no Planeamento da Produção**

Hugo Carlos Ascenso da Costa

Orientadores

Professor Alcibiades P. Guedes

Engenheiro Pedro Lopes

Outubro de 2000

621(047.3) DEMEGI
GEI513 2000/COSh



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E GESTÃO INDUSTRIAL



BA – Fábrica de Vidros Barbosa & Almeida, S.A.

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

LICENCIATURA EM GESTÃO E ENGENHARIA INDUSTRIAL

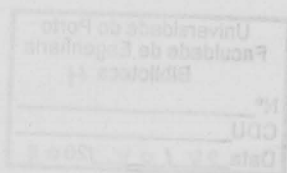
Concepção e Elaboração de uma Ferramenta de Apoio à Decisão no Planeamento da Produção

Hugo Carlos Ascenso da Costa

Orientadores

Professor Alcibiades P. Guedes

Engenheiro Pedro Lopes



Outubro de 2000

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Biblioteca H

Nº _____
CDU _____
Data 28/04/2003

Resumo

O projecto de estágio tinha como tema a análise do processo de planeamento da produção nas quatro unidades fabris do grupo Barbosa & Almeida.

Importantes decisões, com um elevado impacto nas contas de exploração da organização, são tomadas neste âmbito sem existir uma forma completa e objectiva de prever as suas consequências nem de testar cenários.

Mais concretamente, o objecto final do trabalho era a conceptualização e elaboração de um protótipo de uma ferramenta de apoio à decisão que permitisse simular de uma forma objectiva o impacto de efectuar uma alteração num dado plano de produção.

O projecto concluído, cuja descrição pormenorizada deu origem ao presente relatório, permitiu a definição da ferramenta referida e também, por imperativos do trabalho, a elaboração de uma forma expedita e simples de executar o planeamento da produção propriamente dito.

O protótipo representa um estado avançado da aplicação final pretendida, parecendo não ser já uma questão de concepção mas apenas de elaboração a obtenção da versão final.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Pedro Lopes, orientador do estágio na Barbosa & Almeida, pela sua colaboração e conselhos prestados e também pela simpatia e confiança demonstradas que em muito contribuíram para a realização deste projecto.

A todos os elementos da Barbosa & Almeida, que directa ou indirectamente colaboraram na realização do estágio, em especial à Dr^a Sandra Santos e à Dr^a Luísa Costa pela ajuda prestada e pela disponibilidade e empenho que sempre mostraram.

Ao Engenheiro Alcibiades P. Guedes, orientador do estágio na FEUP, pelo apoio, aconselhamento e compreensão constantes ao longo destes meses.

A todos os elementos do GEIN que, através da sua boa vontade, permitiram a realização deste estágio.

1. Introdução	5
2.2. Estrutura Organizacional	11
3.1.1. Fabrico de Vidro	19
3.1.2. Fabrico de Embalagens de Vidro	21
3.1.3. Paletização de Embalagens de Vidro	22
3.1.4. Decoração	22
3.2. Unidades Fabria	
3.2.1. Avintes	24
3.2.2. Marinha Grande	26
3.2.3. Vilafranca de Los Barros	27
3.2.4. León	28
3.3. Unidades de Suporte	29

Índice

5. Estudo e Desenvolvimento da Solução	31
5.1. Introdução	35
5.2. Modelo de Planeamento da Produção	36
5.2.1. Restrições Técnicas do Processo Produtivo	38
5.2.2. Outro Tipo de Restrições	45
5.2.3. Completação Final do Modelo	48
5.3. Exemplo de Apoio à Decisão	53
5.3.1. Custos de Produção	53
6. Produto	59
6.1. Introdução	62
6.2. Apresentação da Empresa	65
6.2.1. História da Empresa	65
6.2.2. Árvore de Participações	67
6.2.3. Estrutura Organizacional	68
6.2.4. Produtos	70
6.2.5. Mercado	72
7. Processo Produtivo e Unidades Industriais	75
7.1. Processo Produtivo	75
7.1.1. Fabrico de Vidro	75
7.1.2. Fabrico de Embalagens de Vidro	77
7.1.3. Paletização de Embalagens de Vidro	78
7.1.4. Decoração	78
7.2. Unidades Fabris	80
7.2.1. Avintes	80
7.2.2. Marinha Grande	82
7.2.3. Villafranca de Los Barros	83
7.2.4. León	84
7.3. Unidades de Suporte	85

4. Enquadramento do Projecto de Estágio	31
5. Estudo e Desenvolvimento da Solução	
5.1. Introdução	35
5.2. Modelo de Planeamento da Produção	
5.2.1. Restrições Técnicas do Processo Produtivo	38
5.2.2. Outro Tipo de Restrições	45
5.2.3. Conceptualização Final do Modelo	48
5.3. Ferramenta de Apoio à Decisão	
5.3.1. Análise dos Custos de Produção	58
6. Protótipo Desenvolvido	
6.1. Introdução	82
6.2. Apresentação da Aplicação	85
7. Participação na Reflexão Estratégica	94
8. Conclusões e Perspectivas de Trabalho Futuro	
8.1. Conclusões	98
8.2. Perspectivas de Trabalho Futuro	102
Anexos	

1. Introdução

O segundo semestre do 5º ano da licenciatura em Gestão e Engenharia Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto inclui no seu programa a realização de um estágio curricular numa empresa com a duração de 6 meses.

No caso presente, o estágio foi efectuado no grupo Barbosa & Almeida que fabrica e comercializa embalagens de vidro, tendo sido supervisionado pelo Engenheiro Alcibíades P. Guedes, Professor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e pelo Engenheiro Pedro Lopes, Director Executivo de Marketing e Vendas do grupo.

A empresa, bem como o mercado em que se insere, apresenta características muito particulares. As unidades fabris trabalham 24 horas por dia, 365 dias por ano. Existem várias linhas de produção contínua, ou seja, sem estações intermédias para mudança de máquina ou de processo e sem os consequentes *stocks* de produtos em processo de fabrico. A procura é sazonal, ou seja, é necessário produzir para *stock*. Este sector caracteriza-se também pelo número elevado de unidades produzidas todos os dias, o que levanta grandes desafios logísticos, pela matéria-prima principal, a areia, que é protegida por leis específicas, pelos elevados custos de produção, principalmente mão-de-obra, matérias-primas e combustíveis (o grupo consome em gás natural o equivalente à cidade de Lisboa no mesmo período de tempo, o que o torna muito sensível, por exemplo, às variações do valor de referência do barril de Brent) e pelo facto de o vidro ser reciclável, apresentando actualmente um ciclo de recolha e reutilização bastante desenvolvido.

O projecto tinha como tema a análise do processo de planeamento da produção nas quatro unidades fabris do grupo.

Esse processo engloba directamente a direcção comercial, responsável pelas encomendas dos clientes e as direcções fabris, responsáveis pela produção dos

artigos e, indirectamente, muitas outras como a direcção de Logística. A interacção entre as duas faces principais (comercial e produção) é um dos assuntos mais discutidos não só na empresa, mas sim em todo o mercado, tanto devido à sua complexidade como ao seu peso nas contas de exploração.

É, assim, um tema com elevado grau de importância para o grupo e, conseqüentemente, uma enorme fonte de motivação para o estagiário.

O objectivo principal do estágio era a concepção e elaboração de um protótipo de uma aplicação informática que permitisse simular opções de planeamento da produção e analisar o seu impacto.

A partir deste é possível definir uma série de objectivos encadeados que o aluno se propunha a cumprir. O primeiro era conhecer e compreender a complexidade e as variáveis determinantes no processo de planeamento da produção. Para tal, estive algum tempo nas diferentes unidades fabris do grupo e na área comercial, tendo ficado a conhecer não só a empresa mas também as realidades particulares de cada área no assunto em estudo. O segundo objectivo era, com base na informação obtida, a conceptualização de uma ferramenta de apoio à decisão que permitisse, de uma forma integrada, simular as consequências de quaisquer alterações ao planeamento da produção. A intenção da empresa era permitir uma avaliação mais precisa e visualização do impacto das decisões que são tomadas, tornando-as mais fundamentadas e minimizando possíveis erros de apreciação das situações. O terceiro e último objectivo, que resulta naturalmente do anterior, era a construção de um protótipo da ferramenta.

Durante o estágio, o aluno foi também envolvido no processo de Reflexão Estratégica, tendo integrado o grupo de trabalho que elaborou o documento de diagnóstico da empresa que consistia na análise das suas envolventes externa e interna. Este serviu de base ao *Work-Shop* de Reflexão Estratégica que reuniu oitenta quadros e cujo objectivo era a definição das directrizes estratégicas do

grupo Barbosa & Almeida e a preparação dos planos, programas e orçamentos (PPO's) para o ano de 2001.

No *Work-Shop*, foi também apresentado o protótipo da ferramenta de apoio à decisão que tinha sido desenvolvido até à data, o que permitiu aos presentes uma maior compreensão do processo de planeamento da produção e ao aluno a obtenção de *feed-back* avalizado sobre o seu trabalho.

O esquema do relatório seguirá o trabalho do aluno ao longo do estágio, que por sua vez seguiu o encadeamento dos objectivos do projecto. Assim, em primeiro lugar é apresentada a empresa e o mercado em que se insere. De seguida, é explicado o projecto de estágio e o desenvolvimento de uma solução.

O protótipo obtido é depois apresentado, retirando-se por fim as conclusões do trabalho e as possibilidades a estudar no futuro.

No ano de 1930, surge uma nova etapa na vida da sociedade com o início da sua actividade industrial. Para tal adquiriu os activos fixos da Fábrica Amora, uma unidade produtora de garrafas situada na zona de Campanhã, no Porto.

A empresa adoptou a designação de Fábrica de Vidros Barbosa & Almeida, Lda., empregando cerca de trezentos trabalhadores e produzindo entre sessenta e oitenta mil garrafas por semana.

Em 1947 a empresa decide adquirir equipamento de tecnologia mais avançada para assim aumentar a sua capacidade produtiva e responder ao grande aumento das exportações de vinhos portugueses provocados pela 2ª Guerra Mundial. Foi assim instalado pela primeira vez em Portugal equipamento automático de alimentação e moldagem.

A situação da empresa manteve-se até ao ano de 1967, em que, como consequência da antiguidade da fábrica e da tecnologia utilizada, foi decidido começar a construir uma nova unidade fabril em Avintes, Vila Nova de Gaia. Esta entrou em laboração dois anos depois com dois fornos regenerativos (com recuperação de calor), tecnologia que permitiu excepcionais economias de energia relativamente aos processos de fusão até então utilizados.

A estes vieram a juntar-se ao longo dos anos mais dois: o AV3 em 1964 e o AV4 em 1968.

2. Apresentação da Empresa

2.1. História da Empresa



A sociedade *Barbosa & Almeida* foi fundada a 5 de Abril de 1912 com o capital inicial de três contos de reis, tendo como objectivo comercializar garrafas de vidro, produzidas em fábricas do Seixal e da Marinha Grande, no mercado dos engarrafadores e exportadores do Porto.

Em 1921 a sociedade foi liquidada sendo, no entanto, constituída no mesmo instante a sociedade por quotas *Barbosa & Almeida, Lda.*, que manteve o objecto social e assumiu a totalidade dos activos e dos passivos daquela.

No ano de 1930, surge uma nova etapa na vida da sociedade com o início da sua actividade industrial. Para tal adquiriu os activos fixos da Fábrica Amora, uma unidade produtora de garrafas situada na zona de Campanhã, no Porto.

A empresa adoptou a designação de Fábrica de Vidros *Barbosa & Almeida, Lda.*, empregando cerca de trezentos trabalhadores e produzindo entre sessenta e oitenta mil garrafas por semana.

Em 1947 a empresa decide adquirir equipamento de tecnologia mais avançada para assim aumentar a sua capacidade produtiva e responder ao grande aumento das exportações de vinhos portugueses provocados pela 2ª Guerra Mundial. Foi assim instalado pela primeira vez em Portugal equipamento automático de alimentação e moldagem.

A situação da empresa manteve-se até ao ano de 1967, em que, como consequência da antiguidade da fábrica e da tecnologia utilizada, foi decidido começar a construir uma nova unidade fabril em Avintes, Vila Nova de Gaia. Esta entrou em laboração dois anos depois com dois fornos regenerativos (com recuperação de calor), tecnologia que permitiu excepcionais economias de energia relativamente aos processos de fusão até então utilizados.

A estes viriam a juntar-se ao longo dos anos mais dois: o AV3 em 1984 e o AV4 em 1988.

Em 1975 a empresa transformou-se em sociedade anónima de responsabilidade limitada, passando a denominar-se BA - Fábrica de Vidros Barbosa & Almeida, S.A.R.L..

Chegados a 1993, a *Barbosa & Almeida* decide aumentar a sua dimensão adquirindo, para tal, uma outra empresa vidreira com instalações industriais na Marinha Grande: a CIVE - Companhia Industrial Vidreira, S.A. Como resultado desta estratégia a *Barbosa & Almeida* passa a liderar o mercado nacional e conquista a segunda posição na Península Ibérica.

No ano seguinte, a empresa certifica com a NP EN ISO 9002 a unidade fabril de Avintes. A da Marinha Grande foi certificada apenas em 1995.

Posteriormente, em 1996, são ambas certificadas com a NP EN ISO 9001.

Em Dezembro de 1995 dá-se a fusão das duas empresas, adoptando a nova sociedade a designação social de BA-Fábrica de Vidros Barbosa & Almeida, S.A.

No final do ano de 1996 adquire capital maioritário nas empresas Cristalaria de Moçambique (53,85%) e Vidreira de Moçambique (54,50%) que, depois de totalmente recuperadas, começaram a trabalhar, respectivamente, em Setembro de 1997 e Outubro de 1998.

Em 1997 começa a construção de uma nova unidade fabril em Villafranca de los Barros (Espanha), ficando concluída no terceiro trimestre de 1998.

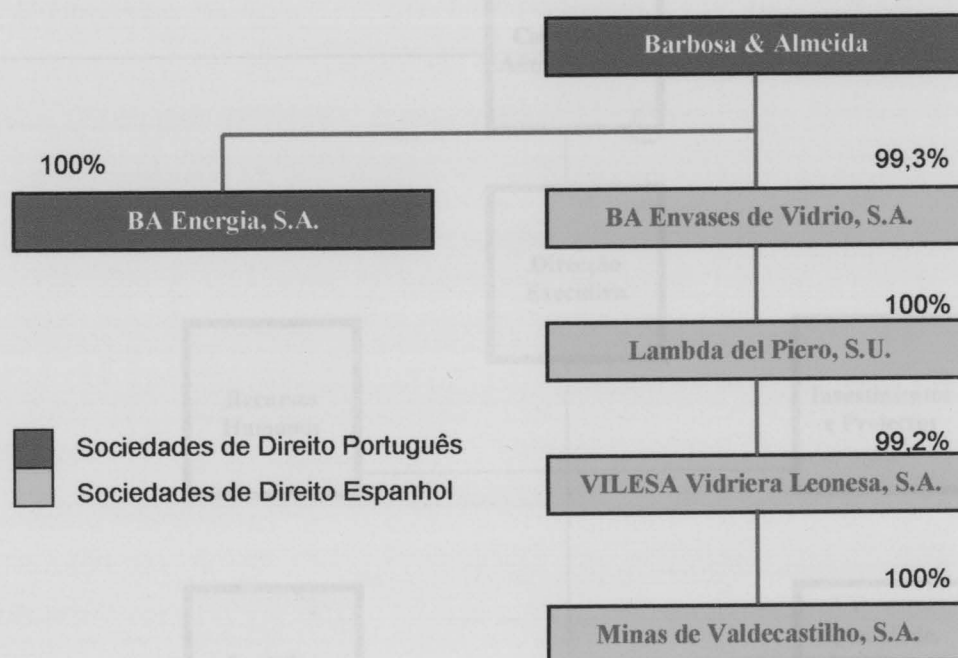
Em Setembro de 1998, a INPARSA adquire uma participação de 19,9% e integra um sindicato de voto com a Família Domingues, controlando a gestão da

Em 1999 iniciou-se em Avintes a construção de um novo forno: o AV5.

No segundo trimestre desse ano, a empresa acordou em Assembleia Geral um conjunto de medidas que levaram à alienação das suas participações na Vidreira de Moçambique e na Cristalaria de Moçambique ao Estado de Moçambique pelo valor simbólico de um dólar.

No terceiro trimestre, mediante uma oferta pública de aquisição lançada no mercado de capitais espanhol, adquire 54,29% do capital da VILESA - Vidriera Leonesa. Durante o ano de 2000, a participação na VILESA totaliza 99,2% tendo sido encerrada com êxito a OPA de exclusão da empresa do mercado bolsista espanhol.

2.2. Árvore de Participações



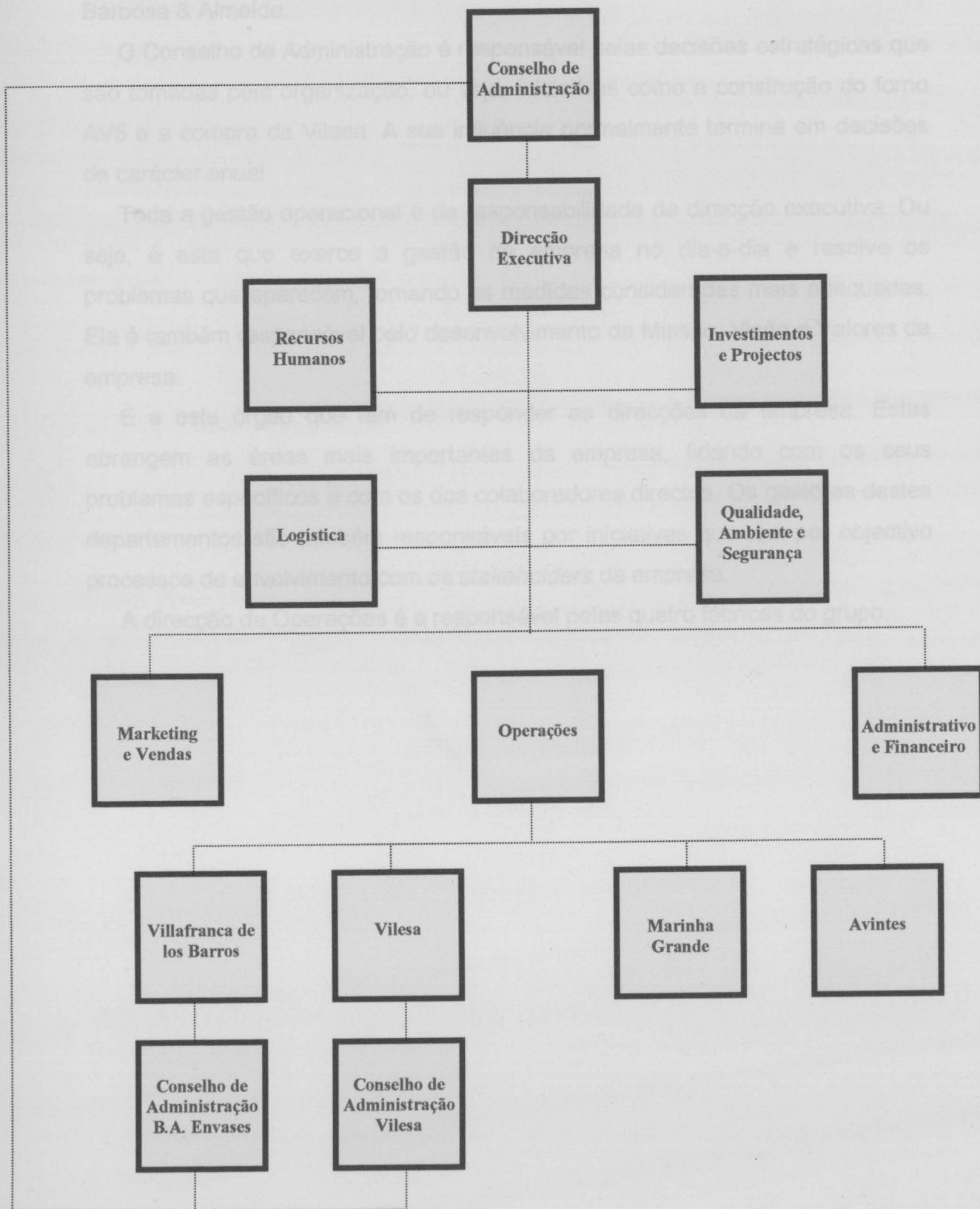
No esquema acima estão representadas as empresas que pertencem ao grupo Barbosa & Almeida. As unidades fabris portuguesas estão incorporadas na sociedade principal.

A BA Energia, S.A. é a empresa responsável pela energia produzida na máquina de cogeração que abastece a fábrica da Marinha Grande.

As participações que não são do grupo na BA Envases de Vidrio, S.A. e na VILESA pertencem, respectivamente, à Sociedade de Fomento Industrial da Extremadura e a *free float*.

As Minas de Valdecastilho, S.A. gerem as minas com o mesmo nome que eram pertença da Vilesa e que lhe fornecem a areia necessária ao fabrico do vidro. É um recurso muito importante para a empresa pois, assim não tem de comprar a areia.

2.3. Estrutura Organizacional



2. O esquema da página anterior representa a Macro Estrutura do grupo Barbosa & Almeida.

O Conselho de Administração é responsável pelas decisões estratégicas que são tomadas pela organização, ou seja, iniciativas como a construção do forno AV5 e a compra da Vilesa. A sua influência normalmente termina em decisões de carácter anual.

Toda a gestão operacional é da responsabilidade da direcção executiva. Ou seja, é esta que exerce a gestão da empresa no dia-a-dia e resolve os problemas que aparecem, tomando as medidas consideradas mais adequadas. Ela é também responsável pelo desenvolvimento da Missão, Visão e Valores da empresa.

É a este órgão que têm de responder as direcções da empresa. Estas abrangem as áreas mais importantes da empresa, lidando com os seus problemas específicos e com os dos colaboradores directos. Os gestores destes departamentos são também responsáveis por iniciativas que têm por objectivo processos de envolvimento com os *stakeholders* da empresa.

A direcção de Operações é a responsável pelas quatro fábricas do grupo.

Ambar

Ambar Escuro

Cobalto

Preto

Existem ainda outras cores, normalmente híbridos das aqui representadas, como a chamada Folho Morta, uma mistura de ambar e verde.

De entre estas cores a empresa já não faz o Cobalto e o Bismol azulado pois, as quantidades procuradas não justificam a mudança de cor que é necessário executar nos fornos.

No entanto, é praticamente a única que produz embalagens em preto.

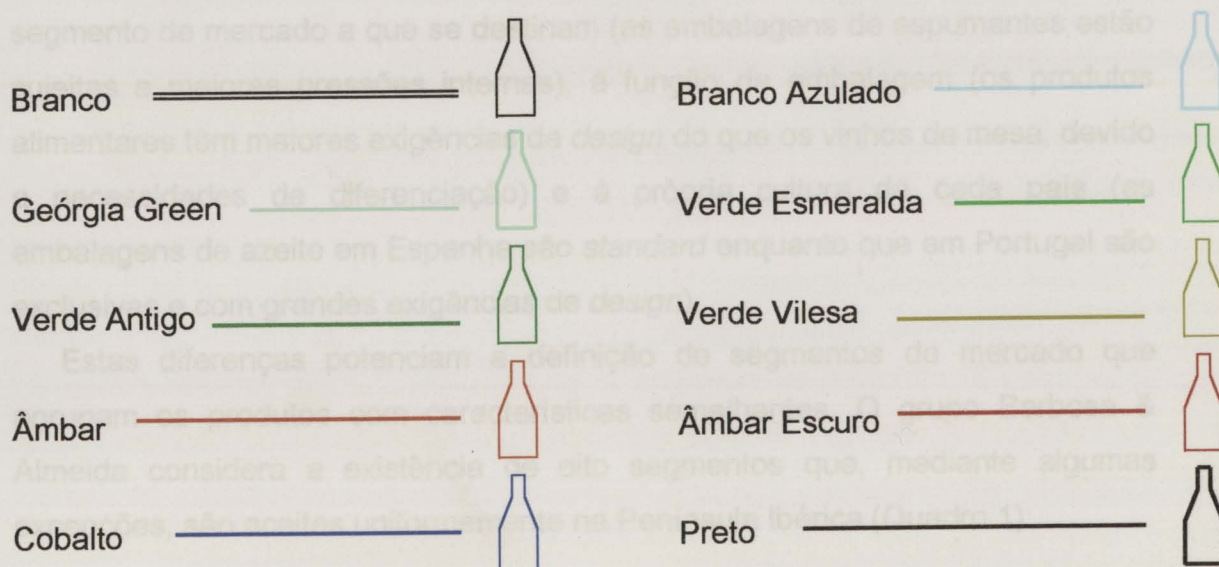
Quanto ao Geórgia Green esta cor é fabricada quase exclusivamente para a Coca-Cola.

2.4. Produtos



O grupo Barbosa & Almeida fabrica uma elevada gama de artigos destinados a embalar as mais diversas bebidas e produtos alimentares. No entanto, e de uma forma geral, podemos dividi-los em duas categorias: garrafas e frascos. Os primeiros são utilizados principalmente como embalagem de bebidas, sendo os segundos mais utilizados nos produtos alimentares.

Estes produtos podem ser fabricados numa grande variedade de cores:



Existem ainda outras cores, normalmente híbridos das aqui representadas, como a chamada Folha Morta, uma mistura de âmbar e verde.

De entre estas cores a empresa já não faz o Cobalto e o Branco azulado pois, as quantidades procuradas não justificam a mudança de cor que é necessário executar nos fornos.

No entanto, é praticamente a única que produz embalagens em preto.

Quanto ao Geórgia Green esta cor é fabricada quase exclusivamente para a Coca-Cola.

Existem produtos *standard* e exclusivos. Os primeiros são fabricados por todas as empresas vidreiras e correspondem normalmente a elevados volumes de produção. No entanto, nem sempre são os grandes clientes que os compram e sim os pequenos pois, estes não têm grandes necessidades de diferenciação e o preço dos *standard* é menor.

Os produtos exclusivos dizem muitas vezes respeito a grandes clientes e constituem cada vez mais uma fatia importante das receitas da empresa.

Os artigos têm utilizações finais distintas, o que origina diferenças significativas nas exigências dos clientes. Tal deve-se, entre outros factores, ao segmento de mercado a que se destinam (as embalagens de espumantes estão sujeitas a maiores pressões internas), à função da embalagem (os produtos alimentares têm maiores exigências de *design* do que os vinhos de mesa, devido a necessidades de diferenciação) e à própria cultura de cada país (as embalagens de azeite em Espanha são *standard* enquanto que em Portugal são exclusivas e com grandes exigências de *design*).

Estas diferenças potenciam a definição de segmentos de mercado que agrupam os produtos com características semelhantes. O grupo Barbosa & Almeida considera a existência de oito segmentos que, mediante algumas excepções, são aceites uniformemente na Península Ibérica (Quadro 1):

Segmento	Cor	Cientes Mais Importantes
Vinhos de Mesa	Verde ; Âmbar	Sogrape ; José Maria da Fonseca
Vinhos do Porto	Verde ; Preto	symington ; A.A. Calem
Bebidas Espirituosas	Branco ; Verde	Bacardi ; Martini
Espumantes / Cavas	Verde	Castellblanch ; Freixenet
Cervejas	Âmbar	Heineken ; Damm ; Unicer
Águas & Softdrinks	Branco ; Verde	Coca - Cola ; Pepsico ; Schweppes
Alimentar	Branco	Nestlé ; Hero ; Nutrinvest
Azeite	Branco	Victor Guedes ; Fáb. Torrejana Azeites

Quadro 1 : Segmentos de Mercado

2.5. Mercado

Em função da localização geográfica das suas unidades fabris a empresa está inserida no mercado de embalagens da península ibérica pois, os custos de transporte limitam a sua entrada noutros mais longínquos. No entanto, consegue vender alguns dos seus produtos em países tão distintos como a França, a Grécia e a Austrália, entre outros (figuras 1 e 2).

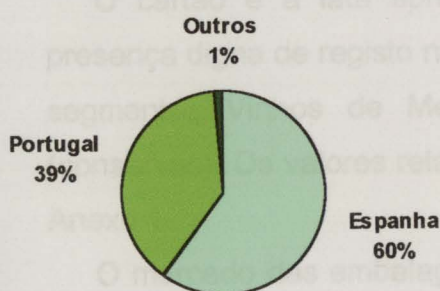


Figura 1 : Vendas por Mercado

Figura 2 : Mercado Internacional

Para visualizar o mercado em que a empresa se encontra é necessário considerar não só os produtos alimentares e bebidas que são embalados em vidro mas também os que o são noutro tipo de materiais. Os principais concorrentes são os plásticos, o cartão e a lata (figura 3).

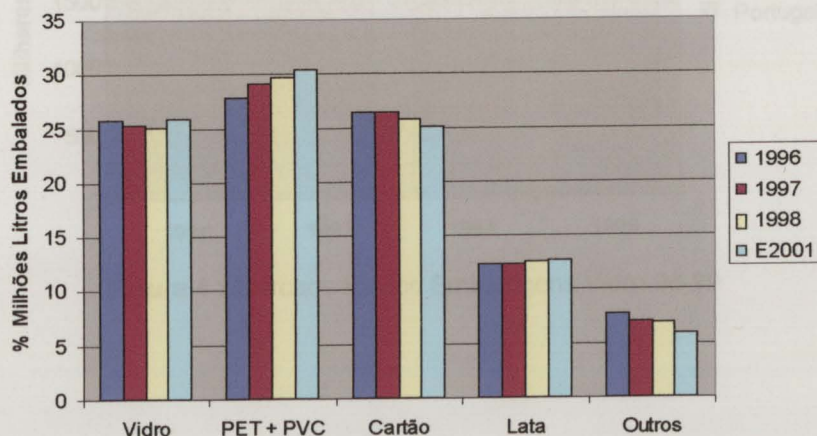


Figura 3: Mercado Espanhol Embalagem

Nos primeiros tem surgido nos últimos anos o PET (polietilenotereftalato) que tem não só substituído o PVC, em que foram detectadas características cancerígenas, como ganho quota de mercado aos outros materiais. Os plásticos são utilizados principalmente nos segmentos Águas & Softdrinks e Alimentar.

A grande revolução no mercado poderá acontecer no segmento das cervejas pois, num futuro próximo o PET passará a estar presente dado que se têm registado avanços tecnológicos que suprimem as deficiências actuais, ou seja, é apenas uma questão de aceitação por parte dos consumidores.

O cartão e a lata apresentam-se razoavelmente estáveis, sendo a sua presença digna de registo nas Águas & Softdrinks e ainda, respectivamente, nos segmentos Vinhos de Mesa e Alimentar (leite), e Cervejas e Alimentar (conservas). Os valores relativos do mercado de embalagem estão descritos no Anexo 1.

O mercado das embalagens de vidro propriamente dito tem vindo a crescer na península ibérica nos últimos anos a uma taxa média de 7% (figura 4).

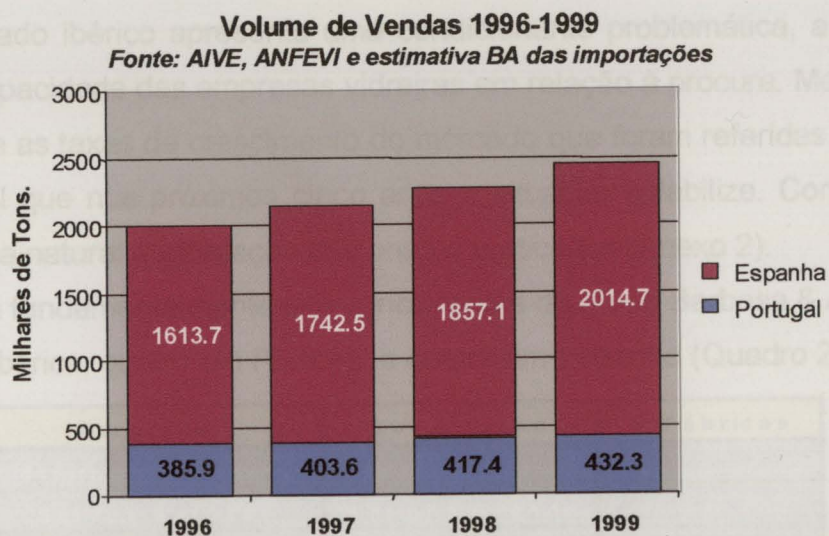


Figura 4 : Mercado Ibérico Embalagens Vidro 96-99

As vendas do grupo têm acompanhado esta subida mas, não deixam de estar muito influenciadas pela entrada em funcionamento da unidade fabril de Villafranca de Los Barros e pela compra da Vilesa. Os resultados totais e por segmento apresentam-se nas figuras 5 e 6.

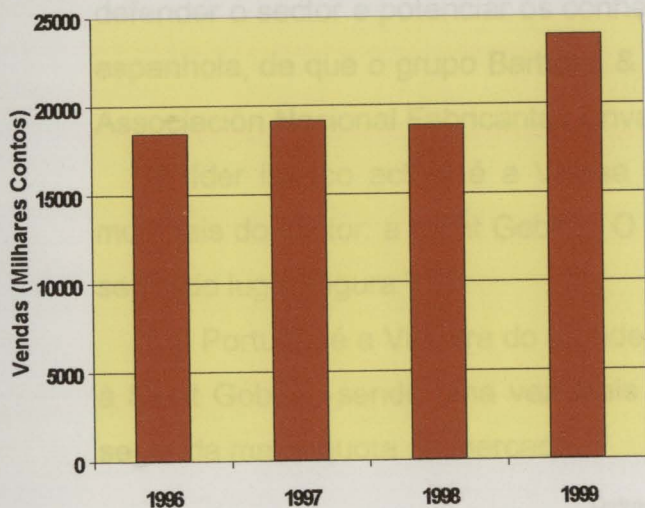


Figura 5: Evolução das Vendas

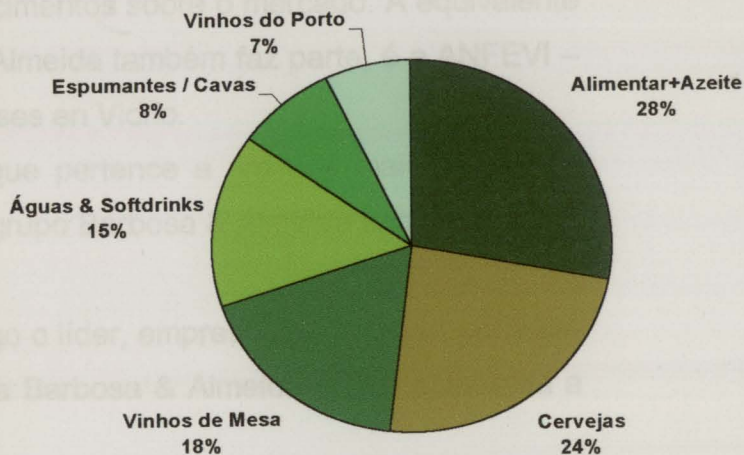


Figura 6: Vendas por Segmento

O mercado ibérico apresenta uma condicionante problemática, a existência de sobrecapacidade das empresas vidreiras em relação à procura. Mesmo se se mantiverem as taxas de crescimento do mercado que foram referidas acima não é previsível que nos próximos cinco anos a situação estabilize. Como tal, tem surgido uma natural degradação dos preços praticados (Anexo 2).

Existem fundamentalmente oito concorrentes do grupo Barbosa & Almeida na península ibérica, quatro em Portugal e quatro em Espanha (Quadro 2).

Empresa	Localização	Nº Fábricas
Vidreira do Mondego	Figueira da Foz	1
Santos Barosa	Marinha Grande	1
Ricardo Gallo	Marinha Grande	1
Sotancro	Amadora	1
Vicasa	Espanha	7
Vidrala	Espanha	2
BSN	Espanha	2
Rovira	Barcelona	1

Quadro 2: Características dos Concorrentes

Ao todo estas empresas são responsáveis pela existência na Península Ibérica de vinte unidades fabris (Anexo 3).

As cinco empresas portuguesas fazem parte de uma organização denominada Associação das Indústrias de Vidro de Embalagem (AIVE) que visa defender o sector e potenciar os conhecimentos sobre o mercado. A equivalente espanhola, de que o grupo Barbosa & Almeida também faz parte, é a ANFEVI – Asociación Nacional Fabricantes Envases en Vidro.

O líder ibérico actual é a Vicasa que pertence a um dos maiores grupos mundiais do sector: a Saint Gobain. O grupo Barbosa & Almeida encontra-se em segundo lugar (figura 7).

Em Portugal é a Vidreira do Mondego o líder, empresa que também pertence à Saint Gobain, sendo uma vez mais a Barbosa & Almeida a que apresenta a segunda maior quota de mercado.

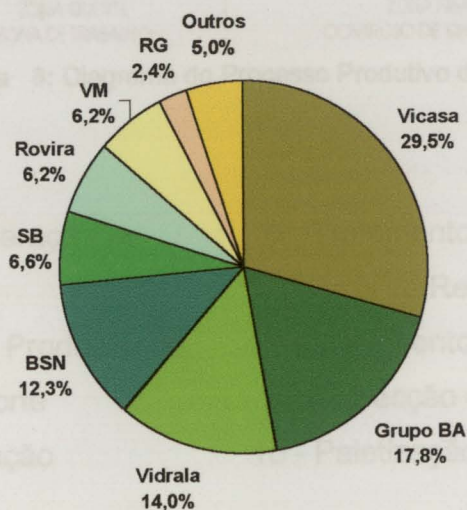


Figura 7: Quotas Mercado Ibérico 1999

Existem no universo ibérico centenas de clientes que as empresas procuram conquistar. Alguns actuam em apenas um dos segmentos enquanto que outros o fazem em vários.

3. Processo Produtivo e Unidades Industriais

3.1. Processo Produtivo

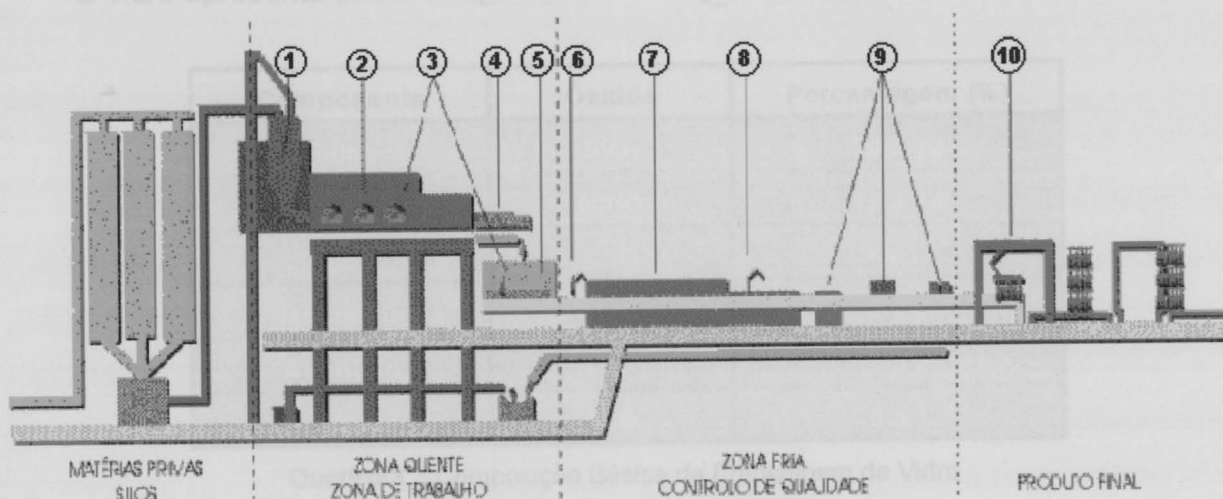


Figura 8: Diagrama do Processo Produtivo da Empresa

Legenda:

- 1 - Câmara de Regeneração
- 2 - Tanque de Fusão
- 3 - Forno e Linhas de Produção
- 4 - Canais de Transporte
- 5 - Máquina de Moldação
- 6 - Tratamento a Quente
- 7 - Arca de Recozimento
- 8 - Tratamento a Frio
- 9 - Inspeção e Controlo da Qualidade
- 10 - Paletização

O processo produtivo do grupo Barbosa & Almeida pode ser dividido em três sub-processos principais e um de suporte: fabrico de vidro, fabrico de embalagens de vidro (produto final), paletização de embalagens de vidro (produto acabado) e decoração.

3.1.1. Fabrico de Vidro

O fabrico de vidro inicia-se nos silos e nas matérias-primas que armazenam e termina no momento em que se inicia a moldação do vidro produzido.

O vidro apresenta como composição básica (Quadro 3):

Componente	Óxidos	Percentagem (%)
Silica	SiO ₂	70 a 72
Sódio	Na ₂ O	12 a 14
Cálcio	CaO	9 a 11
Magnésio	MgO	0 a 3
Alumínio	Al ₂ O ₃	1 a 2
Potássio	K ₂ O	0 a 1

Quadro 3 : Composição Básica da Embalagem de Vidro

Pequenas variações nas quantidades relativas destes componentes podem dar origem a grandes alterações nas características do vidro. Quanto à cor, é a composição original da areia utilizada que a determina.

As matérias-primas são introduzidas num forno construído à base de refractários resistentes a elevadas temperaturas. A fusão é efectuada a valores na ordem dos 1350 °C, sendo o ar necessário para a combustão pré-aquecido numa câmara separada, por aproveitamento dos gases de combustão, o que permite uma economia de energia.

A capacidade de fusão dos fornos é variável. A sua vida útil normalmente varia entre sete e dez anos, embora dependa da utilização a que forem sujeitos.

Todo o processo de fusão é controlado e monitorizado em tempo real através de equipamentos especializados que registam valores de temperatura, pressão e nível do leito de fusão e que também gerem as matérias-primas existentes e a sua alimentação aos fornos.

Após o forno, o vidro entra num canal de transporte que lhe proporciona um condicionamento térmico. Essa acção permite que a temperatura no interior da

massa de vidro fique homogeneizada e, como consequência, que o vidro esteja preparado para ser moldado.

O fabrico de vidro termina neste momento, com a queda por gravidade do vidro para os moldes. Desde a introdução das matérias-primas no forno até à moldação das embalagens decorrem, em média, 24 horas.

3.1.2. Fabrico de Embalagens de Vidro

Este sub-processo apresenta como matéria-prima o vidro produzido na fusão e inicia-se no momento em que o fio de vidro proveniente dos canais de transporte é cortado pelas tesouras com o peso especificado para o artigo a moldar.

Cada pedaço de vidro cortado é moldado em máquinas automáticas IS (*individual section*) à temperatura de 600 °C. A moldação inicia-se no molde de principiar, formando uma pré-forma, e adquire o aspecto definitivo no molde final.

As garrafas ou frascos obtidos são conduzidos a um tapete rolante que os levará através de uma série de estádios de finalização e controlo, até ao final deste sub-processo.

A seguir à moldação, os artigos (a cerca de 400 °C) são sujeitos a um tratamento de superfície a quente, à base de tetracloreto de estanho, que reforça a resistência à pressão interna e ao choque mecânico. Depois, entram numa arca de recozimento onde são sujeitos a um arrefecimento controlado, com o objectivo de eliminar as tensões internas criadas na fase de moldação.

À saída da arca, é-lhes aplicado um tratamento de superfície a frio que, por um lado, proporciona um aspecto liso e brilhante e, por outro, facilita todo o transporte e manuseamento nas linhas de enchimento.

A partir deste ponto, todas as embalagens são conduzidas a diversas máquinas de inspecção que analisam rigorosamente as características dos artigos, como, por exemplo, a altura e o diâmetro e a existência de defeitos como microfissuras e sedas.

Todas as variáveis de fabrico são registadas e tratadas estatisticamente, existindo assim um controlo completo do fabrico e a garantia do cumprimento das especificações.

3.1.3. Paletização de Embalagens de Vidro

Este sub-processo inicia-se com a chegada aos paletizadores automáticos dos artigos que não foram rejeitados nas máquinas de inspeção (produtos finais). Nessa altura são colocados em camadas sobre estrados de madeira de dimensões normalizadas, sendo aquelas separadas por madeira prensada, cartão ou plástico compacto. Em seguida, as paletes são cobertas por plástico e retratilizadas, ficando assim em condições de serem transportadas para o cliente ou colocadas em armazém.

3.1.4. Decoração

Este sub-processo é considerado de suporte porque não se enquadra no *Core Business* da empresa: produção de embalagens de vidro, situando-se normalmente fora das linhas contínuas de produção e apenas sendo aplicado numa quantidade reduzida de artigos.

A matéria-prima deste sub-processo são as embalagens em armazém (produto acabado). Quando há uma encomenda de um artigo decorado, retira-se o equivalente produto acabado de armazém, desfaz-se a paletização, aplica-se a decoração na máquina respectiva e volta-se a paletizar.

Existem quatro tipos de decoração: serigrafia, foscagem, *sleeves* e PSL.

A serigrafia consiste na rotulagem e/ou decoração de embalagens por processo automático com tinta anti-ácido e anti-corrosiva. As tintas atravessam um ecrã em tela de aço ou de *nylon* que tem impresso o motivo desejado, reproduzindo-o nas embalagens.

A foscagem consiste em mergulhar as embalagens em agentes químicos que atacam o vidro e o fazem perder a sua característica de transparência.

3.2 Os *sleeves* não são mais do que mangas plásticas que são introduzidas por fora da embalagem e que depois são retractilizadas, o que lhes confere uma grande aderência e permite uma boa protecção do artigo.

O PSL (*Pressured Sensitive Label*) cumpre a mesma função dos *sleeves* mas consiste num rótulo plástico que é colado na embalagem.

3.2.1. Avintes



Até Agosto deste ano, a fábrica de Avintes era constituída por quatro fornos: AV1, AV2, AV3 e AV4. Cada um deles tinha um certo número de linhas de produção associadas, as quais apresentavam uma grande dispersão de fornecedores de tecnologia. Tal facto causava constrangimentos como a dificuldade em trocar experiências, a gestão das compras e a formação.

Os fornos e as linhas apresentavam também uma idade avançada, que, em certos casos, já se fazia notar no fabrico. Como a situação seria a curto prazo insustentável, a empresa decidiu encerrar os três fornos mais antigos (AV1, AV2 e AV3) e substituí-los por um único - AV5 - com capacidade igual à soma dos outros, ou seja, 340 toneladas por dia (ton/dia) de tiragem bruta.

A este novo forno correspondem apenas três linhas de produção mas, com o objectivo de não perder em demasia a flexibilidade produtiva da fábrica, elas são em tandem, ou seja, permitem o fabrico de duas garrafas distintas (embora com parâmetros similares) na mesma linha ao mesmo tempo. Assim, podemos dizer que, na realidade, as linhas não são três mas sim seis (ver esquema no Anexo 4).

Este tipo de tecnologia é único em Portugal e muito raro no mundo (com as características específicas do AV5 não há mesmo mais nenhum), sendo por isso considerada *state-of-art*.

3.2. Unidades Fabris

Como já foi referido, o grupo Barbosa & Almeida é constituído por quatro unidades fabris, duas situadas no território nacional e duas em Espanha.

Estas estão, embora de uma forma não exclusiva, especializadas pela cor dos produtos fabricados, ou seja, a cada um dos fornos está atribuída uma determinada cor (ou cores, em determinados casos). Para além deste facto, existem muitos outros que as distinguem, como por exemplo a origem da tecnologia utilizada, os quais passarei a explicar com algum detalhe em seguida.

3.2.1. Avintes



Até Agosto deste ano, a fábrica de Avintes era constituída por quatro fornos: AV1, AV2, AV3 e AV4. Cada um deles tinha um certo número de linhas de produção associadas, as quais apresentavam uma grande dispersão de fornecedores de tecnologia. Tal facto causava constrangimentos como a dificuldade em trocar experiências, a gestão das compras e a formação.

Os fornos e as linhas apresentavam também uma idade avançada, que, em certos casos, já se fazia notar no fabrico. Como a situação seria a curto prazo insustentável, a empresa decidiu encerrar os três fornos mais antigos (AV1, AV2 e AV3) e substituí-los por um único - AV5 - com capacidade igual à soma dos outros, ou seja, 340 toneladas por dia (ton/dia) de tiragem bruta.

A este novo forno correspondem apenas três linhas de produção mas, com o objectivo de não perder em demasiado a flexibilidade produtiva da fábrica, elas são em tandem, ou seja, permitem o fabrico de duas garrafas distintas (embora com parâmetros similares) na mesma linha ao mesmo tempo. Assim, podemos dizer que, na realidade, as linhas não são três mas sim seis (ver esquema no Anexo 4).

Este tipo de tecnologia é único em Portugal e muito raro no mundo (com as características específicas do AV5 não há mesmo mais nenhum), sendo por isso considerada *state-of-art*.

A tecnologia utilizada é da Owens-Illinois (líder mundial), tal como na fábrica da Marinha Grande. Assim, esta alteração permitirá não só uma melhor gestão na fábrica de Avintes como também o *benchmarking* interno entre as unidades portuguesas, promovendo a adopção das melhores práticas de cada uma.

O forno AV4, com tiragem de 135 ton/dia e a que correspondem três linhas de produção, continuará a funcionar pois, como era o mais recente ainda se encontra em boas condições e ajudará a contribuir para a flexibilidade da unidade fabril de Avintes.

Assim, actualmente, a fábrica de Avintes tem dois fornos com uma tiragem conjunta de 475 ton/dia.

A cor atribuída à unidade é o verde. No forno AV5 está previsto fabricarem-se embalagens apenas em verde esmeralda e verde Vilesa. No forno AV4 produzir-se-ão também essas cores e ainda as campanhas de verde antigo e de preto.

Esta unidade apresenta uma característica particular, a existência de máquinas de decoração. É em Avintes que se executa internamente a serigrafia, a foscagem e a colocação dos PSL.

Em Avintes existe outra particularidade que é as vendas a dinheiro, isto é, vendas de qualquer artigo até ao mínimo de uma unidade efectuadas “à porta da fábrica”.

É também aqui que se situa a sede do grupo, local de trabalho das direcções centrais.

Juntando fábrica e sede, o número de colaboradores em Avintes é de 570.

3.2.2. Marinha Grande



A localização desta unidade é especial dado que se situa numa cidade eminentemente industrial, sendo apelidada em Portugal de “Capital do Vidro” devido à proliferação de empresas associadas à sua produção e utilização. Como referido anteriormente, dos quatro concorrentes da Barbosa & Almeida em Portugal, dois têm as suas fábricas na Marinha Grande: Santos Barosa e Ricardo Gallo.

A cidade encontra-se, no entanto, num processo de reorganização em termos industriais. Para tal, foi criado na sua periferia um pólo que no futuro albergará todas as empresas existentes. A Barbosa & Almeida já tem o seu lote destinado, estando a mudança de instalações prevista para daqui a quatro anos.

Esta unidade fabril caracteriza-se pelos seus elevados rendimentos de produção, os melhores do grupo, que são fruto de muitos anos de experiência acumulada.

A fábrica, que tem 430 trabalhadores, é constituída por três fornos: A, B e C; com capacidades de, respectivamente: 135, 185 e 275 ton/dia.

Ao forno A estão associadas duas linhas, A1 e A2, que como toda a unidade apresentam tecnologia da Owens-Illinois.

Aos fornos B e C correspondem três e quatro linhas, respectivamente.

Existe também uma máquina de sleeves que pode ser colocada em linha e que costuma estar associada às produções do forno A.

A cor atribuída é o branco, com a excepção do forno B que fabrica todo o ano âmbar ou âmbar escuro.

3.2.3. Villafranca de los Barros



Situada na Extremadura espanhola, esta fábrica é resultado de uma estratégia da empresa: a entrada no apelativo e competitivo mercado das embalagens de cerveja em Espanha. Como tal, apenas fabrica garrafas e sempre em âmbar.

Esta unidade caracteriza-se pelas poucas referências que fabrica (nove em toda a sua história), ou seja, as produções de cada artigo duram muitos dias. Como apresenta cadências elevadas, entram em *stock* todos os dias cerca de um milhão de garrafas, o que é um valor consideravelmente elevado.

Apresenta apenas um forno (D) com uma capacidade de 300 ton/dia (expansível a 350 ton/dia com *electrical boosting*), a que estão associadas duas linhas, D1 e D2.

Na linha D1 fabricam-se garrafas com capacidades na ordem dos 25 cl, enquanto que na D2 são fabricadas as garrafas de litro.

A tecnologia utilizada é da Heye-Glas, uma empresa alemã que é uma das melhores no sector e é considerada como a mais moderna existente.

A construção da fábrica foi co-financiada pelo governo espanhol, com o objectivo de estimular a região em que aquela se situa. Como contrapartida, a Barbosa & Almeida comprometeu-se a contratar um número mínimo de colaboradores provenientes daquela província. Neste momento, trabalham 150 pessoas nesta unidade fabril.

3.2.4. León



A Vidriera Leonesa – Vilesa é uma empresa com 35 anos de existência cuja fábrica se situa na cidade de León, na região espanhola de Castilla-León.

Como foi referido anteriormente, a empresa foi adquirida à cerca de um ano (Setembro de 1999) pelo grupo Barbosa & Almeida.

Nessa altura caracterizava-se por ter os rendimentos de produção mais baixos do grupo (na ordem dos 80%) e pelo quase nulo investimento efectuado ao longo dos anos em formação dos colaboradores, além de ter uma média etária elevada.

Neste momento, trabalham em León 350 colaboradores da empresa. Parte destas pessoas diz respeito ao sector comercial existente nessa unidade e que é responsável pelas vendas da empresa em Espanha.

A unidade fabril tem dois fornos: o 2 e o 3. O forno 2 tem capacidade para 240 ton/dia (com *electrical boosting*), estando-lhe associadas quatro linhas de produção. O forno 3 foi reconstruído no início do ano 2000, passando a ter uma capacidade de 315 ton/dia e quatro linhas de produção associadas (foi acrescentada uma inteiramente nova).

Esta unidade fabril apresenta também, à semelhança da Marinha Grande, uma máquina de *sleeves* que está colocada na linha 2-1.

A cor atribuída é o branco. A única alteração é a campanha de Geórgia Green que é feita anualmente no forno 3, normalmente correspondendo à produção de encomendas da Coca-Cola.

3.3.3. Administrativo-Financeiro

É responsável pela gestão dos recursos económico-financeiros da empresa, como por exemplo participações financeiras e investimentos. Entre outras funções, analisa mensalmente os indicadores da empresa e executa estudos relativos à viabilidade de possíveis investimentos e desinvestimentos.

3.3. Unidades de Suporte

Para suportar e viabilizar a área operacional da empresa existem uma série de unidades ou processos, ditas de suporte ou de apoio, que serão apresentadas de um forma resumida pois, não constitui o intuito deste relatório a sua análise de uma forma aprofundada.

3.3.1. Logística

É responsável pela movimentação, manuseamento e armazenagem dos produtos acabados, incluindo o transporte para casa dos clientes. Faz parte também da sua jurisdição o aprovisionamento de materiais.

Assim, pode-se dizer que a logística está presente no início e no fim do processo industrial da empresa logo, sem o seu correcto funcionamento a organização nunca conseguirá bons resultados.

3.3.2. Recursos Humanos

É responsável pelo planeamento, gestão e desenvolvimento de um dos bens mais preciosos da empresa: os seus colaboradores. Entre as suas premissas destacam-se a avaliação de desempenho, a gestão de carreiras, a análise de funções, a formação, a satisfação dos colaboradores e a comunicação.

3.3.3. Administrativo-Financeiro

É responsável pela gestão dos recursos económico-financeiros da empresa, como por exemplo participações financeiras e investimentos. Entre outras funções, analisa mensalmente os indicadores da empresa e executa estudos relativos à viabilidade de possíveis investimentos e desinvestimentos.

3.3.4. Tecnologias de Informação

É responsável pelos sistemas de informação e pela gestão do *software* e dos equipamentos informáticos.

A empresa encontra-se equipada com um sistema informático designado SAP R/3 (*Systems, Applications, Products in Data Processing – Release 3*).

Este é uma ferramenta de gestão integrada de negócios, que concebe um conjunto de aplicações, abrangentes e orientadas para o processo, que poderão satisfazer todas as necessidades das várias áreas da empresa. Para além disso, permite dispor de toda a informação acessível de uma forma rápida e directa.

Este sistema é muito importante no funcionamento corrente da empresa pois, ao funcionar como uma base de dados total permite a interligação de toda a informação existente.

Existe também um sistema de *intranet* com informação disponível relativa à organização e a cada departamento.

4. Enquadramento do Projecto de Estágio

Como foi referido anteriormente, o projecto de estágio focava o planeamento da produção do grupo Barbosa & Almeida.

Genericamente, pode-se dizer que um bom plano de produção é aquele que permite entregar os produtos certos no tempo certo, otimizando economicamente a afectação dos recursos humanos, materiais e tecnológicos da empresa. Este é, então, um tema que directa ou indirectamente afecta quase a totalidade da empresa.

O processo de planeamento inicia-se, naturalmente, no sector comercial com a identificação das necessidades dos clientes. No início de cada ano é definido um orçamento de vendas com as previsões do sector comercial para esse ano. Este documento dá origem ao orçamento de produção.

Em cada quinzena o plano de vendas, que é uma versão operacional do orçamento, é revisto introduzindo-se as vendas já efectuadas e eventuais alterações de previsões. É nessa altura que os comerciais elaboram uma proposta para o plano de produção. Esta é apresentada aos vários directores fabris que a estudam e que ou a aceitam ou comunicam ao departamento comercial as alterações que irão introduzir e os seus motivos. Este último poderá sempre não concordar, o que implicará a tomada de uma decisão através de um acordo entre ambas as partes.

Depois de aprovado o plano de produção, ele é distribuído por vários colaboradores e dá origem aos planos de embalagem e de materiais.

Então, a forma como as previsões de vendas se transformam em fabricos de artigos em certas quantidades e em determinadas datas é através do planeamento da produção. Este tenta conjugar da melhor forma as previsões de vendas com as características e restrições das fábricas. Em função daquilo que irá ser produzido e das quantidades em que o será são tomadas diversas decisões ao nível, por exemplo, dos moldes, das embalagens e dos armazéns.

É fácil concluir que quanto mais estável e fiável for o planeamento, melhor funcionará toda a empresa.

No entanto, tal não é aparentemente fácil de conseguir. Embora existam previsões mensais de vendas por artigo, que são efectuadas pelos respectivos vendedores, elas acabam por ser pouco eficazes devido às características do próprio mercado. Isto acontece principalmente porque a empresa se encontra no início da cadeia de abastecimento. Depois dela, e até chegar ao consumidor final, o produto passa normalmente pelos agentes embalador, distribuidor e vendedor. É o último elo da cadeia, o consumidor final, o detentor do poder de decisão sobre o consumo do produto. Isto num mercado em que factores como o estado do tempo afectam decisivamente a procura. Como cada uma das entidades envolvidas está directamente dependente da seguinte, a empresa vidreira acaba por sofrer as consequências de todas as incertezas ao longo da cadeia (ver exemplo no Anexo 5).

Esta falta de visibilidade é muito preocupante, estando a empresa a começar a combatê-la através do desenvolvimento de modelos de cooperação com os clientes (para já, apenas com os que têm maior peso na carteira do grupo) que irão permitir estreitar o relacionamento profissional e, conseqüentemente, aumentar o grau de precisão das previsões de vendas. No limite, as existências ao longo da cadeia deveriam ser substituídas por informação.

No entanto, actualmente, está presente uma relativa incerteza naquilo que se deve fabricar, nas quantidades e na data de entrega.

Este facto afecta bastante os custos de produção da empresa. Para que estes sejam reduzidos, o primeiro factor a garantir é a máxima utilização dos fornos e das linhas de produção (bem como de todos os equipamentos existentes) pois são o resultado de investimentos muito elevados e que só assim estarão a ser totalmente rentabilizados. Para além disso, os custos são tanto mais reduzidos quanto em menor número e maiores forem as séries de fabrico. Assim, minimizam-se as perdas ocorridas durante as mudanças e, como os colaboradores estão focalizados durante um maior período de tempo na produção de cada artigo, maximizam-se os rendimentos de produção.

Com as incertezas existentes nas vendas, que originam um número de mudanças de fabrico superior e as constantes alterações no plano de produção (muitas vezes efectuadas numa base semanal), o lado económico da produção acaba por sair bastante afectado.

No entanto, é importante referir que, em qualquer empresa, o sector primordial é o das vendas. Existem muitos exemplos históricos de empresas que se destacavam claramente, por exemplo, em termos produtivos e que devido a não conseguirem escoar os seus produtos foram obrigadas a encerrar ou foram adquiridas por outras. Isto acontece porque o processo de venda é o motor de qualquer empresa, ou seja, se ele deixar de funcionar aquela pára.

Então, como as vendas são o elemento catalisador da empresa e do seu sucesso, é em função delas que se deve efectuar o planeamento da produção. Se este fosse feito sem atender às necessidades dos clientes, com certeza que seria encontrado um plano muito económico, contudo completamente desajustado da realidade.

À luz destes factos surge, no entanto, uma questão pertinente: até que ponto é melhor para a empresa abdicar de custos produtivos menores em função das expectativas de vendas?

Mais exactamente e tendo em conta que as linhas de produção da empresa tendem a estar sempre ocupadas, convém perguntar: será que vale a pena atrasar / adiantar / retirar a produção de um artigo em favor da de outro? Como é possível medir o impacto de tal decisão?

É exactamente nesta problemática que incide o projecto de estágio. Isto é, o seu objectivo final é incidir luz suficiente para que passe a ser visível o impacto de cada decisão, o que irá permitir simular cenários e retirar conclusões sobre a melhor direcção a seguir.

Hoje em dia, estas análises são efectuadas de forma empírica, baseadas em regras práticas definidas pela experiência, o que irá conduzir, naturalmente, à inexistência de uniformidade nas quatro unidades fabris do grupo.

O estudo relativo ao projecto tentou obter uma ferramenta baseada em dados objectivos, para (e apenas) servir de apoio às decisões de planeamento,

deixando ao cuidado do responsável por essa actividade a definição do grau de relevância de factores subjectivos como, por exemplo, a importância do cliente.

Devido à elevada influência do planeamento da produção, quer em termos de operacionalidade quer na conta de exploração, parece fazer todo o sentido e ser de extrema importância para a empresa o estudo aprofundado que foi efectuado sobre este tema e que é apresentado no próximo capítulo deste relatório.

Surge neste momento a necessidade de referir que, para que seja possível cumprir os objectivos a que se propõe, a ferramenta tem de ter como base de trabalho um modelo de planeamento da produção, isto é, tem de permitir a introdução / remoção / alteração de produções para que o seu impacto possa ser medido mas, respeitando sempre as restrições técnicas existentes no processo produtivo.

Como esta necessidade era premente não só para o projecto mas também para a organização, dado não existir actualmente nenhuma aplicação informática de apoio ao planeamento e por ser corrente a ideia de que esta seria uma mais valia, o protótipo acabou por ser desenvolvido com o intuito de atingir dois objectivos finais. O primeiro era ser uma ferramenta rápida e eficaz de planeamento, que permitisse observar imediatamente todas as variáveis relevantes da situação planificada e alertasse possíveis incompatibilidades. O outro objectivo era o do estágio propriamente dito, ou seja, ser uma aplicação que servisse de apoio à tomada de decisões relativas ao planeamento.

Assim, o primeiro passo do estudo foi definir quais as variáveis que entram no processo de planeamento da produção, bem como as restrições técnicas que condicionam as opções do planeador.

Depois de definido o modelo de planeamento com exactidão, foram definidas as variáveis que são afectadas pelas diferentes decisões e a forma de medir as suas alterações.

5. Estudo e Desenvolvimento da Solução

5.1. Introdução

Para obter uma ferramenta que simule de forma objectiva o impacto de alterações no plano de produção é necessário conhecer as variáveis determinantes do processo e ser capaz de medir as suas alterações.

Surge neste momento a necessidade de referir que, para que seja possível cumprir os objectivos a que se propõe, a ferramenta tem de ter como base de trabalho um modelo de planeamento da produção. Isto é, tem de permitir a introdução / remoção / alteração de produções para que o seu impacto possa ser medido mas, respeitando sempre as restrições técnicas existentes no processo produtivo.

Como esta necessidade era premente não só para o projecto mas também para a organização, dado não existir actualmente nenhuma aplicação informática de apoio ao planeamento e por ser corrente a ideia de que esta seria uma mais valia, o protótipo acabou por ser desenvolvido com o intuito de atingir dois objectivos finais. O primeiro era ser uma ferramenta rápida e eficaz de planeamento, que permitisse observar imediatamente todas as variáveis relevantes da situação planeada e alertasse possíveis incompatibilidades. O outro objectivo era o do estágio propriamente dito, ou seja, ser uma aplicação que servisse de apoio à tomada de decisões relativas ao planeamento.

Assim, o primeiro passo do estudo foi definir quais as variáveis que entram no processo de planeamento da produção, bem como as restrições técnicas que condicionam as opções do planeador.

Depois de definido o modelo de planeamento com exactidão, foram definidas as variáveis que são afectadas pelas diferentes decisões e a forma de medir as suas alterações.

5.2. Modelo de Planeamento da Produção

Já foi referido por diversas vezes neste documento o facto de o processo de planeamento da produção começar nas previsões de vendas. Ou seja, tudo aquilo que é planeado tem como objectivo satisfazer o que está previsto.

Assim sendo, a primeira variável do planeamento é forçosamente a previsão de vendas de cada artigo (existente na empresa numa base mensal).

Cada artigo previsto é definido através da sua referência. Esta é composta por vários campos, por exemplo:

Refª = 0018 L019 VR S (10AN) 02

Os primeiros quatro dígitos identificam o modelo do artigo, existindo neste momento no universo da Barbosa & Almeida mais de quinhentos.

O segundo grupo de dígitos diz respeito à marisa da embalagem, ou seja, à forma específica da zona de fecho do artigo que é moldada através de um dispositivo separado.

Depois surgem a identificação da cor da referência (VR – verde) e do acabamento (S 10AN). Se o produto não for sujeito a este último, aparece a letra “A” e os dígitos entre parêntesis não são colocados.

Os dois últimos dígitos identificam o tipo de paletização aplicado neste produto.

Cada artigo tem também algumas características de fabrico que estão definidas à partida: o peso, o *cavity rate* e o rendimento de produção.

O projecto de cada tipo de embalagem define um peso médio e tolerâncias inferiores e superiores. Normalmente, os fabricos começam com o menor valor mas, como ao longo do tempo os moldes se vão desgastando, o seu peso real tende a aumentar. Esta informação é actualizada depois de cada fabrico.

O projecto define também o *cavity rate* do artigo, que corresponde à quantidade que é possível fabricar por minuto (cadência) em cada cavidade (molde). Este valor multiplicado pelo número de cavidades da máquina origina o número de artigos que ela fabrica por minuto.

O rendimento de produção de um artigo corresponde ao quociente entre a sua produção útil e a sua produção bruta. Esta última corresponde ao vidro que é retirado do forno, ou seja, a tiragem bruta, deduzido daquele que é perdido em subactividades como por exemplo cortes de energia. A produção útil corresponde ao número de produtos finais obtidos (em peso), ou seja, a produção bruta deduzida de perdas e rejeições em linha.

Os valores definidos para cada artigo são baseados em dados históricos, tendo em conta as últimas produções e as linhas utilizadas.

O acto de planejar propriamente dito é sempre posterior à (re)definição das previsões de vendas e das características dos artigos.

Então, se partirmos de uma dada previsão de vendas, o passo seguinte é perceber a forma como poderá ser afectada temporalmente pelas diferentes fábricas, fornos e linhas de produção existentes.

Para tal, foi analisado o processo produtivo da empresa e a sua envolvente com o intuito de definir as restrições técnicas de fabrico e outras que de uma maneira ou de outra limitam as opções do planeador.

Com a posse dessa informação o passo seguinte é a conceptualização do modelo de planeamento da produção.

• Cor do Vidro Fundido

Cada forno só pode, num dado momento, fundir vidro de uma cor. Por isso, cada uma das linhas de produção que lhe estão associadas terá, nesse momento, de fabricar embalagens nessa cor, o que é naturalmente uma limitação muito importante.

5.2.1. Restrições Técnicas do Processo Produtivo

Como o processo produtivo já foi descrito com algum detalhe numa secção anterior deste relatório, serão realçados apenas os factos que o estudo efectuado revelou como críticos.

Pode-se dizer que o processo de fabrico das embalagens de vidro começa nas matérias-primas. Como tal, o aprovisionamento atempado das mesmas seria um aspecto fulcral para o planeamento. No entanto, principalmente devido à especialização dos fornos por cor, é fácil controlar os stocks e evitar as rupturas. Assim sendo, o aprovisionamento acaba por não ser um processo crítico para o planeamento da produção.

Em seguida aparecem a fusão e a moldação, que devido às suas características são processos que convém destacar. No Anexo 6 estão resumidas as características específicas de cada forno e máquina de moldação da empresa.

No resto do processo produtivo e em paralelo existem uma série de restrições técnicas mais pequenas que serão apresentadas conjuntamente.

5.2.1.1. Processo de Fusão

A empresa tem ao todo, nas suas quatro fábricas, oito fornos de fusão com três tipos de variáveis a distingui-los entre si:

- Cor do Vidro Fundido

Cada forno só pode, num dado momento, fundir vidro de uma cor. Por isso, cada uma das linhas de produção que lhe estão associadas terá, nesse momento, de fabricar embalagens nessa cor, o que é naturalmente uma limitação muito importante.

Para obviar a este problema tem vindo a ser desenvolvida nos últimos anos por algumas empresas uma técnica que permite que tal não aconteça, embora a sua aplicação real ainda pareça estar relativamente distante.

Esta consiste na coloração do vidro nos *feeders* (canais de transporte) através da introdução de agentes químicos próprios para o efeito (o forno produziria vidro fundido branco). Assim, seria possível fabricar embalagens em qualquer cor, em qualquer altura e em qualquer linha.

Existiria uma segunda grande vantagem que seria a consequente diminuição drástica das perdas que resultam das mudanças de cor pois, estas implicam um elevado tempo de inactividade e, naturalmente, avultados prejuízos para a empresa.

Foi exactamente para combater este problema, dado que a coloração ainda não é uma realidade, que a organização decidiu especializar os seus fornos por cor, minimizando assim o número de mudanças de cor efectuadas.

- Capacidade Nominal de Fusão

Cada um dos fornos apresenta uma capacidade diferente, isto é, a tiragem bruta de vidro fundido (ton) que lhes é possível extrair todos os dias varia de caso para caso (existem na empresa fornos com capacidades desde 135 a 340 ton/dia). O que isto quer dizer é que cada um deles tem um limite máximo de vidro fundido que consegue fornecer à moldação todos os dias.

Em termos práticos, os valores não são assim tão rígidos pois, os fornos conseguem tirar pelo menos mais 5% do que o estabelecido nominalmente mas com a contrapartida da diminuição da sua vida útil.

- Número e Tipo de Linhas de Produção Associadas

A cada forno estão associadas de uma forma exclusiva certo número de linhas de produção que, por sua vez, apresentam normalmente características distintas entre si.

Antes de entrarmos no processo seguinte, a moldação, já é possível definir algumas restrições derivadas deste.

Como as previsões de vendas são efectuadas incorporando para cada artigo a sua cor, estes ficam restritos a apenas alguns dos fornos de fusão e às linhas de produção respectivas. Por exemplo, um artigo em vidro âmbar só poderá ser produzido no forno B da fábrica da Marinha Grande ou no forno D da fábrica de Villafranca de Los Barros.

Nos fornos em que ao longo do ano se produza mais do que uma cor, os artigos respectivos ficam também sujeitos a uma restrição temporal.

Algumas combinações de artigos poderão ultrapassar a capacidade dos fornos. Ou seja, as referências que forem planeadas na mesma data nas várias linhas de produção associadas a um dado forno poderão, devido às suas características de peso e *cavity rate*, exigir mais ao forno do que este consegue fornecer:

$$\text{Tiragem Bruta (ton/dia)} = \sum_1^{N^{\circ} \text{Linhas}} (\text{Peso} * \text{CavRate})_{\text{Ref}} * N^{\circ} \text{Cavidade}_{\text{Linha}} * 60 * 24$$

Se a fatia extra for pouco significativa há, como foi referido, a possibilidade de retirar um pouco mais mas, se for demasiada a combinação deixa de ser possível e é necessário alterar o planeamento efectuado.

5.2.1.2. Processo de Moldação

Depois de fundido o vidro é moldado em máquinas com características específicas e que se distinguem através das seguintes variáveis:

- Número de Sectores

Um sector de uma máquina de moldação é o local onde está instalado um par de moldes (princípios e finais). Ou seja, é o local onde são fabricadas (moldadas) as embalagens.

Cada máquina tem um número determinado de sectores que, no universo da Barbosa & Almeida, varia desde seis até vinte. Quanto mais sectores tiver, maior será a quantidade de um dado artigo que essa máquina produzirá por unidade de tempo.

As máquinas podem trabalhar com todos os sectores activos ou apenas com alguns (até um valor mínimo estabelecido), o que acontece normalmente por paragem para manutenção ou por falta de capacidade do forno. Algumas permitem o seccionamento sector a sector enquanto que em outras será obrigatoriamente aos pares.

- Processo de Fabrico

Existem três métodos de transformar o vidro fundido em embalagens, sendo a sua designação corrente: soprado-soprado (SS), prensado-soprado (PS) e prensado-soprado de boca estreita (NNPB – *Narrow Neck Press and Blow*).

Há máquinas de moldação que apenas trabalham com um dos processos, enquanto que outras permitem a escolha entre dois ou mesmo os três.

- Tipo de Gota

Uma máquina está a trabalhar em gota dupla (GD) quando em cada sector são moldadas duas embalagens de cada vez. Se for apenas uma então é gota simples (GS). A única diferença é o número de pares de moldes em cada sector (2 ou 4), que originam uma maior ou menor cadência (unid/min) da máquina.

Na empresa, há máquinas que só estão preparadas para trabalhar num dos tipos de gota e há outras que permitem a escolha entre GD e GS.

Já há empresas que trabalham com máquinas em gota tripla e quádrupla.

- Distância entre Centros

Quando uma máquina trabalha em gota dupla, a distância entre os centros dos dois moldes de principiar ou finais delimita o tipo de artigos que podem ser moldados. Isto porque, dependendo da largura que tiverem, eles podem ser fabricáveis ou não na máquina. Por exemplo, o garrafão tem um diâmetro exterior que condiciona muito o tipo de máquina em gota dupla em que pode ser moldado.

Nas gotas simples esta questão, naturalmente, não se coloca.

Na empresa existem máquinas com distâncias entre centros de (medem-se normalmente em polegadas): $4\frac{1}{4}$ ", 5", $5\frac{1}{2}$ " e $6\frac{1}{4}$ ".

- Máquinas de Moldação em Tandem

Diz-se que duas máquinas estão em Tandem quando apresentam o mesmo *feeder* mas, distribuidores de gota distintos, e quando os artigos que nelas são moldados são colocados no mesmo tapete rolante.

Este tipo de máquinas apenas existe no AV5 e apresenta algumas restrições que não existem nos outros casos.

Dado que para efeitos práticos a linha de produção é a mesma até à saída da arca de recozimento, os artigos fabricados não podem diferir mais do que 15%

quer em termos de peso quer em termos de *cavity rate* para que seja possível programar adequadamente a sua colocação no tapete rolante.

A outra restrição diz respeito às mudanças de fabrico. Se a máquina a mudar for a de trás, ou seja aquela que coloca os artigos no tapete mais longe da arca, a outra máquina pode continuar a trabalhar normalmente. No entanto, se for ao contrário a máquina de trás tem de parar de fabricar pois, os técnicos têm de parar o tapete para trabalhar na mudança. O que isto implica então é a necessidade de conjugar sempre as mudanças de fabrico da máquina da frente com as da máquina de trás.

Existe ainda outro tipo de condicionante a este processo que é a existência para cada artigo de moldes adequados.

Cada produto pode ter um ou mais conjuntos de moldes. Estes caracterizam-se fundamentalmente pelo processo de fabrico, tipo de gota e distância entre centros para que estão preparados. Assim, cada artigo está condicionado a ser fabricado nas máquinas de moldação cujas características são compatíveis com as dos moldes existentes.

Convém referir que a maior parte dos artigos é passível de ser fabricado com diferentes processos, tipos de gota e distância entre centros, sendo a única restrição para que tal aconteça a existência de moldes. No entanto, como há referências que há muitos anos que são produzidas de uma determinada maneira, ou seja, as condições em que se realiza o fabrico e se garante o seu sucesso são sempre as mesmas, costuma ser considerado que são só os próprios modelos que determinam as máquinas em que podem ser moldados.

Resumindo aquilo que já foi encontrado até ao momento, podemos dizer que é mediante a cor e a existência de moldes que são definidas para cada artigo as linhas de produção alternativas para o seu fabrico, e também que as combinações de produtos no conjunto das linhas associadas a cada forno estão limitadas pela capacidade destes.

5.2.1.3. Outras Restrições Técnicas

Deste ponto do processo produtivo e até ao seu final, ou seja até à entrada no armazém, o estudo efectuado apenas revelou três aspectos com carácter restritivo para o planeamento da produção.

O primeiro é a existência de componentes adequados das máquinas de moldação. Como de artigo para artigo mudam algumas características como o diâmetro e o peso, existem uma série de componentes que têm de ser modificados. Por exemplo, os canais por onde as gotas caem nos moldes podem ter que ter um diâmetro superior para que aquelas possam deslizar em condições. No entanto, este factor não parece ser muito condicionante do planeamento pois existem muitas e variadas opções nas fábricas a esse nível.

O segundo é a existência de materiais de embalagem adequados para transformar os produtos finais em produtos acabados. Quando um artigo é planeado, é atribuída à sua produção uma ficha de embalagem. Esta compreende especificações sobre todos os materiais a utilizar na paletização, como por exemplo o tipo de palete e o tipo de intercalares. No entanto, e à semelhança do aprovisionamento de matérias-primas, este não parece ser um assunto complexo. Como muitos dos materiais utilizados são *standard* existe sempre um *stock* razoável e, também, como o próprio processo de compra é relativamente rápido, então só quando as alterações ao plano de produção de um dado artigo forem efectuadas muito perto da sua data de entrada é que a existência de materiais de embalagem passará a ser um factor condicionante. Não deixa, no entanto, de ser importante a consideração contínua deste factor para que possíveis problemas possam ser previstos com a devida antecedência.

O último aspecto é a existência de lugar em armazém. No entanto, só em situações especiais é que esse problema poderá surgir pois, os armazéns têm tido capacidade para absorver a produção. Quando tal não acontece, então há sempre a hipótese de colocar os produtos acabados fora dos parques ou alugar espaço em armazéns externos. Assim, em termos de planeamento, é mais uma variável a ter em linha de conta continuamente e a tentar otimizar.

5.2.2. Outro Tipo de Restrições

As mudanças de fabrico são também um tipo de restrição que ainda não foi considerada. Sempre que ocorre uma mudança numa determinada máquina ela segue um ciclo de arranque como está representado na figura seguinte:

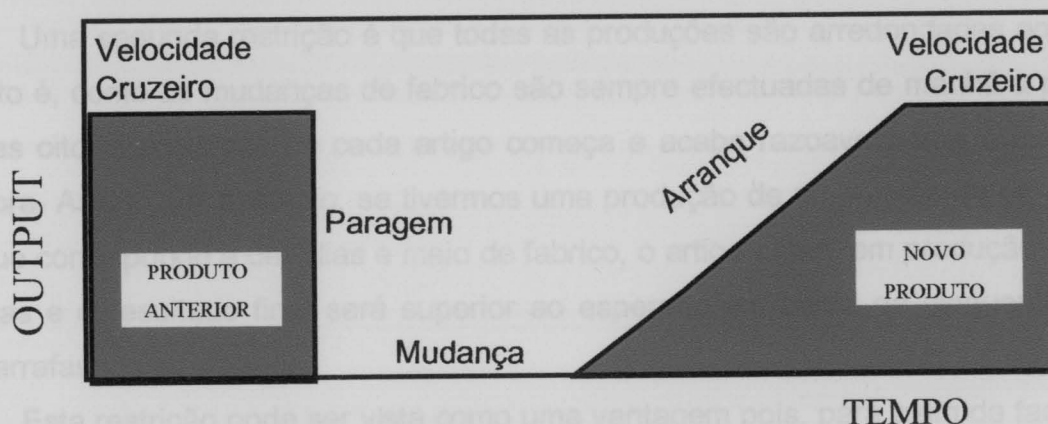


Figura 9 : Ciclo Base das Mudanças de Fabrico

Ou seja, o primeiro passo que ocorre é o final da produção do artigo anterior através da paragem da linha de produção. Em seguida, a equipa de mudanças da unidade fabril começa a trabalhar na substituição de alguns equipamentos, como por exemplo os jogos de moldes. Depois desta fase, começa-se a arrancar a máquina sector a sector, procedendo-se à afinação dos equipamentos. Entretanto, na zona fria as máquinas de inspeção e os paletizadores são preparados para os novos artigos. Assim que a zona quente os começa a deixar sair, procede-se à afinação final. Por fim, principalmente ao longo do primeiro dia de fabrico, é sempre necessário acompanhar a evolução da produção e introduzir alterações pontuais.

O tempo que demora cada mudança depende da sua complexidade. Elas são classificadas previamente num de vários tipos definidos pela empresa que representam diferentes graus de dificuldade (Anexo 7). Naturalmente, quanto mais longas forem as mudanças maiores serão as perdas da empresa.

Em média os fabricos entram na velocidade cruzeiro ao fim do primeiro dia mas, por exemplo em Villafranca em que cada máquina tem muitas secções, tal

só costuma acontecer ao terceiro dia. Ora, esta é uma restrição importante para o planeamento da produção. O agente planeador tem de ter conhecimento de qual é o tipo de mudança para saber qual é em princípio o rendimento de produção do primeiro dia do novo fabrico. Só na posse desse dado é que ele pode calcular com exactidão o número de dias que a máquina irá estar ocupada.

para a outra

Uma segunda restrição é que todas as produções são arredondadas ao dia. Isto é, como as mudanças de fabrico são sempre efectuadas de manhã a partir das oito, a produção de cada artigo começa e acaba razoavelmente à mesma hora. Assim, por exemplo, se tivermos uma produção de um milhão de garrafas que corresponde a dez dias e meio de fabrico, o artigo estará em produção onze dias e o resultado final será superior ao esperado em cerca de cinquenta mil garrafas.

Esta restrição pode ser vista como uma vantagem pois, para além de facilitar o planeamento, como os valores definidos de produção por dia são baseados em previsões de rendimentos de produção e não contabilizam incertezas, ela serve de escudo para o planeador. Esta visão é reforçada no caso de produtos *standard* em que existem muitos clientes e, por isso, eventuais excessos de produção são facilmente vendidos. No caso dos exclusivos já não é bem assim mas, acaba-se sempre por garantir algum *stock* que serve de prevenção para alguma situação especial. Esta restrição tem ainda a bondade de definir a unidade temporal do modelo de planeamento: o dia de fabrico.

Outra restrição diz respeito aos dias em que as mudanças de fabrico podem ser efectuadas. Como nos fins-de-semana e feriados os responsáveis pelas mudanças, que não estão adjudicados ao regime de turnos, não trabalham, então não podem ter lugar mudanças de fabrico nesses dias, salvo em raras excepções pontuais. Assim, existem balizas temporais às produções que condicionam muito o planeamento da produção. Por exemplo, um fabrico que demore seis dias e que é colocado a começar numa segunda-feira acabará por ser de sete dias pois, não há mudanças de produção ao Domingo.

5. Como só há uma equipa de mudanças por unidade fabril, sendo que em Villafranca devido às suas características produtivas não existe nenhuma sendo “subcontratados” elementos das outras, é no mínimo contraproducente planear mais do que uma mudança por dia em cada uma. Quando tal tem de acontecer, convém que uma delas seja bastante rápida e simples para libertar recursos para a outra.

- A ferramenta deveria ser de fácil utilização e compreensão, por forma a constituir uma mais valia e não um estorvo para o planeador. Com esse objectivo procurou-se que transmitisse com a simplicidade possível a maior quantidade de informação útil que não originasse “rendimentos decrescentes”;
- O modelo é apenas um apoio ao planeamento, ou seja, deverá ajudar o planeador no seu trabalho sem contudo lhe retirar a função decisora;
- Não existia a necessidade de o modelo ser extremamente extensivo e abrangente, ou seja, como primeira abordagem procurou-se a integração e definição correcta das variáveis determinantes do planeamento;
- Nunca foi esquecido o facto de o modelo ser também a base da ferramenta de apoio à decisão que era o objectivo final desta estágio.

A primeira conclusão retirada da análise efectuada parte da constatação de que cada uma das referências cuja venda está prevista tem apenas uma cor. Logo e como os fornos estão especializados, é possível definir quais são os artigos que podem ser feitos em cada forno e linhas de produção associadas. Assim, quando o planeador quiser, por exemplo, colocar um artigo a produzir, não terá como hipóteses todos os fornos da empresa e sim aqueles em que tal acção é possível.

5.2.3. Conceptualização Final do Modelo

Depois de conhecidas e analisadas as condicionantes do planeamento da produção, foi possível definir conceptualmente o modelo. É importante referir que foram sempre tomados em linha de conta no seu desenvolvimento alguns aspectos considerados relevantes:

- A ferramenta deveria ser de fácil utilização e compreensão, por forma a constituir uma mais valia e não um estorvo para o planeador. Com esse objectivo procurou-se que transmitisse com a simplicidade possível a maior quantidade de informação útil que não originasse “rendimentos decrescentes”;
- O modelo é apenas um apoio ao planeamento, ou seja, deverá ajudar o planeador no seu trabalho sem contudo lhe retirar a função decisora;
- Não existia a necessidade de o modelo ser extremamente extensivo e abrangente, ou seja, como primeira abordagem procurou-se a integração e definição correcta das variáveis determinantes do planeamento;
- Nunca foi esquecido o facto de o modelo ser também a base da ferramenta de apoio à decisão que era o objectivo final deste estágio.

A primeira conclusão retirada da análise efectuada parte da constatação de que cada uma das referências cuja venda está prevista tem apenas uma cor. Logo e como os fornos estão especializados, é possível definir quais são os artigos que podem ser feitos em cada forno e linhas de produção associadas. Assim, quando o planeador quiser, por exemplo, colocar um artigo a produzir, não terá como hipóteses todos os fornos da empresa e sim aqueles em que tal acção é possível.

Podemos definir vários grupos de fornos conforme a cor principal do vidro que fundem (Quadro 4):

Cor	Branco + GGreen	Âmbar + ÂmbEscuro	Verde + Preto
Fornos	A, C, 2, 3	B, D	AV4, AV5

Quadro 4 : Grupos de Fornos

Estamos na presença não de um planeamento só, mas de vários, definidos por cor e independentes uns dos outros, que originam um planeamento integrado. Estes planeamentos independentes apresentam características semelhantes entre si logo, bastará efectuar a conceptualização de um modelo para um deles. Depois, haverá apenas a necessidade de juntar todos os planos obtidos.

Chegou-se então à conclusão da separação simplificativa dos planeamentos por cor.

Outra das conclusões do estudo é que cada artigo só pode ser fabricado em determinadas máquinas de moldação, o que pode acontecer por duas razões. A primeira é o facto das características do próprio artigo poderem não ser compatíveis com as da máquina, como por exemplo no caso já referido do garrafão. A segunda é a inexistência de moldes adequados às características das máquinas, que pode acontecer porque o artigo não é fabricável nessas condições ou porque tem melhores resultados / costuma-se fabricar noutras. Assim, para cada uma das máquinas associadas aos fornos que produzem a cor do artigo em causa, comparam-se as suas características com as dos moldes existentes observando-se assim a sua compatibilidade. Tal é possível através de uma base de dados com as características das máquinas e dos moldes existentes de cada artigo.

Então, o modelo apenas permitirá o planeamento de um dado artigo nas máquinas em que tal na altura for possível.

Em cada máquina de moldação, o modelo possibilitará sempre o seu seccionamento, mas sempre dentro das suas características, por forma a conceder ao operador a liberdade de escolha que existe na realidade e a permitir-lhe introduzir no planeamento, por exemplo, acções de manutenção.

Como na realidade aos fins-de-semana e feriados não se podem fazer mudanças de fabrico, o modelo também não o permitirá bloqueando esses dias.

Até este momento, o modelo já permite saber quais os fornos, as linhas e os dias em que qualquer referência pode ser fabricada numa dada altura. No entanto, para além destas restrições físicas mais importantes, existem ainda, como foi visto, uma série de condicionantes do planeamento não consideradas até ao momento. Partindo da perspectiva de que o agente decisor é o planeador, apenas foram consideradas como relevantes para condicionar os seus movimentos aquelas restrições que já foram referidas. No resto o modelo deverá apenas ajudá-lo a visualizar os resultados das suas decisões. Para tal, terá como *outputs* algumas variáveis consideradas importantes e assinalará situações que sejam de realçar ou que possivelmente não permitirão a execução do plano.

As mudanças de fabrico são uma das condicionantes mais importantes do planeamento. O modelo, em função das características dos artigos definidas numa base de dados, conseguirá avaliar o tipo de mudança e consequentemente, através de valores médios definidos por fábrica, conseguirá também calcular o número exacto de dias de produção necessários (arredondados ao dia como foi referido). Este valor é sem dúvida um dos *outputs* mais importantes do modelo e, por isso, o seu valor tem de estar sempre definido com realismo. Outra das funções relativa às mudanças de fabrico será a existência de uma sinalização que indicará a necessidade de efectuar alterações que implicam mudanças complexas, como por exemplo de cor, processo ou tipo de gota. Assim, o utilizador poderá visualizar mais facilmente possíveis pontos de melhoria da eficiência do planeamento da produção.

Outro factor a ter em conta é o número de moldes existentes em cada jogo pois, dependendo do número de sectores da máquina a utilizar, será necessário um número diferente deles. Como o planeador tem capacidade para obter mais moldes se achar que tal é necessário, quando o problema ocorrer o modelo apenas indicará a sua existência, permitindo-lhe aperceber-se da questão.

A base de dados serviria também para registar valores como o desgaste de cada jogo de moldes. Estes têm uma vida útil definida à partida mas vão-se deteriorando com os fabricos logo, o seu registo seria importante por forma a que quando se pensar em introduzi-los na produção se saiba a sua “esperança média de vida”, ou seja, quanto tempo mais poderão ser utilizados com sucesso. Uma vez mais, o programa apenas assinalará o problema dado que os moldes podem ser reparados de uma forma razoavelmente expedita.

Para toda a informação existente na referida base de dados será necessária uma actualização periódica, por exemplo, devido a uma reparação de moldes ou a uma compra de um jogo novo, que poderá ser efectuada antes de cada acto de planeamento.

Até agora temos considerado o planeamento por cor de cada artigo singularmente mas, considerá-los em conjunto é totalmente diferente.

Como já foi referido, devido às limitações de capacidade dos fornos não é possível produzir todas as combinações de referências nas linhas que lhe estão associadas. Assim, o modelo terá um campo com a tiragem bruta diária que está a ser exigida a cada forno, bem como qual é a parcela de que cada artigo nesse total, e assinalará quando o valor nominal de cada um for ultrapassado. Caberá depois ao utilizador tomar uma decisão, baseada na informação dada e na sua própria experiência.

Quando se modifica um dos artigos planeados numa máquina em tandem, pode surgir uma incompatibilidade. Por isso, o modelo avaliará as características de cada um e evidenciará uma eventual deficiência funcional.

Embora todos os planeamentos independentes sejam semelhantes em termos conceptuais, o plano final resultante da sua integração pode revelar questões que até então não eram visíveis. É imprescindível que o utilizador do modelo conheça os efeitos a jusante daquilo que planeou.

Como tal, o modelo terá uma secção com o planeamento completo sempre actualizado e em que será possível verificar a sua eficácia em alguns pontos determinantes.

Um dos factores mais importantes para a empresa e característicos desta indústria são os *stocks*. Assim, é importante que o modelo mostre os *stocks* actuais de cada artigo e a sua evolução em função das previsões de vendas e do planeamento da produção. Esta funcionalidade permitirá observar eventuais rupturas de *stock* ou ultrapassagens da capacidade dos armazéns.

No que respeita às rupturas de *stock*, devido à concessão de alguma folga por parte dos clientes quanto à data de entrega, o modelo apenas considerará que ela realmente existe ao fim de uma semana.

Outra das indicações do modelo terá de ser o número de mudanças por semana em cada unidade fabril, para que o utilizador possa avaliar a sua executabilidade em função do tipo de mudanças que são.

Quanto aos aprovisionamentos de matérias-primas, moldes, componentes das máquinas de moldação e materiais de embalagem, como foi visto desde que o plano de produção seja comunicado com antecedência o seu planeamento será efectuado pelos seus responsáveis directos, exactamente como acontece na empresa actualmente. Se houver a necessidade de efectuar uma alteração ao planeamento pouco antes da entrada da referência o responsável pelo planeamento deverá averiguar a existência dos materiais de apoio necessários.

Convém referir que também existe a possibilidade de incluir um planeamento automático das embalagens, por ser ao mesmo tempo o mais complexo e objectivo daqueles, anexado ao modelo de planeamento da produção. Essa

aplicação permitiria não só diminuir o tempo gasto a consultar fichas de embalagem como também a normalização desse processo na empresa.

Para que seja mais perceptível o modelo de produção teórico que foi conceptualizado indicam-se em seguida de uma forma resumida as conclusões do estudo efectuado, quer em termos de variáveis e restrições quer em termos de funcionalidades.

AMBIENTE

Existe um plano de produção por artigo e por dia já definido.

Este pode ser visualizado por:

- Agregado
- Cor
- Fábrica, Forno ou Linha de Produção
- Referência (fabricos previstos ao longo do ano)

Para observar as características de um dado artigo basta escolhê-lo de um menu que tem todos os artigos da empresa.

INPUTS

Quando um artigo é seleccionado, tornam-se visíveis as suas previsões de vendas, os seus stocks (inicial e previstos) e as suas características de fabrico. Estes valores podem sempre ser actualizados recorrendo a outro menu que permite modificar a base de dados. Tornam-se também visíveis apenas as linhas em que ele pode ser fabricado.

Para introduzir uma produção, selecciona-se o planeamento da linha pretendida e o campo referente ao dia desejado e escreve-se a referência a fabricar, sendo automaticamente colocadas as suas características, ou seja: peso, *cavity rate*, rendimento de produção, número de fabrico desse ano e o número de sectores da máquina. Depois, introduz-se a quantidade e aparecerão o número de dias necessários, a cadência e a sua tiragem bruta equivalente, ficando o plano marcado com essa referência nos dias de fabrico atribuídos.

SINALIZAÇÕES

- Mudanças de cor, processo e tipo de gota
- Capacidades nominais dos fornos ultrapassadas
- Rupturas de stock e ultrapassagem do limite dos armazéns
- Incompatibilidade dos artigos em tandem
- Problemas de moldes

OUTPUTS

- Número de mudanças por semana
- Tiragem Bruta de cada forno
- % Utilização dos fornos
- Rendimentos de Produção acumulados
- Stocks previstos de cada artigo

$$\text{TempoFabrico (min)} = \text{Quantidade} / (\text{CAD} * \text{RendProd})$$

$$\text{CAD (unid / min)} = \text{CR} * \text{Gota} * \text{NSect}$$

$$\text{QuantVidro (ton)} = \text{Quantidade} * \text{Peso} / 1000$$

Quantidade – número de unidades a produzir durante o fabrico

CAD – número de unidades moldadas por minuto em cada máquina (cadência)

CR – Cavity Rate

Gota – tipo de gota (se é GS é 1, se é GD é 2)

NSect – número de seções da máquina

RendProd – rendimento da produção do artigo (%)

Peso – peso do artigo (kg)

Cada produto apresenta um conjunto de características intrínsecas do fabrico, peso, diâmetro, capacidade, entre outros. Se eliminarmos aquelas que dizem respeito à escolha das máquinas em que poderá ser fabricado ficam fundamentalmente aquelas que estão referidas acima: peso, cavity rate,

5.3. Ferramenta de Apoio à Decisão

Este era o objectivo principal do estágio, ou seja, a definição completa de uma ferramenta que permitisse simular o efeito da introdução de uma alteração no plano de produção.

Para a construir era necessário conseguir definir e medir as variáveis relevantes que são afectadas. Estas surgem de uma forma natural do estudo efectuado para obter o modelo de planeamento.

Cada fabrico pode ser caracterizado pela sua duração e pelas toneladas de vidro fundido que implica. Estes factores são influenciados directamente por características dos artigos e das máquinas:

$$\text{TempoFabrico (min)} = \text{Quantidade} / (\text{CAD} * \text{RendProd})$$

$$\text{CAD (unid / min)} = \text{CR} * \text{Gota} * \text{NSect}$$

$$\text{QuantVidro (ton)} = \text{Quantidade} * \text{Peso} / 1000$$

Quantidade – número de unidades a produzir durante o fabrico

CAD – número de unidades moldadas por minuto em cada máquina (cadência)

CR – *Cavity Rate*

Gota – tipo de gota (se é GS é 1, se é GD é 2)

NSect – número de sectores da máquina

RendProd – rendimento de produção do artigo (%)

Peso – peso do artigo (kg)

Cada produto apresenta um conjunto de características intrínsecas de fabrico: peso, diâmetro, capacidade, entre outros. Se eliminarmos aquelas que dizem respeito à escolha das máquinas em que poderá ser fabricado ficam fundamentalmente aquelas que estão referidas acima: peso, *cavity rate*,

rendimento de produção e quantidade de fabrico. Ao mudarmos o plano de produção com a troca de um artigo por outro estamos muito provavelmente a alterar estas características no fabrico.

Quanto às características das máquinas, elas são definidas pelos moldes do artigo que é fabricado.

Então, de cada vez que se altera o plano de produção e excepto em casos raros, os factores que definem um fabrico mudam, o que irá afectar também todo o planeamento posterior pois, datas de fabricos terão seguramente de ser atrasadas ou adiantadas e combinações de produtos nas linhas associadas ao forno em questão poderão ter que ser modificadas.

Como consequências práticas das alterações das variáveis de decisão poderemos ter rupturas ou aumentos de stocks, perdas ou ganhos de vendas, diminuições ou aumentos dos custos de produção, entre outros.

Depois de encontradas as variáveis relevantes definiu-se a melhor forma de medir objectivamente o impacto das suas alterações.

Chegou-se à conclusão de que a melhor maneira seria através de uma perspectiva económica, ou seja, aferir custos e proveitos de cada situação e comparar os resultados obtidos.

A verdade é que, actualmente, não se tomam decisões no planeamento de forma despreocupada ou sem um objectivo definido. A questão é que entre várias possibilidades não se consegue aferir o impacto de cada uma nas contas de exploração da empresa.

O objectivo fundamental de uma sociedade anónima como a Barbosa & Almeida é apresentar bons resultados para que os accionistas recebam um retorno condigno do seu investimento. Como estes são os principais afectados pelas consequências nos resultados de más decisões ao nível do planeamento da produção, parece lógica a forma económica de medição utilizada.

Então, cada plano de produção terá uma função objectivo em função do lucro. Será o impacto de cada decisão nesse valor que implicará a escolha de uma em detrimento da outra.

É fundamental para a utilização da ferramenta que a função objectivo seja realista, ou seja, que o planeador acredite nela. Se não o for os seus resultados estarão sempre imersos em dúvidas e acabar-se-á por abandonar a ferramenta.

No que aos proveitos diz respeito, o seu cálculo não parece ser demasiado complexo. Cada artigo tem um preço de venda médio definido que, multiplicado pela quantidade prevista de venda, origina o total de proveitos do plano.

Surge aqui mais uma variável de decisão, o preço de venda de cada artigo, que tal como as suas características também muda de caso para caso, influenciando significativamente o processo de decisão. Como os preços são bastante variáveis, o planeador terá a oportunidade de modificar o seu valor para aquele que desejar.

Para tornar mais visível o resultado de cada alteração ao plano de produção, os custos serão primeiro calculados por fabrico de uma forma detalhada, sendo depois somados todos os valores para se obter o resultado final. Assim, será possível verificar exactamente onde é que cada uma das decisões provocou impacto.

Segue-se a análise detalhada que foi efectuada aos custos de produção da empresa tendo em linha de conta as variáveis de decisão encontradas, e que originou a função que mede todas as alterações com impacto na decisão final a tomar. Para cada parcela, primeiro apresenta-se a sua definição teórica e depois demonstra-se o cálculo do seu valor, excepto nos casos em que este não foi possível.

No que diz respeito aos custos efectivos, o estudo teve como base de trabalho um modelo existente na empresa de cálculo de custos por referência. Este foi analisado de uma forma crítica, tendo sido obtidas a partir daí as conclusões quanto aos referidos custos.

5.3.1. Análise dos Custos de Produção

5.3.1.1. Pressupostos

A parcela dos custos na função objectivo da ferramenta de apoio à decisão é o resultado da adição dos valores obtidos por fabrico.

Os custos foram agrupados em quatro categorias, cada qual com subcategorias, que correspondem a diferentes passos do processo produtivo. A primeira é a Fusão, que corresponde a todos os custos que estão a montante da tesoura que corta o vidro antes dele cair no molde de principiar. A jusante da tesoura surgem os custos de Fabricação que terminam com a obtenção do produto acabado (as paletes). Estas duas categorias estão separadas visto corresponderem a dois tipos distintos de produção existentes na empresa: a primeira corresponde ao fabrico de vidro e a segunda ao fabrico de embalagens de vidro. A terceira categoria é a da Logística, que envolve todo o manuseamento, movimentação e armazenamento do produto acabado. Por último, temos os custos de Estrutura e Financeiros que correspondem à “fábrica de papel” da empresa, ou seja, os serviços administrativos, a área comercial e as actividades financeiras.

A soma destas categorias dá origem ao custo CIF, ou seja, o custo do produto em casa do cliente, tendo sido encontrados para cada uma das parcelas e por fábrica custos unitários.

Estes foram obtidos tendo por base os orçamentos deste ano e os resultados do ano passado. As unidades utilizadas foram o minuto de produção por sector na Fabricação e o kg de vidro fundido nas restantes (excepto num ou noutro caso particular).

Este último parece ser aquele que melhor se aproxima em relação ao que a empresa vende, ou seja, vidro. No entanto, no caso da Fabricação designou-se o minuto de produção por sector dado que toda a função de manutenção industrial (mão-de-obra, serviços) numa perspectiva de continuidade está intimamente ligada ao tempo.

Depois de multiplicados os custos unitários pela quantidade da sua unidade específica que o fabrico utiliza e de somados todos os fabricos, obtém-se a função de custeio almejada.

Procurou-se que o estudo efectuado não se cingisse aos custos efectivos de produção, versando também os custos de oportunidade. Isto deve-se tanto ao facto de eles existirem (e não serem normalmente considerados numa tomada de decisão pois não existe um estudo completo nesta matéria) como à consciência de que eles correspondem a uma fatia significativa logo, decisiva, do resultado final que tem sido negligenciada.

Foi tomado como princípio que quanto mais os custos estiverem explodidos pelo seu local de origem, melhor será para a análise. Isto é, tentou-se que os custos fossem afectados de uma forma exacta, evitando agrupamentos pois estes introduzem distorções no estudo e, conseqüentemente, no resultado final. Claro que tal só foi possível até certo nível de detalhe, a partir do qual prosseguir seria mais nefasto que benéfico.

Em relação às fábricas, considerar-se-ão os fornos AV4 e AV5 separados devido às elevadas diferenças entre os dois. Tal não acontece em nenhuma das outras fábricas da empresa: Marinha Grande, Villafranca e Vilesa (nesta existe um forno novo mas as suas características não são aparentemente tão distintas das do outro forno que tornem necessária uma separação).

Em seguida serão apresentados detalhadamente os pressupostos de cálculo das várias parcelas de custos que foram identificadas na análise efectuada e os seus valores, sendo de referir que estes se encontram na moeda do país em que a respectiva unidade fabril se encontra. No entanto, antes serão identificadas as componentes de percurso dos custos.

5.3.1.2. Definição das Componentes de Percurso dos Custos

O custo CIF, que é o valor final a definir na análise que será apresentada em seguida, pode ser decomposto em várias componentes fundamentais. Estas acabam por ser utilizadas na definição de algumas das parcelas dos custos logo, é importante que a sua definição fique desde já bastante clara.

$$C_{\text{Industrial}} = C_{\text{Fusão}} + C_{\text{Fabricação}} - \text{Casco} + \text{Emb}_{\text{Incorporada}}$$

$$C_{\text{Comercial}} = C_{\text{Industrial}} + C_{\text{Logística}} - \text{Emb}_{\text{Incorporada}} - C_{\text{Transporte}}$$

$$C_{\text{ExWorks}} = C_{\text{Comercial}} + C_{\text{EstFin}}$$

$$C_{\text{CIF}} = C_{\text{ExWorks}} + C_{\text{Transporte}}$$

5.3.1.3. Custos de Fusão

$$C_{Fusão} = C_{MontForno} + C_{MP} + C_{Comb} + C_{AmortFusão} + C_{opTiragem}$$

1) Custos a Montante do Forno ($C_{MontForno}$)

Estes custos incluem a estação de tratamento de casco e a composição, com tudo o que lhes está directamente associado: consumos, fornecimentos e serviços externos, amortizações, entre outros. O custo unitário será obtido depois de executados dois passos. Primeiro, os custos serão distribuídos em função da capacidade nominal de fusão dos fornos e, depois, para cada forno, o custo unitário é encontrado por kg de vidro fundido ($CU_{MontForno}$).

Quanto a outros custos, como por exemplo os de pessoal, a sua relevância não é aparentemente suficiente para que sejam tratados em particular.

Através da expressão (1) é possível obter os custos a montante do forno relativos a cada fabrico.

$$C_{MontForno} = CU_{MontForno} \times (CAD \times 60 \times 24 \times N^{\circ}DIAS \times PESO)_{Ref} \quad (1)$$

Estes custos, por manifesta falta de tempo, acabaram por não ser tratados em particular, estando uma parte do seu valor incluída na rubrica de custos gerais de fabricação e outra nas amortizações da fusão.

2) Matérias-Primas (C_{MP})

O seu valor corresponde ao custo das matérias-primas utilizadas no fabrico. Foi possível obter estimativas fiáveis sobre o seu custo unitário por kg de vidro fundido (CU_{MP}), que variam em função da cor e da fábrica (Quadro 5). O seu valor inclui o custo do casco adquirido ao exterior e produzido internamente, sendo este último compensado posteriormente pela inclusão de um proveito no modelo.

Fábrica	Cor	MP's (Cts)	VidFund (ton)	\$ / Kg
AV4	VR	595,295	65,184	9.13
	VB	101,779	11,786	8.64
	PR	35,474	3,578	9.91
AV5	UV	464,937	48,259	9.63
MG	BR	1,120,541	137,330	8.16
	AM	464,345	55,675	8.34
VF	AM	830,014	102,270	8.12
VL	BR	1,352,851	163,982	8.25

Quadro 5 : Custos Unitários das Matérias-Primas

No AV5 já se fabricou este ano vidro na cor verde esmeralda, no entanto, como tal não estava orçamentado e como não foi possível obter os valores reais em tempo útil, apenas se apresentam valores para o verde vilesa.

Através da expressão (2) é possível obter o custo das matérias-primas em cada fabrico.

$$C_{MP} = CU_{MP} \times (CAD \times 60 \times 24 \times N^{\circ} DIAS \times PESO)_{Ref} \quad (2)$$

3) Combustíveis (C_{Comb})

Equivale ao valor de gás natural ou de *fuel* que é utilizado nos fornos. A situação é em tudo equivalente à das matérias-primas em relação ao cálculo do custo unitário (CU_{Comb}), inclusive na situação específica do AV5 (Quadro 6).

Fábrica	Cor	Comb (Cts)	VidFund (ton)	\$ / Kg
AV4	VR	262,705	65,184	4.03
	VB	48,826	11,786	4.14
	PR	14,930	3,578	4.17
AV5	UV	173,756	48,259	3.60
MG	BR	552,804	137,330	4.03
	AM	193,856	55,675	3.48
VF	AM	414,000	102,270	4.05
VL	BR	167,096	163,982	1.02

Quadro 6 : Custos Unitários dos Combustíveis

Surge neste ponto, no entanto, uma questão pertinente. O custo unitário que foi referido é calculado considerando uma variação linear do custo dos combustíveis com a tiragem que é exigida aos fornos. Assim, o seu valor será sempre constante para qualquer tiragem verificada. No entanto, é do conhecimento da empresa que tal não se verifica, ou seja, quanto maiores as tiragens menor é o custo unitário dos combustíveis. A questão que se levanta é sobre a relevância dessa diferença. Dado que os fornos costumam trabalhar quase sempre na mesma zona, pouco acima de 90% da sua capacidade, talvez tal facto não seja importante. Por outro lado, uma análise profunda do problema poderá ser complicada visto que os combustíveis gastos nos fornos não variam apenas com as tiragens, sendo também sensíveis à percentagem de casco introduzida e às variações da tiragem que se verificarem.

Este último ponto levanta outro problema. A variação da tiragem de um forno implica um gasto suplementar de combustíveis de modo a nivelar as

temperaturas. Se se mantiver o custo unitário referido inicialmente no modelo não se considerará este ponto, ou seja, não haverá nenhuma parcela que nos diga que a tonelagem se deve manter o mais estável possível.

Para já, manter-se-á o valor constante do custo unitário, procedendo-se no futuro a uma investigação mais profunda sobre a sua diferença para a realidade.

Através da expressão (3) é possível obter o custo dos combustíveis em cada fabrico.

$$C_{\text{Comb}} = CU_{\text{Comb}} \times (\text{CAD} \times 60 \times 24 \times \text{N}^{\circ} \text{DIAS} \times \text{PESO})_{\text{Ref}} \quad (3)$$

4) Amortizações da Fusão ($C_{\text{AmortFusão}}$)

Considerou-se que, mediante a política adoptada de explosão de custos, as amortizações da fusão deveriam estar separadas das da fabricação, ou seja, integrariam os custos de fusão. Nestas o maior valor acaba por ser relativo aos fornos. O seu custo unitário será obtido para cada fábrica por kg de vidro fundido ($CU_{\text{AmortFusão}}$).

Fábrica	Amort (Cts)	VidFund (ton)	\$ / Kg
AV4	48,200	20,082	2.40
AV5	91,956	48,730	1.89
MG	423,041	193,005	2.19
VF	184,909	102,270	1.81
VL			

Quadro 7: Custos Unitários das Amortizações da Fusão

Como é visível no quadro 7 não foi possível, devido ao facto da unidade fabril de León ainda se encontrar em processo de integração com a empresa e não ter os dados necessários disponíveis, definir os seus custos unitários relativos às amortizações da fusão.

Através da expressão (4) é possível obter o custo relativo das amortizações da fusão em cada fabrico.

$$C_{\text{AmortFusão}} = CU_{\text{AmortFusão}} \times (\text{CAD} \times 60 \times 24 \times \text{N}^{\circ}\text{DIAS} \times \text{PESO})_{\text{Ref}} \quad (4)$$

5) Custo Oportunidade Tiragem (Cop_{Tiragem})

Esta parcela corresponde ao não aproveitamento completo de um bem da empresa que são os fornos. Estes têm uma capacidade de tiragem que, em função das características intrínsecas da produção, muitas vezes não é atingida. Tal facto corresponde a um subaproveitamento que implica um custo de oportunidade para a empresa. E como é que o vamos medir? A tiragem que não é retirada do forno corresponderia, em última instância, a produtos acabados e às consequentes vendas ($QuantExtra$). No entanto, não é líquido que tudo o que a empresa produz seja vendido conforme previsto. A verdade é que não se sabe se o será e quando e devido a esse facto, um produto poderá ficar em *stock* indefinidamente, ou seja, seria um proveito de oportunidade não o ter fabricado. Sobre este ponto de vista, é visível a dificuldade que existe em estimar o custo de oportunidade procurado mas, se partirmos do pressuposto de que a empresa continuará a existir ao longo dos anos, poderemos considerar que a maioria esmagadora dos produtos fabricados acabarão por ser vendidos e, assim sendo, o custo de oportunidade da tiragem corresponderá à margem de venda que foi perdida ($PVenda - CU_{CIF}$) porventura deduzida de um factor ($Fact$) que corresponderia à incerteza nas condições de venda (expressão (5)). No entanto, esta parcela terá de sofrer um estudo mais aprofundado no futuro.

$$Cop_{\text{Tiragem}} = (PVenda - CU_{CIF})_{\text{Ref}} \times Fact \times QuantExtra_{\text{Ref}} \quad (5)$$

5.3.1.4. Custos de Fabricação

$$C_{\text{Fabricação}} = C_{\text{Gerais}} + C_{\text{AmortFab}} + C_{\text{Moldes}} + Cop_{\text{Mudanças}} + Cop_{\text{Inactividades}}$$

1) Gerais de Fabricação (C_{Gerais})

Nesta subcategoria estão englobados todos aqueles custos relativos ao fabrico que se podem considerar imutáveis de linha para linha, ou seja, que são independentes do número de sectores em cada máquina (claro que, como cada tipo de linha tem um número de sectores diferente, o custo por cada um deles também o será). Foram incluídos os combustíveis (para além daqueles que são utilizados na fusão), os materiais de consumo corrente (excepto os moldes e acessórios), a electricidade, os fornecimentos e serviços externos (excepto reparações de moldes e transporte e aluguer de intercalares) e os custos de pessoal (excepto os dos turnos).

O custo unitário (CU_{Gerais}) será calculado para cada fábrica por tipo de máquina (IS8, IS10, IS16, etc...) em função dos minutos de produção por sector de cada uma, pressupondo-se uma taxa de subactividades distribuída por linha de produção de forma igualitária, o que implicará um acréscimo do custo unitário. O cálculo dos minutos por sector disponíveis em cada máquina encontra-se no Anexo 8.

Quanto ao custo de pessoal dos turnos, foi verificado que para cada tipo de máquina o número de trabalhadores destacados é diferente logo, o seu custo unitário será obtido para cada fábrica por tipo de máquina e em função dos minutos de produção por sector de cada uma.

Quanto ao pessoal que não trabalha nos turnos, o seu custo foi considerado anteriormente como similar para cada linha. O único cuidado a ter é no caso de Avintes em que o seu custo terá primeiro de ser repartido entre AV4 e AV5 em função das capacidades nominais dos fornos.

Nestes custos não está incluído o pessoal que executa as mudanças.

Cts	AV4	AV5	MG	VF	VL
Combustíveis	34,701	53,361	242,126	144,714	460,850
Mat.Cons.Corrente	26,543	66,589	242,525	103,550	165,500
Electricidade	36,899	157,461	546,882	166,750	257,380
C.Pessoal	179,111	325,695	1,626,995	457,958	1,712,622
FSE	44,811	112,422	351,397	180,214	288,183
Total	322,065	715,528	3,009,924	1,053,186	2,884,535
NLinhas	3	6	9	2	8
Custo / Linha	107,355	119,255	334,436	526,593	360,567

Quadro 8: Custos Gerais de Fabricação atribuídos a cada Linha

Fábrica	Tipo Maq	NºMaq	Min s/Subact	Ctotal (Cts)	\$ / min
AV4	IS8	3	5,071,943	322,065	63.50
AV5	IS8	4	7,014,989	477,019	68.00
	IS10	2	4,384,368	238,509	54.40
MG	IS6	1	3,140,986	334,436	106.47
	IS8	4	16,751,923	1,337,744	79.86
	IS10	4	20,939,904	1,337,744	63.88
VF	IS16	1	8,241,408	526,593	63.90
	IS20	1	10,301,760	526,593	51.12
VL	IS8	2	8,330,550	721,134	86.56
	IS10	6	31,239,562	2,163,401	69.25

Quadro 9: Custos Unitários Gerais de Fabricação

Em Avintes, nos valores das parcelas desta rubrica de custos, foram apenas considerados os últimos cinco meses do ano, altura em que a situação da unidade fabril se modificou. Como o objectivo era obter custos unitários, essa alteração não introduziu desvios na análise, antes pelo contrário.

Devido principalmente à corrente reestruturação dos colaboradores operacionais da empresa, não foi possível separar os custos do pessoal dos turnos do restante logo, o seu valor encontra-se neste momento agregado.

Através da expressão (6) é possível obter os custos gerais da fabricação em cada produção.

$$C_{\text{Gerais}} = CU_{\text{Gerais}} \times (60 \times 24 \times N^{\circ}\text{DIAS})_{\text{Ref}} \quad (6)$$

2) Amortizações Fabricação (C_{AmortFab})

Ao valor das amortizações totais é retirado o valor que já está considerado nos custos de fusão. O restante pode ser dividido em três tipos de amortizações.

Primeiro temos as redes de gás natural e os equipamentos das linhas de produção, como por exemplo as máquinas de moldação. O seu custo unitário ($CU_{\text{Redes+Fab}}$) será calculado apenas em função dos minutos de produção por sector, ou seja, considera-se uma amortização constante por sector (quadros 10 e 11). No entanto, no caso do segundo tipo de amortizações o seu valor também terá de ser encontrado, naturalmente, em função do número de sectores de cada máquina.

As outras amortizações dizem respeito aos equipamentos que não podem ser considerados nem da fusão nem da fabricação, como por exemplo os sistemas de arrefecimento. O seu custo unitário será calculado por kg vidro fundido (CU_{EqComuns}).

Fábrica	AmortRedes (Cts)	Min s/Subact	\$/ min	AmortFab (Cts)	NLinhas	Custo / Linha
AV4	14,329	5,071,943	2.83	107,674	3	35,891
AV5	35,948	11,399,357	3.15	211,133	6	35,189
MG	134,604	40,832,813	3.30	865,311	9	96,146
VF	58,835	18,543,168	3.17	378,224	2	189,112
VL	1,345,006	39,570,111	33.99			

Quadro 10: Custos Unitários das Amortizações das Redes

Fábrica	Tipo Maq	NºMaq	Min s/Subact	AmortFab (Cts)	\$ / min
AV4	IS8	3	5,071,943	107,674	21.23
AV5	IS8	4	7,014,989	140,755	20.06
	IS10	2	4,384,368	70,378	16.05
MG	IS6	1	3,140,986	96,146	30.61
	IS8	4	16,751,923	384,583	22.96
	IS10	4	20,939,904	384,583	18.37
VF	IS16	1	8,241,408	189,112	22.95
	IS20	1	10,301,760	189,112	18.36
VL	IS8	2	8,330,550		
	IS10	6	31,239,562		

Quadro 11: Custos Unitários das Amortizações da Fabricação

Fábrica	AmortEqComuns (Cts)	VidFund (ton)	\$ / Kg
AV4	52,777	20,082	2.63
AV5	146,798	48,730	3.01
MG	499,958	193,005	2.59
VF	218,529	102,270	2.14
VL			

Quadro 12: Custos Unitários das Amortizações Equipamentos Comuns

Mais uma vez, a falta de informação existente sobre a Vilesa não permitiu o estudo completo desta rubrica.

Através da expressão (7) é possível obter os custos das amortizações da fabricação em cada produção.

$$\begin{aligned}
 C_{\text{AmortFab}} = & CU_{\text{Redes+Fab}} \times (60 \times 24 \times \text{N}^\circ\text{DIAS})_{\text{Ref}} + \\
 & + CU_{\text{EqComuns}} \times (\text{CAD} \times 60 \times 24 \times \text{N}^\circ\text{DIAS} \times \text{PESO})_{\text{Ref}}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

3) Moldes (C_{Moldes})

O valor dos moldes varia conforme o processo, tipo de gota e distância entre centros para que são preparados. Logo, uma afectação geral do seu custo não seria muito correcta. Como a informação sobre o valor de cada lote de moldes e a sua vida útil são relativamente fáceis de obter dado que está no SAP, a maneira mais correcta de actuar parece ser determinar qual o custo de desgaste dos moldes por gota para cada caso particular.

Quanto aos acessórios de moldes, os seus dados não estão disponíveis detalhadamente. Será então calculado um valor unitário médio em função do número de gotas, que será adicionado ao custo dos moldes utilizados.

Por falta de tempo, o valor dos moldes que foi utilizado foi um custo médio por gota estimado por fábrica, que já inclui os acessórios ($CU_{\text{Moldes+Acess}}$). Verificou-se ao estimar esse custo que ele era muito similar em todas as unidades, o que levou a ser utilizado sempre o mesmo (Quadro 13).

Fábrica	\$ / Gota
AV4	0.40
AV5	0.40
MG	0.40
VF	0.33
VL	0.33

Quadro 13 : Custos Unitários dos Moldes

Através da expressão (8) é possível obter o custo dos moldes em cada fabrico.

$$C_{\text{Moldes}} = CU_{\text{Moldes+Acess}} \times (\text{Quantidade/ RendProd})_{\text{Ref}} \quad (8)$$

4) Custo de Oportunidade das Mudanças de Fabrico ($C_{opMudanças}$)

O processo de uma mudança de fabrico foi explicado num capítulo anterior. Dele é possível retirar que, pelo menos durante umas horas, a empresa estará a produzir uma referência abaixo daquilo que é normal. Se não está a fabricar, então não está a criar bens e, mais do que isso, continua a gastar recursos.

Mediante estas ponderações, é possível detectar as parcelas do custo de oportunidade das mudanças de fabrico (expressão (9)):

$$C_{opMudanças} = C_{Energia} + C_{Pessoal} + C_{RepMoldes} + C_{VendasPerdidas} \quad (9)$$

Antes de definir em particular cada uma convém explicar as perdas que são consideradas relevantes para o custo de oportunidade e a forma de as calcular. Se atentarmos na figura 10, que representa a curva normal de evolução do rendimento de produção de uma determinada referência, aquilo que se deixou de fabricar em relação à normalidade é a área sombreada.

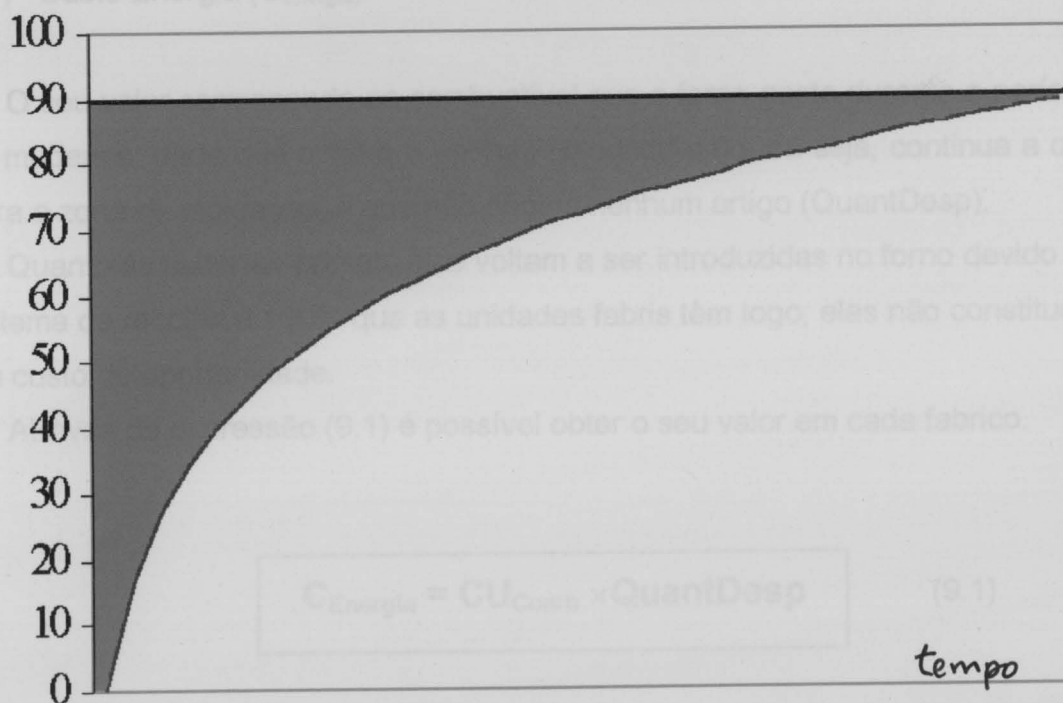


Figura 10: Curva de Evolução do Rendimento de Produção (%)

Esta é tanto maior quanto mais longa for a mudança, o que normalmente está associado à sua dificuldade, ou seja, ao seu tipo. Assim, como antes de cada fabrico não é possível saber com exactidão como é que irá ser a sua curva de evolução, optou-se por utilizar o tipo de mudança como referência.

Para cada um deles, existem indicadores médios relativos às primeiras doze horas de fabrico (índice médio de mudanças - IMM). Muitas vezes, esse tempo não chega para que a produção atinja a velocidade cruzeiro. Assim sendo, foi decidido utilizar um dia de fabrico como o tempo necessário para atingir a velocidade cruzeiro, tendo-se estimado com essa base e a partir do IMM de cada tipo de mudança valores base de rendimentos do primeiro dia.

A partir destes é possível estimar para qualquer mudança o número de unidades, de kgs de vidro fundido e de minutos sector das máquinas que foram perdidos no primeiro dia de fabrico.

A partir daqui já é possível definir as parcelas do custo de oportunidade das mudanças de fabrico.

4.1) Custo Energia ($C_{Energia}$)

O seu valor corresponde ao combustível que o forno gasta durante o período de mudança, dado que o vidro é apenas colocado a fio, ou seja, continua a cair para a zona de moldação, e que não origina nenhum artigo (QuantDesp).

Quanto às matérias-primas, elas voltam a ser introduzidas no forno devido ao sistema de recolha a 100% que as unidades fabris têm logo, elas não constituem um custo de oportunidade.

Através da expressão (9.1) é possível obter o seu valor em cada fabrico.

$$C_{Energia} = CU_{Comb} \times QuantDesp \quad (9.1)$$

4.2) Custo Pessoal (C_{Pessoal})

Aqui está incluído o custo do pessoal cuja presença na empresa tem como objectivo executar as mudanças de fabrico. Estão abrangidas não só as pessoas pertencentes à equipa de mudanças como também todas aquelas que trabalham nesse processo.

O valor desta rubrica poderia estar incluído nos custos de pessoal da fabricação mas preferiu-se incorporá-lo aqui com o intuito de conhecer exactamente quanto é que custa uma mudança de fabrico e de poder comparar unidades fabris.

O valor é fixo em cada fábrica, tendo sido calculado apenas para a Marinha Grande e para Villafranca de Los Barros por terem sido estas as unidades fabris que foram focadas no protótipo desenvolvido (Quadro 14). No caso particular desta última, que como já foi referido não apresenta equipa de mudanças, o seu valor foi estimado.

	<u>NºPessoas</u>		
Equipa	6	NºTrabalhadores	20
Zona Quente	2	\$ / hora	1,500
Zona Fria	6	Nº h / Ano Trab	1,920
Ofic. Moldes	2	CTotal (\$)	57,600,000
Supervisão	4	Nmud / Ano	288
Total	20	\$ / Mud MG	200,000
		\$ / Mud VF	350,000

Quadro 14: Custos do Pessoal das Mudanças de Fabrico

4.3) Custo Reparação de Moldes ($C_{RepMoldes}$)

Antes de cada mudança de fabrico é executada uma reparação dos moldes que irão ser utilizados por forma a garantir que estejam nas melhores condições.

O valor do custo médio de reparação por mudança depende de dois factores: o número de mudanças efectuadas por cada unidade fabril e o número de moldes que cada mudança implica.

Mais uma vez, e pelas razões já apontadas, o valor desta parcela foi estimado apenas para a Marinha Grande e para Villafranca (Quadro 15).

\$ / Mud MG	400,000
\$ / Mud VF	800,000

Quadro 15: Custo de uma Reparação de Moldes

4.4) Custo Vendas Perdidas ($C_{VendasPerdidas}$)

Esta parcela representa aquilo que a empresa deixou de vender. No entanto, poder-se-á dizer que se se produziu no fabrico em causa tudo o que estava previsto desse artigo não há lugar a custo de oportunidade. A verdade é que o que este custo representa é, mediante o pressuposto de continuidade da empresa referido numa rubrica de custos anterior, quanto mais poderia ter sido vendido desse artigo. O custo das matérias-primas é retirado porque embora elas sejam fundidas não originam embalagens úteis, voltando a entrar no forno.

Através da expressão (9.2) é possível obter o seu valor em cada fabrico.

$$C_{VendasPerdidas} = (PVenda - CU_{MP}) \times QuantDesp \quad (9.2)$$

5) Custo de Oportunidade das Inactividades ($C_{OP_{Inactividades}}$)

O seu conceito é em tudo semelhante a outros dois já apresentados, os custos de oportunidade da tiragem bruta e das mudanças de fabrico.

Este consiste nas inactividades que são criadas quando uma máquina não pode utilizar todos os seus sectores para produzir porque o forno não tem capacidade para tal. Nesta situação, existem activos da empresa, ou parte deles, que não estão a ser aproveitados, o que corresponde a um custo de oportunidade pois, existe um custo de amortizações que lhes são relativas.

No entanto, este é um custo bastante complicado de estimar pois, a verdade é que são os artigos produzidos nas outras linhas associadas ao forno em questão que suportam os custos de inactividade.

Para já, persiste a ideia de atribuir uma percentagem de inactividades, à semelhança da subactividades existente actualmente, que aumentaria os custos unitários de fabricação de cada artigo.

Este é um assunto que necessitará uma investigação mais profunda no futuro.

$$C_{Total} = (C_{Coste} + C_{Oport}) \quad (10)$$

2) Logística Local ($C_{LogLocal}$)

O objetivo desta parcela será o de reflectir os encargos associados a dois tipos de custos logísticos internos: o armazenamento e o manuseamento e movimentação dos produtos acabados.

5.3.1.5. Custos de Logística

$$C_{\text{Logística}} = C_{\text{Emb}} + C_{\text{LogLocal}} + C_{\text{Posse}} + C_{\text{Ruptura}} + C_{\text{Transp}}$$

1) Embalagens (C_{Emb})

Os produtos acabados da empresa são constituídos pelas embalagens de vidro propriamente ditas, os produtos finais e por uma série de materiais de embalagem (palete, intercalares, tabuleiros, manga retráctil, fita STRAP) cuja combinação depende das fichas de embalagem específicas de cada produto.

O custo das embalagens inclui aquelas que são incorporadas nas vendas aos clientes, normalmente designadas por consumidas (C_{Cons}) e aquelas que são devolvidas, as retornáveis (C_{Ret}). O custo destas últimas diz respeito ao que lhes é necessário fazer depois de serem devolvidas: os tratamentos, as lavagens e as verificações de qualidade.

O valor desta subcategoria é definido em função dos kgs de vidro incorporados na embalagem, sendo calculável através de um simulador existente na empresa (ver Anexo 9).

Basicamente pode-se dizer que o seu valor será encontrado através da expressão (10).

$$C_{\text{Emb}} = (C_{\text{Cons}} + C_{\text{Ret}})_{\text{Ref}} \quad (10)$$

2) Logística Local (C_{LogLocal})

O objectivo desta parcela será o de reflectir os encargos associados a dois tipos de custos logísticos internos: o armazenamento e o manuseamento e movimentação dos produtos acabados.

O primeiro engloba as amortizações dos armazéns e a locação externa. Esta última é usada com alguma frequência pela empresa tanto em Portugal como em Espanha dado os seus armazéns não terem capacidade para armazenar todos os seus produtos.

O segundo corresponderá essencialmente ao custo do pessoal que trata das tarefas acima referidas (condutores dos empilhadores, encarregados dos armazéns), sendo também passíveis de lhes serem adicionadas as amortizações dos empilhadores e os seus gastos em combustíveis.

O custo unitário foi definido em cada fábrica por kg de vidro fundido (CU_{LogLoc}) dado que assim o efeito da altura da paleta e do número de unidades de cada uma fica diluído (quadro 16).

Fábrica	LogLocal (Cts)	VFund (ton)	\$ / Kg
AV4	28,500	20,082	1.42
AV5	71,500	48,730	1.47
MG	148,308	193,005	0.77
VF	49,800	102,270	0.49
VL			

Quadro 16: Custos Unitários Logística Local

Nos valores calculados não entraram as amortizações dos armazéns, que foram consideradas juntamente com as da fabricação, nem as dos empilhadores e os gastos destes. Uma vez mais, não foi possível obter dados da Vilesa.

Através da expressão (11) é possível obter o custo da logística local para cada fabrico.

$$C_{LogLoc} = CU_{LogLoc} \times (CAD \times 60 \times 24 \times N^{\circ}DIAS \times PESO)_{Ref} \quad (11)$$

3) Custo Posse *Stocks* (C_{Posse})

Esta subcategoria procura representar o custo temporal dos *stocks*, ou seja, qual é para a empresa o custo de armazenagem de cada produto acabado.

Ele é constituído por duas parcelas: a taxa de posse (Tx_{Posse}) e o custo do produto (CU_{Comerc}).

A taxa traduz a percentagem de lucro que a empresa teria se tivesse investido o capital empatado em *stock*. Foi utilizado o valor de 9% ao ano pois, partiu-se do princípio de que se o capital estivesse livre seria investido na empresa, cuja taxa de rentabilidade é exactamente essa.

O custo do produto representa o valor de capital que está empatado e corresponde ao custo unitário de produção da referência em causa, desde a fusão até ao seu armazenamento.

Através da expressão (12) é possível obter o custo de posse de *stocks* para cada período de tempo.

$$C_{\text{Posse}} = (\text{StockMed} \times Tx_{\text{Posse}} \times CU_{\text{Comercial}})_{\text{Ref}} \quad (12)$$

4) Custo Ruptura *Stocks* (C_{Ruptura})

Para que a não satisfação dos pedidos dos clientes seja penalizada na ferramenta de apoio à decisão, dado que é um dos factores mais importantes de decisão, foi decidido incluir uma parcela nos custos de logística.

Esta foi definida de uma forma objectiva, sem entrar em linha de conta com aspectos subjectivos como a possível perda de um cliente, considerando-a como um custo de oportunidade semelhante às vendas perdidas ($\text{Quant}_{\text{Ruptura}}$).

Através da expressão (13) é possível obter o custo de ruptura de *stocks* para cada período de tempo.

$$C_{\text{Ruptura}} = \text{Quant}_{\text{Ruptura}} \times (\text{PVenda} - CU_{\text{CIF}})_{\text{Ref}} \quad (13)$$

5) Custo Transporte (C_{Transp})

Esta parcela diz respeito ao custo de transportar os produtos acabados desde o armazém da empresa, seja ele interno ou externo, até à casa do cliente.

Este transporte é na sua esmagadora maioria efectuado através de camiões, existindo um bom conhecimento dos custos de entregar os artigos em qualquer ponto dentro da Península Ibérica e também no sul de França.

O seu valor pode ser facilmente obtido, desde que conhecidas algumas variáveis como o destino do produto, através do simulador existente na empresa que já foi referido (ver Anexo 9) na rubrica referente ao custo das embalagens.

Caso não seja possível obter algum dos dados necessários, por exemplo se se estiver a fabricar um artigo que tem inúmeros clientes com localizações distintas, então pode-se sempre recorrer com as devidas precauções a valores médios.

AV	475	24,3%	458.410	140.642	2,13
MG	565	29,7%	574.210	193.016	2,98
VF	300	15,5%	240.283	102.270	2,35
VL	565	29,2%	452.333	163.962	2,76
			1.367.237	PTE	

Quadro 17 - Custos Unitários de Estrutura

Através da expressão (14) é possível obter o custo de estrutura relativo a cada fabrico.

$$C_{Est} = CU_{Est} \times (CAD \times 60 \times 24 \times N^{\circ}DIAS \times PESO)_{ref} \quad (14)$$

5.3.1.6. Custos de Estrutura e Financeiros

$$C_{\text{EstFin}} = C_{\text{Est}} + C_{\text{Fin}}$$

1) Estrutura (C_{Est})

Esta parcela engloba todos os custos que são referentes aos serviços administrativos da empresa, sejam eles: pessoal, electricidade, consumíveis, fornecimentos e serviços externos, por exemplo.

Para calcular o seu custo unitário, começar-se-á por agrupar os custos da BA Portugal e da BAES (os segundos são muito inferiores aos primeiros, não representando a verdade do sector espanhol) e por os dividir em função do único indicador que representa minimamente a alocação destes custos por fábrica, a capacidade total de tiragem. Em seguida, e para cada um dos quatro casos, serão definidos os custos unitários por kg de vidro fundido (CU_{Est}).

Fábrica	Cap / dia (ton)	% Cap / dia	CEstrut (Cts)	VidFund (ton)	\$ / Kg
AV	475	24.5%	458,410	146,642	3.13
MG	595	30.7%	574,219	193,005	2.98
VF	300	15.5%	240,283	102,270	2.35
VL	565	29.2%	452,533	163,982	2.76
			1,867,417	PTE	

Quadro 17 : Custos Unitários de Estrutura

Através da expressão (14) é possível obter o custo de estrutura relativo a cada fabrico.

$$C_{\text{Est}} = CU_{\text{Est}} \times (\text{CAD} \times 60 \times 24 \times \text{N}^{\circ} \text{DIAS} \times \text{PESO})_{\text{Ref}} \quad (14)$$

2) Financeiros (C_{Fin})

O valor desta rubrica diz respeito aos custos inerentes às actividades financeiras da empresa. O seu cálculo é em tudo semelhante ao do ponto anterior, excepto no facto de o seu custo unitário (CU_{Fin}) ser definido por minuto sector das máquinas por se pensar que esta é a forma mais verdadeira de representar este tipo de custos (quadro 18).

Fábrica	Cap / dia (ton)	% Cap / dia	CFinanc (Cts)	Min s/Subact	\$ / Min
AV	475	24.5%	141,824	40,054,729	3.54
MG	595	30.7%	177,653	40,832,813	4.35
VF	300	15.5%	74,340	18,543,168	4.01
VL	565	29.2%	140,006	39,570,111	3.54
			577,747	PTE	

Quadro 18 : Custos Unitários Financeiros

Através da expressão (15) é possível obter o custo de estrutura relativo a cada fabrico.

$$C_{Fin} = CU_{Fin} \times (N^{\circ}DIAS \times 24 \times 60)_{Ref} \quad (15)$$

6. Protótipo Desenvolvido

6.1. Introdução

Depois do estudo e desenvolvimento conceptual efectuado, a solução encontrada foi implementada através de uma aplicação informática em Visual Basic 6.0 com ligações a uma base de dados em Microsoft Access 97.

No entanto, o protótipo desenvolvido não inclui todas as questões levantadas no capítulo anterior. Isto porque apenas foi desenvolvido tendo por base o planeamento de uma cor, o âmbar.

Como foi visto, era possível considerar três planeamentos independentes em função da cor: o branco, o âmbar e o verde; cada um com fornos e linhas de produção bem definidos. Ora, foi denotado na análise dos custos de produção a falta de dados respeitantes à unidade fabril de León. Como sem esse valores é impossível definir a função objectivo e, conseqüentemente, simular o impacto de decisões alternativas no planeamento da produção, a análise do vidro branco ficou fora de hipótese.

Quanto aos fornos de Avintes, devido à reorganização da unidade e às diferenças existentes entre aquilo que estava previsto e a realidade, existem algumas restrições quanto à validade dos valores encontrados, que só serão desfeitas quando já tiverem passado alguns meses desde o início da nova fase, altura em que os processos já decorrerão com normalidade.

Assim, o protótipo acabou por ficar reduzido à análise do planeamento da cor âmbar, o que em abono da verdade é a melhor maneira de desenvolver a ferramenta. Isto porque aquele é o mais simples de todos, envolvendo apenas dois fornos e cinco linhas de produção, o que ajudou a que o protótipo fosse bem desenvolvido dado que não foi necessário perder muito tempo com o tratamento de informação na base de dados.

De qualquer maneira, a aplicação apenas para a cor âmbar não se tornou muito mais fácil de desenvolver pois, as restrições e condicionantes são

praticamente semelhantes às dos outros dois casos. A única vantagem reside no menor número de referências e de linhas a planear. Mais, as diferenças significativas entre as linhas da Marinha Grande e de Villafranca e a consequente dificuldade em decidir aquilo que deve ser efectuado em cada uma das unidades representa um problema muito interessante a abordar.

Finalizando, concluiu-se que tendo por base apenas o planeamento da cor âmbar a ferramenta beneficiou ao nível do desenvolvimento, não tendo sido prejudicada em nenhum ponto dado que o objectivo era a obtenção de um protótipo completo, mas não final, da aplicação.

As grandes diferenças entre as fases conceptual e de implementação cifraram-se no modelo de planeamento da produção.

Neste as produções eram colocadas ao mês, ou seja, planeava-se quanto de cada referência é que iria ser fabricado mensalmente. O encadeamento dos fabricos era efectuado naturalmente por ordem de introdução. Assim, não é possível escolher directamente o campo do dia exacto de início de fabrico mas, não deixa de ser possível escolher a data de uma forma indirecta, embora com um pouco mais de trabalho.

Também não foram consideradas mudanças de cor pois, não foram introduzidas as referências em âmbar escuro, tratando-se o âmbar de uma forma singular.

Nas restrições técnicas não foi naturalmente contemplada a existência de máquinas em tandem e, também, a incorporação na base de dados do número de moldes existente e o seu desgaste relativo visto que no SAP não tinha todos os dados necessários e a tarefa de os recolher seria extremamente morosa.

Nos outros tipos de restrições tanto as mudanças de fabrico como o arredondamento das produções ao dia foram introduzidos como estava planeado. No entanto, não foram restringidos os fins-de-semana e os feriados como dias de início de fabrico.

Ao nível dos custos de produção não houve diferenças significativas em relação ao que foi descrito no capítulo anterior. Foi introduzida uma estimativa

do custo de inactividade de uma linha de produção nas fábricas em questão (1000 Cts e 2000 Cts por dia, respectivamente, na MG e em VF) por causa do mini-concurso que decorreu no *Work-Shop* de Reflexão Estratégica, com o intuito de aproximar o modelo da realidade que desencoraja a existência de máquinas paradas.

Foram, no entanto, destacadas três parcelas dos custos de produção que, devido às suas características, são variáveis: o custo de oportunidade das mudanças, o custo de posse e de ruptura de *stocks* e o custo de transporte.

Quando temos um determinado plano de produção, com quantidades a produzir de cada artigo bem definidas, o seu valor final só é alterável através de um destes custos.

Por exemplo, o custo de oportunidade das mudanças depende directamente da referência que foi fabricada antes pois, ela determina o tipo de mudança verificado. Assim, este custo é modificável através de um diferente encadeamento das produções.

O mesmo acontece com os custos de posse e de ruptura de *stocks* pois, se por exemplo uma referência é fabricada depois da data prevista ficará menos tempo em *stock* mas poderá entrar em ruptura.

Estes dois custos acabam por ser aqueles que podem determinar o grau de eficiência do plano de produção pois, para além do seu valor relativo, são aqueles que é possível alterar permitindo otimizar o resultado final. No entanto, é possível reparar que cada um tende para um sentido diferente. Não há dúvidas de que o custo relativo às mudanças será tanto menor quanto maior for a duração das produções, mas essa situação origina maiores custos com *stocks* visto que os artigos ficam armazenados durante maiores períodos de tempo. Será este equilíbrio que o planeador tentará atingir na execução do seu trabalho.

Quanto ao custo de transporte, ele depende directamente da fábrica onde cada artigo é fabricado.

Linhas em que é possível fabricar
a referência seleccionada e respectivos
esquemas de planeamento

6.2. Apresentação da Aplicação

Quando o utilizador entra no programa, surge-lhe imediatamente o formulário principal que permite o planeamento das referências e a análise do custo de cada fabrico.

Menu das Referências

Menu das Linhas de Produção

Planeamento por Referência
 Planeamento Agregado Sair

Ref^a Cerveja 25 cl NR Linha

Mês	Vnd	Prod	Peso	CR	RPrd	Sect	NDias	TBEq	CMud	CStock	CExWks	CTrans
Jan	0									14795		
Fev	0									17556		
Mar	3500									33044		
Abr	6000									59400		
Mai	8000									94644		
Jun	8500									131956		
StFinal	31000								0	351395		0

Custo Total \$/Uni

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
L1						
L3						
L5						

Linhas em que é possível fabricar a referência seleccionada e respectivos esquemas de planeamento

No menu das referências o planeador escolhe aquela que pretende visualizar e, automaticamente, no menu das linhas apenas ficam disponíveis aquelas em que o fabrico é possível. O mesmo acontece nos gráficos de planeamento por linha na parte inferior da página.

São também colocadas as previsões de venda, o stock inicial e a designação do artigo, bem como os stocks previstos no futuro.

Designação

Linhas em que o artigo pode ser fabricado

Planeamento por Referência
 Planeamento Agregado Sair

Refª 2977 Cerveja 100 cl RET Linha L2

Mês	Stock	PreVnd	Prod	Peso	CR	RPrd	Sect	BEq	CMud	CStock	CExWks	CTrans
Jan	0	100							845			
Fev	-100	500							5728			
Mar	-600	800							13240			
Abr	-1400	800							20752			
Mai	-2200	1000							29954			
Jun	-3200	1800							46950			
StFinal	-5000	5000						0	0	117469		0

Custo Total 117469 \$/Uni 0

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
L2						
L3						
L5						

Previsões de Vendas e

Stocks do artigo seleccionado

Ao colocar uma produção (em milhares de unidades), surgem as características da referência: peso, *cavity rate* e rendimento de produção; e da máquina: número de sectores. Esta última é alterável dentro de certos valores, previamente definidos para cada máquina, através de um manípulo.

A partir das características são calculados os valores dos campos do número de dias de produção, da tiragem equivalente no forno desse fabrico e dos custos de produção. Estes últimos estão definidos como já foi explicado anteriormente, estando indicados os custos de cada fabrico e o custo final da referência.

Produção Introduzida Características do artigo e da máquina

Planeamento por Referência
 Planeamento Agregado Sair

Refª 2105 Cerveja 25 cl NR Linha L1

Mês	Stock	PreVnd	Prod	Peso	CR	RPrd	Sect	NDias	TBEq	CMud	CStock	CExWks	CTrans
Jan	1000	2500	10000	150	15	85	20	14	130	1608	14795	8,24266	1,04
Fev	8500	2500									330		
Mar	6000	3500									196		
Abr	2500	6000									15423		
Mai	-3500	8000									50644		
Jun	-11500	8500									87956		
StFinal	-20000	31000						14		1608	169352	8,24266	1,04

Custo Total 265791 \$/Uni 26,5791

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
L						
L3						
L5						

Produção planeada Outputs da ferramenta Custos Globais da Refª

Se for introduzida uma produção de outra referência na mesma linha e no mesmo mês ela será planeada temporalmente depois da já existente. Se esse valor ultrapassar o número de dias de produção disponíveis nesse mês então, o planeador será inquirido sobre se quer colocar o restante no mês seguinte.

Quando num dado mês ocorre uma ruptura de stock, esta é assinalada para uma melhor visualização envolvendo-se a vermelho o mês em causa.

A produção inserida ultrapassou o tempo de produção existente no mês

Planeamento por Referência
 Planeamento Agregado Sair

Refª 2207 Cerveja 25 cl NR Linha L1

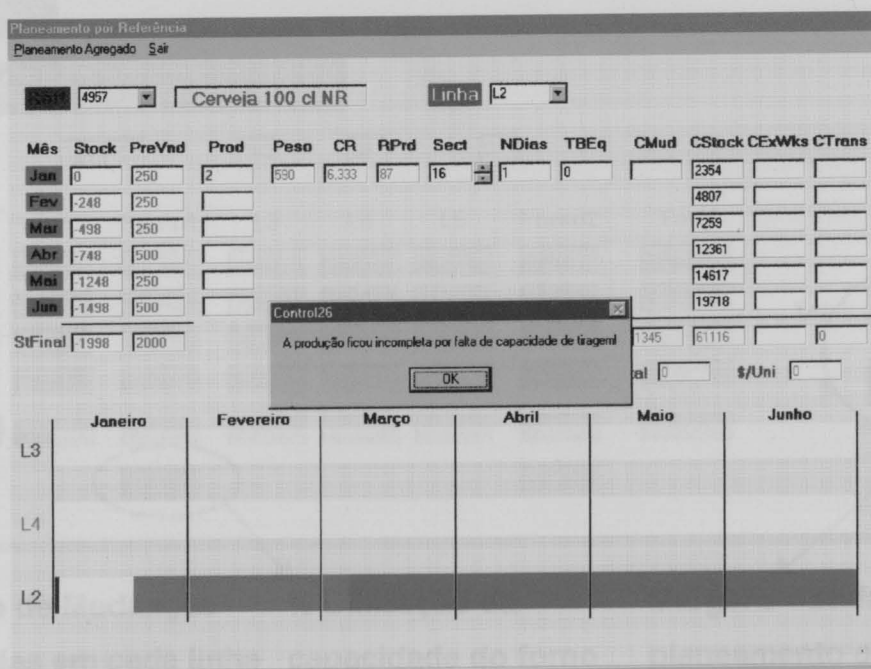
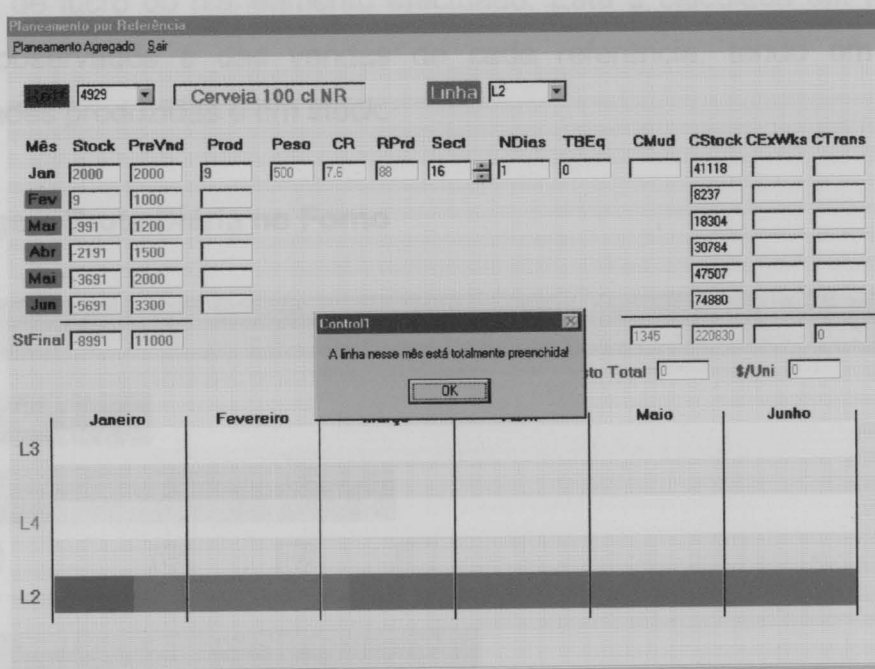
Mês	Stock	PreVnd	Prod	Peso	CR	RPrd	Sect	NDias	TBEq	CMud	CStock	CExWks	CTrans
Jan	15000	10000	20000	142	15	85	20	28	123	1345	120300	8,38638	0,36
Fev	25000	10000									9765		
Mar	15000	15000									58140		
Abr	0	15000									106590		
Mai	15000	20000									171222		
Jun	15000	24000									248710		
StFinal	-59000	94000											

Control5
 Quer colocar no início do mês seguinte o excedente deste mês?

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
L1						
L3						
L5						

Sinalização Ruptura Stock (pointing to the red bar in the Gantt chart for January)
A produção foi planeada depois da já existente (pointing to the production bar in the Gantt chart for January)

A aplicação informática desenvolvida também permitia controlar outras situações através de sinalizações e mensagens de aviso. Como exemplo, apresentam-se nas figuras seguintes dois casos particulares. O primeiro diz respeito a quando a linha já está ocupada nos dias em que uma produção é introduzida e o segundo à ultrapassagem da tiragem bruta do forno.

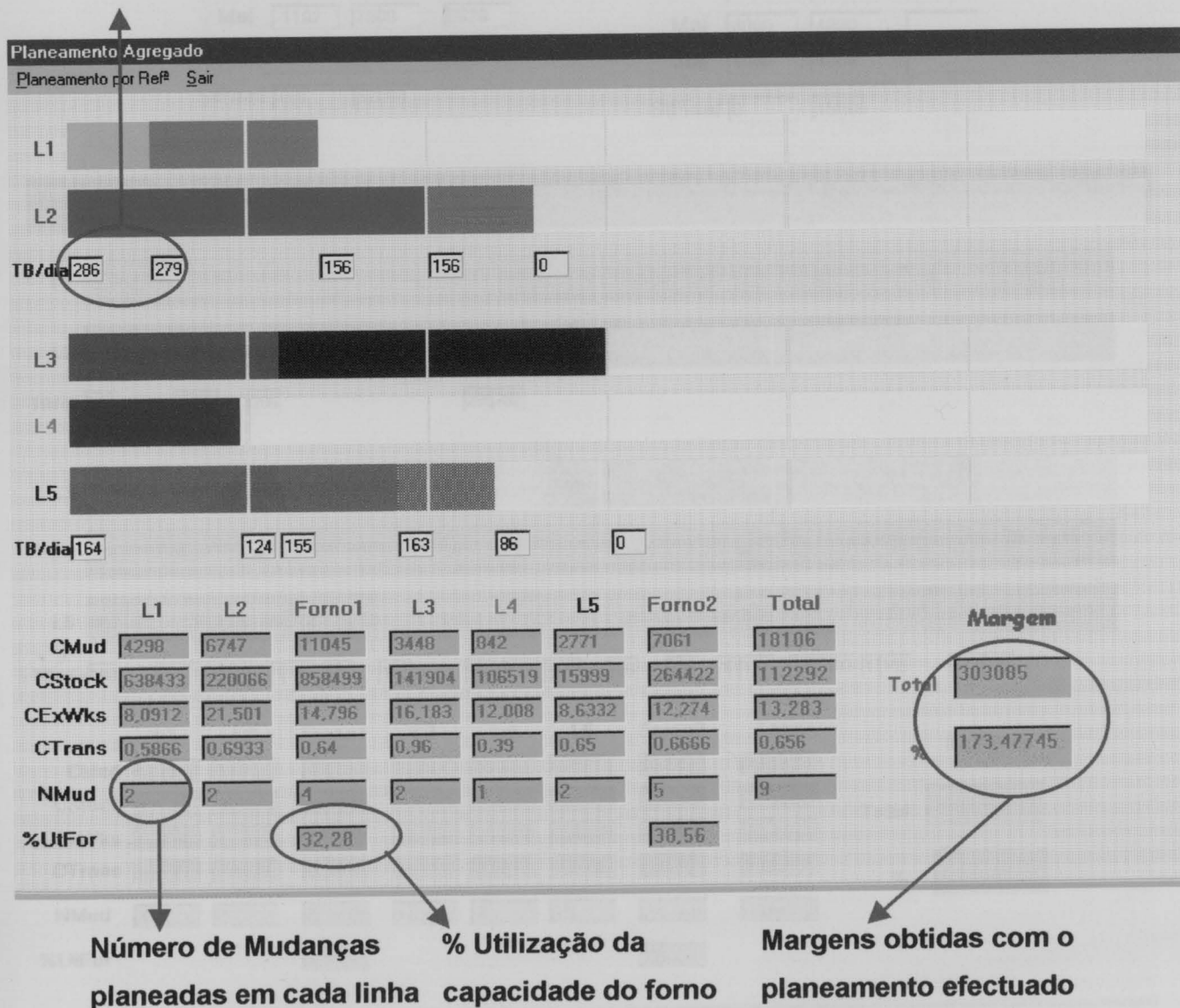


Ao carregar no botão "Planeamento Agregado", aparece um novo formulário com o estado actual do planeamento da cor.

Neste aparecem indicadores como a tiragem bruta actual de cada forno, o número de mudanças e os custos gerais de produção.

É também aqui que aparece o valor final da função objectivo da ferramenta, a margem de lucro do planeamento efectuado. Esta é calculada em função dos custos observados e das vendas de cada referência, tendo em conta as quantidades produzidas e em stock.

Tiragem Bruta Diária no Forno



Nas figuras abaixo encontra-se uma situação concreta de planeamento. Nesta a referência 2907 está planeada de uma forma que provoca algumas rupturas de stock. Pelo contrário, a 2987 é produzida com relativa antecedência.

Este plano de produção implicava uma determinada margem de lucro.

Refª		Cerveja	
Mês	Stock	PreVnd	Prod
Jan	4000	3000	
Fev	1000	6000	
Mar	-5000	6000	6998
Abr	-4002	6000	8820
Mai	-1182	7000	8820
Jun	638	9000	8820
StFinal	458	37000	

Refª		Cerveja	
Mês	Stock	PreVnd	Prod
Jan	1500	1000	3470
Fev	3970	1500	8820
Mar	11290	2000	1710
Abr	11000	3000	
Mai	8000	4000	
Jun	4000	4000	
StFinal	0	15500	

Planeamento Agregado																					
Planeamento por Refª Sair																					
L1	[Gantt chart bars]																				
L2	[Gantt chart bars]																				
TB/dia	286	286	286	286	286	286	286	286	286												
L3	[Gantt chart bars]																				
L4	[Gantt chart bars]																				
L5	[Gantt chart bars]																				
TB/dia	180	187	185	177	171	184	176	172	183	176	172	186	185	171	172	183	183	171	155	173	184
	L1	L2	Forno1	L3	L4	L5	Forno2	Total	Margem												
CMud	5719	4376	10095	12853	5933	8096	26882	36977													
CStock	446330	517608	963938	370761	160072	259700	790533	175447	Total	449712											
CExWks	8.2680	21.568	14.918	10.520	16.289	8.6239	11.811	13.053													
CTrans	0.6777	0.4627	0.5702	0.7862	0.5212	0.6656	0.6577	0.62272	%	5,9977548											
NMud	3	2	5	10	4	10	24	29													
%UtFor			94,55					96,21													

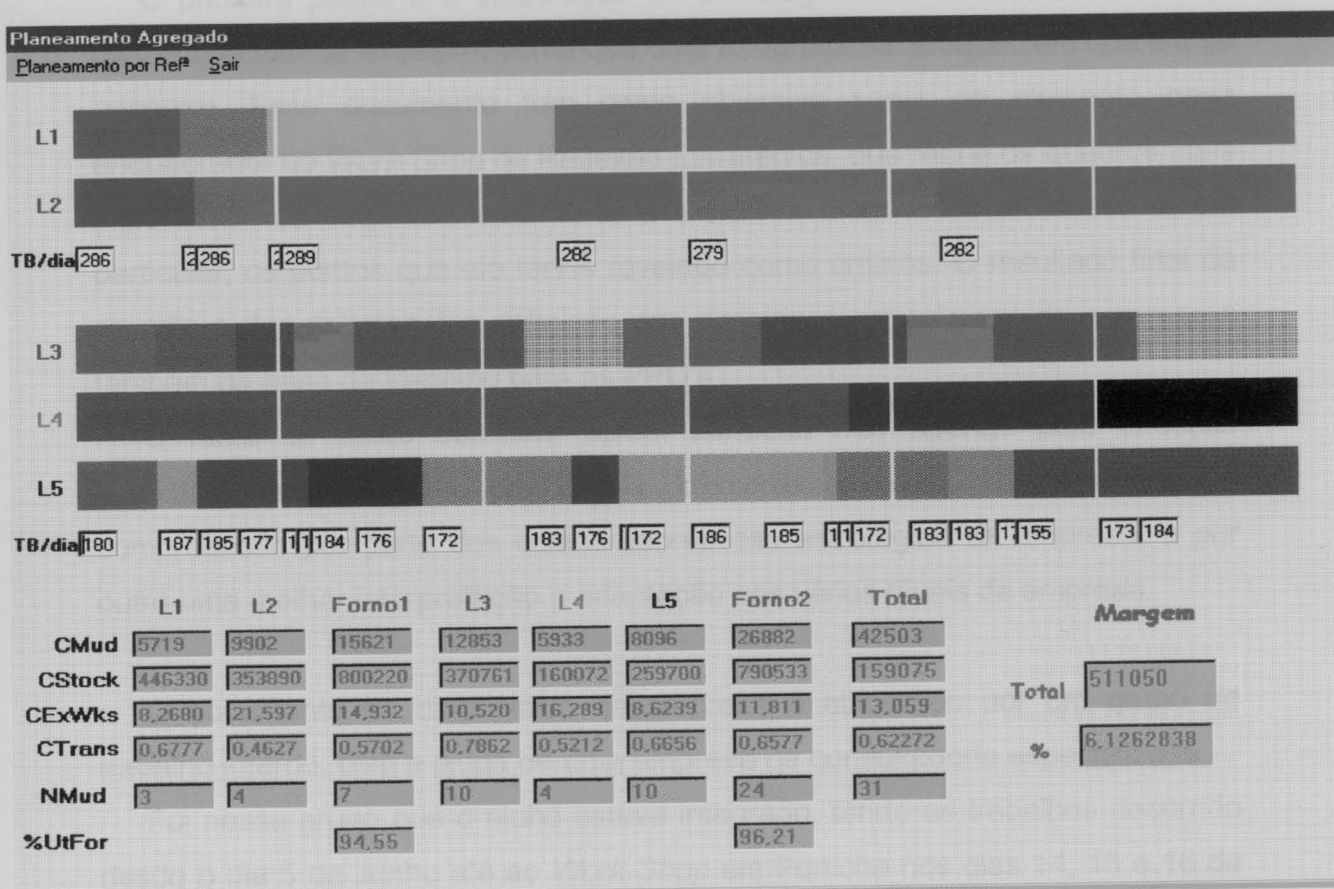
Mediante a situação foi considerada uma alteração no plano de produção por forma a tentar compensar as rupturas de stock da referência 2907. Para tal o fabrico das duas referências foi dividido em dois. A 2987 era produzida no final de Janeiro e em Abril (acabando em Maio) e a 2907 era fabricada de Fevereiro a Março e de Maio a Junho.

Assim, nenhuma das referências apresentava rupturas de stock e os artigos da 2987 ficavam um menor período de tempo em stock. No entanto, passavam a existir nessa linha mais duas mudanças de fabrico.

Refª		Cerveja	
Refª	2907		
Mês	Stock	PreVnd	Prod
Jan	4000	3000	
Fev	1000	6000	3762
Mar	3762	6000	8820
Abr	6582	6000	
Mai	582	7000	6704
Jun	286	9000	8820
StFinal	106	37000	

Refª		Cerveja	
Refª	2987		
Mês	Stock	PreVnd	Prod
Jan	1500	1000	3470
Fev	3970	1500	
Mar	2470	2000	
Abr	470	3000	8762
Mai	6232	4000	2058
Jun	4290	4000	
StFinal	290	15500	

7 A utilização da ferramenta desenvolvida permitiu avaliar o impacto da alteração nos custos, ou seja, até que ponto é que a redução nos custos de ruptura de stocks da referência 2907 e da posse de stocks da referência 2987 compensaria as mudanças de produção adicionais. Como se vê na figura abaixo, a alteração era eficaz do ponto de vista económico.



7. Participação na Reflexão Estratégica

A Reflexão Estratégica é um processo que foi implementado na organização em 1999. O seu objectivo é a definição das directrizes estratégicas da empresa e a preparação dos planos, programas e orçamentos (PPO's) para o ano seguinte.

O primeiro passo é a elaboração de um diagnóstico externo e interno do contexto actual da empresa, como que uma fotografia da situação em que ela se encontra. Esse documento tem como objectivo servir de elemento base enquadrador do *Work-Shop* de Reflexão Estratégica, que reúne os quadros mais importantes da empresa, levando-os a discutir o diagnóstico efectuado e, em particular, os pontos que ele tenha revelado como críticos. O resultado final da reunião e dos debates é a definição das directrizes estratégicas da empresa e também da base de trabalho para os PPO's.

O facto de estas decisões serem tomadas não apenas pela direcção executiva mas também por níveis inferiores permite, por um lado, a compreensão por parte dos colaboradores das estratégias da empresa, e por outro uma melhor interpretação e adaptação aos vários níveis da empresa.

O documento de diagnóstico da empresa é elaborado por um grupo de trabalho interno, com a ajuda de uma empresa de consultadoria especializada.

Foi nesse grupo que o aluno esteve integrado, tendo os trabalhos decorrido desde o dia 5 de Junho até ao *Work-Shop* em Peniche nos dias 14, 15 e 16 de Setembro.

A construção do documento deveria constituir um método completo, sistemático e regular de avaliar as actividades e os resultados da organização. Ou seja, de ano para ano apenas seria complementado o diagnóstico com os dados relativos a esse ano e com alguns estudos sobre assuntos que tivessem sido identificados como relevantes. No entanto, como este era apenas o segundo ano de funcionamento do processo de Reflexão Estratégica, ainda existiu muito pouca sistematização de informação.

Foram atribuídos à Reflexão Estratégica deste ano dois temas principais: o planeamento da produção e a metodologia do prémio de excelência (PEX) do Sistema Português da Qualidade (SPQ).

O ênfase atribuído ao planeamento surge da preocupação da organização face à importância desse processo e à falta de análises aprofundadas e visões diferentes sobre o tema. Pretendia-se que no *Work-Shop* os colaboradores da empresa tivessem um contacto mais directo com este tema e, conseqüentemente, que na organização se criasse uma maior sensibilidade nesta questão.

A metodologia PEX teve a sua origem na European Foundation for Quality Management (EFQM) e o seu objectivo é permitir às organizações determinarem com clareza os seus pontos fortes e as áreas onde podem ser alcançadas melhorias. Ela consiste basicamente num método de Auto-Avaliação da empresa, baseado em factos e não em algumas impressões individuais, através da análise de nove aspectos distintos que se dividem em Meios e Resultados (figura 11). Cada um destes critérios tem uma ponderação e, no final do processo de Auto-Avaliação, a empresa atinge uma determinada pontuação. Este facto permite a definição de um objectivo a melhorar e o benchmarking com outras empresas.

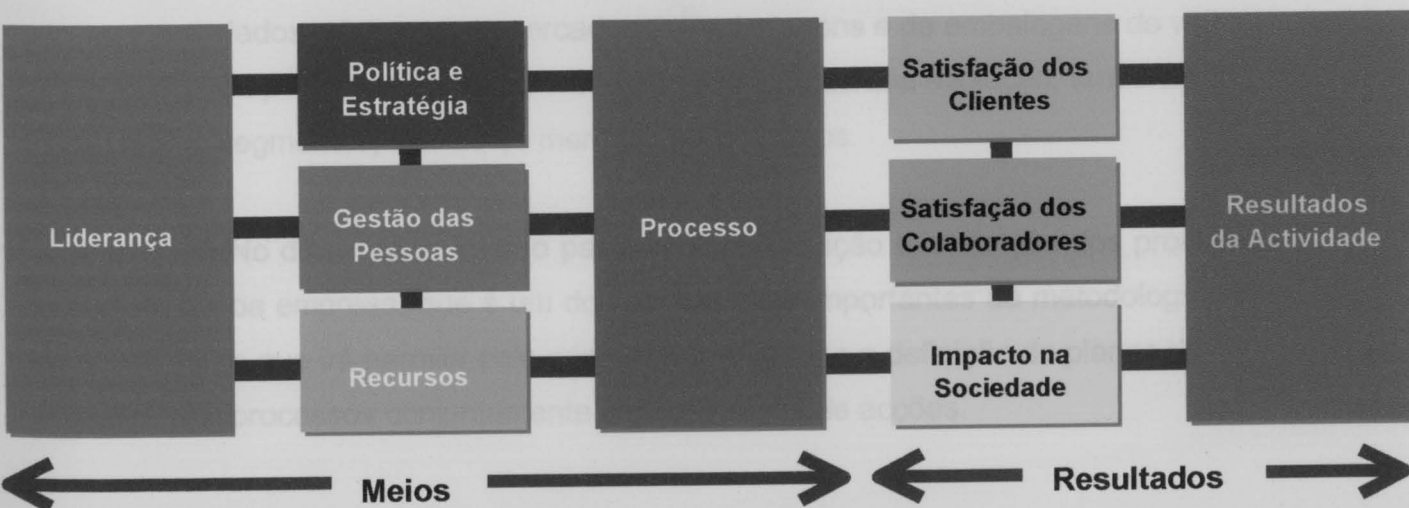


Figura 11 : Esquema da Metodologia PEX

O processo de Auto-Avaliação acaba por se assemelhar ao de Reflexão Estratégica da empresa. Por isso, todo o diagnóstico interno que foi efectuado teve como base a metodologia PEX. Assim, não só foi realizada uma avaliação interna da organização, como os seus colaboradores tiveram um contacto directo com a metodologia utilizada e com os seus resultados. Este facto é especialmente importante quando a empresa se está a preparar para oportunamente se candidatar ao Prémio de Excelência do SPQ, como uma forma de reafirmar a opção estratégica pela qualidade de tudo o que faz e de fixar um objectivo ambicioso, com responsabilidade externa, para orientar a sua actuação.

O grupo de trabalho acabou por ter três eixos principais para analisar. O primeiro era o diagnóstico externo, que analisa o mercado da empresa e os seus negócios. O segundo era o diagnóstico interno, que é uma introspecção da empresa e que foi realizado tendo como guia a metodologia PEX. O terceiro era o processo de planeamento da produção da empresa.

O aluno participou e desempenhou tarefas em todas as fases, sendo de destacar três aspectos, cada um correspondendo a uma delas.

- i) No diagnóstico externo foi responsável pela agregação e tratamento dos dados relativos aos mercados de embalagens e de embalagens de vidros da península ibérica, envolvendo o estudo da sua evolução, tendências, segmentos, quotas de mercado, entre outros.

- ii) No diagnóstico interno participou na definição e descrição dos processos da empresa, que é um dos pontos mais importantes da metodologia PEX e que irá permitir pela primeira vez este ano a definição de planos de processos conjuntamente com os planos de acções.

8. iii) No processo de planeamento da produção, e dado que este foi o seu tema de estágio, participou activamente na discussão do problema e adaptou o protótipo desenvolvido por forma a poder ser utilizado no *Work-Shop*. A aplicação foi apresentada e entregue a diversos grupos de trabalho, que tinham por objectivo executar um planeamento e perceber as dificuldades existentes e as variáveis determinantes do processo. Para tornar a entrega total, foi elaborado um mini-concurso com prémios para o grupo que conseguisse o planeamento mais económico.

8. Conclusões e Perspectivas de Trabalho Futuro

8.1. Conclusões

Recordando o objectivo principal do projecto de estágio, a concepção e elaboração de um protótipo de uma ferramenta de apoio à decisão no planeamento da produção, esta secção do relatório tem por intuito concluir até que ponto é que aquele foi cumprido e também em que medida é que o trabalho contribuiu para a empresa e para a formação pessoal do aluno.

Observando os três objectivos encadeados que foram enunciados no início deste relatório e a descrição subsequente do trabalho realizado, é possível concluir que o objecto do projecto de estágio foi cumprido.

O planeamento da produção foi analisado de uma forma extensiva, tendo sido estudadas as diferentes realidades das quatro unidades fabris e as necessidades dos diferentes tipos de intervenientes no processo. Assim, foram identificadas e definidas as suas variáveis determinantes e as suas condicionantes.

Em seguida, essa informação foi utilizada na concepção completa da ferramenta de apoio à decisão, tendo decorrido este processo de uma forma bastante natural. O único problema surgiu na definição dos custos de produção por causa de alguma falta de informação sobre este assunto na empresa, principalmente devido à reorganização da fábrica de Avintes e à recente integração da Vilesa.

No entanto, a forma de os encontrar está perfeitamente definida, sendo aparentemente apenas uma questão de tempo para que a análise fique concluída. De qualquer maneira, os valores existentes já demonstraram servir o propósito de medir o impacto de várias decisões possíveis no protótipo que foi desenvolvido.

Este último acaba por ser o único aspecto dos objectivos em que é passível de afirmação o seu não cumprimento completo. É impossível negar que a

Reflexão Estratégica teve uma influência directa nesse facto pois, acabou por consumir bastante tempo ao aluno em assuntos que não diziam directamente respeito ao seu projecto de estágio.

No entanto, se atentarmos cuidadosamente na situação, é possível observar que todos os intervenientes saíram beneficiados.

Em primeiro lugar, os pontos onde o protótipo peca acabam por ser relativos apenas ao modelo de planeamento que serve de base à ferramenta de apoio à decisão. É importante lembrar que um protótipo é apenas uma primeira versão do projecto final. Depois, como foi visto, um dos pilares primordiais para que a ferramenta fosse útil para a empresa era a validação dos seus resultados. Ora, foi exactamente isto, e com sucesso, que sucedeu ao incluir o protótipo no *Work-Shop* de Reflexão Estratégica. Não só a existência deste tipo de ferramenta foi aplaudido como os seus princípios e o seu funcionamento foram avaliados, tendo sido recebidas opiniões muito importantes para o seu desenvolvimento futuro.

Assim, um instrumento de trabalho novo, que devido à peculiaridade do assunto que aborda teria um processo de validação lento na empresa, acabou por sofrer um bom empurrão principalmente porque entre os intervenientes desse acto se encontravam aqueles que terão um contacto mais directo com ele no futuro.

Então, tanto a empresa ganhou ao sensibilizar os seus colaboradores para o planeamento e facilitando um processo que poderia ser difícil, como beneficiou o aluno ao receber *feed-back* sobre o seu trabalho.

Pensando somente na empresa, não existem dúvidas de que o projecto de estágio efectuado constituiu uma mais valia. Para além, do que foi referido acima, houve uma sistematização do processo de planeamento da produção que contribuirá para a sua melhor compreensão e, principalmente, foi sistematizada num estado razoavelmente avançado informação que a empresa não possuía e que é muito importante para a obtenção de bons resultados.

Os valores obtidos pelo protótipo da ferramenta confirmam este último ponto dado que passou a ser visível o grau relativo de importância de factores fundamentais para o planeamento da produção como as mudanças de fabrico e os *stocks*.

Para o aluno, o estágio contribuiu imenso para a formação pessoal e profissional.

Este foi o seu primeiro contacto com a vida profissional, o que só por si, independentemente do projecto de estágio efectuado, é sempre uma enorme fonte de experiência. A compreensão de como é que uma organização funciona no dia-a-dia, de como é que os diferentes departamentos e os colaboradores comunicam entre si e de como é que um enorme conjunto de recursos consegue convergir para os mesmos objectivos é algo quase tão importante como os conhecimentos adquiridos.

É principalmente esta interligação entre todos os pontos da empresa que as universidades, mesmo que o quisessem, não conseguem transmitir pois, mais do que uma forma de trabalho acaba por ser uma cultura própria e característica de cada organização. Por exemplo, o ensino nas universidades tende a criar uma sensação de dependência apenas de si que não se reflecte nas empresas em que, como os conhecimentos estão repartidos pela organização, para executar algumas tarefas é necessário depender de outrens.

As próprias características da empresa contribuíram muito para a formação pessoal do aluno. Em primeiro lugar, o facto de ser uma empresa ibérica, abrangendo não só Portugal como também a Espanha, permitiu visualizar como é que diferentes culturas interagem e as dificuldades que podem advir desse tipo de situações. Depois, devido a ser de grandes dimensões, o número e complexidade dos problemas é superior ao normal, assim como o seu interesse em termos de aprendizagem. Por último, a indústria de produção contínua apresenta características muito próprias que originam problemas distintos das de outros tipos.

Quanto ao projecto de estágio, o facto de abordar um dos temas mais complexos e importantes para a Barbosa & Almeida em particular e para todas

as empresas industriais (e não só) em geral, o planeamento da produção, acaba por o tornar num enorme contributo para os conhecimentos do aluno e para a sua folha curricular.

Também lhe permitiu a possibilidade de contactar e de aprender com toda a empresa, o que numa perspectiva de continuidade é muito bom.

A Reflexão Estratégica contribuiu no sentido em que proporcionou um contacto pormenorizado com os contextos externo e interno da empresa, incluindo a metodologia PEX, e também pela compreensão do processo em si, do qual desconhecia a existência.

Depois de a ferramenta estar perfeitamente construída e implementada poderá surgir um segundo objectivo. Ele poderá servir como simulador de um modelo de optimização do planeamento da produção. Este seria como principal objectivo obter valores de referência para que seja possível avaliar o grau de eficiência dos planeamentos efectuados e retirar conclusões quanto a possíveis melhores práticas.

8.2. Perspectivas de Trabalho Futuro

O objectivo fundamental a atingir no futuro será sem dúvida a finalização da ferramenta de apoio à decisão e a sua introdução gradual como instrumento de trabalho da empresa.

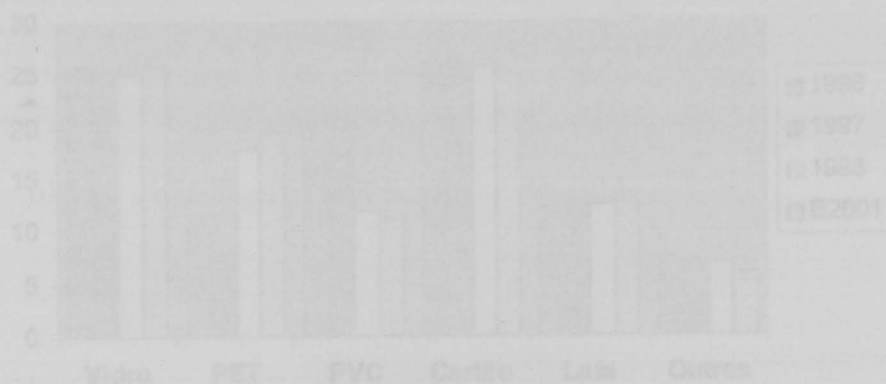
Embora conceptualmente ela esteja definida, existem alguns pontos fundamentais ao seu funcionamento que necessitam de ser melhorados. O principal é a finalização do estudo dos custos de produção, permitindo a obtenção de todos os valores que ficaram incompletos na análise. O outro é efectuar uma aposta contínua na funcionalidade da versão final, para que a sua utilização não seja morosa e difícil.

Depois de a ferramenta estar perfeitamente construída e implementada poderá surgir um segundo objectivo. Ela poderá servir como simulador de um modelo de optimização do planeamento da produção. Este teria como principal objectivo obter valores de referência para que seja possível avaliar o grau de eficiência dos planeamentos efectuados e retirar conclusões quanto a possíveis melhores práticas.

Anexo 1: Dados do Mercado Ibérico de Embalagens

(% Milhões Litros Embalados)

Total Embalagens - Espanha



Anexos

Vinhos de Mesa - Portugal



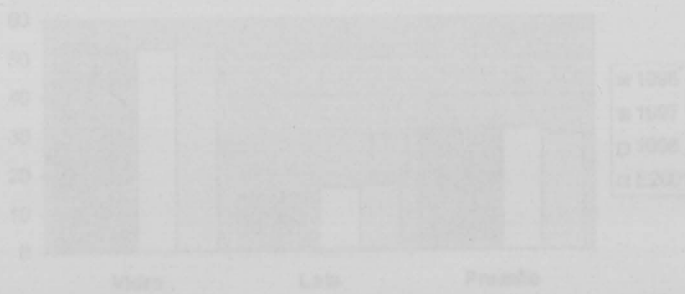
Vinhos de Mesa - Espanha



Cervejas - Portugal



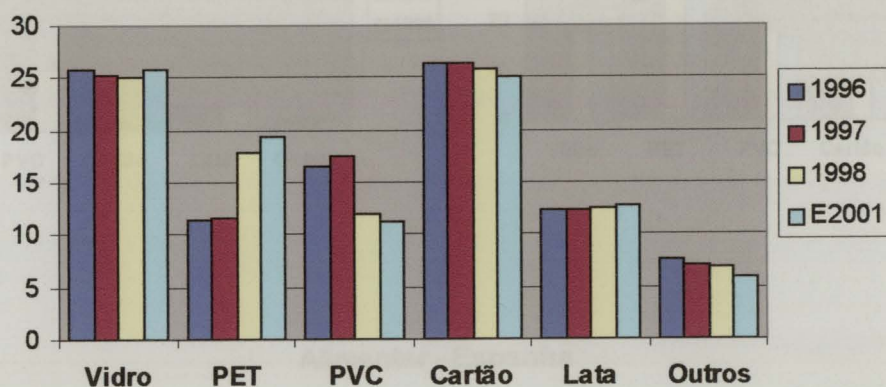
Cervejas - Espanha



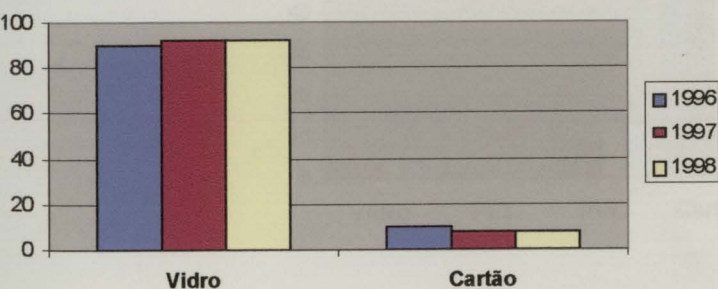
Anexo 1: Dados do Mercado Ibérico de Embalagens

(% Milhões Litros Embalados)

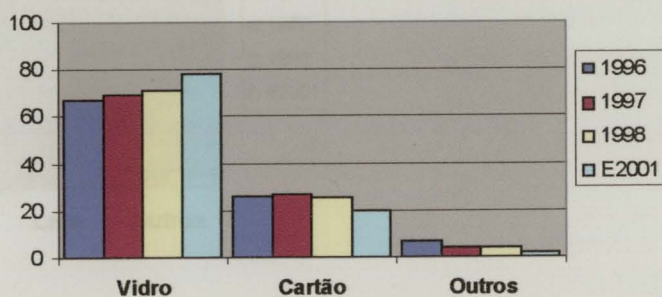
Total Embalagens - Espanha



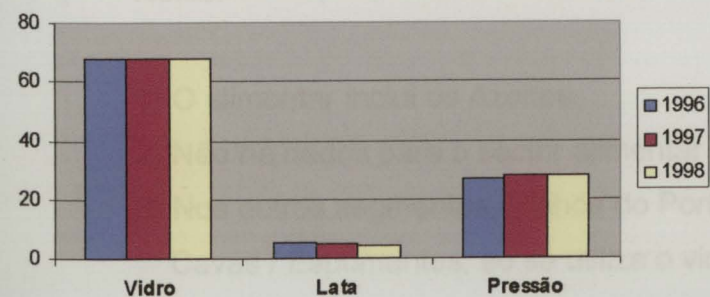
Vinhos de Mesa - Portugal



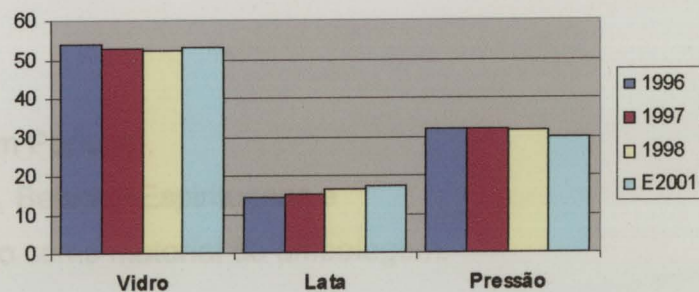
Vinhos de Mesa - Espanha



Cervejas - Portugal

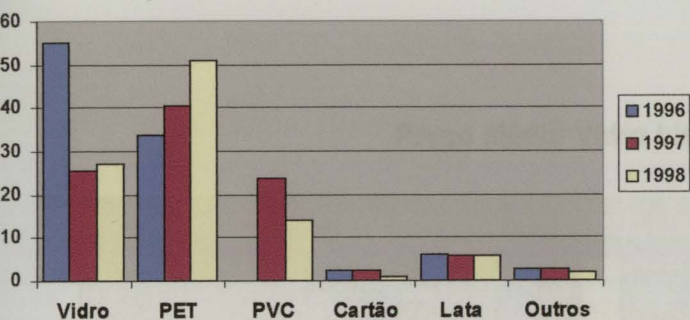


Cervejas - Espanha

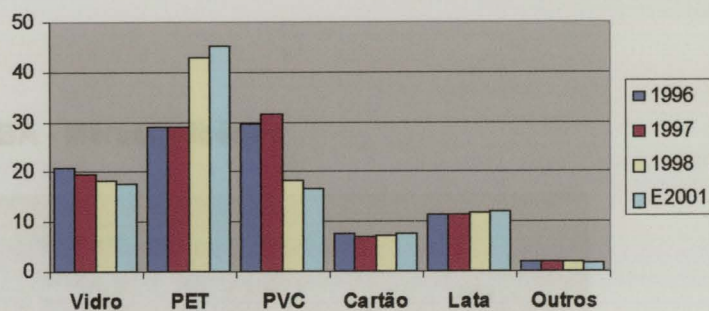


Anexo 2: Preços Médios Venda BA

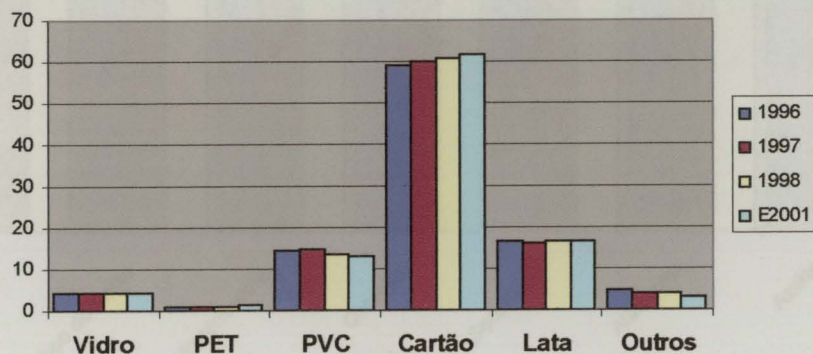
Águas & Softdrinks - Portugal



Águas & Softdrinks - Espanha



Alimentar - Espanha

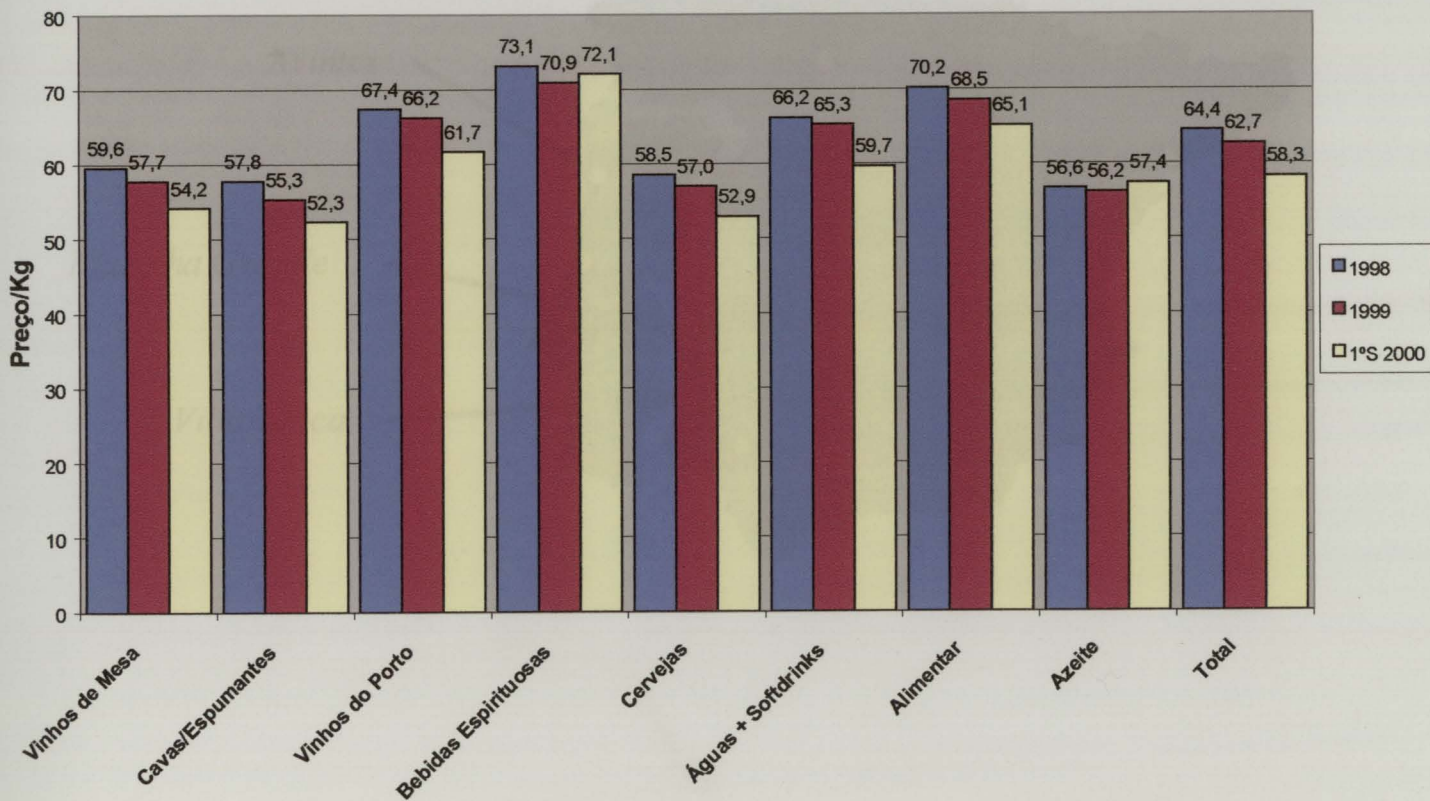


Notas:

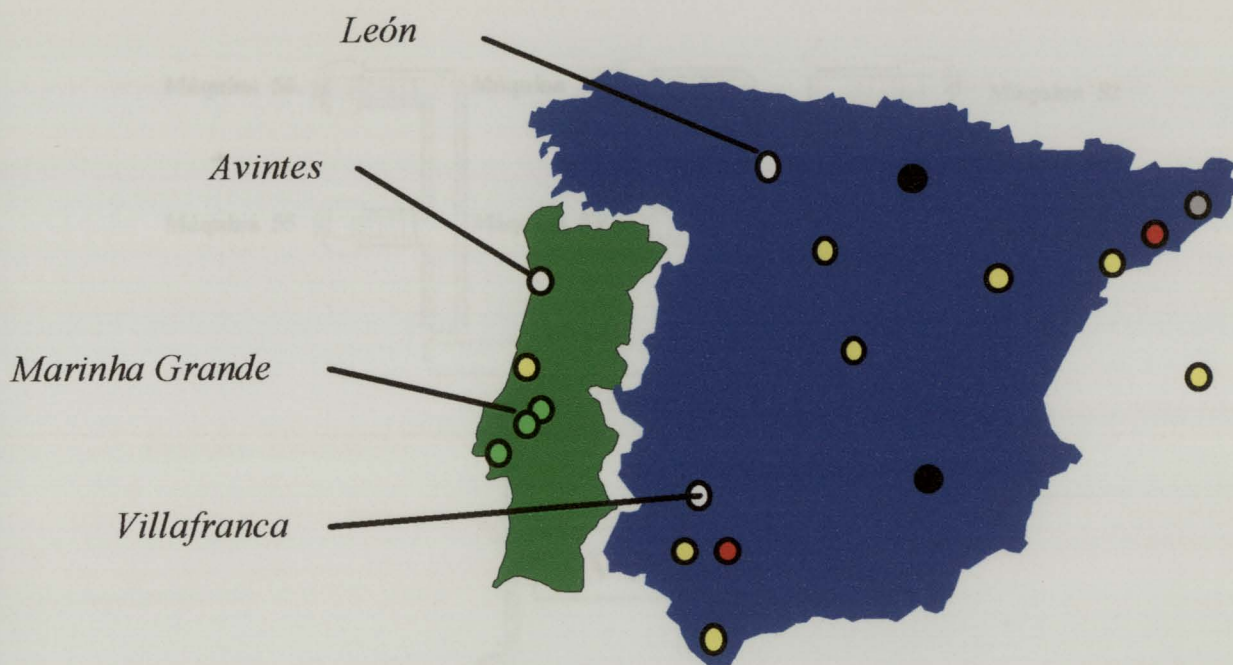
- 1) O alimentar inclui os Azeites.
- 2) Não há dados para o sector alimentar em Portugal.
- 3) Nos outros segmentos, Vinhos do Porto, Bebidas Espirituosas e Cavas / Espumantes, só se utiliza o vidro como material de embalagem.

Anexo 3: Anexo 2: Preços Médios Venda BA - Mercado Ibérica

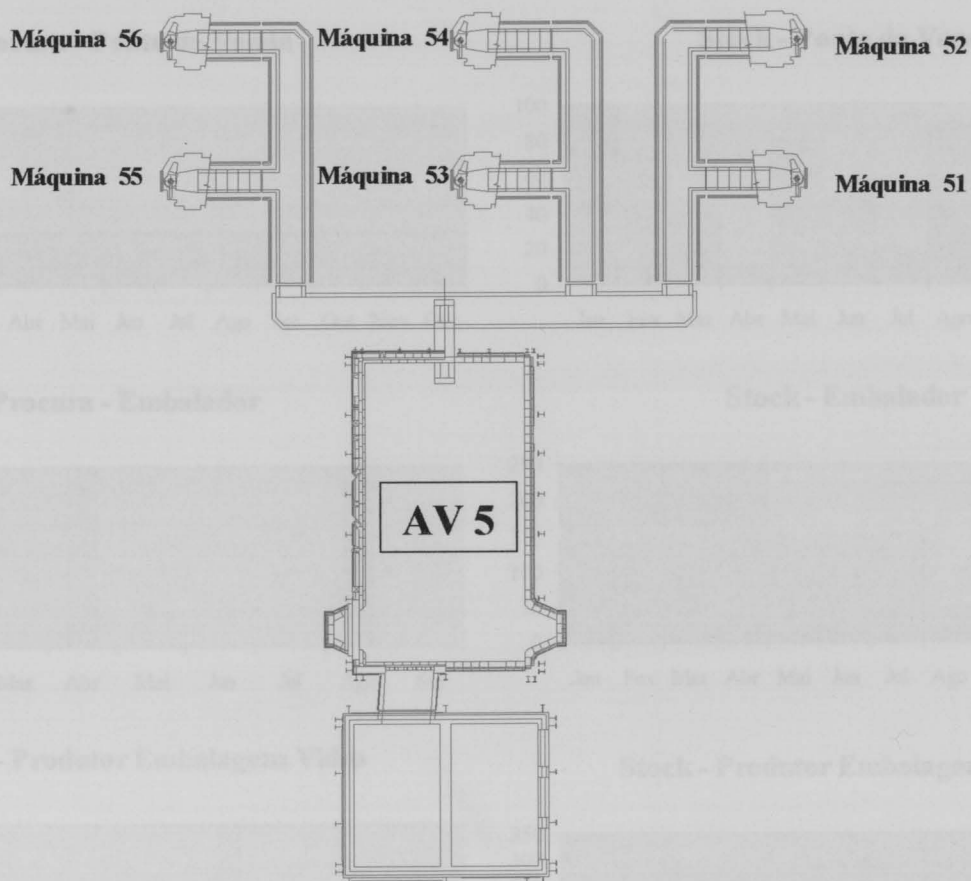
Preço Médio Vidro Liso BA - Mercado Ibérico



Anexo 3: Localização das Fábricas da Península Ibérica

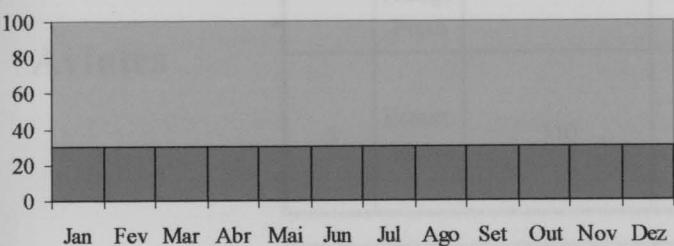


Anexo 4 : Esquema do AV5

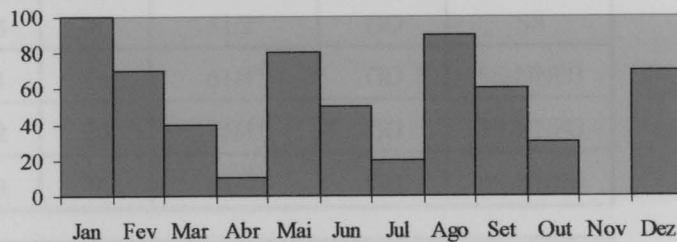


Anexo 5: Visibilidade numa Cadeia de Abastecimento

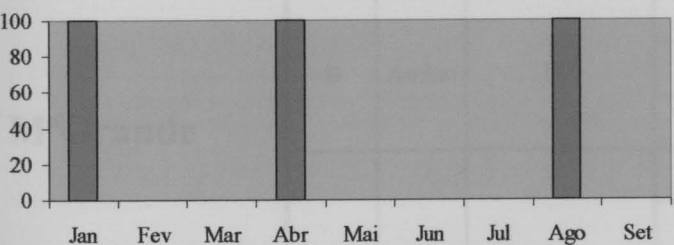
Procura - Ponto de Venda



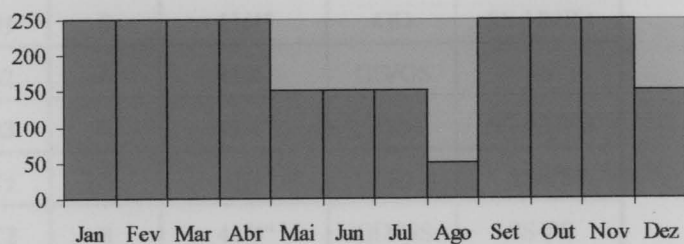
Stock - Ponto de Venda



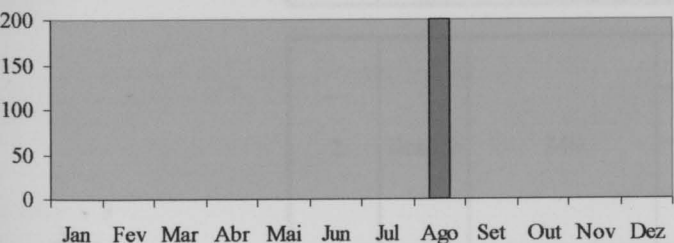
Procura - Embalador



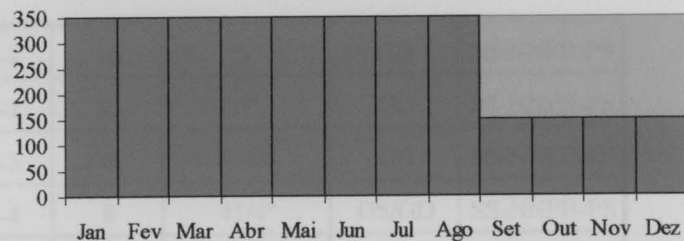
Stock - Embalador



Procura - Produtor Embalagens Vidro



Stock - Produtor Embalagens Vidro



Anexo 6: Características das Fábricas

Forno	Cor	Tiragem (t/dia)	Linhas	Nº Sect.	Dist. Centros	Tipo Gota	Processo
4	Esmer Vilesa Antigo Preto	135	4.1	8	41/4"	GD/GS	SS
			4.2	8	41/4"	GS	SS
			4.3	8	51/2"	GD	SS
5	Esmer. Vilesa	340	5.1	16	61/4"	GD	SS-NNPB
			5.2	20	41/4"	GD	SS-NNPB
			5.3	16	61/4"	GD	SS-NNPB

A	Branco	135	A1	10	41/4"	GD	NNPB-PS
			A2	10	61/4"	GD	NNPB-PS
B	Âmbar	185	B1	8	41/4"	GD	SS-NNPB
			B2	6	41/4"	GD/GS	SS
			B3	10	41/4"	GD	SS-NNPB
C	Branco	275	C1	8	61/4"	GD	SS-PS
			C2	8	41/4"	GD/GS	SS-PS
			C3	10	41/4"	GD	NNPB-PS
			C4	8	61/4"	GD	SS-PS

2	Branco	240	2-1	10	5"	GD	SS-NNPB-PS
			2-2	10	5"	GD	SS-NNPB-PS
			2-3	8	51/2"	GD	SS-NNPB-PS
			2-4	8	41/4"	GS/GD	SS-NNPB-PS
3	Branco	315	3-1	10	51/2"	GD	SS-NNPB-PS
			3-2	10	51/2"	GD	SS-NNPB-PS
			3-3	10	5"	GD	SS-NNPB-PS
			3-4	10	51/2"	GD	SS-NNPB-PS

D	Âmbar	300	D1	20	5"	GD	NNPB
			D2	16	5"	GD	NNPB

Avintes

M^aGrande

Vilesa

Villafranca

Anexo 7: Tipos de Mudanças de Fabrico Máquina

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
		Pequena	Média	Grande		

Mudança de:

Boquilhas	Moldes Finais	Inversão / Porta Boquilhas	Inversão / Porta Boquilhas	Média Com substituição ambos os Colares Pequena ou Média com fraccionamento	Grande com fraccionamento	Gota
		Equipamento Moldação	Equipamento Moldação		Processo	
		Parafusos Limitadores	Suportes Fundos Finais		Cartuchos	
			Colares de Molde Principiar ou Final			

Anexo 8: Minutos por Sector disponíveis em cada Máquina

Fábrica	Tx. Subact	Linhas	NSect	MinPotenciais	Min s/Subact
AV4	4,08%	41	8	1.762.560	1.690.648
		42	8	1.762.560	1.690.648
		43	8	1.762.560	1.690.648
AV5	0,5%	51 / 52	16	3.525.120	3.507.494
		53 / 54	20	4.406.400	4.384.368
		55 / 56	16	3.525.120	3.507.494
MG	0,4%	A1	10	5.256.000	5.234.976
		A2	10	5.256.000	5.234.976
		B1	8	4.204.800	4.187.981
		B2	6	3.153.600	3.140.986
		B3	10	5.256.000	5.234.976
		C1	8	4.204.800	4.187.981
		C2	8	4.204.800	4.187.981
		C3	10	5.256.000	5.234.976
VF	2,0%	D1	20	10.512.000	10.301.760
		D2	16	8.409.600	8.241.408
VL	0,94%	2-1	10	5.256.000	5.206.594
		2-2	10	5.256.000	5.206.594
		2-3	8	4.204.800	4.165.275
		2-4	8	4.204.800	4.165.275
		3-1	10	5.256.000	5.206.594
		3-2	10	5.256.000	5.206.594
		3-3	10	5.256.000	5.206.594
		3-4	10	5.256.000	5.206.594

Anexo 9: Simulador de Custos de Embalagem e Transporte

Simulação de custos de embalagem e transporte

Código: 251

Designação: 0

Produção / Transporte

Origem: Av MG Vf Le

Tipo de viatura: 16/18 paletes 26 paletes

Dados do artigo:

Altura [cm]:
 Peso [gr]: 450

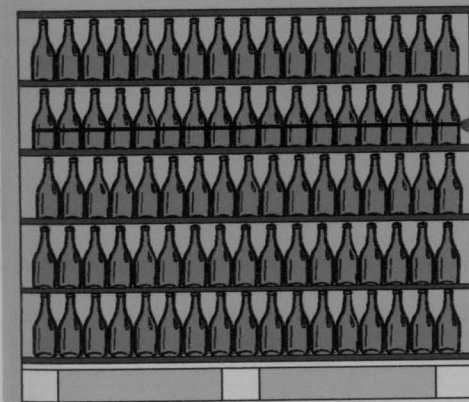
Dados da paletização:

Unidades/camada:
 Nº de camadas:
 Total de unidades: 3.900
 Peso total [kg]: 1.755
 Altura [m]: 2,49

Destino: (80.000 - 80.000)

Paletes não sobrepostas

Materiais de embalagem



Intercalar de plástico alugado

Intercalar de plástico alugado

Fita STRAPEX Sim Não

Manga retráctil 125

Intercalar de plástico alugado

Paleta ANIFE

	Qt.	\$/pal	\$/unidade	\$/kg vidro
Palete	1	450,00	0,12	0,26
Intercalar da base	1	90,00	0,02	0,05
Intercalares	12	1.080,00	0,28	0,62
Intercalar do topo	1	90,00	0,02	0,05
Filme de base	1	1,73	0,00	0,00
Filme de marisa	0	0,00	0,00	0,00
Manga retráctil	3,39 m	352,42	0,09	0,20
Strapex	62,4 m	124,80	0,03	0,07
Custo de embalagem		2.188,95	0,56	1,25
Embalagem consumida		928,95	0,24	0,53
Embalagem retornável		1.260,00	0,32	0,72
Transporte de retorno		236,69	0,06	0,13
Total de embalagem		2.425,64	0,62	1,38
Transporte para o cliente		3.076,92	0,79	1,75

O custo global ótimo verifica-se para 6 camadas, 2.596,87 \$ / 1000 unidades



FACULDADE DE ENGENHARIA

UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



000064465